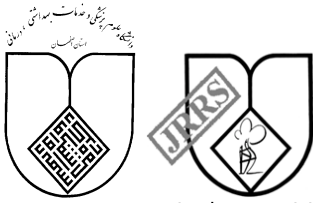


## دوماهنامه پژوهش در علوم توان بخشی



دوماهنامه پژوهش در علوم توان بخشی

mostamand@rehab.mui.ac.ir

zrezaeian@rehab.mui.ac.ir

tayebeh.roghani@gmail.com

صاحب امتیاز: دانشکده علوم توان بخشی، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی - درمانی اصفهان

شماره مجوز: ۱۰۲۰۸/۱۲۴ - ۱۳۸۳/۶/۲۰ - شاپا (چاپی): ۷۵۱۹-۱۷۳۵، شاپا (الکترونیکی): ۲۶۰۶-۲۰۰۸

مدیر مسؤول: دکتر جاوید مستمند، دانشیار فیزیوتراپی، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان

سرمدیر: دکتر زهرا سادات رضائیان، استادیار فیزیوتراپی، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان

جانشین سردبیر: دکتر طیبه روغنی، دکترای تخصصی فیزیوتراپی، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان

### شورای نویسندگان

**دکتر علی قنبری**  
استاد گروه فیزیوتراپی  
دانشگاه علوم پزشکی شیراز

**دکتر حمید کریمی**  
استادیار گفتاردرمانی  
دانشگاه علوم پزشکی اصفهان

**دکتر محمد تقی کریمی**  
دانشیار گروه ارتوپدی فنی  
دانشگاه علوم پزشکی اصفهان

**دکتر عبدالکریم کریمی**  
استادیار گروه فیزیوتراپی  
دانشگاه علوم پزشکی اصفهان

**دکتر جاوید مستمند**  
دانشیار گروه فیزیوتراپی  
دانشگاه علوم پزشکی اصفهان

**دکتر سید محسن حسینی**  
استاد گروه آمار زیستی  
دانشگاه علوم پزشکی اصفهان

**دکتر وحید شایگان نژاد**  
استاد گروه نورولوژی بالینی  
دانشگاه علوم پزشکی اصفهان

**دکتر ابراهیم صادقی**  
دانشیار گروه ارتوپدی فنی  
دانشگاه علوم پزشکی اصفهان

**دکتر محمود صادقی**  
استاد گروه بیپوشی  
دانشگاه علوم پزشکی اصفهان

**دکتر مهیار صلواتی**  
استاد گروه فیزیوتراپی  
دانشگاه علوم پزشکی اصفهان

**دکتر زینب فرج زادگان**  
استاد گروه پزشکی اجتماعی  
دانشگاه علوم پزشکی اصفهان

**دکتر سعید فرقانی**  
دانشیار گروه ارتوپدی فنی  
دانشگاه علوم پزشکی اصفهان

**دکتر بهروز محمودی بختیاری**  
استاد زبان شناسی  
دانشگاه تهران

**دکتر مرتضی آیدار اصفهانی**  
استاد گروه قلب و عروق  
دانشگاه علوم پزشکی اصفهان

**دکتر حمید آزاده**  
استادیار فیزیوتراپی  
دانشگاه علوم پزشکی اصفهان

**دکتر ابراهیم اسفندیاری**  
استاد گروه علوم تشریحی و بیولوژی مولکولی  
دانشگاه علوم پزشکی اصفهان

**دکتر محمد پرنیان پور**  
دانشیار گروه مهندسی مکانیک  
دانشگاه صنعتی شریف تهران

**دکتر احمد چیت ساز**  
استاد گروه نوروفیزیولوژی بالینی  
دانشگاه علوم پزشکی اصفهان

**دکتر خلیل خیام باثی**  
استاد گروه تربیت بدنی  
دانشگاه اصفهان

**دکتر بهرام سلیمانی**  
استادیار علوم بهداشت  
دانشگاه آزاد اسلامی واحد نجف آباد

### شورای نویسندگان بین الملل

Ali Barikroo (USA), Paul Canavan (USA), Ali Asghar Danesh (USA),  
Setareh Ghahari (Canada), Ladan Ghazi Saidi (USA),  
Zahra Jafari (Canada), Mohammad Reza Nourbakhsh (USA),  
Shahriar Parvaneh (Canada), Ali Sharifnezhad (Germany),  
Sharareh Sharififar (USA)

### همکاران علمی این شماره:

مینا احمدی کهجوق، ندا بروشک، فاطمه بکائی، زهرا سادات رضائیان، طیبه روغنی، زهره شفیع زادگان، سعید فرقانی، جاوید مستمند

دوره ۱۳ - شماره ۵ (پی در پی ۵۵)  
آذر و دی ۱۳۹۶

سایت اینترنتی دوماهنامه:  
<http://jrres.mui.ac.ir>

**آدرس دفتر مجله:**  
اصفهان، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات  
بهداشتی - درمانی اصفهان، دانشکده علوم  
توان بخشی، دفتر مجله پژوهش در علوم توان بخشی

صندوق پستی: ۱۶۴ - ۸۱۷۴۵

تلفن: ۰۳۱-۳۶۶۹۱۶۶۳

دورنگار: ۰۳۱-۳۶۶۸۷۲۷۰

پست الکترونیک:  
[jrres@rehab.mui.ac.ir](mailto:jrres@rehab.mui.ac.ir)

**تأمین کننده اعتبار مالی و همکاری کننده:**  
معاونت پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی و خدمات  
بهداشتی - درمانی اصفهان

**صاحب امتیاز:**  
دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی - درمانی  
اصفهان

**بخش فنی:**  
**مدیر اجرایی:** مژگان نادری  
کارشناس ارشد علوم ارتباطات اجتماعی (روابط عمومی)  
[naderi@rehab.mui.ac.ir](mailto:naderi@rehab.mui.ac.ir)

**ناشر:**  
انتشارات وسنا (فرزادگان راداندیش)  
Email: [farapublications@gmail.com](mailto:farapublications@gmail.com)  
<http://farapub.com>

تلفن: ۰۳۱-۳۲۲۴۳۳۵

دورنگار: ۰۳۱-۳۲۲۴۳۸۲

هر گونه استفاده از مطالب مندرج در مجله  
بدون ذکر منبع ممنوع می باشد.  
تیراژ: ۵۰۰ نسخه

# پژوهش در علوم توانبخشی

## راهنمای نویسندگان در تهیه و ارسال مقالات

نباشد. در اینصورت دستنوشته ارسال شده در اسرع وقت مورد داوری قرار گرفته و نتایج داوری برای نویسنده مسئول ارسال می گردد.

جامعه مخاطب مجله پژوهش در علوم توانبخشی شامل دانشجویان و متخصصین رشته های علوم توانبخشی اعم از فیزیوتراپی، ارتوپدی فنی، گفتاردرمانی، شنوایی شناسی، شنوایی سنجی، بینایی سنجی و کاردرمانی در مقاطع مختلف، علوم ورزشی، تربیت بدنی و بیومکانیک سیستم عضلانی - اسکلتی، متخصصین طب فیزیکی و توانبخشی، متخصصین رشته های پزشکی مانند ارتوپدی، روماتولوژی، نورولوژی، جراحی اعصاب، قلب و عروق و تنفس و...، پرستاران توانبخشی و سایر حرفه های مرتبط جزء است و مقالات آن در پایگاه های علمی متعدد از جمله سازمان بهداشت جهانی<sup>۱</sup>، نمایه جهان اسلام<sup>۲</sup>، پایگاه اطلاعات علمی<sup>۳</sup>، بانک اطلاعات نشریات کشور<sup>۴</sup> و پایگاه نشریات ادواری ایران<sup>۵</sup>، نمایه شده است و در موتور جستجوی Google Scholar (<http://scholar.google.com>) قابل بازیابی می باشد. از علاقمندان، محققین و صاحب نظران محترم رشته های توانبخشی و سایر رشته های مرتبط دعوت می شود دستنوشته خود را به صورت الکترونیکی به این دوماهنامه ارسال نمایند.

نشریه پژوهش در علوم توانبخشی، مجله علمی - پژوهشی وابسته به دانشکده علوم توانبخشی دانشگاه علوم پزشکی اصفهان است. این نشریه در قالب دوماهنامه تمام الکترونیک (Online) فارسی زبان در برگزیده مقالات مرتبط با شاخه های علوم توانبخشی است. این مقالات باید به درک بهتر مکانیسم بروز، پاتوژنز، روند پیشرفت و پیش آگهی مشکلات سیستم های عصبی - عضلانی - اسکلتی کمک نمایند و یا در ارتباط با دست آوردهای جدید ارزیابی، تشخیص و درمان و روش های توانبخشی می باشد.

مجله پژوهش در علوم توانبخشی فعالیت خود را در زمستان سال ۱۳۸۴ آغاز نمود و در سال ۱۳۹۰ موفق به کسب رتبه علمی - پژوهشی از کمیسیون نشریات وزارت بهداشت گردید. بر اساس آخرین رتبه بندی کمیسیون نشریات علوم پزشکی در سال ۱۳۹۱، این مجله برترین درجه علمی را در میان نشریات علمی - پژوهشی توانبخشی به دست آورد.

این مجله اطلاعات دست اول و کاربردی تحقیقاتی و بالینی در زمینه علوم توانبخشی شامل مطالعات تحقیقاتی اصیل پایه ای و کاربردی (Original Basic or Applied Research)، مطالعات مروری (Systemic or Narrative Reviews)، گزارش ها و مطالعات موردی (Case Studies, Case Letter) (Serries & Single Subject Studies)، نامه ها (to Editor) و ارتباطات کوتاه و نکات تکنیکی نقد علمی مقالات چاپ شده (Educational or Theoretical Debate) (Articles) گزارشات کوتاه راجع به تحقیقات در دست اقدام (Brief Report)، مکاتبات علمی با صاحب نظران در رشته مورد نظر و یا خلاصه ای از کتب منتشر شده (Book Review) را در اختیار مخاطبان خود قرار می دهد. دستنوشته های ارسالی باید حاوی اطلاعات اصیل بوده و به هیچ عنوان تمام، یا قسمتی از آن شامل جدول، نمودار و... قبلا در مجله دیگری به چاپ نرسیده باشد یا در حال بررسی در مجله دیگری

<sup>1</sup>World Health Organization: WHO-EMRO Index Medicus; <http://applications.emro.who.int/library/imjournals/Default.aspx?id=45>

<sup>2</sup>Islamic World Science Citation: ISC; <http://www.isc.gov.ir>

<sup>3</sup>Scientific Information Database: SID; <http://fa.journals.sid.ir/JournalList.aspx?ID>

<sup>4</sup>Magiran: <http://www.magiran.com/magtoc.asp?mgID=4474>

<sup>5</sup><https://search.ricest.ac.ir/ricest>

دسترسی به کلیه مقالات منتشر شده توسط مجله پژوهش در علوم توانبخشی رایگان می باشد.

## مواردی که قبل از ارسال دستنوشته باید در نظر داشته باشید

### ۱. انتشار مجدد یا اضافه

منظور از انتشار مجدد (Duplicate) یا اضافه (Redundant) انتشار دستنوشته ای است که دقیقاً یا تا حدود زیادی با یک مقاله منتشر شده از همان تیم نویسندگان همپوشانی دارد. این عمل یک تخلف اخلاقی محسوب می شود و در تمام مراجع صاحب صلاحیت داخلی و خارجی محکوم می باشد. این مسأله در صورتیکه دستنوشته پس از رد در یک مجله به مجله دیگری ارسال شود مطرح نمی گردد بلکه مربوط به زمانی است که تمام، یا قسمتی از متن دستنوشته با اطلاعات اساسی آن قبلاً به انتشار رسیده باشد. همچنین این مسأله در مورد انتشار چکیده یا پوستر چکیده دستنوشته در مجامع علمی و در کتابچه های خلاصه مقالات آنها نمی باشد. بنابراین لازم است تیم نویسندگان هر نوع انتشار پیشین متن دستنوشته را به طور شفاف و دقیق به اطلاع تیم سردبیری برساند و یک نسخه از آنها را همراه با دستنوشته ارسال شده به دفتر مجله ارسال نماید تا تیم سردبیری بتواند در مورد دستنوشته جدید تصمیم مناسبی اتخاذ نماید.

در صورت عدم اطلاع رسانی به روش فوق تیم سردبیری در هر زمانی از فرآیند داوری که متوجه وقوع این مسأله توسط تیم نویسندگان گردد حق دارد متناسب با قوانین داخلی مجله و اصول اخلاق در انتشار آثار علمی طبق دستورالعمل کشوری اخلاق در انتشار آثار علوم پزشکی و کمیته اخلاق در انتشارات COPE) Committee of Publication Ethics عمل نماید. در این موارد حداقل مجازات قابل اجرا برای تیم نویسندگان رد کامل و بدون قید دستنوشته خواهد بود.

این راهنما براساس آخرین نسخه دستورالعمل یکسان سازی دستنوشته های ارسالی به مجلات بیومدیکال (Uniform Requirements for Manuscripts Submitted to

Biomedical Journals) منتشر شده توسط کمیته بین المللی سردبیران نشریات علوم پزشکی در سال ۲۰۰۷ در شهر ونکور کانادا (<http://www.icmje.org/#privacy>) تنظیم شده است.

### ۲. انتشار به زبان دوم

• با توجه به قانونی بودن چاپ یک مقاله به بیش از یک زبان، امکان چاپ ترجمه یک مقاله به زبان دیگر تنها در صورتی وجود دارد که تیم نویسندگان تمام موارد زیر را رعایت نموده باشد

○ از سردبیران هر دو مجله موافقت کتبی دریافت کرده باشد  
○ سردبیر نشریه دوم نسخه ای از مقاله منتشر شده توسط نشریه اول را به صورت فوتوکپی یا نسخه الکترونیک دریافت نموده باشد

○ حداقل یک هفته از انتشار مقاله اول گذشته باشد. البته این فاصله زمانی بستگی به توافق سردبیر مجله اول و دوم دارد و بدون توافق آنها قانونی نمی باشد.

○ جامعه هدف در دستنوشته ترجمه شده از مقاله اول متفاوت باشد

○ دستنوشته دوم خلاصه ای از مقاله اول باشد ولی اطلاعات مقاله اول را به طور دقیق و صادقانه منعکس نماید

○ در صفحه عنوان دستنوشته دوم اطلاعات دقیق مقاله اول اعلام گردد. به عنوان مثال: "این مقاله براساس اطلاعات منتشر شده در مقاله \_\_\_\_\_

چاپ شده در مجله \_\_\_\_\_ شماره - دوره - صفحه - تا - است"

• مجله پژوهش در علوم توانبخشی هیچ گونه تعهدی برای استمهال مقالات تا زمان چاپ آنها در مجلات خارجی ندارد و هر مقاله ای که در مجله تأیید چاپ شود در اولویت چاپ در اولین شماره ممکن قرار خواهد گرفت

• اگر نسخه انگلیسی مقاله قبل از ارسال به دفتر مجله پژوهش در علوم توانبخشی چاپ شده باشد، نویسنده مسئول موظف است این نکته را در زمان ارسال دستنوشته

به دفتر مجله متذکر شود و موافقت نامه کتبی سردبیر مجله انگلیسی زبان با چاپ مقاله به زبان فارسی را همزمان با ارسال دستنوشته به دفتر مجله ارسال نماید

- اگر در طی فرآیند داوری مقاله ای، مجله پژوهش در علوم توانبخشی از چاپ شدن آن مقاله در یک مجله انگلیسی زبان آگاه گردد، دستنوشته مذکور بلافاصله و به دلیل عدم صداقت گروه نویسندگان از دور داوری خارج و تمام اعضای تیم نویسندگان در لیست سیاه مجله وارد می شوند.
- براساس مصوبه هیأت امنای دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، مقالات منتشر شده در هریک از مجلات دانشگاه علوم پزشکی اصفهان نمی توانند به زبان دیگر در این دانشگاه منتشر شوند. به عبارتی در صورت انتشار یک مقاله توسط مجلات فارسی زبان این دانشگاه، نسخه انگلیسی آن مقاله نمی تواند توسط مجلات انگلیسی زبان همین دانشگاه منتشر گردد

### ۳. رعایت حقوق شخصی بیماران

اطلاعات شخصی و تصویر شرکت کنندگان در مطالعات بدون اخذ رضایتنامه کتبی از آنها (یا وکیل یا قیم قانونی ایشان) نمی تواند توسط تیم نویسندگان فاش گردد. در صورتیکه به دلایل علمی نیاز باشد این اطلاعات به هر صورتی فاش گردد لازم است یک نسخه از دستنوشته نهایی قبل از ارسال به دفتر مجله به تأیید فرد (یا وکیل یا قیم قانونی وی) برسد. همچنین پوشاندن چهره یا چشمان افراد در تصاویر به منظور جلوگیری از شناسایی شدن ایشان ضروری است. نویسندگان حق ندارند اطلاعات علمی جمع آوری شده از افراد را به هر دلیلی تغییر دهند و ملزم به رعایت صداقت در گزارش خود می باشند. نویسندگان باید اطمینان حاصل کنند که شرکت کنندگان در مطالعه ایشان قابل شناسایی نیستند و در صورتیکه به هردلیل از این فرآیند مطمئن نیستند از ایشان رضایتنامه رسمی کتبی دریافت کنند. به عنوان مثال پوشاندن چشماهای فرد در تصویر ممکن است برای غیرقابل شناسایی ماندن وی کافی نباشد.

### ۴. موارد اخلاقی

مجله پژوهش در علوم توانبخشی به عنوان یکی از اعضای کمیته اخلاق در انتشارات (COPE) در برخورد با هر نوع تخلف اخلاقی در ارائه و انتشار دستنوشته ها از قوانین این کمیته تبعیت می کند. همچنین این مجله از دستورالعمل یکسان سازی دستنوشته های ارسالی به مجلات بیومدیکال، راهنمایی کشوری اخلاق در انتشار آثار علوم پزشکی و معاهده تهران، که در وبسایت مجله قابل مشاهده می باشد، پیروی می نماید. مطالعاتی که بر روی نمونه های انسانی یا حیوانی انجام شده اند باید با معاهده هلسینکی ( <http://www.wma.net/en/30publications/10policies/b3/index.html> ) همخوانی داشته باشند

تذکر بسیار مهم: به دلیل قانون منع مداخله افراد غیر متخصص در درمان، مقالات مداخله ای تنها در صورتی قابلیت بررسی و چاپ در مجله پژوهش در علوم توانبخشی را دارند که نویسنده مسئول آنها متخصص یکی از رشته های بالینی علوم پزشکی یا پیراپزشکی باشد و منع حقوقی اقدام درمانی نداشته باشد.

### ۵. تعارض منافع

کلیه نویسندگان دستنوشته باید هر نوع تعارض منافع خود شامل موارد مالی، سیاسی، دانشگاهی و یا شخصی را که به صورت بالقوه بتواند بر تحلیل آنها از نتایج مطالعه یا نحوه ارائه نتایج تأثیر بگذارد صادقانه اعلام نمایند

### ۶. سرقت ادبی

نویسندگان نمی توانند اطلاعات، متن یا تصویر منتشر شده توسط سایر محققان در قالب گزارش، مقاله، کتاب و... را بدون ارجاع صحیح و بدون کسب اجازه رسمی از مالک حقوقی آن در دستنوشته خود مورد استفاده قرار دهند. مجله پژوهش در علوم توانبخشی با دسترسی به نرم افزار های بررسی سرقت ادبی فارسی و انگلیسی با موارد تخلف در این زمینه مطابق مقررات COPE، دستورالعمل یکسان سازی دستنوشته های ارسالی به



مجلات بیومدیكال، راهنمایی كشوری اخلاق در انتشار آثار علوم پزشکی و معاهده تهران برخورد خواهد نمود.

دستنوشته مراحل داوری را تا اعلام نظر نهایی توسط سردبیر طی خواهد نمود.

#### ۷. رعایت قوانین کپی رایت

- متن کامل دستنوشته و یا بخشی از آن نباید پیش از ارسال به دفتر مجله در هیچ مجله داخلی یا بین المللی دیگری چاپ شده و یا با همین عنوان در هیچ کنفرانس یا مجمع علمی دیگری ارائه گردیده باشد یا تحت بررسی قرار داشته باشد.
- هیچکدام از اطلاعات اساسی، جداول، نمودارها و تصاویر دستنوشته نباید پیش از این در هیچ مجله داخلی یا بین المللی دیگر چاپ شده یا در هیچ مجله یا همایش داخلی یا بین المللی دیگری تحت بررسی قرار داشته باشد
- متن کامل دستنوشته و یا بخشی از آن و یا هیچکدام از اطلاعات اساسی، جداول، نمودارها و تصاویر دستنوشته نباید تا اعلام نظر نهایی شورای سردبیری مجله پژوهش در علوم توانبخشی به هیچ مجله دیگری ارسال گردد.
- در صورت استفاده از تصاویر ارائه شده در سایر منابع از قبیل وب سایت ها، کتاب یا مقالات سایر محققان، به محل تهیه تصویر ارجاع داده و کسب اجازه از نویسنده مربوطه ذکر شود. همچنین لازم است کپی مکاتبه با نویسنده جهت کسب اجازه، به عنوان ضمیمه دستنوشته ارسال گردد.
- مجله پژوهش در علوم توانبخشی این حق را دارد که مقالات تأیید شده توسط داوران را در صورت عدم انصراف نویسنده و عدم وجود هر نوع مغایرت در نکات فوق، به چاپ برساند.

#### ۸. انصراف از بررسی دست نوشته

تیم نویسندگان می تواند حداکثر ظرف ۱۰ روز از تاریخ ارسال دستنوشته، انصراف خود از ادامه روند بررسی دستنوشته را به صورت کتبی به سردبیر مجله اعلام نماید در غیراینصورت

تبصره ۱. اعلام انصراف تیم نویسندگان از انتشار دستنوشته خود پس از آگاهی از هزینه انتشار (پس از تکمیل فرآیند داوری دست نوشته) تنها به شرطی امکان پذیر است که اسکن نامه انصراف حاوی اصل امضای کلیه نویسندگان به دفتر مجله ارسال شود. در این حالت به دلیل اتلاف وقت تیم داوری کلیه اعضای تیم نویسندگان در لیست سیاه مجله وارد می شوند و دستنوشته های آتی ایشان در مجله مورد بررسی قرار نخواهد گرفت.

#### ۹. بررسی دستنوشته متعلق به اعضای هیأت تحریریه

کلیه دستنوشته هایی که توسط اعضای هیأت تحریریه مجله ارسال می شوند با رعایت کلیه قوانین مالی و زمانی ذکر شده برای سایر دستنوشته ها وارد فرآیند داوری همتایان خواهد شد. تیمی متشکل از ۵ نفر از اعضای هیأت تحریریه در یک جلسه مخفی داوران تعیین خواهند کرد و صحت انجام فرآیندها تحت نظارت نماینده ای از هیأت تحریریه خواهد بود در این جلسه حضور نداشته است و از نویسندگان دستنوشته بی اطلاع است.

نویسندگان لازم است به دستورالعمل چاپ مقاله توجه نمایند و به علاوه دستورالعمل های مخصوص به نوع هر نوع مقاله را نیز در نظر داشته باشند. بدیهی است عدم رعایت اصول ذکر شده موجب عدم پذیرش و یا تأخیر در مراحل بررسی علمی، چاپ و انتشار مقالات دریافتی خواهد گردید

#### قوانین مالی مربوط به ارسال و داوری دست نوشته

پیرو مصوبه هیأت امنای دانشگاه علوم پزشکی اصفهان قوانین مالی در مورد فرآیند دریافت و بررسی مقالات در مجلات فارسی زبان دانشگاه علوم پزشکی اصفهان از ابتدای دی ماه سال ۱۳۹۴ اعمال و در تیرماه ۱۳۹۷ بازبینی شد. مجموعه این قوانین به شرح زیر می باشد

**نحوه پرداخت:** کلیه وجوه پرداختی باید به صورت الکترونیک یا دستی به شماره حساب ۴۹۷۵۷۶۱۰۰۷ (شبا ۱۰۰۷ ۷۵۷۶ ۰۰۴۹ ۵۸۰۱ ۲۰۰۰ ۰۰۰۰ ۰۰۴۹) نزد بانک ملت به نام دانشگاه علوم پزشکی اصفهان وایز و سند آن اسکن و در زمان ارسال دستنوشته همراه با سایر مدارک مورد نیاز در بخش فایل‌های ضمیمه ارسال شود. لازم است در زمان واریز شماره شناسه مجله (۱۰۴۱۱۳۰۰۰۰۰۰۰۰۱۱) و شماره دستنوشته در فیش پرداخت قید گردد. در غیر اینصورت هزینه واریز شده مورد تأیید قرار نخواهد گرفت و بدون عودت وجه قبلی نویسنده مجبور به پرداخت مجدد هزینه خواهد بود.

**تبصره.** ارسال اسکن فیش از طریق ایمیل یا دورنگار به دفتر مجله غیرقابل قبول می باشد

**هزینه بررسی دست نوشته:** هر دستنوشته ارسال شده به دفتر مجله تنها در صورتی مورد بررسی قرار می گیرد که مبلغ ۲/۰۰۰/۰۰۰ ریال هزینه بررسی و مبلغ پایه هزینه انتشار براساس بند سوم مصوبه ۱۳۹۷/۰۴/۱۳ هیأت امنای دانشگاه علوم پزشکی اصفهان (مندرج در جدول ۱ ستون هزینه ها برای سال ۱۳۹۷) را در زمان ارسال دستنوشته پرداخت و اسکن فیش حاوی شماره شناسه مجله (۱۰۴۱۱۳۰۰۰۰۰۰۰۰۱۱) و شماره دستنوشته در فایل های ضمیمه در صفحه ارسال آپلود شده باشد.

**تبصره ۱.** پرداخت این هزینه به معنی الزام مجله در پذیرش دستنوشته نخواهد بود.

**تبصره ۲:** این هزینه برای نویسندگان داخل و خارج از دانشگاه علوم پزشکی اصفهان یکسان خواهد بود.

**تبصره ۳.** نویسنده مسئول مسئولیت صحت املائی و نگارشی و گرته برداری متن دستنوشته را برعهده دارد. دستنوشته ای که دارای اشکالات املائی و نگارشی و گرته برداری باشد برای داوران ارسال نخواهد شد و توسط کارشناس فنی رد خواهد شد.

**تبصره ۴.** رعایت کلیه مفاد راهنمای نویسندگان وظیفه کلیه نویسندگان خواهد بود و در صورت عدم رعایت راهنمای نویسندگان یا عدم ضمیمه نمودن مدارک مورد درخواست براساس راهنمای نویسندگان، دستنوشته حداکثر ظرف یک هفته از زمان ارسال از دور خارج خواهد شد.

**تبصره ۵.** در صورت رد سریع دستنوشته به هریک از دلایل مطرح شده در تبصره های ۴ و ۵، تیم نویسندگان می توانند تنها یکبار دیگر دستنوشته را با انجام کلیه اصلاحات لازم بدون پرداخت هزینه مجدد ارسال نمایند. در ارسال اصلاحیه لازم است نویسندگان فیش قبلی هزینه واریز شده را در ضمیمه دستنوشته جدید آپلود نمایند. اگر این دستنوشته بازم به دلیل عدم رعایت موارد فوق رد شود هزینه پرداخت شده عودت داده نخواهد شد. در صورتی که تیم نویسندگان همچنان مایل به بررسی دستنوشته خود در مجله باشند موظفند ضمن اطمینان از رعایت کلیه مفاد راهنمای نویسندگان، دستنوشته اصلاح و نهایی شده را پس از پرداخت مجدد هزینه همراه با فیش پرداختی جدید مجدداً در سایت مجله ارسال نمایند.

**هزینه انتشار دست نوشته:** هر دستنوشته ای که بعد از طی فرایند داوری همتایان در مجله پژوهش در علوم توانبخشی شایسته انتشار شناخته شود پس از کسر هزینه اخذ شده در زمان ارسال دستنوشته ممکن است ملزم به ارسال مابه تفاوت هزینه انتشار به دلیل وجود نمودارها، شکل ها یا کلمات اضافه بر میزان پایه باشد. براساس بند سوم مصوبه ۱۳۹۷/۰۴/۱۳، نشریات نمایه ISC ملزم به اخذ هزینه پایه انتشار در ابتدای فرآیند داوری می باشند. این مسأله درمورد دستنوشته های اصیل، که بیش از ۹۰ درصد دستنوشته های ارسالی به دفتر مجله پژوهش در علوم توانبخشی می باشند، در عمل تغییر جزئی در هزینه انتشار ایجاد نکرد. جزئیات این دستورالعمل در مقایسه با دستورالعمل سال ۱۳۹۴ در جدول ۱ قابل مشاهده است. مطلوب است در زمان ارسال دستنوشته نویسندگان اصول زیر را در تنظیم متن در نظر داشته باشند تا از تحمیل هزینه اضافه به ایشان جلوگیری شود. این هزینه دقیقاً برای انجام فرآیند چاپ در اختیار شرکت پشتیبانی کننده انتشار مجله قرار داده خواهد شد.

جدول ۱. نحوه محاسبه هزینه پایه و مازاد برای انواع مختلف دستنوشته در مجله پژوهش در علوم توانبخشی (با امکان مقایسه مصوبه ۱۳۹۴ و ۱۳۹۷).

نوع دستنوشته	۱۳۹۷			۱۳۹۴		
	تعداد لغات مجاز*	هزینه بررسی	هزینه پایه انتشار (ریال)	تعداد لغات مجاز*	هزینه بررسی	هزینه پایه انتشار (ریال)
نامه به سردبیر	۴۰۰	۵۰۰/۰۰۰	۵۰۰/۰۰۰	۴۰۰	۵۰۰/۰۰۰	۵۰۰/۰۰۰
گزارش مورد کوتاه	۱۰۰۰	۵۰۰/۰۰۰	۱۰۰۰/۰۰۰	۱۰۰۰	۵۰۰/۰۰۰	۱۰۰۰/۰۰۰
پژوهشی اصیل	۲۵۰۰	۵۰۰/۰۰۰	۱/۰۰۰/۰۰۰	۲۵۰۰	۵۰۰/۰۰۰	۱/۰۰۰/۰۰۰
پژوهشی کیفی	۳۰۰۰	۵۰۰/۰۰۰	۱/۰۰۰/۰۰۰	۳۰۰۰	۵۰۰/۰۰۰	۱/۰۰۰/۰۰۰
مروری	۷۰۰۰	۵۰۰/۰۰۰	۱/۰۰۰/۰۰۰	۷۰۰۰	۵۰۰/۰۰۰	۱/۰۰۰/۰۰۰

\* شامل کلیه اجزای مقاله و رفرنسها و شکلها، هر شکل برابر ۳۰۰ کلمه محاسبه خواهد شد

۲/۰۰۰/۰۰۰ کلمه باشد تا هزینه انتشار آن دستنوشته ۲/۰۰۰/۰۰۰ ریال محاسبه گردد.

**تبصره ۳.** مابه تفاوت هزینه انتشار براساس میزان کلمات و نمودارها و شکل های موجود در متن دستنوشته در صورتی که دستنوشته بعد از طی فرایند داوری همتایان در مجله پژوهش در علوم توانبخشی شایسته انتشار شناخته شود از نویسنده مسئول دریافت می شود. در این شرایط دفتر مجله با نویسنده مسئول مکاتبه خواهد نمود و مراتب را به ایشان اطلاع خواهد داد نویسنده مسئول موظف است حداکثر ظرف مدت ۲ روز از تماس دفتر مجله نسبت به واریز آن اقدام نماید. اسکن فیش حاوی شماره شناسه مجله (۱۰۴۱۱۳۰۰۰۰۰۰۰۱۱) و شماره دستنوشته باید حداکثر ظرف ۲ روز از زمان تماس دفتر مجله با نویسنده مسئول در فایل های ضمیمه در صفحه ارسال آپلود شود.

**تبصره ۴.** ارسال اسکن فیش از طریق ایمیل یا دورنگار به دفتر مجله غیرقابل قبول می باشد

**تبصره ۵.** بدون وجود این فیش دستنوشته برای فرآیند چاپ ارسال نخواهد شد و نامه پذیرش به نویسندگان ارسال نخواهد گردید.

**یک مثال:** دستنوشته اصیل با ۴۲۰۰ کلمه و یک نمودار براساس مصوبه سال ۱۳۹۴ ملزم به پرداخت ۵۰۰/۰۰۰ هزینه بررسی و ۳/۸۰۰/۰۰۰ ریال هزینه انتشار برای داوری عادی دستنوشته (جمعاً ۴/۳۰۰/۰۰۰ ریال) بود. در مصوبه ۱۳۹۷ این دستنوشته ملزم به پرداخت ۲/۰۰۰/۰۰۰ ریال هزینه بررسی و هزینه پایه انتشار در زمان ارسال دستنوشته می باشد. در صورت پذیرش، به دلیل وجود ۱۲۰۰ کلمه اضافه و یک نمودار (جمعاً معادل ۱۵۰۰ کلمه اضافه) مبلغ ۳/۰۰۰/۰۰۰ ریال دیگر به عنوان الباقی هزینه انتشار برای داوری عادی دستنوشته (جمعاً ۵/۰۰۰/۰۰۰ ریال) باید بپردازد. به عبارتی هزینه انتشار تنها به میزان ۷۰۰/۰۰۰ ریال نسبت به سال ۱۳۹۴ افزایش یافته است.

**تبصره ۱.** مبلغ ذکر شده در جدول مبلغ پایه قابل دریافت از هر نوع دستنوشته است. صورتی که تعداد کلمات در یک دست نوشته از سقف تعیین شده کمتر باشد هزینه پایه انتشار دستنوشته کاسته نخواهد شد.

**تبصره ۲.** سقف کلمات پایه در جدول فوق شامل کلیه جدول ها و منابع خواهد بود. بنابراین جدول های دستنوشته باید به صورت تایپ شده باشند و به صورت تصویر ارسال نشوند. همچنین در این دستورالعمل هر نمودار یا شکل معادل ۳۰۰ کلمه در نظر گرفته می شود. به عبارتی اگر در یک دستنوشته اصیل یک شکل یا یک نمودار موجود باشد تعداد کل کلمات باید

**تبصره ۶.** دستنوشته های مربوط به اعضای دانشگاه علوم پزشکی اصفهان و سایر دانشگاه ها از لحاظ میزان هزینه تفاوتی با یکدیگر نخواهند داشت.

**تبصره ۵.** بررسی دستنوشته ای که با هدف انتشار سریع به دفتر مجله ارسال شده است الزاماً به معنی پذیرش قطعی دستنوشته نمی باشد.

**تبصره ۷.** به ازای هر یک صفحه اضافه که در واقع برابر با ۵۰۰ کلمه اضافه می باشد، مبلغ ۱/۰۰۰/۰۰۰ ریال به هزینه فوق افزوده خواهد شد. هر نمودار یا شکل معادل ۳۰۰ کلمه محسوب خواهد شد.

**تبصره ۶.** نتیجه بررسی حداکثر ظرف ۱ ماه از تاریخ ارسال دستنوشته برای داوران اعلام می گردد.

**تبصره ۷.** مابقی هزینه انتشار سریع تنها در صورت پذیرش دستنوشته و قبل از ارسال نامه رسمی پذیرش در مجله پژوهش در علوم توانبخشی از نویسنده مسئول دریافت می شود. در این شرایط دفتر مجله با نویسنده مسئول مکاتبه خواهد نمود و مراتب را به ایشان اطلاع خواهد داد نویسنده مسئول موظف است حداکثر ظرف مدت یک روز از تماس دفتر مجله نسبت به واریز آن اقدام نماید. اسکن فیش حاوی شماره شناسه مجله (۱۰۴۱۱۳۰۰۰۰۰۰۰۰۱۱) و شماره دستنوشته باید حداکثر ظرف یک روز از زمان تماس دفتر مجله با نویسنده مسئول در صفحه دستنوشته به صورت فایل ضمیمه Supplementary آپلود و ارسال آن از طریق پست الکترونیکی یا دورنگار به دفتر مجله اعلام گردد. در غیراینصورت فیش ارسالی تأیید نشده و بدون عودت وجه قبلی نویسنده مجبور به پرداخت مجدد هزینه خواهد بود. بدون وجود این فیش نامه پذیرش صادر نخواهد گردید.

**هزینه انتشار سریع دست نوشته:** بررسی سریع دستنوشته ها با اخذ ۲ برابر هزینه های فوق (هزینه انتشار براساس تعداد کلمات به شرح موارد فوق) تنها در صورت درخواست کتبی نویسندگان امکان پذیر خواهد بود.

**تبصره ۱.** عدم وجود درخواست کتبی و تعهدنامه پرداخت مابه تفاوت هزینه انتشار حاوی اصل امضای نویسنده مسئول باعث ارسال دستنوشته جهت دآوری معمول خواهد شد

**تبصره ۲.** در انتشار سریع نویسندگان همچنان ملزم به پرداخت هزینه بررسی و انتشار پایه معادل ۲/۰۰۰/۰۰۰ ریال خواهند بود.

**تبصره ۳.** کلیه هزینه های در فرآیند دآوری سریع برای دستنوشته های نویسندگان دانشگاه علوم پزشکی و سایر نویسندگان یکسان است

**تبصره ۴.** نویسندگان باید پس از تنظیم نهایی دست نوشته براساس راهنمای نویسندگان، هزینه بررسی و انتشار پایه (۲/۰۰۰/۰۰۰ ریال) را پرداخت و در زمان ارسال دستنوشته، اسکن فیش حاوی شماره شناسه مجله (۱۰۴۱۱۳۰۰۰۰۰۰۰۰۱۱) و شماره دستنوشته را در فایل های ضمیمه در صفحه ارسال آپلود نمایند. همچنین لازم است تعهدنامه پرداخت مابه تفاوت هزینه انتشار توسط نویسنده مسئول امضا و در صفحه دستنوشته به صورت فایل ضمیمه ارسال شود. در غیر اینصورت فیش ارسالی تأیید نشده و بدون عودت وجه قبلی نویسنده مجبور به پرداخت مجدد هزینه خواهد بود.

**تبصره ۸.** امکان عودت هزینه انتشار سریع وجود ندارد.

#### نوع دستنوشته:

**پژوهش اصیل (Original Article):** حاصل یافته های پژوهشی نویسنده یا نویسندگان است. لازم است این دستنوشته ها حداقل در ۳۰۰۰ کلمه با حداکثر ۴ جدول یا نمودار و حداکثر ۲۰ منبع تنظیم شوند که این منابع باید عمدتاً در طی ۱۰ سال اخیر منتشر شده باشند. این دستنوشته باید شامل مقدمه، روشها، نتایج، بحث و نتیجه گیری باشد. اگر این دستنوشته از نوع مطالعات کیفی باشد این مقالات باید شامل مقدمه، روش ها، نتایج و بحث باشند.

**مقالات مروری (Review Articles):** شامل بررسی یک موضوع جدید علمی است. مجله، مقالات مروری را که از جامعیت بالایی برخوردار باشد، می پذیرد. این مقالات شامل مرور سنتی (Narrative)، نقد و تحلیل منابع در مورد موضوعی خاص (مرور نظام مند) یا نظریه ها و گرایش های جدید مرتبط با توانبخشی است. این مقالات باید در حداکثر ۴۰۰۰ کلمه و با منابع کافی مرتبط با موضوع که اغلب آنها مقالات اصیل چاپ شده در ۱۰ سال اخیر می باشد تنظیم گردند. در مطالعات مرور سنتی حداقل ۳۰ منبع مرتبط لازم است. باید حداکثر ۱۰ درصد از منابع مورد استفاده و حداقل سه مورد از منابع اصیل آن (مقالات اصیل یا مرور نظام مند) متعلق به تیم نویسندگان مقاله باشد. در غیر اینصورت مقاله قابل بررسی در مجله پژوهش در علوم توانبخشی نمی باشد. مقالات مروری باید با ساختار مشابه مقالات اصیل در چکیده و متن اصلی تنظیم شوند. سقف کلمات مطالعات مرور سیستماتیک و مرور سنتی یکسان است.

**موارد جالب بیماری (Single Case Study):** در صورتیکه مورد معرفی شده دارای ویژگیهای خاصی باشد. در این صورت متن باید در قالب حداکثر ۱۰۰۰ کلمه شامل حداکثر پنج جدول یا نمودار و حداقل ۱۰ و حداکثر ۱۵ منبع تنظیم گردد این دستنوشته باید شامل مقدمه، گزارش مورد و بحث باشد.

**مقالات کوتاه (Short Articles):** به منظور تسریع در انتشار یافته های علمی، مجله پژوهش در علوم توانبخشی مقالات کوتاه را در صورتیکه این مقالات بیش از ۴ صفحه نبوده و شامل حداکثر دو جدول یا نمودار و دارای حداقل ۱۰ و حداکثر ۱۵ منبع باشد (در کل ۱۰۰۰ کلمه)، چاپ می نماید. این مقالات باید شامل چهار بخش مقدمه، روش ها، نتایج و بحث کوتاه باشد.

**نامه به سردبیر (Letter to editor):** گزارش های مهم در زمینه آخرین دست آوردهای علمی مرتبط با علوم توانبخشی و

کنار گذاشته شدن یا بکارگیری پروتکل های جدید می تواند در قالب نامه به سردبیر در مجله منتظر گردد. در این صورت متن باید در قالب حداکثر ۴۰۰ کلمه شامل حداکثر یک جدول یا نمودار و حداقل ۳ و حداکثر ۵ منبع تنظیم گردد.

**نقد مقالات علمی (Critical Appraisal):** نقد مقالات علمی چاپ شده در سایر مجلات و همچنین نقد مقالات چاپ شده در شماره های قبلی مجله پژوهش در علوم توانبخشی (با رعایت اصول مربوط به نامه ای به سر دبیر: Letter to Editor) قابلیت چاپ در مجله را دارد.

**مکاتبات علمی (Scientific Correspondence) و (Scientific Debate):** در مواردیکه نویسنده با افراد صاحب نظر در یک رشته مکاتبه علمی انجام داده باشد قابل چاپ است. در این گروه از مقالات، باید موارد مطرح شده مستند به منابع معتبر باشد. مجله در انتخاب و چاپ این مقالات آزاد است. همچنین این نامه ها می تواند در مورد ابتکارهای مفید در زمینه علوم توانبخشی، تجربه های ارزنده یا اخبار توانبخشی در ایران یا جهان نوشته شود. این متون توانبخشی با رعایت اصول مربوط به نامه ای به سر دبیر Letter to Editor قابلیت بررسی و چاپ دارند.

**خلاصه مقالات کنفرانس ها (Conference Proceeding):** برای کنفرانس ها، سمینارها و کنگره های ملی و بین المللی مرتبط با توانبخشی

**گزارش سمینارها، کنگره ها و کنفرانس های ملی و بین المللی مرتبط با علوم توانبخشی (Conference Proceeding):** تا حداکثر تا ۲ ماه پس از برگزاری همایش تا ۴۰۰ کلمه پذیرفته می شود.

**مرور کتاب (Book Review):** در زمینه های مرتبط با توانبخشی به زبان فارسی یا انگلیسی تا ۴۰۰ کلمه پذیرفته می شود.

جدول ۲. سقف مجله پژوهش در علوم توانبخشی کلمات، جدول ها و نمودارها و شکلها و منابع برای انواع مختلف دستنوشته

نوع مقاله	سقف واژگان* (شامل کلیه اجزای مقاله و رفرنسها و شکلها)	سقف مجموع جداول و تصاویر (هر شکل برابر ۳۰۰ کلمه محاسبه خواهد شد)	کف - سقف منابع و مأخذ
نامه به سردبیر	۵۰۰	۱	۵-۳
گزارش مورد	۱۰۰۰	۵	۱۵-۱۰
مقاله کوتاه	۱۰۰۰	۲	۱۵-۱۰
مقاله اصلی	۳۰۰۰	۴	۲۰-دلخواه
تحقیقات کیفی	۳۰۰۰	۴	۲۰-دلخواه
مقاله مروری	۴۰۰۰	بدون محدودیت	۳۰-دلخواه

\* با رعایت این سقف در صورت عدم وجود جدول و نمودار، دستنوشته مشمول هزینه انتشار پایه طبق جدول ۱ می شود. با اضافه شدن تعداد کلمات یا نمودارها هزینه مازاد محاسبه خواهد شد.

### ارسال دست نوشته

ارسال دستنوشته تنها در صفحه الکترونیکی دوماهانامه به آدرس [www.jrrs.ir](http://www.jrrs.ir) قابل قبول است. مقالات ارسال شده از طریق پست یا ایمیل قابل بررسی نخواهند بود.

متن دستنوشته را قبل از ارسال مشاهده و تأیید نموده اند و مسئولیت صحت طراحی و انجام مطالعه را بر عهده می گیرند. نویسندگان مسئول در قالب این فرم اعلام می دارد که کلیه نویسندگان دستنوشته به داده های آن دسترسی داشته اند و با ارسال دستنوشته برای مجله پژوهش در علوم توانبخشی موافق بوده اند. همچنین این دستنوشته یا اطلاعات اساسی آن پیش از آن در هیچ مجله/همایش علمی دیگری چاپ /ارائه نشده است و تحت داوری برای هیچ مجله یا همایش علمی قرار نداد. این فرم در زمان ارسال دستنوشته به صورت یک لینک نمایش داده شده است و شما می توانید آن را دانلود و تکمیل نمایید. همچنین این فرم در وبسایت مجله قابل دانلود است

نویسنده مسئول باید نامه ای جهت درخواست بررسی دستنوشته تنظیم نماید که شامل اطلاعات تماس کلیه نویسندگان (شامل نام و نام خانوادگی، مشخصات دقیق علمی، سمت دانشگاهی، آدرس پستی کامل، شماره تلفن محل کار، فاکس و Email کاری) به فارسی به همان ترتیبی که نام نویسندگان در دستنوشته آورده شده است باشد. نویسنده مسئول باید در این نامه به طور خلاصه نوآوری و اصالت محتوی دستنوشته را توضیح دهد و بیان کند دستنوشته مورد نظر به چه دلیل می تواند مطبوع خوانندگان مجله قرار گیرد. هریک از نویسندگان باید در ستون امضا، جلوی مشخصات خود را امضا نماید. فرم آماده نامه مذکور در زمان ارسال دستنوشته به صورت یک لینک نمایش داده شده است و شما می توانید آن را دانلود و تکمیل نمایید. همچنین این فرم در وبسایت مجله قابل دانلود است

- دستنوشته ها باید روی کاغذ A4 به فاصله ۳/۵ سانتی متر از بالا و پائین و ۲ سانتی متر از طرفین کاغذ تنظیم شوند. Character Scale روی ۱۰۰ درصد و Character Space نرمال باشد. فاصله سطر Single. قلم ۱۲ بی میترا (قلم ۱۰ فونت Times New Roman برای اصطلاحات انگلیسی)، به صورت یک ستونه با استفاده از نرم افزار Office 2007 (فایل مربوطه با پسوند .dox. ذخیره و ارسال شود پسوند های .doc و .rtf قابل قبول نمی باشد) تنظیم شوند. در ابتدای پاراگراف ها جلو رفتگی قرار داده نشود. هر صفحه باید در وسط پایین صفحه شماره گذاری فارسی شود.



- شماره سطر به صورت پیوسته از ابتدا (عنوان) تا انتها
- سمت راست صفحه نمایش داده شود
- از ترجمه لفظ به لفظ اصطلاحات خودداری نمایید.
- اصطلاحات کاملاً رایج را به صورت فارسی بنویسید مثلاً تیپیا، فرکانس و... اصطلاحاتی که معادل فارسی خوبی برایشان ندارید به همان شکل انگلیسی در متن قرار دهید.
- اگر می خواهید اصطلاحی را به صورت مخفف استفاده نمایید باید در اولین بار استفاده از آن، اصطلاح کامل را آورده و مخفف آن را در پرانتز بیاورید.

#### • در این مجله زیر نویس استفاده نمی شود.

- **ضروری است** صفحه عنوان را در قالب یک فایل فارسی و یک فایل انگلیسی مطابق نمونه، هرکدام به صورت جداگانه در سایت ارسال شود تا از بروز هر نوع تعارض منافع برای داوران جلوگیری شود. در متن دستنوشته نباید هیچ اطلاعات در مورد تیم نویسندگان وجود داشته باشد.

افرادى که هریک از شرایط بالا را نداشته باشند نمی توانند در فهرست نویسندگان قرار داده شوند. در این موارد در صورت کسب اجازه می توان از ایشان در بخش تقدیر و تشکر با ذکر نام کامل و نقشی که داشته اند مورد تقدیر نمود.

با امضای جدول تعبیه شده در نامه درخواست بررسی دست نوشته، نویسندگان می پذیرند که دارای **کلید شرایط فوق** برای در نظر گرفته شدن به عنوان نویسنده دستنوشته هستند. به علاوه لازم است نقش هریک از نویسندگان در صفحه عنوان در بخشی تحت عنوان "نقش نویسندگان" به دقت ذکر شود.

نقش نویسندگان به موارد فوق محدود نمی باشد و می توان این بخش را به صورت فهرست وار تعبیه کرد. یک نویسنده علاوه بر الزام نقش داشتن در هر سه مورد فوق می تواند در هریک از موارد زیر نیز نقش داشته باشد.

- طراحی و ایده پردازی مطالعه
  - جذب منابع مالی برای انجام مطالعه
  - خدمات پشتیبانی و اجرایی و علمی مطالعه
  - فراهم کردن تجهیزات و نمونه های مطالعه
  - جمع آوری داده ها
  - تحلیل و تفسیر نتایج
  - خدمات تخصصی آمار
  - ارزیابی تخصصی دستنوشته از نظر مفاهیم علمی
  - تأیید دستنوشته نهایی جهت ارسال به دفتر مجله
  - مسئولیت حفظ یکپارچگی فرآیند انجام مطالعه از آغاز تا انتشار و پاسخ گویی به نظرات داوران
- تذکر بسیار مهم: بسیاری از نویسندگان محترم پس از انجام اصلاحات مورد درخواست داور، صفحه عنوان دستنوشته را دوباره در ابتدای دستنوشته قرار می دهند بنابراین لازم است نویسنده مسئول قبل از ارسال اصلاحات از عدم وجود این صفحه در نسخه ارسالی اطمینان حاصل نماید. در صورتیکه طی در مراحل داوری، نویسنده مسئول یا هریک از اعضای تیم نویسندگان اطلاعاتی از گروه نویسندگان در متن اصلاح شده دستنوشته یا نامه "انجام اصلاحات" به سردبیر مجله ارسال نماید یا سعی نماید خارج از ضوابط مجله و رأساً با داور(ان) دستنوشته ارتباط برقرار نماید، دستنوشته صرف نظر از اینکه در چه مرحله ای از داوری قرار دارد به دلیل تخلف اخلاقی نویسندگان رد می گردد.

#### صلاحیت نویسندگی

همچنان که در دستورالعمل یکسان سازی دستنوشته های ارسالی به مجلات آمده است کسانی می توانند به عنوان نویسنده دستنوشته اعلام شوند که در تمام موارد این چهار بخش همکاری داشته اند

(مثال فارسی: استاد، مرکز تحقیقات اختلالات عضلانی - اسکلتی، گروه فیزیوتراپی، دانشکده علوم توانبخشی، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران - مثال انگلیسی: Professor, Musculoskeletal Research center, Department of Physical Therapy, Faculty of Rehabilitation Sciences, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran)

### ساختار دست نوشته

بخش های اصلی یک مقاله پژوهشی اصیل ( Original Article) عبارتند از: عنوان، مقدمه، روشها، نتایج، بحث، محدودیت ها، پیشنهادهای، نتیجه گیری، تشکر و قدردانی (که شامل مؤسسه حمایت کننده مالی یا تصویب کننده طرح تحقیقاتی مربوطه نیز می باشد)، منابع و ضامم (تصاویر یا جداول اضافه، پرسشنامه خاص)

#### ۱. صفحه عنوان (Title Page):

این صفحه باید به صورت جداگانه مطابق با نمونه موجود در سایت مجله به عنوان یک فایل ضمیمه دستنوشته ارسال شود و نباید در دستنوشته وجود داشته باشد

- **عنوان کامل دستنوشته:** باید واضح، دقیق و تا حد امکان مختصر باشد. در آن از کلمات کلیدی دستنوشته استفاده شده باشد و به خوبی طرح اصلی مطالعه و نوع آن را نشان دهد.
- **مشخصات کامل نویسندگان:** نام و نام خانوادگی همه نویسندگان همراه با مشخصات دقیق علمی، سمت دانشگاهی، آدرس پستی کامل، شماره تلفن محل کار، فاکس و Email کاری به فارسی و لاتین.
- **نویسنده مسئول مکاتبات** با کشیدن خط زیر نام وی مشخص شده باشد
- **تشکر و قدردانی:** این بخش در صفحه عنوان ذکر می شود و در صورت پذیرش دست نوشته، توسط دفتر مجله به محل اصلی خود در انتهای مقاله منتقل خواهد شد
- **نقش نویسندگان:** این بخش در صفحه عنوان پس از بخش تقدیر و تشکر ذکر می شود و در صورت پذیرش

به خاطر داشته باشید تا زمانی که نامه درخواست بررسی دستنوشته و فرم اخلاق در چاپ مقالات علمی تکمیل، امضا و ارسال نشود دستنوشته مورد بررسی قرار نخواهد گرفت.

- ترتیب نویسندگان در نامه درخواست بررسی دستنوشته، که همراه با دستنوشته در سایت آپلود می شود و به امضای تک نویسندگان رسیده است، توسط تیم نویسندگان تعیین می شود

**تبصره ۱.** ترتیب نویسندگان در فهرست آنلاین نویسندگان باید دقیقاً مطابق ترتیب در نامه درخواست بررسی دستنوشته باشد. زیرا در صورت انتشار دستنوشته ترتیب نویسندگان در فرم آنلاین در مقاله نمایش داده خواهد شد.

**تبصره ۲.** نویسنده مسئول موظف است در زمان ارسال دستنوشته اطمینان حاصل کند ترتیب نام نویسندگان در سایت مطابق ترتیب آن در نامه درخواست بررسی دستنوشته است

**تبصره ۳.** پس از به پایان رسیدن مراحل ارسال دستنوشته ایمیلی به هریک از نویسندگان ارسال خواهد شد. نویسنده باید از طریق لینک موجود در ایمیل موقعیت خود در ترتیب نویسندگان دستنوشته را تأیید نماید. در صورت عدم تأیید تا ۷۲ ساعت، ترتیب نویسندگان ارسال شده در سایت صحیح در نظر گرفته می شود.

- هر نوع تغییر در ترتیب یا تعداد نویسندگان از جمله افزودن یا حذف کردن یک یا چند نویسنده تنها در صورت مکاتبه کتبی با دفتر مجله و ارسال موافق نامه کتبی حاوی اصل امضای کلیه نویسندگانی که نامه اولیه درخواست بررسی دستنوشته را امضا نمودند امکان پذیر خواهد بود. مجله پژوهش در علوم توانبخشی در زمینه تغییر در تعداد و ترتیب نویسندگان از قوانین COPE پیروی می کند. نمودار فرآیند رسمی انجام این تغییر در وبسایت مجله قابل مشاهده می باشد.

### نحوه اعلام سازمان متبوع:

رتبه علمی، مرکز تحقیقات، گروه، دانشکده، دانشگاه، شهر، کشور

- دست نوشته، توسط دفتر مجله به محل اصلی خود در انتهای مقاله منتقل خواهد شد
- **منابع مالی:** این بخش در صفحه عنوان پس از بخش نقش نویسندگان ذکر می شود و در صورت پذیرش دست نوشته، توسط دفتر مجله به محل اصلی خود در انتهای مقاله منتقل خواهد شد.
- **تعارض منافع:** این بخش در صفحه عنوان پس از بخش منابع مالی ذکر می شود و در صورت پذیرش دست نوشته، توسط دفتر مجله به محل اصلی خود در انتهای مقاله منتقل خواهد شد
- **عنوان کوتاه:** برای چاپ در بالای صفحات مقاله در مجله (حداکثر شامل حداکثر ۸ کلمه).

- **۳. بدنه دستنوشته**
- **الف - مقدمه:**  
باید شامل نکاتی در ارتباط با اهمیت موضوع، سوابق تحقیقات انجام شده در آن زمینه خاص، شکاف موجود در دانش موجود، ضرورت انجام تحقیق حاضر، هدف از انجام مطالعه و فرضیات اصلی محقق باشد. مقدمه نباید بیش از یک صفحه (حداکثر ۷۰۰ کلمه) باشد.
- **ب - مواد و روش ها:**  
این بخش باید به طور کامل نوشته شود. نوع و طرح مطالعه، نحوه محاسبه حجم نمونه، انتخاب نمونه، معیارهای ورود و خروج با ذکر منابع معتبر یا دلایل منطقی، مطالعات مقدماتی (در صورت انجام)، نوع و روش انجام مداخلات یا اندازه گیری ها، متغیرهای مورد بررسی، ملاحظات اخلاقی و شیوه تجزیه و تحلیل آماری به تفصیل توضیح داده شود. به نحوی که امکان تکرار عین پژوهش برای خواننده وجود داشته باشد.

- **۲. چکیده ساختاردار فارسی و انگلیسی (Structured Abstract)**  
چکیده باید به تنهایی در یک صفحه بوده و در ۶ پاراگراف با حداکثر ۳۰۰ کلمه تنظیم شود. بعد از چکیده فارسی، ترجمه دقیق چکیده فارسی در کمتر از ۳۰۰ کلمه در یک صفحه جداگانه آورده شود.

- عنوان (Title)
- مقدمه (Introduction): ضرورت، نوآوری و هدف از انجام مطالعه
- مواد و روش ها (Materials and Methods): نحوه نمونه گیری، جمع آوری و تحلیل داده ها
- یافته ها (Results): نتایج تحقیق با ذکر مقدار Pvalue ها به شکل صحیح

- نتیجه گیری (Conclusion): تأکید بر جنبه ها و دست آورد های مهم مطالعه
- کلیدواژه ها (Keywords): ۳-۵ کلمه یا عبارت کوتاه. بهتر است کلیدواژه های انگلیسی براساس Medical Subject Headings: MeSH تنظیم شوند (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/mesh>) و کلیدواژه های فارسی ترجمه MeSh Terms باشند.
- **گزارش های موردی فاقد چکیده ساختاردار بوده و چکیده آنها باید در حداکثر ۱۵۰ کلمه اطلاعات اصلی مطالعه را بیان نماید**
- **نامه به سردبیر چکیده ندارد**

- در صورت استفاده از مواد خاص نام ژنریک و تجاری، نام سازنده و شهر و کشور محل ساخت ذکر شوند.
- در صورت استفاده از نرم افزار شامل نرم افزارهای آماری، نگارشی یا تخصصی لازم است ورژن، نام شرکت سازنده، شهر و کشور محل ساخت ذکر شود
- ملاحظات اخلاقی: لازم است نام مؤسسه ای که مطالعه را از لحاظ اخلاقی تأیید نموده است ذکر شود. در صورت استفاده از نمونه های انسانی کسب فرم رضایت آگاهانه از فرد یا وکیل یا قیم قانونی او باید ذکر شود. در مطالعات حیوانی جزئیات نگهداری از حیوان و روش خاتمه دادن به حیات آنها باید ذکر شود. در مطالعات کلینیکال تریال ذکر کد ثبت در رجیستری کلینیکال تریال های ایران (<http://IRTC.ir>) الزامی است.
- لازم است رتبه علمی و نه آکادمیک (مثلاً متخصص روماتولوژی یا کارشناس ارشد گفتاردرمانی) فرد/افرادی که جمع آوری داده ها یا تحلیل آنها را بر عهده داشتند ذکر گردد.
- تذکر بسیار مهم: به دلیل قانون منع مداخله افراد غیر متخصص در درمان، مقالات مداخله ای تنها در صورتی قابلیت بررسی و چاپ در مجله پژوهش در علوم توانبخشی را دارند که نویسندگان مسئول آنها متخصص یکی از رشته های بالینی علوم پزشکی یا پیراپزشکی باشد و منع حقوقی اقدام درمانی نداشته باشد.
- روش های آماری: باید به دقت توضیح داده شود به نحوی که اگر فردی به داده خام دست رسی داشته باشد بتواند تحلیل آماری دستنوشته را تکرار کند. نحوه بررسی توزیع طبیعی داده ها، استراتژی تحلیل در مورد داده های دارای توزیع طبیعی و سایر داده ها، نحوه توزیع نمونه ها در گروه های مورد بررسی، در صورت نیاز روش توزیع تصادفی یا روش همسان سازی گروه های مورد بررسی، توان آزمونها، روش کورسازی، عوارض مداخلات، ریزش نمونه ها در گروه های مورد بررسی و دلیل آن، تعداد دفعات ثبت داده در هر جلسه و تعداد جلسات اندازه گیری و ثبت به دقت توضیح داده شود. علائم و مفاهیم آماری به شکل صحیح توضیح داده شوند.
- ج - یافته ها:
- ابتدا مشخصات دموگرافیک نمونه مورد بررسی در قالب یک

- جدول نشان داده شود
- تمام اندازه گیری های بالینی و غیربالینی با واحد های متریک براساس اندازه گیری در سیستم بین المللی واحدها (International System of Units: SI) ذکر شود
- مثلاً فشار خون برحسب میلی متر جیوه یا دما برحسب درجه سانتی گراد
- کلیه اعداد اعشار دار باید با ممیز نوشته شوند. از استفاده از کاما یا نقطه به جای ممیز خودداری نماید. مثال: ۲/۲
- در صورتی که دستنوشته دارای پرسشنامه یا چک لیست است، ضمیمه کردن آن الزامی است. در مورد پرسشنامه های استاندارد، ذکر مرجع و مشخصات آن (اعتبار و پایایی نسخه فارسی و انگلیسی با ذکر منبع) کافی است.
- در صورت استفاده از تصاویر ارائه شده در سایر منابع از قبیل وب سایت ها، کتاب یا مقالات سایر محققان، به محل تهیه تصویر ارجاع داده و کسب اجازه از نویسنده مربوطه ذکر شود. همچنین لازم است کپی مکاتبه با نویسنده جهت کسب اجازه، به عنوان ضمیمه دستنوشته ارسال گردد.
- باید به کلیه جداول، شکل ها و نمودارها در متن اشاره شود
- محل قرار گرفتن جداول، شکل ها و نمودارها در اولین محل ممکن پس از اشاره به نام آنها در متن است.
- جداول، شکل ها و نمودارها در متن اصلی در محل اصلی خود آورده شوند.
- تعداد کل جدول ها، نمودار ها و شکل ها در یک دستنوشته نباید بیش از ۸ عدد باشد

### جدول

- جدول ها باید کامل و گویا بوده و نیازی به توضیح در مورد آنها نداشته باشد.
- جدول ها به ترتیب حضور در متن شماره گذاری شوند. عنوان جداول در بالا ذکر شود
- توضیحات جدول مانند تعریف علائم و... باید در زیرنویس جدول آورده شود
- در جدول ها فاصله خطوط Single و شماره فونت ها ۲ شماره کمتر از متن اصلی باشد
- خانه های جدولها از لحاظ طولی و عرضی وسط چین باشند
- سر ستون ها و سر ردیف ها با خطوط تیره (Bold) تنظیم شوند

- در هر جدول در سرستون واحد اندازه گیری متغیر مربوطه در پراتنز آورده شود
- در متن جدول نباید از مخفف استفاده شود مگر در مواردی که آن مخفف کاملا شناخته شده و مصطلح باشد
- وجود تفاوت های معنی دار با علامت ستاره در جدول مشخص شود و سطح معنی داری و مفهوم ستاره در زیرنویس جدول توضیح داده شود.
- از شماره گذاری (۱ و ۲ و...) در متن جدول برای ارجاع به زیرنویس جدول خودداری گردد و بجای آن از علائم \* ، \*\* ، + ، ++ استفاده شود.

### جز در موارد بسیار مهم، نتایج درج شده در جداول نباید در متن تکرار شود

- انحراف معیار داده ها با استفاده از علامت  $\pm$  در کنار میانگین آن داده آورده شود و در ستون جداگانه یا داخل پراتنز ذکر نشود

- آماره های مهم مثل t یا F به شکل صحیح در جدول گنجانده شود. اگر امکان گنجاندن آنها در جدول نمی باشد در متن به آنها اشاره شود
- حداکثر تعداد جدول ها ۵ عدد می باشد.

مثال: یک نمونه از جدول قابل قبول در مجله. به عنوان و زیرنویس جدول و نحوه مشخص کردن تفاوت های معنی دار در آن دقت کنید

۴۰ فرد (۱۴ نفر سالم، ۱۲ نفر استوارترین خفیف، ۴ نفر استوارترین متوسط و ۱۰ نفر استوارترین شدید) که هر دو زئوی آنها از لحاظ نوع درگیری مشابه بود، در این مطالعه وارد شدند. بر اساس نتایج تست شاپرو - ویلک تمام پارامترها دارای توزیع نرمال بودند. بنابراین نتایج با استفاده از تست ANOVA (HSD Tukey) مورد مقایسه قرار گرفتند. ویژگی های دموگرافیک افراد در جدول ۳ نشان داده شده است.

جدول ۳- ویژگی های دموگرافیک شرکت کنندگان

آزمودنی ها	تعداد	سن (سال)	قد (متر)	توده بدن (کیلوگرم)	شاخص توده بدنی (کیلوگرم / مترمربع)
سالم	۱۴	۵۰٫۹۰ ± ۹٫۳۸	۱٫۶۱ ± ۰٫۰۵	۶۶٫۳۳ ± ۱۷٫۱۲	۲۶٫۲۴ ± ۴٫۱۲
استوارترین خفیف	۱۲	۵۱٫۱۷ ± ۵٫۶۴	۱٫۵۶ ± ۰٫۰۸	۷۶٫۰۰ ± ۶٫۲۷	۳۱٫۲۳ ± ۳٫۱۷
استوارترین متوسط	۴	۵۱٫۰۰ ± ۳٫۴۶	۱٫۵۶ ± ۰٫۰۱	۹۱٫۰۰ ± ۱۱٫۶۲	۳۷٫۲۹ ± ۶٫۶۴
استوارترین شدید	۱۰	۵۶٫۸۰ ± ۹٫۱۷	۱٫۶۱ ± ۰٫۰۴	۸۷٫۴۰ ± ۲۱٫۲۷	۳۱٫۷۴ ± ۸٫۲۸

\* P < ۰/۰۵ گروه سالم در مقایسه با گروه های استوارترین  
 + P < ۰/۰۵ گروه استوارترین خفیف در مقایسه با سایر گروهها  
 † P < ۰/۰۵ گروه استوارترین متوسط در مقایسه با سایر گروهها  
 ‡ P < ۰/۰۵ گروه استوارترین شدید در مقایسه با سایر گروهها

### تصاویر

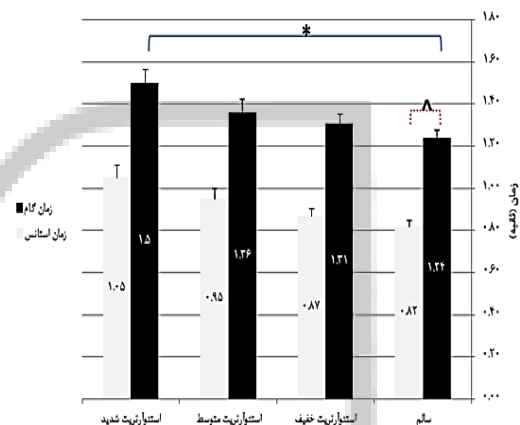
- هر تصویر به تنهایی معادل ۳۰۰ کلمه در نظر گرفته می شود
- تصاویر به ترتیب حضور در متن شماره گذاری شوند.
- عنوان و توضیحات تصاویر باید در زیر آنها آورده شود.
- در صورت نیاز تصویر دارای مقیاس در درون خود باشد که به صورت واضح در گوشه سمت راست پائین آن قرار داده شده است
- تصاویر باید بصورت رنگی و واضح با فرمت Bitmap یا PNG با Resolution برابر با 500 dpi باشند.
- تصاویر رنگی با کیفیت اصلی بالاتر ارسال شوند به همان صورت و بدون کوچک کردن در متن قرار داده شوند.
- هر تصویر دقیقا ۲۵۴ × ۲۰۳ میلی متر (۸ × ۱۰ اینچ) باشد
- حداکثر تعداد تصاویر ۵ عدد می باشد.

### نمودارها

- هر نمودار به تنهایی معادل ۳۰۰ کلمه در نظر گرفته می شود
- نمودارها به ترتیب حضور در متن شماره گذاری شوند
- عنوان و توضیحات نمودارها باید در زیر آنها آورده شود.
- نمودار بصورت رنگی با رعایت تضاد و وضوح با فرمت Bitmap یا PNG با Resolution برابر با 500 dpi باشند
- از ارسال نمودارهای سه بعدی خودداری نمایید
- تمام نمودارها دارای Error Bar باشند (مقدار Error Bar برابر با انحراف استاندارد Standard Deviation است)
- وجود تفاوت های معنی دار با علامت ستاره در نمودار مشخص شود و سطح معنی داری و مفهوم ستاره در زیرنویس نمودار توضیح داده شود.
- از شماره گذاری (۱ و ۲ و...) در نمودار برای ارجاع به زیرنویس نمودار خودداری گردد و بجای آن از علائم \* ، \*\* ، + ، ++ استفاده شود
- محوره های افقی و عمودی به فارسی باشند و واحد آنها در پراتنز ذکر شده باشد
- هر نمودار دقیقا ۲۵۴ × ۲۰۳ میلی متر (۸ × ۱۰ اینچ) باشد
- حداکثر تعداد نمودارها ۵ عدد می باشد.

**مثال:** یک نمونه از جدول قابل قبول در مجله. به عنوان زیرنویس نمودار و نحوه مشخص کردن تفاوت های معنی دار در آن دقت کنید

زمان گام در گروه استوارترین شدید به طور معنی داری بیش تر از سایر گروهها بود (به ترتیب  $P=0/010$  و  $P=0/028$  برای تفاوت با گروه سالم، استوارترین خفیف و متوسط). هرچند زمان استانس تنها در گروه استوارترین شدید با گروههای سالم و استوارترین خفیف تفاوت معنی دار نشان داد (به ترتیب  $P=0/002$  و  $P=0/007$ ) (شکل ۵).



شکل ۵. زمان گام و زمان استانس در گروه های آزمودنی. نشان ستاره تفاوت های معنی دار را در سطح  $0/05$  نشان می دهد.

#### د- بحث:

- در قسمت بحث، نتایج بدست آمده با نتایج سایر مطالعات، مورد بحث و مقایسه قرار می گیرد.
- اولین پاراگراف بحث باید در مورد مهمترین یافته های مطالعه باشد و رد یا پذیرش فرضیات اصلی را ذکر کند.
- نمی توان نتایج را با نتایج مطالعات مروری یا موردی مقایسه نمود ولی می توان به نتایج چنین مطالعه هایی اشاره کرد
- تنها بیان وجود شباهت یا تفاوت در یافته های حاضر و مطالعات دیگر کافی نیست و علل احتمالی بروز این شباهت ها و تفاوت ها باید به تفصیل بحث شود.
- متن بحث نباید بیش از ۲۰۰۰ کلمه باشد.

#### ۴. محدودیت ها:

شامل مشکلاتی که در انجام تحقیق مربوطه با آن روبرو بودید ولی امکان جلوگیری از آن وجود نداشته است. به عنوان مثال در صورت کم بودن توان مطالعه، کوچک بودن حجم نمونه با دلایل علمی و منطقی توضیح داده شود. محدودیت ها باید به صورت

موردی و با جمله بندی مطرح شود و از شماره گذاری و لیست کردن محدودیت ها خودداری گردد

#### ۵. پیشنهادها:

شامل موضوعاتی که تحقیق روی آنها می تواند به ارتقای دانش فعلی در زمینه مورد بحث مطالعه حاضر کمک کند و با قرار گرفتن آنها در کنار نتایج مطالعه حاضر، درک بهتر و جامع تری از موضوع مورد بحث ایجاد شود. پیشنهادها باید به صورت موردی و با جمله بندی مطرح شود و از شماره گذاری و لیست کردن محدودیت ها خودداری گردد

#### ۶. نتیجه گیری:

شامل جمع بندی کوتاه و مفیدی (حداکثر ۱ پاراگراف) از نتایج و بحث مطالعه بدون توضیح اینکه چرا چنین نتیجه گیری از دستنوشته به دست می آید (چنین مواردی باید در قسمت بحث به تفصیل بیان شود) می شود.

#### ۷. تشکر و قدردانی:

- برای کلیه مطالعات انسانی به ویژه مطالعات کارآزمایی بالینی اخذ کد ثبت در سامانه های مرتبط الزامی است و این کد با ذکر محل ثبت کارآزمایی (مثلاً رجیستری ایران: IRCT) الزامی است
- نویسندگان موظف هستند از کلیه افرادی که در فرآیند انجام تحقیق همکاری داشته اند ولی واجد شرایط قرارگرفتن در گروه نویسندگان مقاله نمی باشند، در صورت اخذ رضایت از فرد مربوطه برای ذکر نامش در قسمت تقدیر و تشکر، تشکر نمایند.
- این بخش در صفحه عنوان ذکر می شود و در صورت پذیرش دست نوشته، توسط دفتر مجله به محل اصلی خود در انتهای مقاله منتقل خواهد شد

#### ۸. نقش نویسندگان:

- نقش هر یک از نویسندگان در انجام طرح و تنظیم دستنوشته با ذکر نام و نام خانوادگی ایشان به صورت فهرست وار در این قسمت آورده می شود.



- شرط نویسندگی براساس راهنمای کشوری اخلاق در پژوهش های علوم پزشکی و راهنمای COPE باید برای تک تک نویسندگان برقرار باشد
- این بخش در صفحه عنوان پس از بخش تقدیر و تشکر ذکر می شود و در صورت پذیرش دست نوشته، توسط دفتر مجله به محل اصلی خود در انتهای مقاله منتقل خواهد شد

#### ۱۰. تعارض منافع:

نویسندگان در زمان ارسال دستنوشته باید هر نوع منافع مالی مشترک با شرکت هایی که محصولات آنها در دستنوشته مورد استفاده قرار گرفته است (یا در ارتباط با دستنوشته می باشد) و نیز شرکت هایی که محصولات آنها در رقابت با تجهیزات و مواد مورد استفاده در دستنوشته است را کتباً اعلام نمایند. لازم است منافع مالی نویسندگان گزارش گردد. این اطلاعات در مدت بررسی دستنوشته محرمانه باقی می ماند و در صورت پذیرش دستنوشته برای چاپ، در پایان مقاله ذکر می گردند. در صورت نیاز می توانند از نام و نام خانوادگی نویسندگان در این بخش نیز استفاده نمایند. این بخش در صفحه عنوان پس از بخش منابع مالی ذکر می شود و در صورت پذیرش دست نوشته، توسط دفتر مجله به محل اصلی خود در انتهای مقاله منتقل خواهد شد

#### ۱۱. منابع و استنادات

##### - استناد در متن

- در متن دست نوشته، شماره منبع در انتهای جمله به فارسی داخل پرانتز گذاشته شود. سال چاپ منبع در متن دستنوشته آورده نشود
- در صورت استناد به دو منبع در متن از " و " استفاده نمایید: مثال " (۲ و ۵): منظور استناد به منابع ۲ و ۵ است "
- در صورت استناد به بیش از یک منبع در متن از خط تیره برای نشان دادن منابع پشت سر هم استفاده نمایید: مثال " (۲-۵): منظور استناد به منابع ۲ و ۳ و ۴ و ۵ است "
- در صورت استناد به بیش از یک منبع در متن از کاما برای نشان دادن منابع غیر پشت سر هم و از " و " برای آخرین منبع استفاده نمایید: " (۴، ۲-۶ و ۸): منظور استناد به منابع

#### ۹. منابع مالی

اگر مطالعه با حمایت مالی مؤسسه یا ارگانی انجام شده است یا هریک از نویسندگان برای شرکت در مطالعه یا انجام بخشی از فرآیند تحقیق از طراحی تا چاپ دستنوشته جایزه، گرنت یا هر نوع کمک هزینه ای دریافت نموده اند این مسأله باید به روشنی ذکر گردد.

- مقالات مستخرج از پایان نامه دانشجویی: " این مقاله منتج از پایان نامه (کارشناسی، کارشناسی ارشد، رساله دکتری) نام و نام خانوادگی دانشجو، مصوب دانشگاه (نام دانشگاه) با کد (کد تصویب پایان نامه در دانشگاه) می باشد". اطلاعات کامل پایان نامه شامل کد پایان نامه، نام دانشجو و مقطع تحصیلی وی باید ذکر گردد.
- مقالات مستخرج از طرح های تحقیقاتی غیر پایان نامه ای: " این مطالعه با حمایت دانشگاه/مؤسسه تحقیقاتی/سازمان حمایت کننده: (کد طرح مصوب) انجام گرفته است". اطلاعات کامل طرح تحقیقاتی شامل سازمان حمایت کننده و کد تصویب باید ذکر گردد.
- دریافت جوایز تحقیقاتی: نام نویسنده، نام جایزه، سازمان اهدا کننده، تاریخ اهدا
- مثال: هزینه انجام این مطالعه از پایان نامه مقطع کارشناسی ارشد فیزیوتراپی خانم میترا فیضی مصوب دانشگاه علوم پزشکی اصفهان (کد ۳۹۰۲۱۵) تأمین گردید. دکتر آزاده صفایی با استفاده از جایزه محقق جوان از اولین دوسالانه مطالعات کیفیت زندگی در سال ۱۳۹۱ در انجام این تحقیق شرکت نمودند.

۲ و ۳ و ۵ است"

- نویسنده تنها می تواند در صورت استناد به چکیده مقالات موجود در کتابچه کنفرانس های علمی، از چکیده به عنوان منبع استفاده نماید. **در غیر اینصورت استناد به چکیده (مثلاً در مورد مقالات غیررایگان) مجاز نمی باشد.**

- "مکاتبات و محاورات شخصی" قابل استناد نمی باشند مگر در موارد بسیار محدود و استثنائی که امکان دسترسی به اطلاعات مربوط به آن از یک منبع عمومی فراهم نباشد. در این صورت نام فرد مورد نظر و تاریخ تبادل نظر با ایشان در پراپتز در متن مشخص شود.

- اگر منبع مورد استفاده فارسی است، به همین ترتیب و با توجه به مشخصات انگلیسی چکیده مقاله - که در تمام مقالات چاپ شده در مجلات علمی - پژوهشی - رعایت می شود در بخش منابع ذکر شود و در انتها با اصطلاح [Article in Persian] فارسی بودن منبع اصلی ذکر شود.

- اگر منبع فارسی قدیمی باشد و چکیده انگلیسی آن در آرشیو مجله موجود نباشد، مشخصات مقاله به انگلیسی برگردانده شود و سال چاپ سال میلادی شود و در انتها با اصطلاح [Article in Persian] فارسی بودن منبع اصلی ذکر شود.

نگارش منابع به روش Vancouver می باشد که منبع آن برای استفاده در نرم افزار Reference Manager و End Note در سایت مجله قابل دانلود است.

#### - مقالات علمی

- مقالات چاپ شده در مجلات با ۵ نویسنده:

Krebs DE, Wong D, Jevsevar D, Riley PO, Hodges WA. Trunk kinematics during locomotor activities. Phys Ther 1999; 72 (7): 505-14.

- مقالات چاپ شده در مجلات با بیش از ۵ نویسنده

Henriksen M, Alkjaer T, Lund H, Simonsen EB, Graven-nielsen T, Danneskiold-Samsøe B, et al. Experimental quadriceps muscle pain impairs

- پراپتز مربوط به استناد به منبع قبل از نقطه، کاما و یا نقطه کاما آورده می شود به عنوان مثال "نتایج مطالعه حاضر با یافته های سایر محققان همخوانی داشت (۲-۵)".

#### - فهرست منابع:

- در این بخش منابع باید به ترتیب استفاده در متن دستنوشته شماره گذاری شود

- نام کلیه مجلات باید با فرمت مخفف شده در کتابخانه ملی آمریکا (NLM) که در Index Medicus آورده شده است تنظیم شود. این فهرست سالانه در شماره ژانویه Index Medicus به صورت جداگانه منتشر می شود و در وبسایت کتابخانه ملی آمریکا به <http://www.nlm.nih.gov> که با عنوان PubMed شناخته می شود قابل دسترسی است.

- یک مقاله تحقیقاتی اصیل باید تعداد منابع کافی داشته باشد. این تعداد در شرایط ایده آل ۲۰ منبع است.

- تنها ۱۰ درصد از منابع یک مقاله می تواند از مطالعات غیر اصیل مانند مرورهای سنتی، کتاب (یا فصل کتاب)، پایان نامه، وبسایت، مطالعه موردی، نامه به سردبیر، نامه ها و مقالات کوتاه و... باشد

- در مطالعات مرور سنتی حداقل ۲۰ و حداکثر ۴۰ منبع مرتبط لازم است. باید حداکثر ۱۰ درصد از منابع مورد استفاده و حداقل سه مورد از منابع اصیل آن (مقالات اصیل یا مرور نظام مند) متعلق به تیم نویسندگان مقاله باشد. در غیر اینصورت مقاله قابل بررسی در مجله پژوهش در علوم توانبخشی نمی باشد

- در بخش منابع نام ۵ نویسنده اول آورده شود و از آن به بعد از et al. استفاده شود.

- در مواردیکه مطلبی از پایان نامه خاصی گرفته شده است، باید به مقاله مستخرج از پایان نامه ارجاع داده شود. تنها در صورتیکه مقالات مستخرج از پایان نامه در بر گیرنده مطلب مورد نظر نباشد میتوان به اصل پایان نامه ارجاع داد.

- مجلاتی که تنها دوره دارند و شماره ندارند  
Turan I, Wredmark T, Fellander-Tsai L. Arthroscopic ankle arthrodesis in rheumatoid arthritis. Clin Orthop 1995; 12:110-4.
- مجلاتی که تنها شماره دارند و دوره ندارند  
Turan I, Wredmark T, Fellander-Tsai L. Arthroscopic ankle arthrodesis in rheumatoid arthritis. Clin Orthop 1995; (320):110-4.
- مجلاتی که شماره و دوره ندارند  
Browell DA, Lennard TW. Immunologic status of the cancer patient and the effects of blood transfusion on antitumor responses. Curr Opin Gen Surg 1993:325-33.
- برای مجلاتی که شماره صفحه آنها از نوع یونانی است.  
Fisher GA, Sikic BI. Drug resistance in clinical oncology and hematology. Introduction. Hematol Oncol Clin North Am 1995 Apr; 9(2):xi-xii.
- مجلاتی که نوع مقاله را مشخص نموده اند  
1. Enzensberger W, Fischer PA. Metronome in Parkinson's disease [letter]. Lancet 1996; 347:1337.  
2. Clement J, De Bock R. Hematological complications of hantavirus nephropathy (HVN) [abstract]. Kidney Int 1992; 42:1285.
- مقاله ای که در Retraction داشته است  
1. Garey CE, Schwarzman AL, Rise ML, Seyfried TN. Ceruloplasmin gene defect associated with epilepsy in EL mice [retraction of Garey CE, Schwarzman AL, Rise ML, Seyfried TN. In: Nat Genet 1994; 6:426-31]. Nat Genet 1995; 11:104.  
2. Liou GI, Wang M, Matragoon S. Precocious IRBP gene expression during mouse development [retracted in Invest knee joint control during walking. J appl physiol 2007; 103: 132-9
- در مواردی که نویسنده مقاله یک سازمان یا نهاد است  
The Cardiac Society of Australia and New Zealand. Clinical exercise stress testing. Safety and performance guidelines. Med J Aust 1996; 164:282-4.
- در مواردی که مقاله منتشر شده فاقد نام نویسندگان است  
Cancer in South Africa [editorial]. S Afr Med J 1994; 84:15.
- مقاله غیر انگلیسی  
Ryder TE, Haukeland EA, Solhaug JH. Bilateral infrapatellar seneruptur hos tidligere frisk kvinne. Tidsskr Nor Laegeforen 1996; 116:41-2.
- مقالات منتشر شده در ویژه نامه های مجلات  
Shen HM, Zhang QF. Risk assessment of nickel carcinogenicity and occupational lung cancer. Environ Health Perspect 1994; 102 Suppl 1:275-82.
- شماره های مختلف یک ویژه نامه در یک مجله  
Payne DK, Sullivan MD, Massie MJ. Women's psychological reactions to breast cancer. Semin Oncol 1996; 23(1 Suppl 2):89-97.
- بخش های مختلف یک ویژه نامه در یک مجله  
Ozben T, Nacitarhan S, Tuncer N. Plasma and urine sialic acid in non-insulin dependent diabetes mellitus. Ann Clin Biochem 1995; 32(Pt 3):303-6.
- بخش های مختلف یک شماره در یک مجله  
Poole GH, Mills SM. One hundred consecutive cases of flap lacerations of the leg in ageing patients. N Z Med J 1994; 107(986 Pt 1): 377-8.

Clinical Neurophysiology; 1995 Oct 15-19; Kyoto, Japan. Amsterdam: Elsevier; 1996.

Ophthalmol Vis Sci 1994; 35:3127]. Invest Ophthalmol Vis Sci 1994; 35:1083-8.

• مقاله ارائه شده در یک کنفرانس

Example: Bengtsson S, Solheim BG. Enforcement of data protection, privacy and security in medical informatics. In: Lun KC, Degoulet P, Piemme TE, Rienhoff O, editors. MEDINFO 92. Proceedings of the 7th World Congress on Medical Informatics; 1992 Sep 6-10; Geneva, Switzerland. Amsterdam: North-Holland; 1992. p. 1561-5.

– گزارش های علمی یا تکنیکی

• منتشر شده توسط اسپانس یا حمایت کننده مالی

Smith P. Golladay K. Payment for durable medical equipment billed during skilled nursing facility stays. Final report. Dallas, TX: US Dept. of Health and Human Services. Office of Evaluation and Inspections; 1994 Oct. Report No.: HHSI-00EI69200860.

• منتشر شده توسط سازمان اجرا کننده

Field NE Tranquada RE. Feasley JC. editors. Health services research: work force and educational issues. Washington: National Academy Press; 1995. Contract No.: AHC'PR282942008. Sponsored by the Agency for Health Care Policy and Research.

• پایان نامه

Kaplan SJ. Post-hospital home health care: the elderly's access and utilization [dissertation]. St. Louis: Washington Univ.; 1995.

• پتنت

Larsen CE. Trip K Johnson CR. inventors; Novoste Corporation. assignee. Methods for procedures related to the electrophysiology of the heart. US patent 5.529.067. 1995 Jun 25.

• مقاله ای که Published Erratum دارد

Hamlin JA, Kahn AM. Herniography in symptomatic patients following inguinal hernia repair [published erratum appears in West J Med 1995; 162:278]. West J Med 1995; 162:28-31.

– کتاب و سایر مونوگراف ها

(در فرمت های قدیمی تر ونکور بین نام مؤسسه انتشاراتی و تاریخ انتشار به جای نقطه کاما از کاما استفاده می شد)

• کتابی که فقط یک نویسنده دارد

Ringsven MK, Bond D. Gerontology and leadership skills for nurses. 2nd ed. Albany (NY): Delmar Publishers; 1996. pp. 45-79.

• ویراستارها نویسنده نیز می باشند

Norman IJ, Redfern SJ, editors. Mental health care for elderly people. New York: Churchill Livingstone; 1996. p. 4-7.

• در مواردی که نویسنده یک سازمان یا نهاد است

Institute of Medicine (US). Looking at the future of the Medicaid program. Washington: The Institute; 1992. p. 65-78.

• یک فصل کتاب

Hodges PW. Motor control of the trunk. In Boyling JD, Jull GA, editors: Grieve's Modern Manual Therapy. The vertebral column. 3<sup>rd</sup> ed. Philadelphia, PA: Churchill Livingstone; 2004; 119-40.

• خلاصه مقاله در کتابچه مقالات یک کنفرانس

Kimura J, Shibasaki H, editors. Recent advances in clinical neurophysiology. Proceedings of the 10th International Congress of EMG and

سایر موارد منتشر شده

• مقاله روزنامه

Lee G. Hospitalizations tied to ozone pollution: study estimates 50,000 admissions mutually. The Washington Post 1996 Jun 21: Sect. \*3 (col. 5).

• محصولات سمعی - بصری

HIV+/AIDS: the facts and the future [videocassette]. St. Louis, MO: Mosby-Year Book: 1995.

– لغت نامه ها و سایر منابع مرجع

Stedman's medical dictionary. 26<sup>th</sup> ed. Baltimore: Williams & Wilkins; 1995. Apraxia: p.119-20.

– متون کلاسیک

The Winter's Tale: act 5. scene 1. lines 13-16. The complete works of William Shakespeare. London: Rex: 1973.

– موارد منتشر نشده

• مقالات In press

Leshner AI. Molecular mechanisms of cocaine addiction. N Engl J Med. In press 1996.

– موارد الکترونیک

• فرمت الکترونیک مقالات مجلات

Morse SS. Factors in the emergence of infectious diseases. Emerg Infect Dis [serial online] 1995 Jan-Mar [cited 1996 Jun 5]; 1(1): [24 screens]. Available from: URL: <http://www.cdc.gov/ncidod/EID/eid.htm>

• کتاب و مونوگراف الکترونیک

CDI, clinical dermatology illustrated [monograph on CD-ROM]. Reeves JRT, Maibach H. CMEA Multimedia Group, producers. 2nd ed. Version 2.0. San Diego: CMEA; 1995.

• فایل کامپیوتری

Hemodynamics III: the ups and downs of hemodynamics [computer program]. Version 2.2. Orlando (FL): Computerized Educational Systems; 1993.

• وبسایت ها

در مورد وبسایت ها باید نام نویسنده، ویراستار یا سازمان، عنوان صفحه، محل انتشار، نام انتشارات، تاریخ به روز رسانی شامل روز/ماه/سال، تاریخ استناد شامل روز/ماه/سال و آدرس

– موارد قانونی

• قوانین عمومی

1. Preventive Health Amendments of 1993. Pub. L. No. 103-183, 107 Stat. 2226 (Dec. 14, 1993). Unenacted bill:
2. Medical Records Confidentiality Act of 1995. S. 1360, 104<sup>th</sup> Cong. 1<sup>st</sup> Sess. (1995). Code of Regulations:
3. Informed Consent. 42 C.F.R. Sect. 441.257 (1995).

• موارد شنیداری

Increased Drug Abuse: the Impact on the Nation's Emergency Rooms: Hearings Before the Subcomm. on Human Resources and Intergovernmental Relations of the House Comm. on Government Operations. 103<sup>rd</sup> Cong. 1<sup>st</sup> Sess. (May 26. 1993).

– نقشه ها

North Carolina. Tuberculosis rates per 100,000 population. 1990 [demographic map]. Raleigh: North Carolina Dept. of Environment. Health. and Natural Resources. Div. of Epidemiology; 1991.

– متون مقدس و مذهبی

The Quran. Othman Taha version.: Dar-al-Ghoran Publishing House: 1995. Maryam Surah. 1-18.

الکترونیکی دستیابی به آن ذکر گردد

HeartCentreOnline [homepage on the Internet]. Boca Raton, FL: HeartCentreOnline, Inc.; c2000-2004 [updated 2004 May 23; cited 2004 Oct 15]. Available from: <http://www.heartcenteronline.com/>

• بخشی از صفحه خانگی یک وبسایت

American Medical Association [homepage on the Internet]. Chicago: The American Medical Association; c1995-2002 [cited 2005 Apr 20]. Group and Faculty Practice Physicians; [about 2 screens]. Available from: <http://www.ama-assn.org/ama/pub/category/1736.html>

### فرآیند داوری همتایان

نویسنده مسئول موظف است از صحت املائی و نگارشی و گره برداری متن دستنوشته و رعایت دقیق مفاد راهنمای نویسندگان در دستنوشته ارسالی اطمینان حاصل نماید. عدم رعایت این موارد باعث رد دستنوشته توسط کارشناس فنی بدون عودت هزینه بررسی دستنوشته خواهد شد. در صورتیکه تیم نویسندگان همچنان مایل به بررسی دستنوشته خود در مجله باشند موظفند این هزینه را مجدداً پرداخت و فیش جدید را همراه با نسخه اصلاح شده دستنوشته در سایت مجله ارسال نمایند.

کلیه دستنوشته های ارسال شده پس از تأیید کارشناس فنی توسط کارشناس منتخب تیم سردبیری مجله مورد بررسی قرار می گیرد. هر دستنوشته برای دو داور ارسال خواهد شد. در صورتیکه یک یا هر دو داور یک دستنوشته را از نظر علمی بپذیرند دستنوشته برای تأیید نهایی مورد بررسی هیأت تحریریه قرار خواهد گرفت. پذیرش هر دو داور دلیلی برای پذیرش نهایی دستنوشته نمی باشد و وضعیت نهایی دستنوشته توسط هیأت تحریریه مجله مشخص خواهد شد.

در صورتیکه هر دو داور دستنوشته ای را رد کنند دستنوشته

توسط سردبیر رد خواهد شد و نامه عدم پذیرش برای نویسنده مسئول ارسال خواهد شد.

تبصره ۱. در موارد انتشار سریع، نظر هر دو داور پس از بررسی توسط هیأت تحریریه در قالب یک نامه واحد با عنوان **نظر سردبیری Editorial Comments** به نویسنده ارسال خواهد شد.

تبصره ۲. درخواست انتشار سریع دستنوشته دلیلی برای عدم رد آن نخواهد بود

هیچ یک از اعضای تیم نویسندگان مجاز نمی باشد در مورد دستنوشته خود قبل از ارسال، در حین بررسی یا پس از دریافت نامه عدم شخصاً یا از طریق ایمیل یا تلفن با سردبیر یا اعضای تیم سردبیری یا داوری تماس حاصل نماید. دفتر مجله و کارشناسان آن مستقیماً مسئول پاسخ گویی به کلیه مسائل نویسندگان و انعکاس آنها به تیم سردبیری و داوری می باشند.

### تقدیر از داوران

در صورت انجام داوری دقیق در بازه زمانی تعیین شده به داور گواهی داوری داده می شود که براساس مصوبه معاونت پژوهشی وزارت بهداشت امتیاز ذکر شده در این نامه در کلیه دانشگاه های کشور در محاسبه امتیاز ترفیع پایه و ارتقا مرتبه قابل محاسبه است. علاوه بر آن، به دلیل حجم دستنوشته های ارسال شده به مجله پژوهش در علوم توانبخشی داوران همکار با مجله در ۵ سطح رتبه بندی می شوند در هر رتبه داوران به شیوه خاصی مورد تقدیر قرار خواهند گرفت. این تشویق ها براساس آئین نامه داخلی مجله و به تشخیص تیم سردبیر خواهد بود و در صفحه شخصی داوران بسته به رتبه ای که فرد براساس زمان و کیفیت داوری به دست آورده است نمایش داده خواهد شد

### موارد حقوقی (Legal Consideration):

داوری و در نهایت چاپ دستنوشته در مجله پژوهش در علوم



توانبخشی منوط به ارسال نامه درخواست بررسی دستنوشته، تکمیل و پذیرش فرم تعهد اخلاقی و حقوقی، اسکن فیش پرداخت هزینه بررسی دستنوشته حاوی شناسه پرداخت مجله و کد دستنوشته و ارسال تعهدنامه پرداخت مابه تفاوت هزینه انتشار (یا تعهد نامه پرداخت مابه تفاوت هزینه انتشار سریع) در زمان ارسال دستنوشته است. عدم ارسال این مدارک منجر به رد کامل دستنوشته بدون داوری خواهد شد.

### مدت زمان انجام فرآیند های بررسی و داوری دستنوشته (Editorial Time)

زمان بررسی و انتشار دستنوشته برای دستنوشته های معمول و دستنوشته های متقاضی انتشار سریع مطابق با نمودار ۱ می باشد.

**تبصره ۱.** زمان بررسی از زمانی محاسبه می شود که دستنوشته به صورت کامل و با کلیه مدارک لازم در سایت مجله ارسال شده باشد. مدت زمانی که به دلیل اشکالات فنی دست نوشته رد می شود و دوباره با شماره جدید در سایت ارسال می شود در این زمان محاسبه نخواهد شد.

**تبصره ۲.** در انتشار معمولی پس از انجام اصلاحات پیشنهاد شده، دستنوشته مجددا مورد بررسی **Section Editor** و سپس سردبیر مجله قرار می گیرد. در هر یک از این مراحل، امکان رد کامل یا درخواست اصلاحات بیشتر وجود دارد. در انتشار سریع، **Section Editor**، هیأت تحریریه و سردبیر نظرات داوران را قبل از ارسال برای نویسندگان مطالعه نموده و نظرات خود را اعلام می نمایند؛ بنابراین نویسندگان تنها یک نامه با عنوان **نظر سردبیری Editorial Comments** دریافت خواهند نمود. اصلاحات نویسندگان باید تنها در پاسخ به این نامه باشد که توسط سردبیر مجله بررسی می گردد. در این نوع انتشار نیز در هر یک از این مراحل، امکان رد کامل وجود دارد.

**تبصره ۳.** نویسنده موظف است به تمام موارد پیشنهاد شده

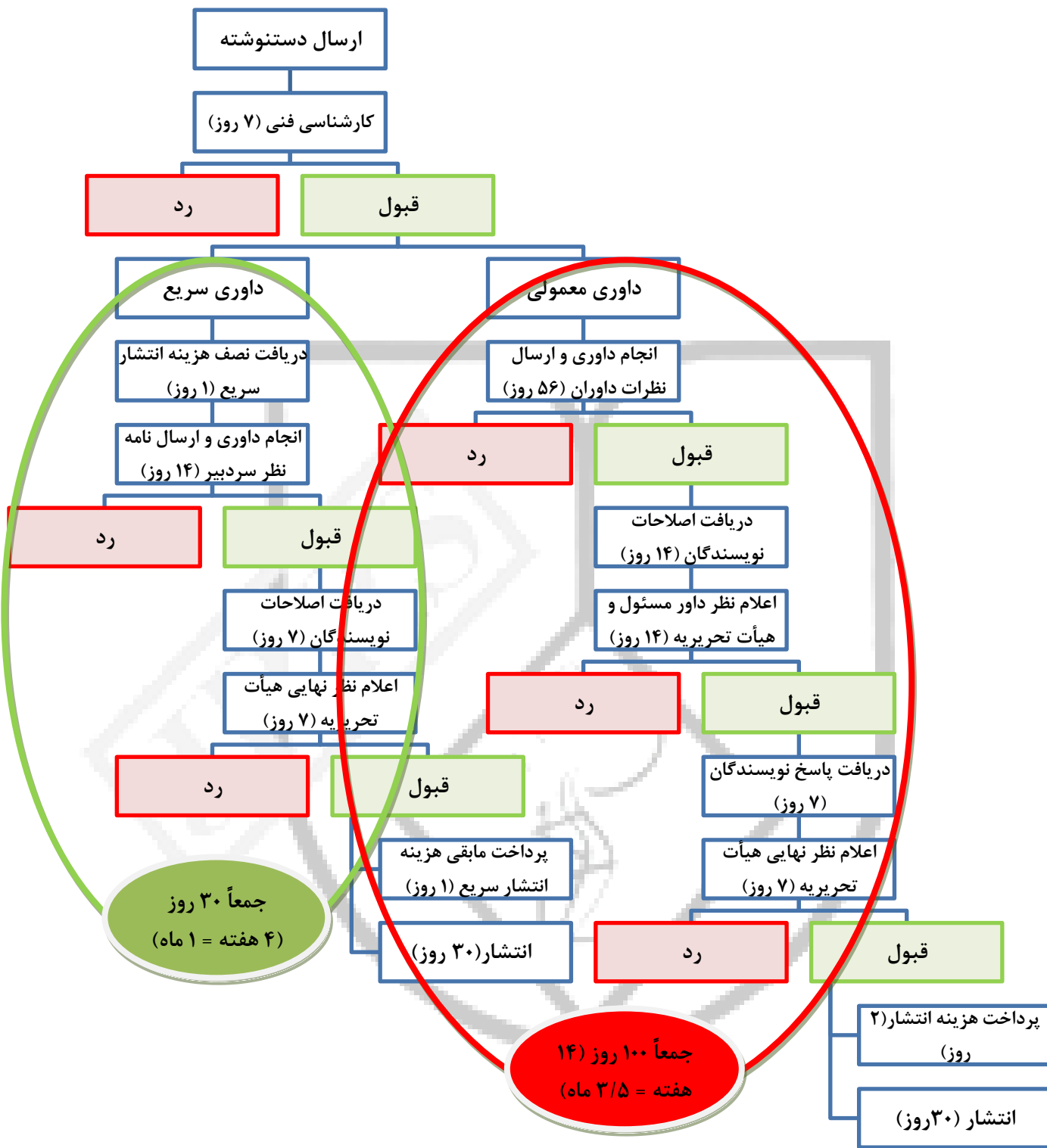
توسط کارشناسان پاسخ دهد. در عمل بخش مهمی از زمان داوری و انتشار به رعایت زمانبندی در نظر گرفته شده جهت دریافت اصلاحات نویسندگان مربوط می باشد. دستنوشته ای برای داور مسئول یا هیأت تحریریه ارسال می شود که شامل پاسخ به کلیه اصلاحات مورد درخواست باشد و افزایش زمان داوری به دلیل عدم رعایت این نکته توسط نویسندگان مسئولیتی متوجه دفتر مجله نخواهد نمود.

**تبصره ۴.** در موارد درخواست انتشار سریع، عدم رعایت زمانبندی توسط تیم نویسندگان به معنی انصراف آنها از ادامه فرآیند انتشار سریع می باشد و در این موارد، دستنوشته وارد فرآیند انتشار معمولی می شود.

**تبصره ۵.** پذیرش نهایی یا رد دستنوشته بلافاصله از طریق ایمیل به نویسنده مسئول ابلاغ می گردد.

**تبصره ۶.** زمان انتشار از زمان تأیید نهایی دستنوشته و ارسال نامه پذیرش تا قرار گرفتن نسخه اولیه دستنوشته در سایت جهت مطالعه خوانندگان مجله می باشد. این زمان مربوط به ویرایش و فرآیندهای پس از پذیرش توسط شرکت پشتیبانی کننده مجله می باشد و در اختیار مستقیم دفتر مجله نمی باشد هرچند تلاش می شود در هر نوع داوری حداکثر یک ماه باشد.

**تبصره ۷.** پس از ارسال نامه پذیرش و قبل از قرار دادن نسخه اولیه دستنوشته روی سایت، از نویسنده مسئول درخواست خواهد شد آخرین فرم دستنوشته را در قالب یک فایل پی دی اف مطالعه نماید و اشکالات احتمالی را ظرف ۴۸ ساعت به شرکت پشتیبانی کننده منعکس نماید. این زمان غیرقابل تمدید بوده و عدم ارسال نظرات در این زمان به معنی تأیید نهایی محتوی دستنوشته جهت انتشار می باشد. بنابراین امکان اصلاح اشکالات احتمالی پس از این زمان به هیچ عنوان وجود ندارد.



نمودار ۱. سقف زمانی مراحل مختلف بررسی انواع مختلف دستنوشته در مجله پژوهش در علوم توانبخشی

مقاله‌های پژوهشی

- ۲۳۹ تأثیر خستگی عضلات ارکتور اسپاین بر حس وضعیت تنه، ران و زانوی مردان کاراته‌کار  
شهاب قهرمانی، ناجی قهرمانی، علی عباسی
- ۲۴۷ مقایسه تأثیر ۱۲ هفته تمرینات Tai Chi و مصرف مکمل گلوکوزامین سولفات بر تعادل زنان سالمند مبتلا به  
آستئوآرتریت زانو  
الهام عطاری، الهه عرب عامری، شهزاد طهماسبی بروجنی
- ۲۵۵ ارتباط و پایایی آزمون‌های تعیین پای غیربرتر جهت ارزیابی تعادل در وضعیت ایستاده  
لیلا غزاله، امیرعلی جعفرنژاد گرو، بهرام صالح صدق‌پور
- ۲۶۳ تأثیر استفاده از کلاه‌های ایمنی در تکواندو بر پارامترهای دینامیکی مرتبط با آسیب سر  
ندا بروشک، حسن خوشنودی، منصور اسلامی، حسین خداحمی
- ۲۷۱ تأثیر هشت هفته تمرین عصبی - عضلانی بر تعادل و پیش‌گیری از بروز آسیب لیگامان صلیبی قدامی در پسران  
نوجوان تکواندوکار  
سوسن حاجی‌پور، فریبرز محمدی‌پور، روح‌اله نیکویی
- ۲۷۸ تأثیر جنسیت و تمرینات شناختی و عملکردی بر کنترل وضعیت افراد میان‌سال  
ماندانا سنگاری، سید محمدکاظم واعظ موسوی، مهدی نمازی‌زاده
- ۲۸۷ بررسی نقش سفتی پا در پیش‌بینی وقوع سندرم استرس داخلی درشت نی در افراد فعال: یک پژوهش آینده‌نگر  
عفت حسین‌زاده، منصور اسلامی، محمد تقی‌پور، افشین فیاض موقر

مقاله مروری

- ۲۹۶ سینرژی‌های حرکتی در فیزیوتراپی: رویکرد منیفولد کنترل نشده (یک مطالعه مروری سنتی)  
معصومه حسام، رضا صالحی، محمد مهرآور، محمد جعفر شاطرزاده یزدی، حسین نگهبان، شهرام رفیع



## تأثیر خستگی عضلات ارکتور اسپاین بر حس وضعیت تنه، ران و زانوی مردان کاراته کار

شهاب قهرمانی<sup>۱</sup>، ناجی قهرمانی<sup>۱</sup>، علی عباسی<sup>۲</sup>

## مقاله پژوهشی

## چکیده

**مقدمه:** حس عمقی و تعادل، نقش قابل توجهی در ارتقای عملکرد و پیشگیری از آسیب‌های حاد و مزمن ورزشی ایفا می‌کند. خستگی عضلانی می‌تواند یکی از عوامل ایجاد اختلال در رسیدن اطلاعات از منابع حسی و اندام‌ها به مغز باشد و تعادل را تحت تأثیر قرار دهد و تأثیر خستگی عضلانی بر این حس کمتر مطالعه شده است. هدف از انجام پژوهش حاضر، بررسی تأثیر خستگی عضلات ارکتور اسپاین بر حس وضعیت تنه، ران و زانوی کاراته کاران مرد بود.

**مواد و روش‌ها:** ۱۰ مرد کاراته کار حاضر در مسابقات لیگ کشوری، در این مطالعه شرکت نمودند. خطای مطلق بازسازی زوایای فعال تنه در ۴۵ درجه فلکشن، ران در ۳۰ درجه ابداکشن و فلکشن زنجیره حرکتی باز و زانو در زوایای ۳۰ و ۶۰ درجه فلکشن زنجیره حرکتی بسته به صورت اندازه‌گیری قبل و بعد با کمک فیلمبرداری محاسبه گردید و در نرم‌افزار AutoCAD مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. خستگی عضلات ارکتور اسپاین قبل و پس از خستگی با استفاده از آزمون Sorensen اندازه‌گیری شد.

**یافته‌ها:** بر اساس آزمون Paired t، خستگی عضلات ارکتور اسپاین تأثیر معنی‌داری بر حس وضعیت تنه در فلکشن ۴۵ درجه ( $P = 0/046$ ) و مفصل ران پای غالب ( $P = 0/001$ ) و غیر غالب ( $P = 0/001$ ) در حرکت ابداکشن ۳۰ درجه داشت. خستگی، تأثیر معنی‌داری را بر حس وضعیت مفصل ران پای غالب ( $P = 0/434$ ) و غیر غالب ( $P = 0/703$ ) در حرکت فلکشن ۳۰ درجه، وضعیت مفصل زانوی پای غالب ( $P = 0/148$ ) و غیر غالب ( $P = 0/204$ ) در حرکت فلکشن ۳۰ درجه و پای غالب ( $P = 0/417$ ) و غیر غالب ( $P = 0/439$ ) در زاویه ۶۰ درجه نشان نداد.

**نتیجه‌گیری:** خستگی عضلات ارکتور اسپاین در کاراته کاران، باعث به وجود آمدن اختلال حس وضعیت تنه و ران می‌گردد که می‌تواند عامل احتمالی ظهور آسیب در اندام تحتانی و بی‌ثباتی به ویژه در ران باشد. با این حال، ممکن است خستگی عضلات ارکتور اسپاین تأثیر معنی‌داری بر حس وضعیت زانو نداشته باشد و بر پتانسیل آسیب این مفصل تأثیر نگذارد.

**کلید واژه‌ها:** مفصل زانو، حس عمقی، خستگی، وضعیت

**ارجاع:** قهرمانی شهاب، قهرمانی ناجی، عباسی علی. تأثیر خستگی عضلات ارکتور اسپاین بر حس وضعیت تنه، ران و زانوی مردان کاراته کار. پژوهش در علوم توانبخشی ۱۳۹۶؛ ۱۳ (۵): ۲۳۹-۲۴۶

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۸/۲۵

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۷/۲۹

منظور کنترل ثبات وضعیت و حفظ بدن در فضا صادر می‌شود. همچنین، کنترل وضعیت نقش قابل توجهی در پیشگیری از آسیب‌های حاد و ایجاد آسیب‌های مزمن و نظم بخشیدن به انقباض عضلانی ایفا می‌کند (۵).

یکی از مهم‌ترین اجزای کنترل وضعیت، حس عمقی مفصل می‌باشد که در انجام بهینه مهارت‌های ورزشی و پیشگیری از بروز آسیب نقش دارد (۶). این حس شامل اجزای گوناگونی همچون حس وضعیت مفصل، حس حرکت مفصل و حس اعمال نیرو است (۷-۹). نتایج مطالعات نشان داده است که عوامل مختلفی مانند خستگی، کهولت سن، صدمات، درد و بیماری‌ها بر گیرنده‌های حسی عمقی و در نتیجه، وضعیت اثر می‌گذارند. خستگی عضلانی می‌تواند با کاهش سرعت انتقال پیام‌های آوران و وایران، بر توانایی کنترل تعادل تأثیر

## مقدمه

کاراته از جمله ورزش‌های رزمی پرطرفدار می‌باشد که مانند هر رشته ورزشی دیگری با خطر بروز آسیب همراه است (۱). پاسچر یا وضعیت به معنی حفظ اندام‌های مختلف بدن در راستای بیومکانیکی مناسب است که به دو شکل ایستا و پویا وجود دارد (۲، ۳). توانایی حفظ وضعیت و قامت نه تنها در ورزش، بلکه در وضعیت ایستاده و در کارهای زندگی روزمره مانند راه رفتن و حرکات ارادی نیز ضروری می‌باشد (۴). کنترل وضعیت مستلزم ارسال درون‌دادهایی از حس بینایی، وستیبولار (تعادلی) و حس پیکری است. اطلاعات ارسالی از گیرنده‌های حسی در سراسر بدن در ارتباط با موقعیت بدن در فضا و یا ثابت و متحرک بودن آن توسط سیستم عصبی مرکزی سازماندهی و پاسخ‌های حرکتی مناسب به

۱- کارشناس ارشد، گروه بیومکانیک، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران  
۲- استادیار، گروه بیومکانیک، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران

نویسنده مسؤول: شهاب قهرمانی

Email: shahab.ghahremani.bio@gmail.com

هیأت کاراته تهران تعیین گردید. به دلیل حرفه‌ای بودن افراد و در نتیجه، محدود بودن حجم نمونه، ۱۰ نفر از آزمودنی‌ها با استفاده از فرمول Cochran و فرمول اصلاح شده آن انتخاب شدند. معیارهای ورود شامل عدم سابقه آسیب‌دیدگی در ناحیه اندام تحتانی، سر و کمر طی شش ماه گذشته، حضور در لیگ برتر، داشتن حداقل سه جلسه تمرین در هفته، رضایت به شرکت در مطالعه و تکمیل پرسش‌نامه بود که برای شرکت در آزمون برگزیده شدند (۲۵، ۲). لازم به ذکر است که موازین اخلاقی حاکم بر مطالعه از جمله اخذ رضایت‌نامه، رازداری، عدم تجاوز به حریم خصوصی افراد، مراقبت از آزمودنی‌ها در برابر فشارها، آسیب‌ها و خطرات جسمی و روانی و آگاهی از نتیجه، به طور کامل رعایت شد و همچنین، مجوز اخلاق از سوی پژوهشگاه تربیت بدنی و علوم ورزشی به جهت صحت و سقم پژوهش صادر گردید. وجود هرگونه مشکل ارتوپدی در اندام تحتانی از جمله شکستگی و بدشکلی، استفاده از وسایل کمکی برای راه رفتن، بیماری‌های اسکلتی-عضلانی در اندام تحتانی مانند ضعف عضلانی و هرگونه زخم نیز به عنوان معیارهای خروج در نظر گرفته شد (۲۵، ۲). ابتدا تمام مراحل به طور کامل قبل از اجرای تست، توسط آزمونگر برای آزمودنی‌ها توضیح داده شد و آزمودنی‌ها با روند انجام آزمون و همچنین، شیوه اجرا پروتکل خستگی آشنا شدند و آزمون در فضای آرام و مناسب یک سالن ورزشی انجام گرفت. سپس خصوصیات نمونه‌ها شامل قد، وزن و سن آن‌ها ثبت گردید و نشانگرهایی روی بدن فرد در نواحی میچ پا، زانو، تروکانتر بزرگ (Greater trochanter)، تاج خاصره (Iliac crest) و زائده آخرمی (Acromion process)، برای ارزیابی زاویه مفاصل قرار داده شد (شکل ۱).



شکل ۱. نشانگرگذاری بر روی مفاصل

از گونیامتر (مدل EA8161، شرکت MSD، بلژیک) با دقت یک درجه جهت بررسی حس وضعیت مفصل زانو در زاویه فلکشن ۳۰ و ۶۰ درجه در زنجیره حرکتی بسته (۲۶، ۲۷) و ابداکشن و فلکشن مفصل ران در زاویه ۳۰ درجه در هر دو اندام و برای تنه در ۴۵ درجه فلکشن تنه (۲۸، ۲۹) در زنجیره حرکتی باز استفاده شد (شکل ۲).

روند سنجش آزمون حس وضعیت مفصل زانو در زنجیره حرکتی بسته به این صورت بود که یک پاشنه گوه مانند به ارتفاع ۵ سانتی‌متر در زیر پای آزمودنی قرار می‌گرفت تا اثر پاسیو نیروی عضله گاستروکمیوس را حذف کند.

منفی بگذارد (۴). هنگام خستگی، توانایی تولید پاسخ‌های عضلانی مناسب برای حفظ ثبات مفصل کاهش می‌یابد (۱۰). همچنین، تحقیقات نشان می‌دهد که خستگی عضلانی سبب افزایش دامنه نوسان وضعیت، کاهش توانایی حفظ تعادل و اختلال حس عمقی می‌گردد (۱۳-۱۱). کنترل عصبی-عضلانی اندام تحتانی، در اثر خستگی با خطر مواجه می‌شود. نتایج پژوهشی نشان داد که بعد از اعمال خستگی، توانایی افراد جوان در حفظ تعادل حدود ۵۰ درصد کاهش می‌یابد (۱۴).

خستگی عصبی-عضلانی با تأثیر بر حس وضعیت زانو، باعث تغییرات در کنترل اندام تحتانی می‌گردد (۱۱). در اغلب مطالعات، کاهش معنی‌دار حس وضعیت بعد از اعمال پروتکل خستگی تأیید شده است (۱۵). در تحقیقات متعددی مشخص شده است که بیشترین زمان وقوع آسیب، انتهای فعالیت یعنی هنگامی که ورزشکار خسته است، می‌باشد (۱۶). عضلات ثبات دهنده مرکزی نقش قابل توجهی در کنترل وضعیت از طریق حس عمقی و تقویت ناحیه کمری و جلوگیری از صدمات اندام‌ها دارند (۱۷). ثبات مرکزی تنه هم به عوامل مختلفی از جمله قدرت عضلات و اوران‌های حسی وابسته است و خستگی عضلانی می‌تواند آن را تحت تأثیر قرار دهد. قسمت مرکزی بدن با تأمین پایداری، نقش مهمی در ایجاد یک سطح اتکای باثبات برای انجام حرکات اندام تحتانی دارد (۱۸). به همین دلیل، تقویت عضلات ناحیه مرکزی، توانایی عملکردی بدن را بهبود می‌بخشد و در پیشگیری از آسیب‌های ورزشی مفید می‌باشد (۱۹).

این احتمال وجود دارد که بخش عمده ضایعات ناشی از بی‌ثباتی، به علت خستگی عضلات ثبات دهنده مفصل باشد (۱۱). نتایج تحقیقی نشان داد که خستگی عضلات بازکننده تنه در کنترل وضعیت در طول ایستادن به صورت قائم بر روی افراد میانسال و جوان تأثیری ندارد و تغییرات معنی‌داری در سن مشاهده نشد، اما تأثیرات خستگی بر روی هر دو گروه به صورت مشابه بود (۲۰). به عنوان مثال، نتایج پژوهشی حاکی از آن بود که خستگی عضلات بازکننده تنه بر کنترل وضعیت در افراد سالم جوان اثر دارد و باعث تغییر در نوسانات مرکز فشار می‌گردد (۲۱). هرچند مشخص شده است که خستگی تأثیر منفی بر کنترل وضعیت و تعادل ایستا دارد، اما مطالعات محدودی تأثیر خستگی عضلات ارکتور اسپاین را بر روی حس وضعیت مفصل مورد بررسی قرار داده‌اند. کاراته‌کارها بیشتر از ناحیه کمر، ران و زانو دچار آسیب‌دیدگی می‌شوند (۲۳-۲۲، ۱). در رشته کاراته این مفاصل تحرک بسیار بالایی در مبارزات دارند و خستگی در ناحیه کمر به دلیل انجام حرکات مکرر، باعث اختلال در عملکرد مفاصل و همچنین، بروز آسیب می‌گردد و به همین دلیل، بررسی تأثیر خستگی عضلات ارکتور اسپاین در ناحیه کمر و پشت بر حس وضعیت مفصل تنه، ران و زانو در کاراته‌کاران، ضروری به نظر می‌رسد؛ چرا که کاراته‌کاران بیشترین میزان آسیب‌دیدگی را در این ناحیه از بدن خود تجربه می‌کنند. تحقیق حاضر با هدف بررسی تأثیر خستگی عضلات ارکتور اسپاین بر حس وضعیت تنه، ران و زانو کاراته‌کاران حرفه‌ای انجام شد.

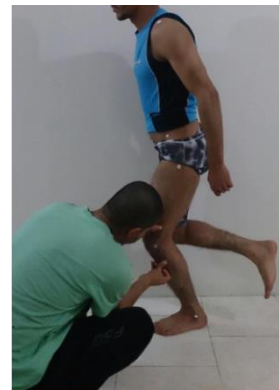
## مواد و روش‌ها

این پژوهش از نوع کاربردی و طرح آن به صورت پیش‌آزمون-پس‌آزمون بود. جمعیت مورد مطالعه را کاراته‌کاران لیگ کشوری تشکیل دادند که با مراجعه به



بود و اندام تحتانی از سه ناحیه به ترتیب در حد مائلولها، دومی در حد زانو و سومی در حد تروکانتر بزرگ و فمور محکم به تخت بسته شد. آزمودنی در حالی که دست‌هایش را به صورت عرضی روی سینه قرار می‌داد، قسمت فوقانی تنه را بر خلاف جاذبه بلند می‌کرد و آن را در سطح عرضی نگه می‌داشت. آزمونگر به تشویق آزمودنی می‌پرداخت که این وضعیت را تا حد ممکن حفظ کند. به محض جدا شدن تنه فرد از حالت افقی، آزمون خاتمه می‌یافت. در همین حین، از مقیاس کمی‌سازی خستگی Berg برای تشخیص میزان خستگی استفاده گردید و پس از آزمون، مراحل ارزیابی حس وضعیت تنه، ران و زانو دوباره با حرکاتی که توضیح داده شد و با چشم بسته (برای جلوگیری از ارسال پیام‌های بینایی به سیستم عصبی مرکزی) به انجام رسید.

در مرحله بعد، از آزمودنی درخواست شد تا زاویه را به مدت ۵ ثانیه حفظ نماید و پس از ۷ ثانیه زاویه را مجدد بازسازی کند (۳۲) و همین امر برای بازسازی ران و تنه نیز مورد استفاده قرار گرفت (۸). به منظور افزایش دقت اندازه‌گیری، آزمون بازسازی زاویه سه بار تکرار شد (که میانگین آن‌ها اعلام گردید) و بین هر کدام ۶ ثانیه استراحت داده شد (۲۸). در تحقیق حاضر، حس وضعیت مفصل زانو در حالت ایستاده و تحمل وزن مورد ارزیابی گرفت. این وضعیت در مقایسه با وضعیت نشسته بدون تحمل وزن، کاربردی‌تر است. علاوه بر این، تمام گیرنده‌های پروپریوسپتور به طور هماهنگ با یکدیگر عمل می‌کنند و این حالت مشابهت زیادی با آنچه در فعالیت‌های روزانه ورزشی اتفاق می‌افتد، دارد (۳۳). داده‌ها با استفاده از آزمون Paired t در نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۱ (version 21, IBM Corporation, Armonk, NY) مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.  $P \geq 0.05$  به عنوان سطح معنی‌داری در نظر گرفته شد.



شکل ۲. اندازه‌گیری زاویه زانو با استفاده از گونیامتر

در وضعیت ایستاده، پای برتر و سپس پای غیر برتر هر فرد در وضعیت ثابتی قرار می‌گرفت که در آن پنجه پا به صورت مختصری به سمت خارج تمایل پیدا می‌کرد. برای کنترل چرخش ساق و ران نیز از فرد درخواست شد تا هنگام خم کردن زانو، علاوه بر حفظ زاویه پا، سعی کند که کشکک در وضعیت مستقیم رو به جلو نگهداشته شود (۳۰). برای افزایش دقت آزمون در اندازه‌گیری زوایای یاد شده، علاوه بر گونیامتر، از یک دوربین دیجیتال (مدل Cyber shotDSC-HX ۷۴۰۰، Sony، ژاپن) جهت عکس‌برداری و نرم‌افزار AutoCAD نسخه ۲۰۱۶ (شرکت Autodesk، آمریکا) استفاده شد (شکل ۳).



شکل ۳. نمای شماتیک اندازه‌گیری زاویه مفصل با سیستم متشکل از فوتوگرافی دیجیتال نشانگرهای غیر منعکس‌کننده و آنالیز با نرم‌افزار AutoCAD

آزمودنی در وضعیت ایستاده (اکستنشن کامل مفصل زانو) قرار گرفت و از وی درخواست گردید تا در شروع آزمون، پای غیر غالب خود را تا حدی با زمین تماس دهد که بتواند تعادل خود را به راحتی حفظ کند. همچنین، باید برای جلوگیری از تحریک سیستم تعادلی، سر خود را صاف نگه دارد و تنه به سمت عقب یا جلو متمایل نشود (برای یکسان بودن گشتاور ایجاد شده در مفصل اندام تحتانی در همه افراد). سپس عضلات ارکتور اسپاین با استفاده از شاخص Berg و آزمون Sorensen خسته گردید (۳۱). لازم به ذکر است که مقیاس نسبت RPE هم با مقدار اسید لاکتیک خون و هم با مقدار اسید لاکتیک عضله که هر دو علائم بیوشیمیایی در مورد خستگی قلبی-تنفسی و عضله هستند، همبستگی عالی داشت و Berg و همکاران اعتباریابی این مقیاس را ۰/۹۲ اعلام نمودند (۳۱). پروتکل خستگی ارکتور اسپاین (۲۱، ۲۰) به این صورت بود که فرد دمر روی تخت دراز می‌کشید و قسمت فوقانی تنه از حد اکسیس از تخت بیرون

## یافته‌ها

مشخصات دموگرافیک ۱۰ آزمودنی در جدول ۱ آمده است.

جدول ۱. آمار توصیفی متغیرهای تحقیق

متغیر	گروه	میانگین $\pm$ انحراف معیار	حداقل	حداکثر	مقدار P
سن (سال)	آزمایش	$21.73 \pm 1.83$	۲۰	۲۶	۰/۷۵۰
قد (سانتی‌متر)	آزمایش	$163.49 \pm 5.59$	۱۵۲	۱۷۴	۰/۴۹۰
وزن (کیلوگرم)	آزمایش	$63.73 \pm 12.73$	۵۳	۹۳	۰/۱۴۰

با توجه به این که داده‌ها کمی و از توزیع نرمالی در پیش‌آزمون و پس‌آزمون برخوردار بودند و همبستگی بزرگ‌تر از ۰/۳ داشتند، از آزمون Paired t استفاده شد که نتایج آن در جدول ۲ آمده است. خطای بازسازی زوایای مفصل قبل و پس از خستگی عضلات ارکتور اسپاین بر حس وضعیت تنه در فلکشن ۴۵ درجه ( $P = 0.046$ ) و مفصل ران پای غالب ( $P = 0.001$ ) و غیر غالب ( $P = 0.001$ ) در حرکت ابداکشن ۳۰ درجه تأثیر معنی‌داری داشت، اما خستگی عضلات ارکتور اسپاین بر حس وضعیت مفصل ران پای غالب ( $P = 0.434$ ) و غیر غالب ( $P = 0.703$ ) در حرکت فلکشن ۳۰ درجه و در فلکشن مفصل زانوی پای غالب ( $P = 0.148$ ) و غیر غالب ( $P = 0.204$ ) و در زاویه ۳۰ درجه پای غالب ( $P = 0.417$ ) و ۶۰ درجه پای غیر غالب ( $P = 0.439$ ) تأثیر معنی‌داری را نشان نداد.

جدول ۲. میانگین و نتایج آزمون Paired t خطای مطلق بازسازی تنه، ران و زانو

متغیر	خستگی	فلکشن ۴۵ درجه تنه	ابداکشن ۳۰ درجه ران پای غالب	ابداکشن ۳۰ درجه ران پای غیر غالب	فلکشن ۳۰ درجه ران پای غالب	فلکشن ۳۰ درجه ران پای غیر غالب	فلکشن ۳۰ درجه زانوی پای غالب	فلکشن ۳۰ درجه زانوی پای غیر غالب	فلکشن ۶۰ درجه زانوی پای غیر غالب
آزمایش	قبل	۵/۷۰ ± ۲/۸۳	۴/۳۰ ± ۱/۵۶	۴/۰۰ ± ۱/۴۹	۳/۴۰ ± ۱/۸۳	۳/۵۰ ± ۱/۵۸	۳/۷۰ ± ۱/۳۳	۴/۱۰ ± ۱/۶۶	۵/۵۰ ± ۲/۷۵
(میانگین ± انحراف معیار)	بعد	۸/۸۰ ± ۳/۰۸	۷/۸۰ ± ۲/۴۴	۷/۵۰ ± ۲/۱۲	۲/۸۰ ± ۱/۳۱	۳/۲۰ ± ۲/۲۹	۲/۷۰ ± ۱/۳۳	۳/۲۰ ± ۱/۹۳	۶/۴۰ ± ۳/۵۶
نتایج آزمون Paired t		۰/۰۴۶	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۴۳۴	۰/۷۰۳	۰/۱۴۸	۰/۲۰۴	۰/۴۳۹

### بحث

هدف از انجام پژوهش حاضر، بررسی خستگی عضلات ارکتور اسپاین بر حس وضعیت مفصل ران، زانو و تنه بود. جدیدترین نظریه‌های مرتبط با کنترل وضعیت مانند نظریه نظام‌های پویا عنوان کرده‌اند که کنترل قامت نتیجه یک تعامل پیچیده و پویا از عوامل مختلف به ویژه سیستم‌های عضلانی، اسکلتی و عصبی می‌باشد که به صورت کلی تحت عنوان سیستم کنترل وضعیت نام‌گذاری شده است (۳۴، ۳۵). با توجه به این که ایستادن در حالت قائم، به عنوان یکی از مهم‌ترین حرکات بنیادی در انسان محسوب می‌شود و به طور ذاتی بی‌ثبات است؛ بنابراین، سیستم کنترل وضعیت باید به طور مداوم برای حفظ ثبات بدن فعال باشد (۳۲، ۳۳).

طبق نتایج مطالعه حاضر، احتمالاً خستگی عضلات ارکتور اسپاین در کاراته‌کاران، باعث به وجود آمدن اختلال حس وضعیت در ۴۵ درجه فلکشن تنه و همچنین، ۳۰ درجه ابداکشن ران در پای برتر و غیر برتر می‌شود که می‌تواند عامل احتمالی ظهور آسیب در اندام تحتانی و بی‌ثباتی باشد (۳۶، ۳۷). تحقیقات اندکی به بررسی تأثیر خستگی عضلات ارکتور اسپاین بر حس وضعیت مفصل ران، زانو و تنه پرداخته‌اند. نتایج به دست آمده در این بخش با نتایج پژوهش‌های Johanson و همکاران (۳۸) همسو بود. Shenouda و همکاران نیز در تحقیق خود به این نتیجه رسیدند افرادی که در قسمت شکم و پشت دارای ضعف عضلانی هستند و خستگی در آن‌ها سریع رخ می‌دهد، خطای بازسازی آنان در مقایسه با افراد عادی بیشتر می‌باشد و دارای ثبات کمتری هستند (۲۹). Delgado و همکاران مطالعه‌ای را با هدف تأثیر خستگی عضلات بازکننده تنه در کنترل وضعیت در طول ایستادن به صورت قائم بر روی افراد میانسال و جوان انجام دادند و دریافتند که خستگی باعث تغییرات معنی‌داری بر روی هر دو گروه و در نتیجه، کاهش کنترل وضعیت شد (۳۹). نتایج پژوهش طاهری اصغری و همکاران نشان داد که خستگی عضلات ناحیه میج پا در صفحات سازه‌ای و فرونتال، به طور قابل توجهی سبب کاهش توانایی کنترل ثبات وضعیت در زنان جوان ورزشکار گردید (۲۷). Vuilleme و همکاران تحقیقی را با هدف تأثیر خستگی عضلات بازکننده تنه بر کنترل وضعیت در افراد سالم جوان بر روی ۱۵ نفر از دانشجویان انجام دادند و نتیجه‌گیری کردند که خستگی بر تغییر مرکز فشار تأثیر می‌گذارد و در نهایت، وضعیت را دچار اختلال می‌کند (۲۶). مطالعه Myers و همکاران به بررسی خستگی عضلات چرخاننده داخلی و خارجی شانه پرداخت و نشان داد که حس عمقی در این قسمت تحت تأثیر خستگی قرار می‌گیرد و سبب افزایش خطای بازسازی می‌شود (۴۰). نتایج پژوهش Fitzpatrick و Refshauge که به بررسی تأثیر خستگی بر حس عمقی زانو پرداخت، نشان داد که خستگی عضلانی باعث افزایش زمان بازسازی و به وجود آمدن اختلال در عملکرد می‌گردد (۴۱). نتایج تحقیقات مذکور

(۴۱-۳۶، ۲۹، ۲۷، ۲۶) با موضوع پژوهش حاضر مشابهت داشت. در نتیجه، نقش نسبی هر یک از گیرنده‌های مکانیکی مفصل، آوران پوستی و گیرنده‌های عضله مورد بحث است، اما به طور کلی ثابت شده است که نقش اصلی را گیرنده‌های عضله ایفا می‌کنند (۴۴-۴۲).

ورودی‌های عصبی تشکیل شده از گیرنده‌های مکانیکی، بینایی و تعادلی، در سیستم عصبی مرکزی یکی می‌شوند تا پاسخ مناسب داده شود. آگاهی از وضعیت مفصل و تغییرات در قشر سوماتوسنسوری پردازش می‌شود (۴۵). این که خستگی با چه مکانیسمی روی حس وضعیت مفصل اثر می‌گذارد، روشن نیست، اما مکانیسم‌های محتمل زیادی گزارش شده است. یکی از عوامل، افزایش شلی مفصل می‌باشد؛ چرا که ثابت شده است که خستگی باعث افزایش شلی لیگامان‌های مفصل می‌شود (۴۶). همچنین، افرادی که شلی مفصل دارند، حس وضعیت مفصل ضعیف‌تر است (۴۷). دومین مکانیسم محتمل، تأثیر خستگی بر روی گیرنده‌های محیطی می‌باشد. گزارش‌های متعددی حاکی از آن است که خستگی بر روی گیرنده‌های عضله بیشتر از گیرنده‌های مفصل تأثیر می‌گذارد (۵۰-۴۸). در نتیجه، کاهش حس وضعیت مفصل ممکن است ناشی از نقصان گیرنده‌های عضله باشد (۵۰). نتایج مطالعات مختلف نشان داده است که خستگی بدنی، فعالیت گیرنده‌های عضله را کاهش می‌دهد (۵۱، ۴۸). این تغییرات در گیرنده‌های عضله می‌تواند باعث تغییراتی در کنترل عصب-عضله اندام تحتانی و در نهایت، منجر به کاهش توانایی افراد در کنترل اندام تحتانی شود.

بر اساس نتایج پژوهش حاضر، خستگی عضلات ارکتور اسپاین تأثیر معنی‌داری بر حس وضعیت فلکشن ۳۰ و ۶۰ درجه زانو و فلکشن ۳۰ درجه ران نداشت و احتمالاً بر پتانسیل آسیب این مفصل نیز تأثیرگذار نیست و شاید قوی‌تر بودن عضلات ناحیه زانو در این ورزشکاران، می‌تواند از عوامل آن باشد؛ چرا که فعالیت‌های حرکتی و ورزشی منظم نه تنها باعث تقویت مکانیکی می‌گردد، بلکه در تقویت حس عمقی مفصل نیز مؤثر می‌باشد (۵۲). همچنین، حس عمقی مفاصل پا در فعالیت‌های توأم با تحمل وزن، دقیق‌تر از سایر حالت‌های بدون تحمل وزن می‌باشد (۵۳). با توجه به این که تحمل وزن و اعمال نیرو می‌تواند بر دقت حس وضعیت تأثیرگذار باشد، دلیل برتری زانو نسبت به ران و تنه را می‌توان توجیه نمود.

Gurney و همکاران در تحقیق خود به این نتیجه رسید که خستگی عضله نقشی در کاهش حس وضعیتی مفصل ایفا نمی‌کند. این اختلاف ممکن است به علت مقدار کم نیروی عضلانی و به کارگیری خستگی موضعی در آن باشد (۴۲). George و South نیز در بررسی اثر خستگی عضلات پرونتال بر حس وضعیت مفصل میج پا، دریافتند که خستگی عضله باعث افزایش خطای بازسازی زاویه نمی‌شود. آن‌ها عنوان کردند که گیرنده‌های حس عمقی در مفصل میج پا اغلب مربوط به آوران‌های کپسول و لیگامان است تا آوران‌های عضله و

خستگی‌های مختلف بر روی سایر مفاصل و همچنین، مقایسه قدرت و حس وضعیت بررسی گردد.

### نتیجه‌گیری

به نظر می‌رسد که وجود خستگی در عضلات ارکتور اسپاین، می‌تواند باعث بروز آسیب و بر هم خوردن تعادل در تنه و حرکات ران گردد.

### تشکر و قدردانی

مطالعه حاضر بر اساس فعالیتی پژوهشی و با کمک از استادان متخصص در این حوزه در دانشکده علوم ورزشی دانشگاه خوارزمی انجام گرفت. بدین وسیله نویسندگان از استادان آزمایشگاه بیومکانیک دانشکده علوم ورزشی، جناب آقای دکتر خالقی و جناب آقای دکتر عباسی که در فرایند انجام پژوهش همکاری نمودند، تشکر و قدردانی به عمل می‌آورند. همچنین، از کلیه آزمودنی‌ها به جهت مشارکت در اجرای طرح سپاسگزاری می‌گردد.

### نقش نویسندگان

علی عباسی، طراحی و ایده‌پردازی، تحلیل داده‌ها و راهنمایی در چگونگی انجام تحقیق، ناجی قهرمانی، فراهم کردن تجهیزات و نمونه‌ها، کمک در تنظیم دست‌نوشته، خدمات پشتیبانی و اجرایی و علمی مطالعه، جمع‌آوری داده‌ها، شهاب قهرمانی، تحلیل و تفسیر نتایج، خدمات پشتیبانی و اجرایی - علمی مطالعه، تنظیم دست‌نوشته، ارزیابی تخصصی دست‌نوشته از نظر مفاهیم علمی و تأیید دست‌نوشته نهایی جهت ارسال به مجله را بر عهده داشتند.

### منابع مالی

پژوهش حاضر طبق منشور و موازین اخلاق پژوهش وزارت علوم، تحقیقات و فن‌آوری با IR.SSRI.REC.1396.139 و با حمایت مالی نویسندگان انجام گردید. دانشگاه خوارزمی در جمع‌آوری داده‌ها، تحلیل و گزارش آن‌ها، تنظیم دست‌نوشته و تأیید نهایی مقاله برای انتشار اعمال نظر نداشته است.

### تعارض منافع

انجام و انتشار یافته‌های طرح تعارضی با منافع نویسندگان و حامیان مالی نداشت.

همچنین، ممکن است که دیگر عضلات اطراف مچ پا که خسته نشده‌اند، جبران‌کننده خستگی عضلات پرونتال باشند (۵۳). از جمله مطالعاتی که تأثیر خستگی را بر حس عمقی رد کرد، تحقیق Guo و همکاران بود. آن‌ها به این نتیجه رسیدند که خستگی عضلات چرخاننده داخلی شانه، تأثیری بر حس وضعیت مفصل گنوهومرال ندارد. همچنین، خطای بازسازی زاویه در مفصل گنوهومرال را به صورت فعال قبل و بعد از خستگی عضلات چرخاننده داخلی شانه اندازه‌گیری کردند و بیان نمودند که خستگی تأثیری بر حس وضعیت مفصل شانه ندارد (۵۴).

تاکنون تحقیقات زیادی در مورد تأثیر خستگی عضلات ارکتور بر کنترل وضعیت صورت نگرفته است، اما اغلب مطالعات نشان دهنده اختلال تعادل در اثر خستگی عضلانی و در نتیجه، افزایش زمان خطای بازسازی در اندام تحتانی می‌باشد که با نتایج پژوهش حاضر مطابقت دارد. هنگام ایجاد خستگی، توانایی تولید پاسخ‌های عضلانی مناسب که برای حفظ ثبات مفصل لازم است، کاهش می‌یابد. این مسأله سبب افزایش نوسانات وضعیتی می‌گردد. نتایج به دست آمده از مطالعه حاضر نیز تأییدکننده تحقیقات صورت گرفته در این زمینه می‌باشد. به طور کلی، مطالعه حاضر مبنی بر کاهش توانایی کنترل ثبات وضعیت پویا در فعالیت‌ها و جلوگیری از آسیب‌های وارد آمده به مفاصل اندام تحتانی، می‌تواند مفید باشد؛ چرا که افراد با حس وضعیت ضعیف، در برابر آسیب‌ها مستعدتر هستند که یافته‌های پژوهش Hiemstra و همکاران (۱۴) با این عقیده همخوانی داشت. نقص در حس عمقی می‌تواند منجر به آسیب مفصل شود (۱۴). همچنین، توانایی درک حس وضعیت اندام تحتانی و تنظیم وضعیت آن متناسب با پیام حسی دریافت شده، برای جلوگیری از آسیب‌های اندام تحتانی الزامی است (۵۴). بدین ترتیب، می‌توان گفت که با بهبود استقامت عضلانی، می‌توان زمان رسیدن به خستگی را افزایش داد و به دنبال آن، از کاهش توانایی کنترل وضعیتی ناشی از آن و آسیب‌های بالقوه احتمالی جلوگیری به عمل آورد.

### محدودیت‌ها

از جمله محدودیت‌های تحقیق حاضر می‌توان به در دسترس نبودن تعداد بیشتری آزمودنی و همچنین، کنترل شرایط استراحت و روحی ورزشکاران که شاید بر اجرای تست تأثیرگذار باشد، اشاره نمود.

### پیشنهادها

بر اساس نتایج به دست آمده از پژوهش حاضر، پیشنهاد می‌گردد که تأثیر

### References

1. Rahimi M, Halabchi F, Ghasemi G, Zolaktaf V. Prevalence of karate injuries in professional karate kai in Isfahan. Ann Mil Health Sci Res 2009; 7(3): 201-7. [In Persian].
2. Gribble PA, Tucker WS, White PA. Time-of-day influences on static and dynamic postural control. J Athl Train 2007; 42(1): 35-41.
3. Cote KP, Brunet ME, Gansneder BM, Shultz SJ. Effects of pronated and supinated foot postures on static and dynamic postural stability. J Athl Train 2005; 40(1): 41-6.
4. Winter DA, Patla AE, Frank JS. Assessment of balance control in humans. Med Prog Technol 1990; 16(1-2): 31-51.
5. Shumway-Cook A, Woollacott MH. Nomal postural control In: Shumway-Cook A, Woollacott MH, editors. Motor control: Theory and practical applications. Philadelphia, PA: Lippincott Williams and Wilkins; 2001. p. 136-91.
6. Rinaldi NM, Polastri PF, Barela JA. Age-related changes in postural control sensory reweighting. Neurosci Lett 2009; 467(3): 225-9.
7. Riemann BL, Caggiano NA, Lephart SM. Examination of a clinical method of assessing postural control during a functional

- performance task. *J Sport Rehabil* 1999; 8(3): 171-83.
8. Hughes T, Rochester P. The effects of proprioceptive exercise and taping on proprioception in subjects with functional ankle instability: A review of the literature. *Phys Ther Sport* 2008; 9(3): 136-47.
  9. Neisi K, Ebrahimi A, Goharpey Sh. Survey effect of start degree and aim degree on knee joint position sense assessment in healthy men. *J Semnan Univ Medl Sci*. 2006; 5(3): 621-27.
  10. Greig M, Walker-Johnson C. The influence of soccer-specific fatigue on functional stability. *Physical Therapy in Sport* 2007; 8(4): 185-90.
  11. Yaggie JA, McGregor SJ. Effects of isokinetic ankle fatigue on the maintenance of balance and postural limits. *Arch Phys Med Rehabil* 2002; 83(2): 224-8.
  12. Gribble PA, Hertel J. Effect of lower-extremity muscle fatigue on postural control. *Arch Phys Med Rehabil* 2004; 85(4): 589-92.
  13. Salavati M, Moghadam M, Ebrahimi I, Arab AM. Changes in postural stability with fatigue of lower extremity frontal and sagittal plane movers. *Gait Posture* 2007; 26(2): 214-8.
  14. Hiemstra LA, Lo IK, Fowler PJ. Effect of fatigue on knee proprioception: implications for dynamic stabilization. *J Orthop Sports Phys Ther* 2001; 31(10): 598-605.
  15. Blackburn T, Guskiewicz KM, Petschauer MA, Prentice WE. Balance and joint stability: The relative contributions of proprioception and muscular strength. *J Sport Rehabil* 2000; 9(4): 315-28.
  16. Jackson ND, Gutierrez GM, Kaminski T. The effect of fatigue and habituation on the stretch reflex of the ankle musculature. *J Electromyogr Kinesiol* 2009; 19(1): 75-84.
  17. Park SE, Moon SH. Effects of trunk stability exercise using proprioceptive neuromuscular facilitation with changes in chair height on the gait of patients who had a stroke. *J Phys Ther Sci* 2016; 28(7): 2014-8.
  18. Hodges PW, Richardson CA. Contraction of the abdominal muscles associated with movement of the lower limb. *Phys Ther* 1997; 77(2): 132-42.
  19. Stickler L, Finley M, Gulgin H. Relationship between hip and core strength and frontal plane alignment during a single leg squat. *Phys Ther Sport* 2015; 16(1): 66-71.
  20. Coorevits P, Danneels L, Cambier D, Ramon H, Vanderstraeten G. Assessment of the validity of the Biering-Sorensen test for measuring back muscle fatigue based on EMG median frequency characteristics of back and hip muscles. *J Electromyogr Kinesiol* 2008; 18(6): 997-1005.
  21. de Santana LM, do Nascimento PRC, Lima TdS, Lopes ACT, Araujo AC, de Azevedo FM, et al. Electromyographic analysis of the vertebral extensor muscles during the Biering-Sorensen Test. *Motriz: Rev Educ Fis* 2014; 20: 112-9.
  22. Destombe C, Lejeune L, Guillodo Y, Roudaut A, Jousse S, Devauchelle V, et al. Incidence and nature of karate injuries. *Joint Bone Spine* 2006; 73(2): 182-8.
  23. Karren A, Maria C. Injuries associated with martial arts. *Sport Med* 2000; 35: 308-13.
  24. Kamayestani AA. Investigation of common sports injury rate among male karatekas of Azarbaijan Sharghi [BSc Thesis]. Tabriz, Iran: University of Tabriz; 2005. [In Persian].
  25. Harkins KM, Mattacola CG, Uhl TL, Malone TR, McCrory JL. Effects of 2 ankle fatigue models on the duration of postural stability dysfunction. *J Athl Train* 2005; 40(3): 191-4.
  26. Vuillerme N, Anziani B, Rougier P. Trunk extensor muscles fatigue affects undisturbed postural control in young healthy adults. *Clin Biomech (Bristol, Avon)* 2007; 22(5): 489-94.
  27. Taheri Asghari A, Saraf Zadeh J, Mansoor Sobhani S, Talebian S, Keyhani MR. Effects of ankle muscles fatigue on dynamic postural stability in healthy women athlete. *J Mod Rehabil* 2010; 3(3-4): 1-9.
  28. Shafipour A, Shojaedin SS. The comparison of knee joint position sense in soccer player, volleyball player and non-athlete men. *J Shahrekord Univ Med Sci*. 2014; 16(3): 33-42. [In Persian].
  29. Shenouda MMSS, Draz AH, Shendy W. Relationship between proprioception and trunk muscles strength at different Trunk velocities in patients with lumbar disc prolapse. *Bull Fac Ph Th Cairo Univ* 2011; 16(1): 135-41.
  30. Fouladi R, Nasserri N, Rajabi R, Geranmayeh M. Joint position sense of the knee in healthy female athletes across the menstrual cycle. *Koomesh* 2010; 12(1): 31-8. [In Persian].
  31. Berg K, Wood-Dauphinee S, Williams JI. The Balance Scale: reliability assessment with elderly residents and patients with an acute stroke. *Scand J Rehabil Med* 1995; 27(1): 27-36.
  32. Petrella RJ, Lattanzio PJ, Nelson MG. Effect of age and activity on knee joint proprioception. *Am J Phys Med Rehabil* 1997; 76(3): 235-41.
  33. Baker V, Bennell K, Stillman B, Cowan S, Crossley K. Abnormal knee joint position sense in individuals with patellofemoral pain syndrome. *J Orthop Res* 2002; 20(2): 208-14.
  34. Alizadeh MH, Zarei M, Samadi H. Comparison of knee position sense between elite male soccer, futsal and beach soccer players. *Journal of Sport Medicine Review* 2013; 4(12): 81-96. [In Persian].
  35. Matsuda S, Demura S, Uchiyama M. Centre of pressure sway characteristics during static one-legged stance of athletes from different sports. *J Sports Sci* 2008; 26(7): 775-9.
  36. Bruniera CA, Rogerio FR, Rodacki AL. Stabilometric response during single-leg stance after lower limb muscle fatigue. *Braz J Phys Ther* 2013; 17(5): 464-9.
  37. Akuthota V, Nadler SF. Core strengthening. *Arch Phys Med Rehabil* 2004; 85(3 Suppl 1): S86-S92.

38. Johanson E, Brumagne S, Janssens L, Pijnenburg M, Claeys K, Paasuke M. The effect of acute back muscle fatigue on postural control strategy in people with and without recurrent low back pain. *Eur Spine J* 2011; 20(12): 2152-9.
39. Delgado G, Coghlin C, Earle K, Holek A, O'Hare K. Trunk extensor muscle fatigue does not affect postural control during upright static stance in young-adults and middle-aged adults. *WURJ Health and Natural Sciences* 2011; 2: 1-7.
40. Myers JB, Guskiewicz KM, Schneider RA, Prentice WE. Proprioception and neuromuscular control of the shoulder after muscle fatigue. *J Athl Train* 1999; 34(4): 362-7.
41. Refshauge KM, Fitzpatrick RC. Perception of movement at the human ankle: Effects of leg position. *J Physiol* 1995; 488 (Pt 1): 243-8.
42. Gurney B, Milani J, Pedersen ME. Role of fatigue on proprioception of the ankle. *Journal of Exercise Physiology Online* 2000; 3(1) [Online]. Available from: URL: <https://www.asep.org/asep/asep/JEPgurney.html>
43. Gandevia SC. Neural control in human muscle fatigue: Changes in muscle afferents, motoneurons and motor cortical drive [corrected]. *Acta Physiol Scand* 1998; 162(3): 275-83.
44. Lattanzio PJ, Petrella RJ. Knee proprioception: a review of mechanisms, measurements, and implications of muscular fatigue. *Orthopedics* 1998; 21(4): 463-70. Willems T, Witvrouw E, Verstuyft J, Vaes P, De Clercq D. Proprioception and muscle strength in subjects with a history of ankle sprains and chronic instability. *J Athl Train* 2002; 37(4): 487-93.
45. Nawata K, Teshima R, Morio Y, Hagino H, Enokida M, Yamamoto K. Anterior-posterior knee laxity increased by exercise. Quantitative evaluation of physiologic changes. *Acta Orthop Scand* 1999; 70(3): 261-4.
46. Rozzi SL, Lephart SM, Gear WS, Fu FH. Knee joint laxity and neuromuscular characteristics of male and female soccer and basketball players. *Am J Sports Med* 1999; 27(3): 312-9.
47. Bigland-Ritchie BR, Furbush FH, Gandevia SC, Thomas CK. Voluntary discharge frequencies of human motoneurons at different muscle lengths. *Muscle Nerve* 1992; 15(2): 130-7.
48. Nyland JA, Shapiro R, Stine RL, Horn TS, Ireland ML. Relationship of fatigued run and rapid stop to ground reaction forces, lower extremity kinematics, and muscle activation. *J Orthop Sports Phys Ther* 1994; 20(3): 132-7.
49. Forestier N, Teasdale N, Nougier V. Alteration of the position sense at the ankle induced by muscular fatigue in humans. *Med Sci Sports Exerc* 2002; 34(1): 117-22.
50. Proske U, Wise AK, Gregory JE. The role of muscle receptors in the detection of movements. *Prog Neurobiol* 2000; 60(1): 85-96.
51. Bouet V, Gahery Y. Muscular exercise improves knee position sense in humans. *Neurosci Lett* 2000; 289(2): 143-6.
52. South M, George KP. The effect of peroneal muscle fatigue on ankle joint position sense. *Physical Therapy in Sport* 2007; 8(2): 82-7.
53. Barrett DS, Cobb AG, Bentley G. Joint proprioception in normal, osteoarthritic and replaced knees. *J Bone Joint Surg Br* 1991; 73(1): 53-6.
54. Guo LY, Lin CF, Yang CH, Hou YY, Chen SK, Wu WL. Evaluation of internal rotator muscle fatigue on shoulder and scapular proprioception. *J Mech Med Biol* 2011; 11(3): 663-74.



## The Effect of Erector Spinae Muscle Fatigue on the Sensation of Trunk, Hip, and Knee Position among the Male Karate Athletes

Shahab Ghahremani<sup>1</sup>, Najji Ghahremani<sup>1</sup>, Ali Abbasi<sup>2</sup>

### Original Article

#### Abstract

**Introduction:** Proprioception (PP) and balance play a significant role in improving performance and preventing acute and chronic sport injuries. Muscle fatigue can be one of the factors that may interfere with signaling sensory input to the brain, and disturb the balance. The effect of muscle fatigue on this sensation has hardly been studied. The aim of this study was to investigate the effect of erector spinae muscle fatigue on the sensation (PP) of trunk, hip and knee among the male Karate athletes.

**Materials and Methods:** 10 male karate athletes participating in Iranian national league matches were recruited in this study. Absolute error of active angles reconstruction (the trunk in 45 degrees of flexion, the hip in 30 degrees of abduction and flexion in open kinetic chain, and the knee in 30 and 60 degrees of flexion in closed kinetic chain) was measured by filming and analyzed, using AutoCAD software in pretest and posttest. Sorensen test was used as fatigue protocol.

**Results:** The t test showed that erector spinae muscle fatigue had a significant effect on trunk flexion in 45 degrees ( $P = 0.046$ ), and dominant ( $P = 0.001$ ), and non-dominant ( $P = 0.001$ ) hip joint in 30 degrees of abduction; but did not have any significant effect on positioning sensation of dominant ( $P = 0.434$ ) and non-dominant ( $P = 0.703$ ) hip flexion in 30 degrees, dominant ( $P = 0.148$ ) and non-dominant ( $P = 0.204$ ) knee flexion in 30 degrees, and dominant ( $P = 0.417$ ) and non-dominant ( $P = 0.439$ ) knee flexion in 60 degrees.

**Conclusion:** According to the obtained results, erector spinae muscle fatigue in Karate athletes is likely to cause disruption in their trunk and hip position sensations, which can be the probable cause of lower-limbs injury and instability, particularly in the hips. Erector spinae muscle fatigue, however, may have no significant effect on knee position sensation or the injury potential of this joint.

**Keywords:** Knee joint, Proprioception, Fatigue, Posture

**Citation:** Ghahremani S, Ghahremani N, Abbasi A. **The Effect of Erector Spinae Muscle Fatigue on the Sensation of Trunk, Hip, and Knee Position among the Male Karate Athletes.** J Res Rehabil Sci 2017; 13(5): 239-46.

Received: 21.10.2017

Accepted: 16.11.2017

1- Department of Biomechanics, School of Sport Sciences, Kharazmi University, Tehran, Iran

2- Assistant Professor, Department of Biomechanics, School of Sport Sciences, Kharazmi University, Tehran, Iran

**Corresponding Author:** Shahab Ghahremani, Email: shahab.ghahremani.bio@gmail.com

## مقایسه تأثیر ۱۲ هفته تمرینات Tai Chi و مصرف مکمل گلوکوزامین سولفات بر تعادل زنان سالمند مبتلا به آستئوآرتریت زانو

الهام عطاری<sup>۱</sup>، الهه عرب عامری<sup>۲</sup>، شهزاد طهماسبی بروجنی<sup>۲</sup>

### مقاله پژوهشی

### چکیده

**مقدمه:** استئوآرتریت زانو، از شایع‌ترین مشکلات اسکلتی-عضلانی سالمندان است که منجر به کاهش تعادل و زمین خوردن می‌شود. از این رو، مطالعه حاضر با هدف مقایسه تأثیر یک دوره تمرینات Tai Chi و مکمل گلوکوزامین سولفات بر تعادل زنان سالمند مبتلا به استئوآرتریت زانو انجام شد.

**مواد و روش‌ها:** مطالعه حاضر، از نوع کارآزمایی بالینی بود و بر روی ۷۵ زن سالمند مبتلا استئوآرتریت زانو که شدت بیماری آن‌ها با مقیاس Kellegeren و Lawrence همگن‌سازی شده بود، انجام گردید. افراد با تخصیص تصادفی در سه گروه تمرینات Tai Chi، مکمل گلوکوزامین سولفات و شاهد قرار گرفتند. گروه Tai Chi، به مدت سه ماه هفته‌ای سه جلسه تمرینات Tai Chi را انجام دادند و گروه مکمل، با تجویز پزشک، هفته‌ای ۳ مرتبه مکمل گلوکوزامین سولفات مصرف کردند و گروه شاهد مداخله‌ای دریافت نکردند. تعادل ایستا، با دستگاه تعادل سنج (حالت چشم باز و بسته) و تعادل پویا با آزمون زمان‌دار بلند شدن و رفتن (Timed up and go یا TUG) قبل و بعد از مداخله اندازه‌گیری شد. داده‌ها با آزمون Dependent t و One-way ANOVA در سطح معنی‌داری  $P > 0/05$  تجزیه و تحلیل شدند.

**یافته‌ها:** تمرین Tai Chi، تأثیر معنی‌داری در بهبود نتایج آزمون‌ها قبل و بعد از مداخله در تعادل ایستا چشم باز ( $t = 9/57$  و  $P = 0/001$ )، تعادل ایستا چشم بسته ( $t = 5/30$  و  $P = 0/001$ ) و تعادل پویا ( $t = 8/54$  و  $P = 0/001$ ) ایجاد کرد و متغیر مکمل تنها در نتایج آزمون تعادل پویا ( $t = 2/21$  و  $P = 0/040$ ) بهبود معنی‌داری ایجاد کرد و در گروه شاهد در مقایسه نتایج پیش از مداخله و پس از مداخله، تغییری مشاهده نشد. در بررسی تفاوت‌های بین سه گروه با استفاده از آزمون ANOVA، تنها تفاوت بین گروه تمرین و شاهد در تعادل ایستا چشم باز و بسته ( $P = 0/010$ ) و تعادل پویا ( $P = 0/040$ ) از لحاظ آماری معنی‌دار بود.

**نتیجه‌گیری:** به نظر می‌رسد تمرینات Tai Chi، موجب کاهش معنی‌دار نوسانات قامت و بهبود تعادل در سالمندان مبتلا به استئوآرتریت زانو می‌شود و از بین دو متغیر تمرین و مکمل گلوکوزامین سولفات، تمرین متغیر اثرگذاری بوده است.

**کلید واژه‌ها:** استئوآرتریت زانو، تمرین درمانی، گلوکوزامین، زمین خوردن، سالمندی، زنان

**ارجاع:** عطاری الهام، عرب عامری الهه، طهماسبی بروجنی شهزاد. مقایسه تأثیر ۱۲ هفته تمرینات Tai Chi و مصرف مکمل گلوکوزامین سولفات بر تعادل زنان سالمند مبتلا به استئوآرتریت زانو. پژوهش در علوم توانبخشی ۱۳۹۶؛ ۱۳ (۵): ۲۴۷-۲۵۴

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۸/۲۸

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۷/۱۶

و پویا (حرکت فعال مرکز فشار حین ایستادن، راه رفتن یا هر مهارت دیگر) تعریف شده است. حفظ تعادل، نیازمند فعل و انفعال پیچیده‌ای بین عوامل داخلی (حس عمقی، حس شنوایی و بینایی) و عضلانی است و این فعل و انفعالات، اثر متقابلی بر شبکه عصبی و بازخوردهای حرکتی گذاشته است (۳). کاهش تعادل و حس عمقی مفصل در افراد مبتلا به استئوآرتریت زانو به همراه ضعف عضلانی (عضلات آبداکتور ران، اکستنسورها و فلکسورهای زانو و عضلات دورسی فلکسور مچ پا) منجر به قرارگیری مرکز ثقل در مقابل مفصل مچ پا می‌شود (۴) و فرد مجبور به استفاده از راهبردهای متفاوت برای ایستادن و راه رفتن می‌گردد

### مقدمه

استئوآرتریت زانو، یکی از شایع‌ترین مشکلات اسکلتی-عضلانی در میان سالمندان است که ۴۰-۳۰ درصد افراد ۶۵ ساله را درگیر کرده و میزان آن در زنان بیشتر (۷۲/۶ درصد) گزارش شده است (۱). این بیماری، باعث تخریب مفاصل سینوویال، تحلیل غضروف مفصلی، کاهش میزان تعادل، کاهش حس عمقی مفصلی، اختلال در هماهنگی عصبی-عضلانی و ضعف عضلانی می‌شود و میزان زمین خوردن در این افراد را افزایش می‌دهد (۱-۲). تعادل به دو صورت ایستا (توانایی حفظ مرکز ثقل در محدوده سطح اتکا)

۱- دانشجوی دکتری، گروه رفتار حرکتی، دانشکده تربیت بدنی، پردیس البرز، دانشگاه تهران، تهران، ایران

۲- دانشیار، گروه رفتار حرکتی، دانشکده تربیت بدنی، دانشگاه تهران، تهران، ایران

Email: eameri@ut.ac.ir

نویسنده مسؤول: الهه عرب عامری



## مواد و روش‌ها

این مطالعه، از نوع کارآزمایی بالینی بود و بر روی ۷۵ بیمار مبتلا به استئوآرتروز زانو در شهر قزوین در سال ۱۳۹۶ انجام شد. شیوه‌نامه این مطالعه توسط کمیته اخلاق در پژوهش دانشگاه زیست پزشکی سبزوار با شناسه IR.IAU.S.REC.1396.16 تصویب شده است و از قوانین Helsinki تبعیت می‌کند و دارای تأییدیه کارآزمایی بالینی به شماره ۱۸۰۳۱۴۰۳۹۰۹۲۸۱ IRCT۲۰۱۸۰۳۱۴۰۳۹۰۹۲۸۱ می‌باشد. افراد با رضایت‌نامه کتبی و آگاهانه وارد مطالعه شدند و هر زمان که تمایل داشتند، می‌توانستند از مطالعه خارج شوند. حجم نمونه با استفاده از نرم‌افزار G\*Power با  $\alpha = 0.01$  و توان آماری ۸۰ درصد برای هر گروه، ۲۵ نفر تعیین شد (۱۴).

معیارهای ورود به تحقیق، شامل سن بالای ۶۰ سال، استئوآرتروز زانو دو طرفه با شدت متوسط (درجه ۲ و ۳) (۱)، مصرف نکردن دارو برای استئوآرتروز زانو (۱) و عدم انجام تمرین ورزشی منظم (۲ روز یا بیشتر در هفته) (۱۵) و داشتن توانایی ذهنی (۱۰) بود. داشتن بیماری نورولوژیک مؤثر بر تعادل، دیابت، بیماری قلبی-تنفسی و مفصلی شدید (۱۵)، بدشکلی اندام تحتانی، استفاده از وسایل کمکی برای راه رفتن، سرگیجه و استفاده از داروهای مؤثر بر تعادل معیارهای خروج از تحقیق بود (۱۶).

با فراخوان عمومی از طریق نصب بنر و پخش تراکت در سطح شهر قزوین و برگزاری همایش ورزش سالمندی و آرتروز، افراد مبتلا به استئوآرتروز زانو به مطالعه فراخوانده شدند. افراد داوطلب توسط متخصص طب فیزیکی و توانبخشی واحد مورد بررسی قرار گرفتند و تشخیص استئوآرتروز زانو در آن‌ها بر اساس معیار Kellegeren و Lawrence با استفاده از رادیوگرافی زانو و علائم بالینی تأیید شد (۱۷). این مقیاس، دارای ۵ درجه بود و درجه صفر عدم وجود استئوآرتروز زانو و درجه ۴ شدیدترین حالت را نشان می‌دهد و افرادی که درجه استئوآرتروز آن‌ها توسط پزشک ۲ و ۳ تشخیص داده شد، برای مطالعه انتخاب شدند. توانایی ذهنی آزمودنی‌ها، با استفاده از آزمون کوتاه وضعیت ذهنی (Mini mental status test یا MMST) که در ایران اعتباریابی شده و روایی و پایایی آن ۰/۸۱ است، تعیین شد (۱۸). بیشینه نمره این آزمون، ۳۰ می‌باشد و افرادی اجازه ورود به مطالعه را داشتند که نمره بالاتر از ۲۴ را از این آزمون کسب کردند. افراد واجد شرایط بعد از معاینه و تأیید پزشک از نماینده طرح یکی از کارت‌های رنگی (سبز، زرد و آبی به ترتیب برای گروه‌های Tai Chi، مکمل و شاهد) را که ترتیب آن‌ها بر اساس جدول اعداد تصادفی، توسط محقق مشخص شده بود، دریافت کردند و با توجه به رنگ کارت دریافتی که تنها برای شخص محقق مشخص بود، در یکی از سه گروه قرار گرفتند. در ابتدا و انتهای مطالعه، کلیه آزمودنی‌ها از نظر تعادل ایستا (چشم باز و بسته) و تعادل پویا (عملکردی) ارزیابی شدند. همچنین، با توجه به ماهیت مداخله، امکان کورسازی وجود نداشت.

تعادل پویا با استفاده از آزمون بلند شدن و رفتن (Timed up and go) یا TUG که نمره‌دهی آن به صورت زمان اجرای مراحل آزمون بود، اندازه‌گیری شد. مراحل شامل نشست روی صندلی به ارتفاع ۴۶ سانتی‌متر و گذاشتن دست‌ها روی دسته صندلی بود که بعد از اعلام دستور «شروع کن»، فرد باید از صندلی خود بلند شود و فاصله‌ای به مسافت ۳ متر در امتداد خط مستقیم را طی کند و برگردد و در صندلی خود بنشیند (۱۹). هر فرد، سه بار آزمون را انجام داد و میانگین زمان اجرای سه بار به عنوان رکورد وی ثبت گردید و کسب زمان کمتر برای انجام این آزمون نشان دهنده تعادل پویای بیشتر بود. روایی و پایایی این آزمون برای سالمندان ایرانی ۰/۹۹ می‌باشد (۲۰).

و میزان زمین خوردن افزایش می‌یابد؛ اما این آمار به طور دقیق مشخص نیست (۵). اختلال در تعادل در این بیماران، به صورت افزایش دامنه و سرعت نوسان وضعیت بدن گزارش شده است (۱). انجمن روماتولوژی آمریکا، اعلام کرده است که زمین خوردن مهم‌ترین عامل مرگ و میر و ناتوانی در سالمندان است؛ به طوری که یک سوم از افراد بالای ۶۵ سال و ۵۰ درصد از افراد بالای ۸۰ سال، حداقل سالی یک بار زمین خوردن را تجربه کرده‌اند (۶) و جراحات ناشی از آن، سالانه بیش از ۲۰ میلیون دلار هزینه بر سیستم‌های بهداشتی تحمیل می‌کند که باعث افت کیفیت زندگی، بالا رفتن هزینه‌های نگهداری، عوارض جسمانی، روانی، اجتماعی و اقتصادی زیادی می‌شود؛ به گونه‌ای که حتی ممکن است موجب مرگ آن‌ها شود (۷). با توجه به روند رو به رشد چاقی و سالمندی، شیوع این بیماری و هزینه‌های اقتصادی آن نیز رو به افزایش است (۸). از این رو، نیاز به اعمال مداخله‌های مناسب برای سالمندان مبتلا به استئوآرتروز زانو، بیش از پیش نیاز است.

درمان‌های دارویی، تریق درون مفصلی، جراحی، استفاده از بریس و وسایل کمکی برای کاهش فشار و مداخله‌های محافظه‌کارانه نظیر حرکت درمانی و استفاده از مکمل گلوکوزامین سولفات، از درمان‌هایی است که برای بهبود عوارض استئوآرتروز زانو می‌توان نام برد. سازمان جراحان حرفه‌ای آمریکا و انجمن روماتولوژی، مداخله‌های محافظه‌کارانه را به عنوان راهبرد اصلی برای کنترل استئوآرتروز زانو پیشنهاد کرده‌اند (۸). انجام تمرینات مختلف ورزشی و شیوه زندگی فعال، برای کاهش نشانه‌ها و عوارض استئوآرتروز مفید است و بهبود تعادل، انعطاف‌پذیری، قدرت و دامنه حرکتی مفصل را به همراه دارد و باعث می‌شود عضو صدمه دیده در بهترین وضعیت عملکردی قرار گیرد (۸). مطالعاتی شامل بررسی تأثیر تمرین در آب، تمرینات قدرتی، استقامتی و یوگا بر تعادل سالمندان صورت گرفته است (۹، ۱۰). با توجه به تأثیر مثبت تمرین درمانی بر این بیماری، امروزه ورزش Tai Chi به دلیل ماهیت حرکات آن که شامل انتقال وزن می‌باشد و به آهستگی و با کمترین تنش عضلانی و همراه با تنفس‌های عمیق صورت می‌گیرد، یکی از بهترین شیوه‌های حرکت درمانی برای این بیماران در نتایج تحقیقات خارجی گزارش شده و باعث افزایش تعادل، توسعه و بهبود هماهنگی و کنترل حرکتی شده است (۱۰).

استفاده از مکمل گلوکوزامین سولفات نیز یکی از روش‌های درمانی است که در آمریکا و سایر کشورها به عنوان داروی ایمن برای بهبود عملکرد و کاهش عوارض بیماری در افراد مبتلا به استئوآرتروز زانو که بالای ۵۰ سال سن دارند، مورد استفاده قرار گرفته و نسبت به داروهای مسکن، از اثربخشی بیشتری برخوردار است، اما نتایج در این زمینه متناقض است (۱۱). برخی مطالعات، نشان دهنده بهبود تعادل، عملکرد حرکتی و کاهش درد در بیماران است و برخی نشان از بی‌اثر بودن آن دارند (۱۲). در تحقیقات داخلی نیز مطالعات اندکی در این زمینه صورت گرفته است. رضائی و نکو زاد بعد از ۶ و ۱۲ هفته مصرف مکمل گلوکوزامین، بهبود معنی‌داری در عملکرد و میزان درد سالمندان ۴۵-۷۵ ساله مبتلا به استئوآرتروز زانو گزارش کردند (۱۳).

با توجه به نتایج مطالعات پیش‌گفته، اثرات مصرف مکمل گلوکوزامین سولفات و تمرین بر بهبود این بیماران در یک مطالعه واحد بررسی و مقایسه نشده بود. از این رو، مطالعه حاضر، با هدف مقایسه تأثیر یک دوره تمرین Tai Chi و مکمل گلوکوزامین سولفات بر تعادل زنان سالمند مبتلا به استئوآرتروز زانو انجام شد.

جدول ۱. مشخصات دموگرافیک آزمودنی‌ها (میانگین  $\pm$  انحراف معیار) در گروه‌های مورد مطالعه ( $n = 25$  در تمام گروه‌ها)

گروه	وزن (kg)	قد (cm)	سن (سال)	شاخص توده بدن ( $\text{kg/m}^2$ )
تمرین	$70.51 \pm 5.88$	$154.58 \pm 4.14$	$64.30 \pm 3.48$	$28.82 \pm 4.04$
مکمل	$70.52 \pm 5.85$	$155.00 \pm 4.43$	$64.39 \pm 3.40$	$30.11 \pm 4.33$
شاهد	$71.76 \pm 4.76$	$153.68 \pm 4.28$	$64.92 \pm 4.16$	$30.13 \pm 4.42$

\* سطح معنی‌داری  $P > 0.050$ 

SPSS نسخه ۱۷ (version 17, SPSS Inc., Chicago, IL) انجام شد.

### یافته‌ها

تعداد ۲۵ نفر در هر گروه وارد مطالعه شدند و همه آن‌ها مطالعه را به اتمام رساندند. سه گروه از نظر سن، قد و وزن تفاوت معنی‌داری نداشتند. اطلاعات توصیفی شرکت کنندگان تحقیق در سه گروه به شرح جدول ۱ می‌باشد.

نتایج آزمون *t* Dependent در مقایسه قبل و بعد از اعمال مداخله برای هر یک از سه گروه تمرین Tai Chi، مکمل گلوکوزامین سولفات و شاهد برای متغیرهای تعادل ایستا (چشم باز) در جدول ۲، متغیرهای تعادل ایستا (چشم بسته) در جدول ۳ و تعادل پویا در جدول ۴ قابل مشاهده است.

با تأیید توزیع طبیعی داده‌ها و همگنی واریانس‌ها ( $P < 0.050$ )، در نتایج پیش از مداخله اختلاف معنی‌داری بین گروه‌های مورد مطالعه، مشاهده نشد ( $P < 0.050$ )، اما بعد از مداخله بین سه گروه تمرین، مکمل و شاهد در تعادل ایستا چشم باز و چشم بسته ( $P = 0.010$ ) و در تعادل پویا ( $P = 0.040$ ) اختلاف معنی‌داری مشاهده شد. جدول ۵، نشان دهنده نتایج آزمون ANOVA بعد از مداخله بین سه گروه می‌باشد.

به منظور مشاهده جایگاه دقیق معنی‌داری، نتایج آزمون تعقیبی Tukey نشان داد که در تعادل ایستا چشم باز ( $P = 0.010$ ) و چشم بسته ( $P = 0.010$ ) و تعادل پویا ( $P = 0.040$ )، تنها اختلاف بین گروه تمرین و شاهد از لحاظ آماری معنی‌دار بود. جدول ۶ نشان دهنده نتایج آزمون تعقیبی Tukey می‌باشد.

### بحث

نتایج مطالعه حاضر نشان داد که تمرینات Tai Chi، باعث بهبود معنی‌دار تعادل ایستا (چشم باز و بسته) و تعادل پویا (عملکردی) شد و مکمل گلوکوزامین، تنها بهبود معنی‌داری در تعادل پویا در زنان سالمند مبتلا به استئوآرتریت زانو ایجاد کرد. در مقایسه بین سه گروه (تمرین، مکمل و شاهد) در دو متغیر تعادل ایستا (چشم باز و بسته) و تعادل پویا، تفاوت تنها بین گروه تمرین و شاهد از لحاظ آماری معنی‌دار بود.

جدول ۲. نتایج آزمون *t* Dependent در متغیر تعادل ایستا (چشم باز) ( $n = 25$  در تمام گروه‌ها)

آماره	میانگین $\pm$ انحراف معیار	میانگین $\pm$ انحراف معیار	اختلاف میانگین $\pm$ انحراف معیار	مقدار <i>t</i>	مقدار <i>P</i>
گروه	تعادل چشم باز قبل از مداخله (cm)	تعادل چشم باز بعد از مداخله (cm)	قبل و بعد از مداخله (cm)		
گروه تمرین	$1.16 \pm 0.18$	$0.99 \pm 0.14$	$0.17 \pm 0.09$ *	۹/۵۷	۰/۰۰۱
گروه مکمل	$1.04 \pm 0.31$	$1.01 \pm 0.33$	$0.03 \pm 0.12$	۰/۹۸	۰/۳۴۰
گروه شاهد	$1.17 \pm 0.23$	$1.18 \pm 0.24$	$-0.01 \pm 0.03$	-۱/۷۳	۰/۰۹۰

\* سطح معنی‌داری  $P > 0.050$

جدول ۳. نتایج آزمون t Dependent در متغیر تعادل ایستا (چشم بسته) (n = ۲۵ در تمام گروه‌ها)

آماره	میانگین $\pm$ انحراف معیار تعادل چشم بسته قبل از مداخله (cm)	میانگین $\pm$ انحراف معیار تعادل چشم بسته بعد از مداخله (cm)	اختلاف میانگین $\pm$ انحراف معیار قبل و بعد از مداخله (cm)	مقدار t	مقدار P
گروه تمرین	۱/۲۲ $\pm$ ۰/۴۳	۱/۰۲ $\pm$ ۰/۳۹	۰/۱۹ $\pm$ ۰/۱۸*	۵/۳۰	۰/۰۰۱
گروه مکمل	۱/۲۴ $\pm$ ۰/۳۷	۱/۱۶ $\pm$ ۰/۴۰	۰/۰۸ $\pm$ ۰/۱۴	۲/۰۲	۰/۰۶۰
گروه شاهد	۱/۳۳ $\pm$ ۰/۵۱	۱/۳۸ $\pm$ ۰/۴۷	-۰/۰۴ $\pm$ ۰/۱۲	-۱/۹۶	۰/۰۶۰

\* سطح معنی داری  $P > ۰/۰۵۰$ 

حرکت و بهبود شرایط حسی (شرایط نامطلوب بینایی و دهلیزی)، طرز قرارگیری پاها، خم شدن آن‌ها و انتقال وزن از یک پا به پای دیگر در حین انجام تمرین Tai Chi، اشاره کرد (۱۰)، اما نتایج به دست آمده، با یافته‌های مطالعه چن و همکاران همسو نبود که می‌توان به طولی بودن مطالعه آن‌ها و وجود یک گروه آزمودنی، ریزش نمونه‌ها به علت نداشتن انگیزه کافی برای ادامه تمرینات اشاره کرد (۱۶).

استواری زانو، با ایجاد شلی کپسول لیگامانی، ضعف و آتروفی عضلانی، اختلال در عملکرد گیرنده‌های مکانیکی عضله در حفظ تعادل پویا که نیازمند استفاده از داده‌های جمع‌آوری شده توسط گیرنده‌های مکانیکی موجود در اندام تحتانی و تنه، ترکیب درون‌دادهای بصری، دهلیزی و حسی - حرکتی جهت کنترل وضعیت مرکز ثقل در محدوده سطح اتکا می‌باشد، اختلال ایجاد می‌کند و باعث کاهش تعادل و افزایش میزان زمین خوردن می‌شود که تمرین Tai Chi در پیش‌گیری از این موارد، نقش مهمی ایفا می‌نماید (۱).

همچنین، مصرف گلوکوزامین سولفات، تنها در متغیر تعادل عملکردی (پویا) مؤثر واقع شد و در متغیر تعادل ایستا (چشم باز و بسته) تغییر معنی داری ایجاد نکرد، اما نتایج دیگر تحقیقات در این زمینه ضد و نقیض است. در مطالعه کوچارز و همکاران که بر روی تأثیر انواع ترکیبات گلوکوزامین سولفات (بلورهای گلوکوزامین سولفات نسبت به دیگر مشتقات گلوکوزامین) بر بهبود آرتروز مقایسه‌ای انجام شد، به این نتیجه رسیدند که گلوکوزامین سولفات در رفع التهاب مفصل و اثرات اصلاحی بر استواریت مؤثر است و استفاده از گلوکوزامین یک انتخاب بی‌ضرر برای کاهش پیشرفت بیماری و نیاز به جراحی مفصل است (۱۱). در مطالعه دیگری، مصرف گلوکوزامین سولفات و کندروتین به تنهایی یا مصرف هم‌زمان، تأثیری در بهبود علایم آرتروز نظیر بهبود عملکرد و کاهش درد نداشته است (۲۴). از دلایلی که برای عدم قطعیت گلوکوزامین در بهبود علایم آرتروز می‌توان اشاره کرد، دزهای مختلف مصرفی گلوکوزامین سولفات و شکسته شدن آن در دستگاه گوارش و تبدیل آن به دی‌اکسید کربن و اوره و دفع آن می‌باشد (۲۵، ۱۱).

بهبود تعادل ایستا در زنان مبتلا به استواریت زانو پس از اعمال مداخله تمرینی در این مطالعه، مشابه با نتایج حاصل در دیگر مطالعات می‌باشد (۱۶-۱۵، ۱). بهبود تعادل ایستا در گروه تمرین را می‌توان به بهبود اثرات حرکت درمانی مانند تأثیرات فیزیولوژیک، هماهنگی عصبی-عضلانی و تقویت عضلات اندام تحتانی و هماهنگی بیشتر بین تارهای اکتین و میوزین نسبت داد. همچنین، در حفظ تعادل ایستا، از ورودی‌های سیستم بینایی، دهلیزی و حسی-پیکری استفاده می‌شود که احتمال می‌رود یک دوره حرکت درمانی باعث بهبود و تسهیل ورودی‌های هریک از این حواس می‌شود (۱۵، ۱). از دیگر دلایل احتمالی بهبود تعادل، می‌توان به افزایش سازگاری‌های عصبی ناشی از تمرین مانند به کارگیری واحدهای عصبی کارآمدتر، سازمان‌دهی مجدد در قشر حسی-پیکری، افزایش کارایی و قدرت ارتباطات سیناپسی، بهبود کنترل عصبی-عضلانی نظیر کاهش تغییرپذیری در به کارگیری واحدهای حرکتی و بهبود هم‌زمانی واحدهای حرکتی، کاهش واکنش‌های بازدارنده عصبی، کاهش مقاومت مسیرهای عصبی به انتقال تکانه و بهبود و تسهیل در انتقال درون‌دادهای هر یک از حواس اشاره کرد (۲۳).

تمرینات Tai Chi به گونه‌ای طراحی شده‌اند که با انجام حرکات تعادلی (انجام حرکات روی یک پا)، انتقال وزن، حرکات رو به جلو، عقب و پهلو و انجام برخی حرکات در حالت نیمه نشسته و تکرار آرام و روان، باعث بهبود ورودی‌های سیستم دهلیزی، بینایی، حس پیکری و تقویت عضلات اندام تحتانی می‌شوند و پیش‌نیازهای لازم برای ثبات وضعیت و حفظ تعادل را فراهم می‌کنند و در این زمینه، نقش اساسی ایفا می‌نمایند (۱۶).

مطالعه حاضر، بهبود معنی‌دار تعادل عملکردی (پویا) به دنبال تمرین Tai Chi در سالمندان مبتلا به استواریت زانو را نشان داد که با نتایج مطالعات مت و همکاران، کونینگ و همکاران که بهبود در آزمون‌های تعادل پویا (بلند شدن و رفتن، Berg و Romberg) را گزارش کردند، هم‌خوانی داشت (۱۰، ۶). از دلایل آن، می‌توان به بهبود گیرنده‌های حسی و مکانیسم‌های مؤثر در پایداری و ثبات راه رفتن، پیشرفت توانایی کنترل موضعی بدن در حین

جدول ۴. نتایج آزمون t Dependent در متغیر تعادل پویا (n = ۲۵ در تمام گروه‌ها)

آماره	میانگین $\pm$ انحراف معیار قبل از مداخله (ثانیه)	میانگین $\pm$ انحراف معیار بعد از مداخله (ثانیه)	اختلاف میانگین $\pm$ انحراف معیار قبل و بعد از مداخله (ثانیه)	مقدار t	مقدار P
گروه تمرین	۸/۵۶ $\pm$ ۱/۹۷	۷/۹۴ $\pm$ ۱/۷۹	۰/۶۲ $\pm$ ۰/۳۶*	۸/۵۴	۰/۰۱۰
گروه مکمل	۹/۳۲ $\pm$ ۱/۲۱	۸/۹۷ $\pm$ ۱/۰۳	۰/۳۴ $\pm$ ۰/۵۷*	۲/۲۱	۰/۰۴۰
گروه شاهد	۸/۹۲ $\pm$ ۱/۶۶	۹/۰۷ $\pm$ ۱/۶۷	-۰/۱۵ $\pm$ ۰/۶۱	-۱/۲۲	۰/۲۳۰

\* سطح معنی داری  $P > ۰/۰۵۰$

جدول ۵. نتایج آزمون ANOVA بین سه گروه (n = ۲۵ در تمام گروه‌ها)

گروه	آماره	متغیر	میانگین $\pm$ انحراف معیار	F مقدار	درجه آزادی	P مقدار
تمرین مکمل شاهد	تعالد ایستا چشم باز (cm)		۰/۹۹ $\pm$ ۰/۱۴	۴/۸۲	۷۴	۰/۰۱۰
			۱/۰۱ $\pm$ ۰/۳۳			
			۱/۱۸ $\pm$ ۰/۲۴			
تمرین مکمل شاهد	تعالد ایستا چشم بسته (cm)		۱/۲۲ $\pm$ ۰/۴۳	۴/۳۴	۷۴	۰/۰۱۰
			۱/۲۴ $\pm$ ۰/۳۷			
			۱/۳۳ $\pm$ ۰/۵۱			
تمرین مکمل شاهد	تعالد پویا (عملکردی) (ثانیه)		۸/۵۶ $\pm$ ۱/۹۰	۳/۵۸	۷۴	۰/۰۴۰
			۹/۳۲ $\pm$ ۱/۲۱			
			۸/۹۲ $\pm$ ۱/۶۶			

\* سطح معنی‌داری  $P > ۰/۰۵۰$ 

که در اثر افزایش سن ایجاد می‌شود، کمتر می‌کند و حتی باعث می‌شود سالمندان مبتلا به استئوآرتریت زانو برخی از مهارت‌های از دست رفته را دوباره بازیابند. کالج آمریکایی روماتولوژی، ورزش Tai Chi را برای بهبود استئوآرتریت زانو مفید دانسته و آن را به عنوان یک مداخله غیر دارویی مناسب توصیه کرده است (۲).

نکته‌ای که در این مطالعه وجود دارد و آن را از مطالعات مشابه متمایز می‌کند، انتخاب نوع تمرین درمانی (Tai Chi)، بررسی اثر تمرین و مکمل گلوکوزامین سولفات بر تعادل سالمندان مبتلا به استئوآرتریت زانو در یک مطالعه واحد می‌باشد که امکان مقایسه بین گروه‌های سه‌گانه را فراهم کرده است.

### محدودیت‌ها

به دلیل حجم کار و مشکلات کار با سالمندان، امکان بررسی کیفیت زندگی آن‌ها و انجام تحقیق هم‌زمان بر روی آزمودنی‌های مرد وجود نداشت.

### پیشنهادها

استفاده از دوره‌های طولانی‌تر مداخله، بررسی دزهای مختلف گلوکوزامین سولفات و انتخاب یک گروه که هم‌زمان تمرین Tai Chi انجام داده و مکمل گلوکوزامین را مصرف کنند، برای مطالعات بعدی پیشنهاد می‌شود.

### نتیجه‌گیری

یک دوره سه ماهه تمرین Tai Chi در مقایسه با مصرف مکمل گلوکوزامین سولفات در بهبود تعادل اثرگذارتر بوده است. از این رو، استفاده از حرکت درمانی با فراهم نمودن شرایطی برای به چالش کشیدن سیستم تعادلی، می‌تواند شیوه مؤثری در بهبود تعادل و به دنبال آن، پیش‌گیری از افتادن در میان افراد مبتلا به استئوآرتریت زانو باشد. به علاوه، حرکت درمانی، یک روش ایمن و قابل تحمل برای افراد مبتلا به استئوآرتریت زانو محسوب می‌شود.

### تشکر و قدردانی

این مطالعه بر اساس تحلیل ثانویه بخشی از اطلاعات مستخرج از پایان‌نامه

جدول ۶. نتایج آزمون تعقیبی Tukey در تعادل ایستا (چشم باز و بسته) و تعادل پویا

متغیر	گروه مورد مقایسه	اختلاف میانگین قبل و بعد از مداخله	P مقدار
تعالد ایستا	تمرین	مکمل	۰/۹۰۰
چشم باز (cm)	شاهد	۰/۱۹*	۰/۰۱۰
		۰/۱۷	۰/۰۷۰
تعالد ایستا	تمرین	مکمل	۰/۵۸۰
		شاهد	۰/۳۵*
چشم بسته (cm)	شاهد	مکمل	۰/۳۰۰
		شاهد	۰/۲۱
تعالد پویا (عملکردی)	تمرین	مکمل	۰/۱۴۰
		شاهد	۱/۰۳
تعالد پویا (ثانیه)	مکمل	شاهد	۰/۰۴۰
		شاهد	۰/۱۰

\* سطح معنی‌داری  $P > ۰/۰۵۰$ 

در بخش قیاس بین تمرینات Tai Chi و مکمل، تمرین به طور معنی‌داری نسبت به مصرف مکمل در بهبود تعادل ایستا و پویا اثرگذارتر بود و با توجه به این که پژوهشی به مقایسه این دو متغیر در یک مطالعه نپرداخته بود، گزارشی جهت قیاس با نتایج این مطالعه وجود نداشت. تنها در پژوهشی که مسی‌یر و همکاران بر روی افراد بالای ۵۰ سال و مبتلا به استئوآرتریت زانو انجام دادند، در پایان ۶ ماهه اول بهبود معنی‌داری در تعادل گروه دارونما نسبت به گروه مکمل (گلوکوزامین سولفات) مشاهده شد و در ۶ ماهه دوم نیز نتایج حاکی از بهتر بودن تعادل گروه دارونما-تمرین نسبت به گروه مکمل-تمرین بود (۲۵). Tai Chi، ترکیبی از اجزای قدرت، تعادل، تنظیم قامت و تمرکز می‌باشد که به صورت پیوسته و آرام پشت سر هم اجرا می‌شود و با تنفس‌های عمیق، حرکات دیافراگم و تمرکز همراه است و Tai Chi را به یک تمرین جسمی و ذهنی تبدیل کرده است که در بهبود تعادل و علائم استئوآرتریت زانو مؤثر است و می‌تواند میزان زمین خوردن را کاهش دهد (۲۶، ۱۶). از این رو، تمرینات ورزشی به ویژه تمرینات Tai Chi، میزان اختلال در تعادل و کاهش قدرت را

## منابع مالی

این مطالعه براساس تحلیل ثانویه بخشی از اطلاعات مستخرج از پایان نامه مقطع دکتری رشد و یادگیری حرکتی الهام عطاری با کد اخلاق IR.IAU.S.REC.1396.16 و کد مرکز ثبت کارآزمایی بالینی ایران IRCT۲۰۱۸۰۳۱۴۰۳۹۰۹۲۸۱ است که با حمایت مالی پردیس البرز دانشگاه تهران تنظیم شد. پردیس البرز دانشگاه تهران، در جمع‌آوری داده و تجزیه و تحلیل آن، تنظیم دست‌نوشته و تأیید نهایی مقاله برای انتشار، اعمال نظر نداشته است.

## تعارض منافع

هیچ کدام از نویسندگان دارای تعارض منافع نمی‌باشند. دکتر الهه عرب عامری و شهزاد طهماسبی بروجنی به عنوان دانشیار در دانشکده تربیت بدنی دانشگاه تهران مشغول به فعالیت هستند و الهام عطاری به عنوان دانشجوی دکتری رشد و تکامل و یادگیری حرکتی از سال ۱۳۹۲ در پردیس البرز دانشگاه تهران مشغول تحصیل می‌باشد.

مقطع دکتری رشد و تکامل یادگیری حرکتی الهام عطاری با کد اخلاق IR.IAU.S.REC.1396.16 و کد مرکز ثبت کارآزمایی بالینی IRCT۲۰۱۸۰۳۱۴۰۳۹۰۹۲۸۱ در پردیس البرز دانشگاه تهران تنظیم گردید. نویسندگان مراتب قدردانی خود را از آقای دکتر نیک‌نژاد متخصص طب فیزیکی که در جمع‌آوری داده‌ها کمک کردند، اعلام می‌دارند. از کلیه بیمارانی که در اجرای این طرح تحقیقاتی همکاری نمودند، تشکر می‌گردد.

## نقش نویسندگان

الهام عطاری، الهه عرب عامری و شهزاد طهماسبی بروجنی، طراحی و ایده‌پردازی مطالعه، خدمات پشتیبانی، اجرایی و علمی مطالعه، فراهم کردن تجهیزات و نمونه‌های مطالعه، جذب منابع مالی، تجزیه و تحلیل و تفسیر داده‌ها، تنظیم دست‌نوشته، ارزیابی تخصصی دست‌نوشته از نظر مفاهیم علمی، تأیید دست‌نوشته نهایی جهت ارسال به دفتر مجله، مسؤولیت حفظ یکپارچگی فرایند انجام مطالعه از آغاز تا انتشار و پاسخگویی به نظرات داوران را برعهده داشتند.

## References

1. Ezadpanah A, Moazami M, Khoshraftar Yazdi N. Effect of a period of therapeutic exercise and detraining after that on balance in the women with knee osteoarthritis. *J Mod Rehabil* 2016; 9(S1): 101-9. [In Persian].
2. Ng CT, Tan MP. Osteoarthritis and falls in the older person. *Age Ageing* 2013; 42(5): 561-6.
3. Sadeghi H, Noori S. The reliability of functional static, semi-dynamic and dynamic balance tests in ectomorph young women. *Sport Medicine (Harakat)* 2015; 7(1): 35-55. [In Persian].
4. Gregg EW, Pereira MA, Caspersen CJ. Physical activity, falls, and fractures among older adults: A review of the epidemiologic evidence. *J Am Geriatr Soc* 2000; 48(8): 883-93.
5. Matsumoto H, Hagino H, Sageshima H, Osaki M, Tanishima S, Tanimura C. Diagnosis of knee osteoarthritis and gait variability increases risk of falling for osteoporotic older adults: The GAINA study. *Osteoporosis and Sarcopenia* 2015; 1(1): 46-52.
6. Mat S, Tan MP, Kamaruzzaman SB, Ng CT. Physical therapies for improving balance and reducing falls risk in osteoarthritis of the knee: A systematic review. *Age Ageing* 2015; 44(1): 16-24.
7. Fathi Rezaei Z, Aslankhani MA, Farsi AR, Abdoli B, Zamani Sani SH. A comparison of three functional tests of balance in identifying fallers from non-fallers in elderly people. *Knowledge Health* 2010; 4(4): 21-6. [In Persian].
8. Golightly YM, Allen KD, Caine DJ. A comprehensive review of the effectiveness of different exercise programs for patients with osteoarthritis. *Phys Sportsmed* 2012; 40(4): 52-65.
9. Tiedemann A, O'Rourke S, Sesto R, Sherrington C. A 12-week Iyengar yoga program improved balance and mobility in older community-dwelling people: A pilot randomized controlled trial. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2013; 68(9): 1068-75.
10. Konig PR, Galarza E, Goulart NBA, Lanferdini FJ, Tiggeman CL, Dias CP. Effects of Tai Chi Chuan on the elderly balance: A semi-experimental study. *Revista Brasileira de Geriatria e Gerontologia* 2014; 17(2): 373-81.
11. Kucharz EJ, Kovalenko V, Szanto S, Bruyere O, Cooper C, Reginster JY. A review of glucosamine for knee osteoarthritis: why patented crystalline glucosamine sulfate should be differentiated from other glucosamines to maximize clinical outcomes. *Curr Med Res Opin* 2016; 32(6): 997-1004.
12. Henrotin Y, Marty M, Mobasher A. What is the current status of chondroitin sulfate and glucosamine for the treatment of knee osteoarthritis? *Maturitas* 2014; 78(3): 184-7.
13. Ramezani M, Nekozad N. Comparison between the effectiveness of glucosamine sulfate and zintoma on clinical improvement of knee osteoarthritis. *Ebnasina* 2011; 14(3): 29-34. [In Persian].
14. Faul F, Erdfelder E, Lang AG, Buchner A. G\*Power 3: A flexible statistical power analysis program for the social, behavioral, and biomedical sciences. *Behav Res Methods* 2007; 39(2): 175-91.
15. Burke TN, Franca FJ, Meneses SR, Pereira RM, Marques AP. Postural control in elderly women with osteoporosis: comparison of balance, strengthening and stretching exercises. A randomized controlled trial. *Clin Rehabil* 2012; 26(11): 1021-31.
16. Chen CH, Yen M, Fetzer S, Lo LH, Lam P. The effects of tai chi exercise on elders with osteoarthritis: A longitudinal study. *Asian Nurs Res (Korean Soc Nurs Sci)* 2008; 2(4): 235-41.
17. Kohn MD, Sassoon AA, Fernando ND. Classifications in Brief: Kellgren-Lawrence Classification of Osteoarthritis. *Clin Orthop Relat Res* 2016; 474(8): 1886-93.

18. Seyedian M, Fallah M, Noroziyan M, Nejat S, Delavar A, Ghasemzadeh G. Validation of the Persian version of the brief short test of mental status. *SJ Med Counc I.R. Iran* 2007; 24(4): 408-14. [In Persian].
19. Bloch ML, Jonsson LR, Kristensen MT. Introducing a third timed up and go test trial improves performances of hospitalized and community-dwelling older individuals. *J Geriatr Phys Ther* 2017; 40(3): 121-6.
20. Sadeghi H, Norouzi H, Karimi Asl A, Montazer M. Functional training program effect on static and dynamic balance in male able-bodied elderly. *Salmand Iran J Ageing* 2008; 3(2): 565-571. [In Persian].
21. Erfanian Zorofi F, Mahtab Moazzami M, Mohammadi M. The effect of resistance training on static balance and pain in elderly women with varus knee and osteoarthritis by using elastic band. *Journal of Paramedical Science and Rehabilitation* 2016; 5(2): 14-24. [In Persian].
22. Panahi M, Babakhani F, Seidi F. Comparison of static and dynamic balance of physically active college women with different foot arch heights. *J Res Rehabil Sci* 2016; 12(2): 88-96. [In Persian].
23. Shimada H, Obuchi S, Furuna T, Suzuki T. New intervention program for preventing falls among frail elderly people: the effects of perturbed walking exercise using a bilateral separated treadmill. *Am J Phys Med Rehabil* 2004; 83(7): 493-9.
24. Meulyzer M, Vachon P, Beaudry F, Vinardell T, Richard H, Beauchamp G, et al. Comparison of pharmacokinetics of glucosamine and synovial fluid levels following administration of glucosamine sulphate or glucosamine hydrochloride. *Osteoarthritis Cartilage* 2008; 16(9): 973-9.
25. Messier SP, Mihalko S, Loeser RF, Legault C, Jolla J, Pfruender J, et al. Glucosamine/chondroitin combined with exercise for the treatment of knee osteoarthritis: a preliminary study. *Osteoarthritis Cartilage* 2007; 15(11): 1256-66.
26. Choi JH, Moon JS, Song R. Effects of Sun-style Tai Chi exercise on physical fitness and fall prevention in fall-prone older adults. *J Adv Nurs* 2005; 51(2): 150-7.



## The Comparison of Effects between Tai Chi Exercise and Glucosamine Supplementation on Balance in Older Woman with Knee Osteoarthritis

Elham Attari<sup>1</sup>, Elaheh Arab-Ameri<sup>2</sup>, Shahzad Tahmasebi-Boroujeni<sup>2</sup>

### Original Article

#### Abstract

**Introduction:** Knee osteoarthritis is one of the most common musculoskeletal problems in older women which affects their daily life. It causes balance impairment, and increases the rate of falling in these patients. Therefore, the aim of this study was to compare the effects between tai chi exercise and glucosamine supplementation on the balance of older women with knee osteoarthritis.

**Materials and Methods:** This was a clinical trial study, in which 75 women with knee osteoarthritis (according to the Kellgren and Lawrence scale) were chosen, and randomly assigned into 3 groups of tai chi exercise (performed 3 times a week for 3 month), glucosamine supplementation (3 times a week), and control (no intervention). Before and after interventions, static balance (measured by stabilometer in both open and closed eye) and dynamic balance [measured by timed up and go (TUG) test] were examined. Paired sample t and ANOVA tests were implemented for data analyzing at a significant level of less than 0.050.

**Results:** Tai chi exercise had a significant effect on static [open ( $t = 9.57$ ,  $P = 0.001$ ) and closed ( $t = 5.30$ ,  $P = 0.001$ ) eye] and dynamic balance ( $t = 8.54$ ,  $P = 0.001$ ); supplementation variable had a significant effect only on dynamic balance ( $t = 2.21$ ,  $P = 0.040$ ); in control group, there was not any significant difference between before and after intervention. Comparing three groups, the ANOVA test showed a significant difference between the exercise and control group in static [open ( $P = 0.001$ ) and closed ( $P = 0.001$ ) eye] and dynamic balance ( $P = 0.040$ ).

**Conclusion:** It seems that tai chi exercises enhance the balance in older women with knee osteoarthritis. It also could be concluded from the results that only the exercise variable has the significant effect on subject's balance compared to glucosamine supplementation.

**Keywords:** Osteoarthritis of knee, Exercise therapy, Glucosamine, Accidental falls, Elderly, Women

**Citation:** Attari E, Arab-Ameri E, Tahmasebi-Boroujeni S. **The Comparison of Effects between Tai Chi Exercise and Glucosamine Supplementation on Balance in Older Woman with Knee Osteoarthritis.** *J Res Rehabil Sci* 2017; 13(5): 247-54.

Received: 08.10.2017

Accepted: 19.11.2017

1- PhD Student, Department of Motor Behavior, School of Physical Education, Alborz Campus, University of Tehran, Tehran, Iran

2- Associate Professor, Department of Motor Behavior, School of Physical Education, University of Tehran, Tehran, Iran

**Corresponding Author:** Elaheh Arab-Ameri, Email: eameri@ut.ac.ir



## ارتباط و پایایی آزمون‌های تعیین پای غیربرتر جهت ارزیابی تعادل در وضعیت ایستاده

لیلا غزاله<sup>۱</sup>، امیرعلی جعفرنژاد گرو<sup>۲</sup>، بهرام صالح صدق‌پور<sup>۳</sup>

### مقاله پژوهشی

### چکیده

**مقدمه:** تعیین پای غیربرتر در تحقیقات تعادلی حایز اهمیت است. به دلیل فقدان آزمون مشخص جهت تعیین پای غیربرتر، محققان پای برتر را تعیین، سپس پای مخالف را به عنوان پای غیربرتر در نظر می‌گیرند. از آن جایی که روش استفاده شده از جهاتی دارای اشکال می‌باشد، مطالعه حاضر با هدف بررسی ارتباط و پایایی آزمون‌های تعیین پای غیربرتر هنگام اجرای آزمون‌های تعادلی انجام شد.

**مواد و روش‌ها:** ۲۸ زن به روش نمونه‌گیری هدفمند در دسترس از میان دانشجویان ۲۵-۱۸ ساله دانشگاه الزهرا (س) انتخاب و به مطالعه وارد شدند. آزمون‌های میدانی و آزمایشگاهی عبارت از آزمون‌های تعیین پای ترجیحی حین اجرای Stability task، آزمون عملکردی Stability task، آزمون‌های تعادلی Single-leg stance و آزمون توزیع وزن روی پاها حین Double leg stance بودند. جهت بررسی توزیع وزن روی پاها، از Force plate و سیستم تجزیه و تحلیل حرکت استفاده شد. جهت تحلیل داده‌ها، از نرم‌افزار MATLAB استفاده گردید. واکاوی آماری، با استفاده از نرم‌افزار SPSS صورت گرفت.

**یافته‌ها:** بیشترین میزان همبستگی ( $r = 0/85$ ) مربوط به دو آزمون اجرای حرکت لی لی و فرود از ارتفاع بود ( $P = 0/001$ ). همچنین، بین این دو آزمون (حرکت لی لی و فرود) و آزمون فاصله مهارت لی‌زدن، همبستگی متوسط ( $r = 0/47$  و  $r = 0/40$ ) وجود داشت ( $P = 0/005$ ). نتایج پایایی آزمون‌ها نیز نشان دادند که تنها همین سه آزمون از پایایی بالا برخوردار بودند. یافته دیگر این بود که وقتی روش محاسبه میانگین‌ها تعدیل شد (استفاده از میانگین دو تکرار) همبستگی اندک اما معنی‌داری بین آزمون Single-leg stance و آزمون‌های فرود از ارتفاع ( $r = 0/28$ ) و فاصله مهارت لی‌زدن ( $r = 0/29$ ) وجود داشت ( $P = 0/020$ ). بین آزمون توزیع وزن بر روی پاها و آزمون‌های مهارتی Stability task و تعادلی Single-leg stance، هیچ‌گونه ارتباط معنی‌داری دیده نشد.

**نتیجه‌گیری:** آزمون‌های تعیین پای اتکا، باید متناسب با وظیفه حرکتی در تحقیق باشند. آزمون‌های تعادلی Single-leg stance استفاده شده در تحقیق حاضر، از پایایی قابل قبول برخوردار نبودند و بر اساس آزمون‌های مهارتی Stability task و تعادلی Single-leg stance مورد استفاده در این پژوهش، نمی‌توان نحوه توزیع وزن روی پاها در وضعیت Double leg stance را نشان داد.

**کلیدواژه‌ها:** پایایی، آزمون، تعادل، پای غیربرتر

**ارجاع:** غزاله لیلا، جعفرنژاد گرو امیرعلی، صالح صدق‌پور بهرام، ارتباط و پایایی آزمون‌های تعیین پای غیربرتر جهت ارزیابی تعادل در وضعیت ایستاده. پژوهش در علوم توانبخشی ۱۳۹۶؛ ۱۳ (۵): ۲۶۲-۲۵۵

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۸/۱۳

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۷/۲۰

می‌دهند افراد از پای برتر (Dominant leg) جهت انجام وظایف حرکتی که نیازمند جابه‌جایی و تحرک (Manipulative task یا MT) هستند، مانند ضربه زدن به توپ، شروع حرکت راه رفتن، ترسیم شکل یا حروف و از پای غیربرتر (Non-dominant leg) برای انجام وظایف حرکتی که نیازمند اتکا و پایداری (Stability task یا ST) هستند، مانند اجرای حرکت لی لی و یا ایستادن روی یک پا، استفاده می‌نمایند (۴).

از جمله حیطه‌های مطالعاتی که در آن تعیین پای برتر و غیربرتر آزمودنی‌ها حایز اهمیت است، تحقیقات تعادلی آزمایشگاهی در وضعیت ایستاده روی یک پا

### مقدمه

انسان‌ها جهت انجام فعالیت‌های حرکتی، از اندام فوقانی و تحتانی در یک سمت بدن بیشتر از سمت دیگر استفاده می‌کنند، که به آن برتری طرفی (Laterality) گفته می‌شود (۱). اگر چه مفهوم برتری طرفی در اندام فوقانی مشخص است، در اندام تحتانی مبهم و بحث برانگیز می‌باشد. بر اساس تحقیقات انجام شده، هنگام انجام فعالیت‌های حرکتی توسط اندام فوقانی، ۹۰ درصد افراد از دست راست استفاده می‌کنند؛ در حالی که در اندام تحتانی، ترجیح یک پا به پای دیگر، متناسب با نوع وظیفه حرکتی می‌باشد (۳-۲)؛ به طوری که بررسی‌ها نشان

۱- استادیار، گروه فیزیولوژی ورزش، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه الزهرا (س)، تهران، ایران

۲- استادیار، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روان‌شناسی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران

۳- دانشیار، گروه علوم تربیتی، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی، تهران، ایران

Email: l.ghazaleh@alzahra.ac.ir

نویسنده مسؤول: لیلا غزاله

روی پاها در وضعیت DLS می‌باشد. چون محققان با استفاده از Force plate نشان داده‌اند که در وضعیت DLS توزیع وزن بر روی پاها نامتقارن است (۱۴). بنابراین، ممکن است حین کنترل تعادل در وضعیت DLS، کینماتیک مفاصل و استراتژی‌های حرکتی به کار گرفته شده در پاها با هم متفاوت باشند و انتخاب تصادفی یک پا، می‌تواند بر نتایج تحقیقات تأثیرگذار باشد. از این رو، شایسته است هنگام تعیین استراتژی‌های حرکتی، محققان نسبت به پای که آزمودنی در وضعیت DLS وزن بدن را بر روی آن متمایل می‌کند، آگاه باشند. به همین دلیل، در مطالعه حاضر رابطه آزمون نحوه توزیع وزن بر روی پاها با استفاده از Force plate، با آزمون‌های ST نیز مورد بررسی قرار خواهد گرفت. در صورت وجود ارتباط قوی بین این آزمون‌ها، محققان می‌توانند پیش از اجرای آزمون‌های DLS با هدف بررسی استراتژی‌های حرکتی، پای غیربرتر آزمودنی‌ها را با استفاده از یک آزمون ساده ST تعیین نمایند و بدین ترتیب، نیازی به استفاده از Force plate جهت تعیین پای غیربرتر نمی‌باشد.

از این رو، مطالعه حاضر با هدف بررسی رابطه و پایایی آزمون‌های ارزیابی کننده پای غیربرتر جهت اجرای آزمون‌های تعادلی SLS و تعیین استراتژی‌های حرکتی در وضعیت DLS اجرا گردید.

### مواد و روش‌ها

تحقیق حاضر، یک مطالعه نیمه تجربی و به لحاظ هدف، از نوع کاربردی بود. در این تحقیق، بخشی از داده‌ها از طریق آزمون‌های میدانی و بخشی با استفاده از ابزار آزمایشگاهی جمع‌آوری شدند. نرم‌افزار G\*Power نشان داد که جهت دستیابی به یک اندازه اثر برابر ۰/۵ (طبق قرارداد نرم‌افزار، این ارزش در سطح اندازه بزرگ برای آزمون همبستگی می‌باشد)، در سطح معنی‌داری ۰/۰۵ و توان آماری ۰/۸ نیاز به حداقل یک نمونه ۲۶ نفری می‌باشد (۱۵). از این رو، تعداد ۲۸ زن به روش نمونه‌گیری در دسترس از میان زنان دانشجوی ۱۸-۲۵ ساله دانشگاه الزهراء (س) تهران انتخاب و در تحقیق حاضر شرکت کردند.

معیار ورود آزمودنی‌ها به تحقیق حاضر، قرارگرفتن در دامنه سنی ۱۸-۲۵ سال (۱۶)، عدم ابتلا به بیماری‌های مرتبط با سیستم عصبی-عضلانی (۱۷-۱۸) و فقدان هر گونه ناهنجاری اسکلتی (۲۰-۱۹) در نظر گرفته شد. معیارهای خروج از پژوهش، شامل سابقه جراحی، شکستگی، اسپرین یا استرین در اندام تحتانی و تنه بود (۱۱). آزمودنی‌ها داوطلبانه و پس از تکمیل فرم رضایت‌نامه در تحقیق حاضر شرکت کردند. آزمون‌های میدانی در سالن ورزشی و آزمون‌های آزمایشگاهی در آزمایشگاه کنترل حرکتی و بیومکانیک دانشکده تربیت بدنی جمع‌آوری شدند. لازم به ذکر است، تحقیق حاضر با کد IR.SSRI.REC.1397.232 توسط کمیته اخلاق در پژوهش پژوهشگاه تربیت بدنی مورد تأیید قرار گرفت.

آزمون‌های میدانی که بر اساس آن‌ها پای آزمودنی‌ها مورد ارزیابی قرار گرفتند، شامل دو آزمون تعیین پای ترجیحی (Preferred leg) حین اجرای ST، یک آزمون عملکردی ST و دو آزمون تعادلی SLS بودند. آزمون‌های تعیین پای ترجیحی حین اجرای ST، عبارت از اجرای حرکت لی‌لی و فرود روی یک پا از ارتفاع ۲۰ سانتی‌متری بودند. آزمون عملکردی ST نیز شامل آزمون فاصله مهارت لی‌زدن بود (۲۱). آزمون‌های تعادلی SLS نیز عبارت از آزمون تعادلی ایستادن روی یک پا (SLST یا Single-leg stance test) (۹) و آزمون تعادلی

(Single-leg stance یا SLS) و دو پا (Double-leg stance یا DLS) می‌باشند. در آزمون‌های تعادلی SLS، متغیر مرکز فشار پا با استفاده از Force plate ثبت و سپس، واکاوی می‌شود. باید توجه نمود وقتی از آزمون‌های SLS برای مقایسه تعادل گروه‌های مختلف استفاده می‌شود، تفاوت‌های عملکردی بین پای برتر و غیربرتر، می‌تواند به عنوان یک متغیر مداخله‌گر بر نتایج تحقیق اثرگذار باشد. از این رو، محققان پیش از اجرای آزمون‌های SLS، پای غیربرتر آزمودنی‌ها را مشخص می‌نمایند.

روش تعیین پای غیربرتر آزمودنی‌ها، موضوع بحث‌برانگیزی در تحقیقات تعادلی SLS می‌باشد. به علت عدم دسترسی به آزمونی معتبر جهت تعیین پای غیربرتر، محققان با استناد به این موضوع که افراد به طور معمول از یک پای ثابت برای اجرای وظایف حرکتی که نیازمند جابه‌جایی و تحرک هستند، استفاده می‌کنند (۵، ۳). ابتدا، پای برتر آزمودنی‌ها با استفاده از آزمون ضربه زدن به توپ مشخص کرده و سپس، پای مخالف را به عنوان پای غیربرتر یا پای اتکا (Stability leg) در نظر می‌گیرند (۷-۶). استفاده از این روش، از جهاتی دارای اشکال است. اشکال وارده به این دلیل است که همیشه پای مخالف پای برتر، پای غیربرتر افراد نیست. طبق بررسی‌های به عمل آمده، اگر چه آزمودنی‌ها به طور معمول از یک پای ثابت (در ۹۰-۸۰ درصد موارد پای راست) برای انجام MT‌های مختلف (وظایف حرکتی مختلف که نیازمند جابه‌جایی و تحرک هستند) استفاده می‌کنند (۵)، اما به منظور انجام ST‌های مختلف (وظایف حرکتی مختلف که نیازمند پایداری هستند)، ممکن است پای خود را تغییر دهند (۳). از سوی دیگر، تحقیقات نشان می‌دهند برخی افراد دارای پای برتر ترکیبی (Mixed-footedness) هستند. افراد دارای پای برتر ترکیبی، افرادی هستند که توانایی یکسان در هر دو پا، جهت اجرای MT و ST دارند (۸) و هنگام اجرای هر دو وظیفه حرکتی MT و ST، از یک پای ثابت استفاده می‌کنند. بنابراین، اگر چه روش تعیین پای برتر تا حد زیادی مشخص است، اما در رابطه با روش تعیین پای غیربرتر ابهامات زیادی وجود دارد. از این رو، پژوهشگران همچنان در حال بررسی این موضوع هستند (۱۰-۹). به همین دلیل، در تحقیق حاضر، تلاش گردید گامی مؤثر به سمت روشی مناسب جهت تعیین پای غیربرتر آزمودنی‌ها حین اجرای آزمون‌های تعادلی برداشته شود. به همین منظور، مجموعه‌ای از آزمون‌های مبتنی بر وظایف حرکتی که نیازمند پایداری هستند، انتخاب و رابطه آن‌ها با هم مورد ارزیابی قرار گرفت. علت انتخاب آزمون‌های ST این است که مبنای اجرای آن‌ها با ماهیت عملکردی پای غیربرتر که ثبات و پایداری است، سازگار می‌باشد. دلیل بررسی رابطه آزمون‌ها نیز این است که چون آزمونی استاندارد برای تعیین پای غیربرتر وجود ندارد، با استناد به تحقیقات مشابه رابطه و تغییرپذیری آزمون‌های منتخب ST با یکدیگر مورد بررسی قرار خواهند گرفت (۱۱). همچنین، لازم به ذکر است جهت تحقق و دستیابی به هدف تحقیق حاضر، پایایی این آزمون‌ها نیز مورد ارزیابی قرار خواهند گرفت.

فرضیه دیگری که در تحقیق حاضر بررسی گردید، تعیین رابطه آزمون نحوه توزیع وزن بر روی پاها با استفاده از Force plate، با آزمون‌های منتخب ST بود. علت بررسی این فرضیه در تحقیق حاضر، این بود که وقتی محققان به دنبال بررسی استراتژی‌های حرکتی و کینماتیک مفاصل اندام تحتانی حین کنترل تعادل در وضعیت DLS هستند، بدون توجه به پای غیربرتر، یک پا را به طور تصادفی انتخاب می‌کنند و متغیرهای پیش‌گفته را در آن پا بررسی می‌کنند (۱۲-۱۳). نقدی که به این تحقیقات وارد است، مبتنی بر نحوه توزیع وزن بر

که باعث می‌شدند زمان اجرای آزمون خاتمه یابد، عبارت از تماس پای چپ با زمین یا با پای راست، جدا شدن پای راست از زمین و برخورد پاشنه پای راست با زمین بودند (۲۲).

آزمون‌های SLS و UFB سه مرتبه توسط پای راست و ۳ مرتبه توسط پای چپ اجرا شدند. مدت زمان استراحت بین تکرارهای آزمون ۳۰ ثانیه بود. پایایی که میانگین زمان اجرای آزمون در آن بالاتر بود، به عنوان پای غیربرتر آزمودنی در نظر گرفته شد. نکته قابل توجه در خصوص محاسبه میانگین زمان آزمون‌ها این است که میانگین‌گیری به دو روش انجام شد. در روش اول، میانگین زمان ۳ تکرار برای هر یک از پاها و در روش دوم، میانگین ۲ تکرار که بالاترین امتیاز (زمان) را داشتند، محاسبه و ثبت گردید. در تحقیقات دیگر که در آن‌ها از آزمون‌های SLS و UFB استفاده شده بود -مانند تحقیقاتی که به مقایسه تعادل گروه‌های مختلف پرداخته‌اند- جهت حذف تأثیر کمترین زمان بر مقدار میانگین، از بین زمان تکرارها، مقدار بیشینه، انتخاب و محاسبات بر اساس آن انجام شده است (۲۵). علت استفاده از روش دوم در تحقیق حاضر، این بود که علاوه بر حذف اثر کمترین زمان، روش میانگین‌گیری هم پوشش داده شود.

آزمون‌ها قبل از اجرای آزمون‌های میدانی پیش‌گفته، بین ۱۲-۱۰ دقیقه با استفاده از حرکات جنبشی و کششی به گرم کردن بدن پرداختند. جهت ارزیابی پایایی آزمون‌ها (Intra-rater reliability)، تمام آزمودنی‌ها این آزمون‌ها را ۳ مرتبه با فاصله زمانی یک هفته بین هر جلسه اجرای آزمون انجام دادند.

#### آزمون نحوه توزیع وزن بر روی پاها حین کنترل تعادل در وضعیت

**DLS:** در وضعیت DLS، مرکز فشار پا (Center of pressure یا COP) در راستای جانبی (Mediolateral یا ML) و قدامی- خلفی (Anteroposterior) در محدوده بین دو پا جابه‌جا می‌شود. این که COP در طول مدت زمان جابه‌جایی در راستای جانبی بیشتر به سمت کدام پا متمایل شود، بستگی به نحوه توزیع وزن بدن بر روی پاها دارد (۲۶). در تحقیق حاضر، نحوه توزیع وزن بدن بر روی پاها در طول مدت زمان ۳۰ ثانیه کنترل تعادل در وضعیت DLS مورد بررسی قرار گرفت. به همین منظور، آزمودنی در وضعیت DLS در حالی بر روی Force plate (Type 9286BA, Kistler, Switzerland) می‌ایستاد که ۲ نشانگر ۱۴ میلی‌متری بر روی قوزک‌های خارجی پای او قرار داده می‌شد. موقعیت نشانگرها در طول مدت زمان اجرای آزمون توسط ۸ دوربین تجزیه و تحلیل حرکت (Cameras, Type Oqus 5+, Sweden Qualysis) ثبت گردید. داده‌های کینماتیک و کینتیک به ترتیب با فرکانس نمونه‌برداری ۲۰۰ و ۱۰۰۰ هرتز جمع‌آوری شدند. به منظور حذف اثر سیگنال‌های ناخواسته، این داده‌ها توسط فیلتر Butterworth (مرتب به ۴ و نقطه برش ۱۰) فیلتر شدند. با استفاده از نرم‌افزار MATLAB، درصد مدت زمانی که COP حین جابه‌جایی در راستای جانبی، متمایل به سمت هر یک از نشانگرها (پاها) بود، مورد محاسبه قرار گرفت. لازم به ذکر است نقطه میانی دو نشانگر، مرز انحراف COP به سمت هر یک از پاها بود. میانگین درصد زمان انحراف COP به سمت هر یک از پاها (راست و یا چپ) به عنوان درصد زمان توزیع وزن برای همان پا ثبت شد (۲۷). آزمون DLS سه مرتبه، با فاصله زمانی ۲ دقیقه استراحت تکرار گردید. پایایی که از میانگین بالاتری برخوردار بود، به عنوان پای غیربرتر در نظر گرفته شد.

ایستادن روی بخش قدامی یک پا (Unilateral forefoot balance test یا UFBT) بودند (۲۲).

آزمون‌های میدانی و آزمایشگاهی به قرار زیر انجام شدند:

**آزمون تعیین پای ترجیحی حین اجرای حرکت لی‌لی:** از آزمودنی خواسته می‌شد مهارت حرکتی لی‌لی را انجام دهد. پایایی که آزمودنی جهت اجرای این مهارت انتخاب می‌کرد، به عنوان پای غیربرتر در نظر گرفته می‌شد (۲۳).

#### آزمون تعیین پای ترجیحی حین فرود روی یک پا از ارتفاع

**۲۰ سانتی‌متری:** آزمودنی بر روی پله‌ای به ارتفاع ۲۰ سانتی‌متر بر روی هر دو پا در وضعیت آرام می‌ایستاد. سپس، از او خواسته می‌شد یک پا را انتخاب کند، بر روی آن جهش نماید و روی زمین فرود آید. پای انتخابی آزمودنی به عنوان پای غیربرتر در نظر گرفته می‌شد (۲۴).

#### آزمون فاصله مهارت لی‌زدن:

آزمون بایستند؛ به طوری که خط شروع، تماس با پاشنه پای راست او باشد. آزمودنی وزن بدن را بر روی پای راست قرار می‌داد و مهارت لی‌زدن با پای راست را اجرا می‌نمود. حین اجرای مهارت لی‌زدن، آزمودنی می‌توانست از حرکت دادن دست‌ها استفاده نماید. پس از فرود روی پای راست، محل تماس پاشنه پا بر روی زمین علامت زده شد. فاصله بین خط شروع تا این نقطه، بر حسب سانتی‌متر به عنوان فاصله لی‌زدن برای پای راست آزمودنی ثبت گردید (۲۱-۱۱). این آزمون ۳ مرتبه برای پای راست و ۳ مرتبه برای پای چپ اجرا شد. زمان استراحت بین تکرارهای آزمون ۳۰ ثانیه بود. پایایی که از مقدار میانگین بالاتری برخوردار بود، به عنوان پای غیربرتر آزمودنی در نظر گرفته شد (۲۱).

#### آزمون تعادلی ایستادن روی یک پا (SLST):

شد تا در حالی که پای چپ خود را از زمین جدا می‌کرد و تا کمی بالاتر از مچ پای راست بالاتر می‌برد، وزن بدن را بر روی پای راست قرار داده و روی آن بایستد. حین اجرای آزمون، چشم‌های آزمودنی بسته و دست‌ها نیز به طور ضربدری روی سینه قرار داشتند. مدت زمانی که آزمودنی در این وضعیت قرار می‌گرفت، به عنوان زمان آزمون تعادلی ایستادن روی یک پا، برای پای راست ثبت شد. اعمال و حرکاتی که باعث می‌شدند زمان اجرای آزمون خاتمه یابد، عبارت از جدا شدن دست‌ها از روی سینه، حرکت دادن پای چپ (پای بالا آمده) به طرف جلو یا عقب و یا تماس آن با زمین یا با پای راست، حرکت کردن و یا چرخیدن پای ثابت روی زمین، باز کردن چشم‌ها و طولانی شدن زمان اجرای آزمون بیشتر از ۴۵ ثانیه بودند (۹). علت این که این آزمون با چشمان بسته اجرا شد، این بود که چون آزمودنی‌ها افراد جوان و سالم بودند، ممکن بود اجرای آزمون با چشمان باز اختلاف بین پای برتر و غیربرتر را نشان ندهد.

#### آزمون تعادلی ایستادن روی بخش قدامی یک پا (UFBT):

آزمودنی در حالی که پای چپ خود را از زمین جدا کرده و تا اواسط ساق پای مخالف (پای راست) بالا آورده بود، وزن بدن را بر روی پای راست قرار می‌داد. شروع آزمون از زمانی بود که آزمودنی پاشنه پای راست را از زمین جدا کرده و روی بخش قدامی پا (سینه پا) می‌ایستاد. دست‌های آزمودنی، آزادانه در کنار بدن قرار داشتند. در مدت زمان اجرای آزمون، آزمودنی با چشمان باز به صفحه‌ای که در فاصله ۲ متری و در راستای افقی چشمانش قرار داشت، نگاه می‌کرد. مدت زمانی که آزمودنی در این وضعیت قرار می‌گرفت، به عنوان زمان آزمون تعادلی ایستادن روی بخش قدامی یک پا، برای پای راست ثبت شد. اعمال و حرکاتی

جدول ۱. نتایج همبستگی آزمون‌ها بر اساس میانگین سه تکرار (۳)

توزیع وزن روی پاها	ایستادن روی بخش قدامی یک پا	ایستادن روی یک پا	فاصله لی‌زدن	ترجیح یک پا حین فرود	ترجیح یک پا حین لی‌لی	
۰/۱۰	-۰/۰۱	-۰/۰۳	۰/۴۰**	۰/۸۵**	۱/۰۰	ترجیح یک پا حین لی‌لی
۰/۰۴	۰/۰۲	۰/۱۴	۰/۴۷**	۱/۰۰		ترجیح یک پا حین فرود
-۰/۲۲	۰/۲۲	۰/۱۰	۱/۰۰			فاصله لی‌زدن
۰/۱۱	-۰/۰۵	۱/۰۰				ایستادن روی یک پا
-۰/۴۱	۱/۰۰					ایستادن روی بخش قدامی یک پا
۱/۰۰						توزیع وزن بر روی پاها

\*\* همبستگی معنی‌دار در سطح  $P > ۰/۰۱$ 

لی‌لی و فرود از ارتفاع در بین آزمون‌های منتخب، بیشترین اختلاف را در استفاده از پای راست و چپ نشان داده‌اند. این اختلاف (اختلاف بین استفاده از پای راست و چپ) در چهار آزمون دیگر کاهش می‌یابد. نتایج همبستگی آزمون‌ها بر اساس میانگین سه تکرار و میانگین دو تکرار به ترتیب در جداول ۱ و ۲ آمده است. همان‌طور که در جدول ۱ مشاهده می‌شود، بیشترین میزان همبستگی مربوط به دو آزمون تعیین پای ترجیحی حین اجرای حرکت لی‌لی و فرود از ارتفاع بود. نتایج همچنین، نشان دادند بین دو آزمون پیش‌گفته و آزمون فاصله مهارت لی‌زدن نیز همبستگی متوسط و معنی‌داری وجود داشت ( $P > ۰/۰۱$ ). نکته قابل توجهی که در جدول ۲ قابل مشاهده می‌باشد، این است که وقتی محاسبه میانگین بر اساس مقدار دو تکرار (دو تکراری که بالاترین زمان را داشتند) محاسبه گردید، همبستگی اندک، اما معنی‌داری بین آزمون SLS و آزمون‌های فرود از ارتفاع و فاصله مهارت لی‌زدن مشاهده شد ( $P > ۰/۰۵$ ).

مقدار  $R^2$  تعدیل‌شده (Adjusted R square) در آزمون‌های دارای همبستگی معنی‌دار، از بیشترین تا کمترین مقدار در شکل ۱ آمده است. مقدار  $R^2$  بین دو آزمون نشان دهنده این است که میزان تغییرپذیری در یک آزمون تا چه اندازه با استفاده از آزمون دیگر قابل تبیین است (۱۱). همان‌طور که مقادیر ارائه شده در شکل ۱ نشان می‌دهند، بیشترین واریانس مشترک بین دو آزمون تعیین پای ترجیحی حین اجرای حرکت لی‌لی و فرود از ارتفاع وجود دارد. بنابراین، می‌توان گفت این دو آزمون، از ارتباط قابل اطمینانی برخوردار هستند و ۰/۷۲ از تغییرپذیری آزمون تعیین پای ترجیحی حین اجرای حرکت لی‌لی، با استفاده از آزمون فرود از ارتفاع قابل توضیح و تفسیر است. این واریانس مشترک بین دو آزمون فاصله لی‌زدن و فرود از ارتفاع، ۰/۲۵ و برای دیگر آزمون‌هایی که دارای همبستگی معنی‌دار بودند، کمتر از ۰/۲۰ بود.

تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۵ (version 25, IBM Corporation, Armonk, NY) صورت گرفت. طبیعی بودن توزیع داده‌ها با استفاده از آزمون Shapiro-Wilk تأیید شد ( $P = ۰/۰۵$ ). برای بررسی رابطه نتایج آزمون‌ها که عبارت از تعیین پای غیربرتر آزمودنی‌ها بود، از روش کدگذاری تصنعی و همبستگی Pearson استفاده گردید. تغییرپذیری جفت متغیرها نیز با استفاده از رگرسیون خطی مورد محاسبه قرار گرفت. از روش آماری Cronbach's alpha نیز برای محاسبه پایایی آزمون‌ها استفاده شد و مقدار Cronbach's alpha بیشتر از ۰/۷ به عنوان پایایی قابل قبول در نظر گرفته شد (۲۸).  $P > ۰/۰۵$  به عنوان سطح معنی‌داری تعیین شد.

### یافته‌ها

۲۸ آزمودنی سالم با میانگین سن  $۱/۸۱ \pm ۲۲/۰۳$  سال، قد  $۱/۶۸ \pm ۰/۳۵$  متر، وزن  $۴/۱۳ \pm ۶۰/۵$  کیلوگرم و شاخص توده بدنی  $۱/۴۸ \pm ۲۱/۴۳$  کیلوگرم/مترمربع مورد مطالعه قرار گرفتند.

درصد تعداد آزمودنی‌ها در استفاده از پای راست در آزمون‌های تعیین پای ترجیحی حین اجرای حرکت لی‌لی، تعیین پای ترجیحی حین فرود روی یک پا از ارتفاع، آزمون فاصله مهارت لی‌زدن، آزمون تعادلی ایستادن روی یک پا، آزمون تعادلی ایستادن روی بخش قدامی یک پا و آزمون نحوه توزیع وزن روی پاها به ترتیب ۰/۷۸، ۰/۷۱، ۰/۵۰، ۰/۴۳، ۰/۳۹، ۰/۶۲ درصد بود. این مقادیر برای استفاده از پای چپ به ترتیب ۰/۲۲، ۰/۲۹، ۰/۵۰، ۰/۵۷، ۰/۶۱ و ۰/۳۸ درصد بودند. مقادیر به دست آمده نشان می‌دهند به منظور اجرای آزمون‌های تعیین پای ترجیحی حین اجرای ST، بعضی از آزمودنی‌ها از پای راست (۷۸-۷۱ درصد) و بعضی از پای چپ خود (۲۲-۲۹ درصد) استفاده کرده‌اند. دو آزمون پای ترجیحی حین اجرای حرکت

جدول ۲. نتایج همبستگی آزمون‌ها بر اساس میانگین دو تکرار (۲)

توزیع وزن روی پاها	ایستادن روی بخش قدامی یک پا	ایستادن روی یک پا	فاصله لی‌زدن	ترجیح یک پا حین فرود	ترجیح یک پا حین لی‌لی	
۰/۱۰	۰/۰۹	۰/۱۵	۰/۴۴**	۰/۸۵**	۱/۰۰	ترجیح یک پا حین لی‌لی
۰/۰۴	۰/۰۹	۰/۲۸*	۰/۵۱**	۱/۰۰		ترجیح یک پا حین فرود
-۰/۲۲	۰/۲۰	۰/۲۹*	۱/۰۰			فاصله لی‌زدن
۰/۱۱	-۰/۱۷	۱/۰۰				ایستادن روی یک پا
-۰/۳۹	۱/۰۰					ایستادن روی بخش قدامی یک پا
۱/۰۰						توزیع وزن بر روی پاها

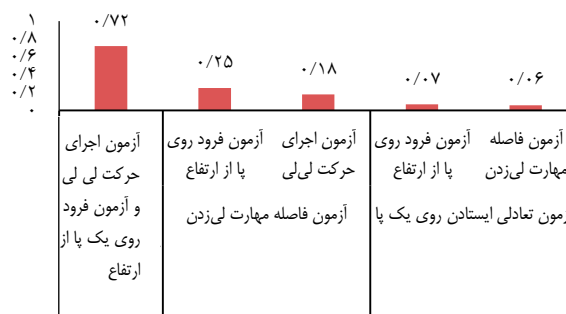
\*\* همبستگی معنی‌دار در سطح  $P > ۰/۰۱$

در رابطه با استفاده از پای راست و یا چپ جهت اجرای آزمون‌ها، باید متذکر گردید آزمودنی‌هایی که از پای چپ خود برای اجرای آزمون‌های ST استفاده کردند و یا امتیاز بهتری حین اجرای آزمون‌های ST با پای چپ کسب نمودند، در یک دامنه متغیر (بین ۶۱-۲۲ درصد) قرار داشتند. بنابراین، این که آزمودنی‌ها بیشتر از کدام پای خود برای اجرای آزمون‌های ST استفاده می‌کنند، بستگی به نوع آزمون ST دارد. از این رو، استناد به اصل استفاده از یک پای ثابت (به طور معمول پای راست) برای اجرای مهارت‌های MT که در تحقیقات پیشین گزارش شده است (۵) در رابطه با مهارت‌های ST مصداق ندارد. با استفاده از نتایج به دست آمده در این بخش، فرضیه مطرح شده توسط Velotta و همکاران مبنی بر این که آزمودنی‌ها هنگام اجرای ST‌های مختلف (وظایف حرکتی مختلف که نیازمند پایداری هستند) ممکن است پای خود را تغییر دهند، تأیید می‌گردد (۳). لازم به ذکر است Velotta و همکاران با استفاده از دو آزمون ST این فرضیه را مورد بررسی قرار دادند؛ در حالی که در تحقیق حاضر، این فرضیه با استفاده از شش آزمون متنوع ST مورد ارزیابی قرار گرفت.

در رابطه با همبستگی و تغییرپذیری آزمون‌ها نیز نتایج حاکی از آن بودند که هر قدر الگوی حرکتی دو مهارت ST بیشتر به هم شبیه باشد، احتمال این که فرد برای اجرای آن دو مهارت از یک پای مشخص استفاده نماید، بیشتر است؛ به دلیل این که بیشترین مقدار همبستگی و واریانس مشترک بین دو آزمون اجرای حرکت لی لی و فرود روی یک پا از ارتفاع مشاهده گردید. به علاوه، از میان دیگر آزمون‌ها، آزمون فاصله مهارت لی‌زدن با دو آزمون پیش‌گفته (اجرای حرکت لی لی و فرود روی یک پا) همبستگی متوسط داشت. نتیجه تحقیق Velotta و همکاران مؤید نتایج مطالعه حاضر است (۳). بررسی‌های Velotta و همکاران، نشان داد که ترجیح یک پا به پای دیگر هنگام اجرای آزمون‌های تعیین پای غیربرتر، نتیجه سازگاری فرد با ماهیت آزمونی است که در حال اجرای آن می‌باشد.

یکی دیگر از یافته‌های تحقیق حاضر، این بود که وقتی روش محاسبه میانگین‌ها تبدیل شد، همبستگی اندک، اما معنی‌داری بین آزمون SLS و آزمون‌های فرود از ارتفاع و فاصله مهارت لی‌زدن ظاهر گردید. بررسی مطالعات پیشین نشان داد که روش محاسبه میانگین امتیاز آزمون‌ها در تحقیقات، متفاوت است. برخی محققان میانگین سه تکرار و برخی دیگر میانگین دو تکرار را به عنوان امتیاز نهایی آزمودنی حین اجرای آزمون‌های تعیین پای برتر در نظر می‌گیرند (۳۰). در تحقیق حاضر، از هر دو روش محاسبه میانگین به طور هم‌زمان استفاده شد. هنگامی که محاسبه میانگین تکرار آزمون‌ها بر اساس دو مقدار بیشینه صورت گرفت، همبستگی بین آزمون تعادلی SLS با دو آزمون تعیین پای ترجیحی حین فرود روی یک پا از ارتفاع و آزمون مهارتی فاصله لی‌زدن مشخص گردید. لازم به ذکر است اگر چه مقدار این همبستگی‌ها به لحاظ آماری معنی‌دار بودند، اما چون از مقادیر تغییرپذیری اندکی برخوردار می‌باشند، نتایج آن قابل استناد نیستند. با این حال، بر اساس همین مقادیر اندک، می‌توان این احتمال را مطرح نمود که چنانچه در تحقیق مشابهی از روش‌های محاسباتی دقیق‌تر و تعداد آزمودنی بیشتر استفاده گردد، امکان دستیابی به نتایج قابل اطمینان‌تری وجود دارد.

یافته دیگری که از بررسی ارتباط بین آزمون‌ها به دست آمد، این بود که هیچ‌گونه ارتباط معنی‌داری بین آزمون توزیع وزن بر روی پاها حین کنترل تعادل در وضعیت DLS و آزمون‌های مهارتی ST و تعادلی SLS وجود ندارد.



شکل ۱. مقادیر مربوط به  $R^2$  تعدیل شده در آزمون‌های دارای همبستگی معنی‌دار

مقادیر به دست آمده در رابطه با پایایی آزمون‌ها نیز نشان دادند که تنها نتایج سه آزمون تعیین پای ترجیحی حین اجرای حرکت لی لی، فرود از ارتفاع و آزمون فاصله مهارت لی‌زدن از پایایی قابل قبول (بالتر از ۰/۷) برخوردار هستند (۲۸). میزان پایایی برای آزمون‌های ترجیح یک پا حین لی لی ۰/۷۶۹، ترجیح یک پا حین فرود ۰/۸۸۲، فاصله لی‌زدن ۰/۸۹۸، ایستادن روی یک پا ۰/۳۷۶ و ایستادن روی بخش قدامی یک پا ۰/۳۶۹ به دست آمد.

## بحث

نتایج نشان دادند دو آزمون تعیین پای ترجیحی حین اجرای حرکت لی لی و فرود از ارتفاع، بیشترین اختلاف را در استفاده از پای راست و چپ داشتند. همچنین، بیشترین میزان همبستگی و تغییرپذیری مشترک مربوط به همین دو آزمون (آزمون اجرای حرکت لی لی و فرود از ارتفاع) بود. نتایج پایایی آزمون‌ها نیز نشان داد که تنها سه آزمون اجرای حرکت لی لی، فرود از ارتفاع و فاصله مهارت لی‌زدن از پایایی بالا برخوردار بودند. از دیگر یافته‌های قابل توجه، این بود که وقتی روش محاسبه میانگین‌ها تبدیل شد، همبستگی اندک، اما معنی‌داری بین آزمون SLS و آزمون‌های فرود از ارتفاع و فاصله مهارت لی‌زدن ظاهر گردید.

از آن جایی که تعداد زیادی از محققان بر اساس روش‌های آزمایشگاهی به ارزیابی تعادل در وضعیت SLS و DLS می‌پردازند (۶، ۲۹)؛ چنانچه آزمون‌های تعادلی SLS میدانی از پایایی مناسبی برخوردار باشند، می‌توانند به حل مشکل تعیین پای غیربرتر در آزمون‌های تعادلی SLS آزمایشگاهی کمک نمایند؛ چرا که آزمون‌های تعادلی SLS میدانی و آزمایشگاهی، به لحاظ اجرای حرکتی به طور کامل باهم متناسب هستند و این همان نکته‌ای است که Velotta و همکاران، جهت تعیین پای غیربرتر آزمودنی‌ها رعایت آن را توصیه نموده‌اند (۳). از سوی دیگر، چنانچه بین آزمون‌های تعیین پای ترجیحی حین اجرای ST و آزمون عملکردی ST با آزمون‌های تعادلی SLS میدانی رابطه قوی وجود داشته باشد، می‌توان از این آزمون‌ها که به لحاظ اجرا، آزمون‌های ساده‌ای می‌باشند، برای تعیین پای غیربرتر آزمودنی‌ها هنگام اجرای آزمون‌های تعادلی SLS و DLS آزمایشگاهی استفاده نمود. هدف از انجام تحقیق حاضر، بررسی رابطه و پایایی آزمون‌های ارزیابی کننده پای غیربرتر جهت اجرای آزمون‌های تعادلی SLS و تعیین استراتژی‌های حرکتی در وضعیت DLS بود.



### نتیجه گیری

بر اساس یافته‌های تحقیق حاضر، می‌توان گفت هر چه آزمون‌های ST به لحاظ عملکردی به هم شبیه‌تر باشند، احتمال این که فرد از یک پای مشخص (راست یا چپ) برای اجرای آن‌ها استفاده نماید، بیشتر است. به علاوه، فرد با توجه به نوع وظیفه حرکتی، یکی از پاهای خود را برای اجرای آزمون‌های ST استفاده می‌نماید. نتایج، همچنین نشان دادند که با استفاده از آزمون‌های میدانی مورد استفاده در این تحقیق، نمی‌توان نحوه توزیع وزن روی پاها حین DLS را مشخص نمود و محققان حین بررسی استراتژی‌های حرکتی در وضعیت DLS نیازمند استفاده از Force plate می‌باشند. بررسی پایایی آزمون‌ها نیز نشان داد که تنها آزمون‌های تعیین پای ترجیحی حین اجرای حرکت لی‌لی، فرود روی یک پا از ارتفاع و فاصله لی‌زدن از پایایی قابل قبولی برخوردار بودند.

### تشکر و قدردانی

داده‌های مورد نیاز این پژوهش به صورت مستقل، در آزمایشگاه کنترل حرکت دانشگاه الزهرا (س) جمع‌آوری گردید. لازم به ذکر است تحقیق حاضر با کد IR.SSRI.REC.1397.232 توسط کمیته اخلاق در پژوهش پژوهشگاه تربیت بدنی و علوم ورزشی مورد تأیید قرار گرفت. بدین وسیله، از تمام دانشجویانی که در اجرای این تحقیق مشارکت داشتند، قدردانی می‌گردد.

### نقش نویسندگان

لیلا غزاله، طراحی و ایده‌پردازی مطالعه، خدمات اجرایی و علمی و فراهم نمودن تجهیزات و نمونه‌های مطالعه، جمع‌آوری داده‌ها، تنظیم و ارزیابی تخصصی و تأیید نهایی دست‌نوشته جهت ارسال به دفتر مجله، مسؤلیت حفظ و یکپارچگی فرایند انجام مطالعه از آغاز تا انتشار و پاسخگویی به نظرات داوران، امیرعلی جعفرنژاد گرو، تنظیم و ارزیابی تخصصی دست‌نوشته از نظر مفاهیم علمی، تفسیر نتایج و پاسخگویی به نظرات داوران و بهرام صالح، مشاوره تخصصی آماری را به عهده داشتند.

### منابع مالی

داده‌های مورد نیاز این پژوهش به صورت مستقل، در آزمایشگاه کنترل حرکت دانشگاه الزهرا (س) جمع‌آوری گردید و توسط کمیته اخلاق در پژوهش پژوهشگاه تربیت‌بدنی و علوم ورزشی با کد IR.SSRI.REC.1397.232 مورد تأیید قرار گرفت. منابع مالی تحقیق حاضر، از سوی نویسنده مسؤول مقاله و دانشگاه الزهرا (س) تأمین گردید.

### تعارض منافع

هیچ یک از نویسندگان دارای تعارض منافع نمی‌باشند.

بنابراین، با استفاده از آزمون‌های میدانی استفاده شده در این تحقیق، نمی‌توان نحوه توزیع وزن روی پاها حین DLS را مشخص نمود. Velotta و همکاران، نشان دادند که بین آزمون توزیع وزن روی پاها و آزمون ایستادن روی یک پا همبستگی متوسطی وجود دارد (۳). باید متذکر شد که در تحقیق Velotta و همکاران، نحوه توزیع وزن روی پاها بر اساس میزان نیروی عکس‌العمل زمین در زیر هر یک از پاها بررسی گردید.

نتایج مربوط به ارزیابی پایایی آزمون‌ها نیز نشان دادند که از میان آزمون‌های مهارتی ST و تعادلی SLS، تنها سه آزمون تعیین پای ترجیحی حین اجرای حرکت لی‌لی، فرود روی یک پا از ارتفاع و فاصله لی‌زدن، از پایایی قابل قبولی برخوردارند. از این رو، به دلیل این که بر اساس نتایج تحقیق حاضر آزمون‌های تعادلی ایستادن روی یک پا (SLS) و ایستادن روی بخش قدمی یک پا (UFBT) از پایایی قابل قبولی برخوردار نیستند، از این دو آزمون میدانی نمی‌توان برای تعیین پای غیربرتر افراد هنگام اجرای آزمون‌های تعادلی آزمایشگاهی SLS که با استفاده از Force plate انجام می‌شوند، استفاده نمود.

بنابراین، یافته‌های تحقیق حاضر مؤید این مطلب هستند که روشی که در حال حاضر از سوی محققان برای تعیین پای غیربرتر آزمودنی‌ها حین اجرای آزمون‌های SLS مورد استفاده قرار می‌گیرد، صحیح نمی‌باشد. به دلیل این که اگر چه آزمودنی‌ها به منظور انجام مهارت‌های MT به طور معمول از یک پای ثابت استفاده می‌کنند، اما هنگام اجرای آزمون‌های ST مختلف، پای خود را تغییر می‌دهند. علاوه بر این، بر اساس نتایج حاصل از تحقیق حاضر، می‌توان طرح تحقیق جامع‌تری که در بر گیرنده آزمون‌ها و روش‌های محاسباتی دقیق‌تر باشد، جهت تعیین پای غیربرتر افراد حین اجرای آزمون‌های تعادلی ارائه نمود.

### محدودیت‌ها

به دلیل بررسی پایایی، آزمون‌ها در سه جلسه با فاصله زمانی یک هفته تکرار شدند. همین امر، باعث از دست دادن برخی از آزمودنی‌ها و کاهش حجم نمونه به حداقل سطح قابل قبول رسید. همچنین، به دلیل محدودیت در استفاده از آزمایشگاه و تجهیزات آزمایشگاهی، امکان بررسی پایایی آزمون نحوه توزیع وزن در وضعیت DLS وجود نداشت.

### پیشنهادها

به دلیل موارد مطرح شده در بخش محدودیت‌ها و با توجه به این که نتیجه آزمون بررسی توزیع طبیعی به صورت مرزی (Borderline) می‌باشد، انجام تحقیق مشابهی با تعداد آزمودنی بیشتر پیشنهاد می‌گردد. همچنین، استفاده هم‌زمان از آزمون‌های MT و ST و روش‌های محاسباتی جدید و متنوع‌تر نیز توصیه می‌گردد.

### References

- Harris AJ. Lateral dominance and reading disability. *J Learn Disabil* 1979; 12(5): 337-43.
- Papadatou-Pastou M. Handedness and language lateralization: Why are we right-handed and left-brained? *Hellenic Journal of Psychology* 2011; 8: 248-65.
- Velotta J, Weyer J, Ramirez A, Winstead J, Bahamonde R. Relationship between leg dominance tests and type of task. *Portuguese Journal of Sport Sciences* 2011; 11(Suppl 2): 1035-8.
- Bhise SA, Patil NK. Dominant and non-dominant leg activities in young adults. *International Journal of Therapies and*

- Rehabilitation Research 2016; 5(4): 257-64.
5. Gentry V, Gabbard C. Foot-preference behavior: A developmental perspective. *J Gen Psychol* 1995; 122(1): 37-45.
  6. Clifford AM, Holder-Powell H. Postural control in healthy individuals. *Clin Biomech (Bristol, Avon)* 2010; 25(6): 546-51.
  7. Kilroy EA, Crabtree OM, Crosby B, Parker A, Barfield WR. The effect of single-leg stance on dancer and control group static balance. *Int J Exerc Sci* 2016; 9(2): 110-20.
  8. Georgios G, Kollias N, Charalampos T, Konstantinos A. Over-representation of mixed-footedness among professional and semi-professional soccer players: An innate superiority or a strategic advantage? *J Hum Movement Stud* 2002; 42(1): 19-29.
  9. Reed S, Jennings N, Nakamura J, Wilson A. Determining leg dominance using the Unipedal Stance Test (UPST). *Proceedings of the Physical Therapy Research Symposium*; 2015 Oct 24; Tacoma, WA, USA.
  10. van Melick N, Meddeler BM, Hoozeboom TJ, Nijhuis-van der Sanden MWG, van Cingel REH. How to determine leg dominance: The agreement between self-reported and observed performance in healthy adults. *PLoS One* 2017; 12(12): e0189876.
  11. Swearingen J, Lawrence E, Stevens J, Jackson C, Waggy C, Davis DS. Correlation of single leg vertical jump, single leg hop for distance, and single leg hop for time. *Phys Ther Sport* 2011; 12(4): 194-8.
  12. Yamamoto A, Sasagawa S, Oba N, Nakazawa K. Behavioral effect of knee joint motion on body's center of mass during human quiet standing. *Gait Posture* 2015; 41(1): 291-4.
  13. Freitas SM, Duarte M. Joint coordination in young and older adults during quiet stance: effect of visual feedback of the center of pressure. *Gait Posture* 2012; 35(1): 83-7.
  14. Rougier PR. Relative contribution of the pressure variations under the feet and body weight distribution over both legs in the control of upright stance. *Journal of Biomechanics* 2007; 40(11): 2477-82.
  15. Faul F, Erdfelder E, Lang AG, Buchner A. G\*Power 3: A flexible statistical power analysis program for the social, behavioral, and biomedical sciences. *Behav Res Methods* 2007; 39(2): 175-91.
  16. Dorneles PP, de Silva FS, Mota CB. Comparison of postural balance among groups of women with different age ranges. *Fisioterapia e Pesquisa* 2015; 22(4): 392-7.
  17. de Almeida IA, Terra MB, de Oliveira MR, Silva Junior RA, Ferraz HB, Santos SMS. Comparing postural balance among older adults and Parkinson's disease patients. *Motriz: Rev Educ Fis* 2016; 22(4): 261-5.
  18. Fong SSM, Chung LMY, Bae YH, Vackova D, Ma AWW, Liu KPY. Neuromuscular processes in the control of posture in children with developmental coordination disorder: Current evidence and future research directions. *Curr Dev Disord Rep* 2018; 5(1): 43-8.
  19. Samaei A, Bakhtiary AH, Elham F, Rezasoltani A. Effects of genu varum deformity on postural stability. *Int J Sports Med* 2012; 33(6): 469-73.
  20. Sziver E, Nagy E, Preszner-Domjan A, Posa G, Horvath G, Balog A, et al. Postural control in degenerative diseases of the hip joint. *Clin Biomech (Bristol, Avon)* 2016; 35: 1-6.
  21. Bahamonde R, Weyer J, Velotta J, Middleton A. Effects of leg dominance on the single leg hop functional test in non-injured adults. *Proceedings of the 30th Annual Conference of Biomechanics in Sports*; 2012; Melbourne, Australia. p. 31-4.
  22. Clark MS. The Unilateral Forefoot Balance Test: Reliability and validity for measuring balance in late midlife women. *NZ Journal of Physiotherapy* 2007; 35(3): 110-8.
  23. Chapman JP, Chapman LJ, Allen JJ. The measurement of foot preference. *Neuropsychologia* 1987; 25(3): 579-84.
  24. Ludwig O, Simon S, Piret J, Becker S, Marschall F. Differences in the dominant and non-dominant knee valgus angle in junior elite and amateur soccer players after unilateral landing. *Sports* 2017; 5(1): 14.
  25. Springer BA, Marin R, Cyhan T, Roberts H, Gill NW. Normative values for the unipedal stance test with eyes open and closed. *J Geriatr Phys Ther* 2007; 30(1): 8-15.
  26. Winter DA. Human balance and posture control during standing and walking. *Gait Posture* 1995; 3(4): 193-214.
  27. Ghazaleh L, Anbarian M, Damavandi M. Prediction of body center of mass acceleration from trunk and lower limb joints accelerations during quiet standing. *Physical Treatment* 2017; 7 (2): 103-12.
  28. Nunnally JC. *Psychometric theory*. New York, NY: McGraw-Hill; 1978.
  29. Alonso AC, Brech GC, Bourquin AM, Greve JM. The influence of lower-limb dominance on postural balance. *Sao Paulo Med J* 2011; 129(6): 410-3.
  30. Tsang WW, Hui-Chan CW. Static and dynamic balance control in older golfers. *J Aging Phys Act* 2010; 18(1): 1-13.



## The Correlation and Reliability of Determining Non-dominant Leg Tests in Order to Assess Standing Balance

Leila Ghazaleh<sup>1</sup>, AmirAli Jafarnezhadgero<sup>2</sup>, Bahram Saleh-Sedghpour<sup>3</sup>

### Original Article

#### Abstract

**Introduction:** Determining non-dominant leg in balance researches is important. Due to lack of specific test for determining non-dominant leg, the researchers had determined dominant leg, and then considered the opposite leg as non-dominant leg. Since, the used method had some drawbacks, the purpose of the present study was to evaluate the correlation and reliability of tests for determining non-dominant leg.

**Materials and Methods:** 28 women were selected through purposeful sampling method among the students aged 18-25 years in Alzahra University, Tehran, Iran, and participated in this study. Field and laboratory tests included tests for determining preferred leg during stability task, functional test of stability task, single-leg stance balance tests, and weigh distribution on legs test during double leg stance. In order to study the manner of weight distribution on legs, a force plate and motion analysis system were used. MATLAB software was used for data analysis, and statistical analysis was done using SPSS software.

**Results:** Highest correlation ( $r = 0.85$ ) was related to two tests of hopping and landing from height ( $P = 0.001$ ). There was also moderate correlation between hopping ( $r = 0.40$ ) and landing from height ( $r = 0.47$ ) tests and hopping distance test ( $P = 0.005$ ). Results of reliability of tests revealed that only these three tests have high reliability. When method for calculating average values of trials was somehow modified, small but significant correlation appeared between single-leg stance test with landing ( $r = 0.28$ ) and hopping skill distance ( $r = 0.29$ ) tests ( $P = 0.020$ ). There was no significant correlation between double leg stance test with stability task and single leg stance balance tests.

**Conclusion:** Tests for determining non-dominant leg should be proportionate to task in research. Single-leg stance balance test used in the present study had not acceptable reliability, and based on the stability task and balance single-leg stance tests used in this study, manner of weigh distribution on legs at double leg stance condition cannot be shown.

**Keywords:** Reliability, Test, Postural balance, Leg

**Citation:** Ghazaleh L, Jafarnezhadgero AA, Saleh-Sedghpour B. **The Correlation and Reliability of Determining Non-dominant Leg Tests in Order to Assess Standing Balance.** J Res Rehabil Sci 2017; 13(5): 255-62.

Received: 12.10.2017

Accepted: 04.11.2017

1- Assistant Professor, Department of Exercise Physiology, School of Physical Education and Sport Sciences, Alzahra University, Tehran, Iran  
2- Assistant Professor, Department of Physical Education and Sport Sciences, School of Educational Sciences and Psychology, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran  
3- Associate Professor, Department of Educational Sciences, School of Humanities, Shahid Rajaii Teacher Training University, Tehran, Iran  
**Corresponding Author:** Leila Ghazaleh, Email: l.ghazaleh@alzahra.ac.ir

## تأثیر استفاده از کلاه‌های ایمنی در تکواندو بر پارامترهای دینامیکی مرتبط با آسیب سر

ندا بروشک<sup>۱</sup>، حسن خوشنودی<sup>۲</sup>، منصور اسلامی<sup>۳</sup>، حسین خدارحمی<sup>۴</sup>

## مقاله پژوهشی

## چکیده

**مقدمه:** تأثیر استفاده از کلاه‌های ایمنی در تکواندو بر پارامترهای مهم آسیب سر، هنوز به طور کامل مشخص نشده است. هدف از انجام مطالعه حاضر، بررسی میزان تغییرات شتاب چرخشی، شتاب خطی و نیروی ضربه سر در هنگام استفاده از کلاه ایمنی در تکواندو بود.

**مواد و روش‌ها:** در این پژوهش تجربی، ۱۴ تکواندوکار مرد حرفه‌ای شرکت کردند. جهت بررسی تأثیر کلاه‌ها بر پارامترهای آسیب سر، از یک دستگاه متشکل از یک سر و گردن مصنوعی، یک بازوی مکانیکی که نماینده پای تکواندوکار است و یک مجموعه کامپیوتری جهت ارزیابی، نظارت و ثبت اطلاعات که توسط محقق ساخته و به ثبت رسیده است، استفاده شد. نتایج در برنامه MATLAB به دست آمد. به منظور تجزیه و تحلیل آماری نتایج، از آزمون One-way repeated measures ANOVA و به دنبال آن، از آزمون Bonferroni استفاده گردید ( $P > 0/050$ ).

**یافته‌ها:** تمامی کلاه‌ها، نیروی ضربه و شتاب خطی سر را به طور معنی‌داری کاهش دادند ( $P = 0/001$ ). کلاه‌های خارجی و کلاه‌های ایرانی، به طور معنی‌داری به ترتیب منجر به کاهش و افزایش شتاب چرخشی سر شدند ( $P = 0/001$ ).

**نتیجه‌گیری:** همه کلاه‌ها، محافظ خوبی برای پیش‌گیری از آسیب‌های ناشی از نیروی ضربه و شتاب خطی می‌باشند، اما هیچ‌یک از این کلاه‌ها، نتوانستند شتاب چرخشی سر را به کمتر از آستانه آسیب سر کاهش دهند.

**کلید واژه‌ها:** نیروی ضربه، شتاب خطی، شتاب چرخشی، تکواندو، آسیب سر

**ارجاع:** بروشک ندا، خوشنودی حسن، اسلامی منصور، خدارحمی حسین. تأثیر استفاده از کلاه‌های ایمنی در تکواندو بر پارامترهای دینامیکی مرتبط با آسیب سر. پژوهش در علوم توانبخشی ۱۳۹۶؛ ۱۳ (۵): ۲۶۳-۲۷۰

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۸/۲۴

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۷/۲۳

آسیب‌های مغزی و کاهش هزینه‌های اقتصادی ناشی از آن، استفاده از کلاه‌های حفاظتی مناسب و استاندارد است.

جهت ایمنی تکواندوکاران در برابر آسیب سر، آگاهی و بررسی میزان جذب ضربه کلاه‌ها در این رشته ورزشی لازم و ضروری است، اما به نظر می‌رسد استانداردها و روش‌های بررسی کیفیت این کلاه‌ها، نتوانسته است تمامی الزامات ایمنی ورزشکاران را در میداين ورزشی برآورده سازد. در حال حاضر، کلاه‌هایی با برندهای مختلف وجود دارند که بر اساس انجمن تست و مواد آمریکا (American Society for Testing And Materials یا ASTM) مورد ارزیابی قرار می‌گیرند (۶-۵). در سال ۲۰۱۲، کیفیت محافظتی پنج نوع کلاه در تکواندو از سوی فدراسیون جهانی تکواندو مورد بررسی قرار گرفت. نتایج این بررسی نشان داد که هیچ‌یک از کلاه‌ها نتوانستند شتاب خطی وارد به سر را به کمتر از آستانه آسیب سر کاهش دهند (۷).

McIntosh و همکاران، در مطالعه‌ای در بررسی عملکرد جذب ضربه

## مقدمه

امروزه با وجود استفاده از کلاه‌های ایمنی در ورزش‌های برخوردی، آسیب‌های ناشی از ضربات تکراری به سر، در حال افزایش است. بر طبق آمار مرکز کنترل بیماری‌ها، از سال ۲۰۰۱ تا ۲۰۰۹ شمار مراجعین به بخش‌های اورژانس بیمارستان‌ها به علت ضربه مغزی مربوط به ورزش‌های حرفه‌ای و آماتور، ۶۲ درصد افزایش یافته و از ۱۵۳/۳۷ نفر به ۳۴۸/۴۱ نفر رسیده است (۱).

در ورزش تکواندو، به دلیل استفاده زیاد از ضربه پا به سر در کسب امتیاز، شیوع آسیب سر بالا می‌باشد (۲). Pieter و همکاران، میزان آسیب‌های وارد شده به سر و گردن در پسران و دختران را به ترتیب ۲۱/۴ و ۱۶/۹ آسیب در هر ۱۰۰۰ ورزشکار در معرض خطر گزارش کردند (۳). Cassidy و Koh، نشان دادند که از هر ۱۰۰۰ ضربه وارد شده در تکواندو، ۳۶۵ ضربه به سر می‌باشد که از این تعداد، ۱۱ مورد آن منجر به ضربه مغزی می‌گردد (۴). این آمارها، نشانگر خطر جدی برای سلامتی تکواندوکاران می‌باشد. یکی از روش‌های پیش‌گیری از

۱- مدرس، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه گیلان، رشت، ایران

۲- مربی، گروه مکانیک، واحد شوش، دانشگاه آزاد اسلامی، شوش، ایران

۳- دانشیار، گروه بیومکانیک ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه مازندران، بابلسر، ایران

۴- استاد، گروه مهندسی مکانیک، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه امام حسین (ع)، تهران، ایران

نویسنده مسؤول: ندا بروشک

Email: nedaboroushak@yahoo.com

انتخاب شدند. روش نمونه‌گیری از نوع در دسترس یا آسان بود. تکواندوکارانی می‌توانستند در این تحقیق شرکت کنند که در سطح حرفه‌ای فعالیت داشتند. بنابراین، معیار ورود آن‌ها داشتن مقام‌های اول تا سوم در تیم ملی انتخابی کشور بود (۱۲). از این رو، افرادی که هیچ گونه مقامی در سطح کشور نداشتند، از این مطالعه خارج شدند. سلامت جسمانی کلیه آزمودنی‌ها قبل از اجرای شیوه‌نامه پژوهشی ارزیابی شد. هر گونه مشکلات وضعیتی و اسکلتی-عضلانی و بدشکلی‌های پایین تنه نظیر زانوی پرانتری و ضربدری، صافی و گودی کف پا، پیچش درشت‌تنی، پیچ خوردگی مزمن مچ پا، شکستگی، در رفتگی و بیماری‌هایی نظیر شکستگی استرسی، استئوآرتریت، شین اسپلینت، دردهای ساق و پا به عنوان دیگر متغیرهای خروج آزمودنی از مطالعه تعیین شدند (۱۳). قبل از جمع‌آوری داده‌ها، این مطالعه توسط هیأت بررسی دانشگاه علوم پزشکی گیلان بر اساس اصول اخلاق انسانی (IR.GUMS.REC.1396.284) مورد تأیید قرار گرفت. آزمایش‌های مورد نظر در یک باشگاه ورزشی انجام شد. در این پژوهش، از ۴ نوع کلاه رایج در تکواندو استفاده شد (شکل ۱). ضخامت، چگالی و جرم کلاه A که ساخت کشور آلمان بود، به ترتیب ۲۰ میلی‌متر، ۸۶ کیلوگرم/مترمکعب و جرم ۰/۲۰۳ کیلوگرم بود. همچنین، کلاه B، محصول کشور اسپانیا دارای ضخامتی برابر با ۳۷ میلی‌متر، چگالی ۸۶ کیلوگرم/مترمکعب و جرم ۰/۲۹۳ کیلوگرم بود. کلاه C ساخت کشور ایران با ضخامت ۲۰ میلی‌متر، چگالی ۶۵ کیلوگرم/مترمکعب و جرم ۰/۱۹۰ کیلوگرم بود. همچنین، کلاه D تولید ایران بود که مقادیر پیش‌گفته برای آن به ترتیب برابر با ۱۸ میلی‌متر، ۵۸ کیلوگرم/مترمکعب و ۰/۱۵۰ کیلوگرم بود. در ابتدای کار و پیش از شروع آزمون، نحوه انجام آن برای شرکت‌کننده‌ها به طور کامل تشریح شد. برای بررسی تأثیر استفاده از کلاه‌های ایمنی در تکواندو بر پارامترهای دینامیکی مرتبط با آسیب سر، دستگاهی متشکل از یک سر و گردن مصنوعی مجهز به حس‌گرهایی جهت اندازه‌گیری شتاب و یک بازوی مکانیکی که نماینده پای تکواندوکار است (۱۲)، توسط محقق ساخته و در سازمان ثبت اسناد و املاک کشور به شماره ۹۲۹۰۵ به ثبت رسید (شکل ۲). برای اندازه‌گیری شتاب خطی سر، از حسگر شتاب سه محوره (۳۷۵ ADXL، شرکت AnalogDevice، آمریکا)، به منظور اندازه‌گیری چرخش سر از مازول ژيروسکوپ (۶۰۵۰ MPU، شرکت Invensense، آمریکا) و نیز جهت اندازه‌گیری نیرو از حسگر Flexi force (۴۰۱، شرکت Tekscan، ایالت متحده آمریکا) استفاده شد. جهت ارزیابی، نظارت و ثبت اطلاعات، از یک سیستم کامپیوتری استفاده شد و نتایج حاصل از تحلیل این داده‌های خام، در برنامه MATLAB به دست آمد. جهت اندازه‌گیری هم‌زمان متغیرها، حسگرها با یکدیگر هماهنگ‌سازی گردید و سرعت نمونه‌برداری در زمان داده‌برداری از دستگاه، برابر با ۱۰۰۰ هرتز در نظر گرفته شد (۱۲).

۷ کلاه در ورزش‌های برخوردی بر اساس میزان کاهش در شتاب خطی در دو ناحیه پیشانی و قسمت جانبی سر با استفاده از کلاه Top Ten در مقایسه با کلاه Adidas در نواحی پیش‌گفته به ترتیب ۳۲ و ۴۰ درصد شتاب کمتری را نشان داد (۶). با وجود انجام چندین تحقیق در مورد کلاه تکواندو، هنوز میزان تأثیر آن‌ها در پیش‌گیری از آسیب سر مشخص نیست. بررسی عملکرد کلاه‌ها، تنها بر اساس پارامتر شتاب خطی است و تأثیر دیگر پارامترهای دینامیکی مرتبط با آسیب سر، در این تحقیقات به طور دقیق مشخص نشده است (۷-۵). در بررسی پارامترهای دینامیک مرتبط با آسیب سر، مشخص شده است که آسیب‌های مغزی، ناشی از شتاب‌های خطی و چرخشی سر و گردن می‌باشد. در این بررسی‌ها، شتاب خطی برای ارزیابی آسیب‌های موضعی مغز و شتاب چرخشی برای آسیب‌های انتشاری و شدید همچون آسیب‌های آکسونی و خونریزی ساختارهای عروقی به کار می‌رود. همچنین، علت آسیب‌های جمجمه‌ای، ناشی از نیروی برخورد معرفی گردیده است (۸). آسیب‌های ناشی از ضربات وارده به سر، به طور معمول با نقص شناختی و رفتاری و کنترل حرکتی از ۲۴ ساعت تا ۱۰ روز پس از آسیب همراه است و در صورت تکرار، ممکن است با آسیب‌های شدیدی همچون Mild traumatic brain injury و اختلال عملکرد حافظه همراه شود (۹). این موضوع، می‌تواند سبب محرومیت و دوری ورزشکاران از میادین قهرمانی گردد. بنابراین، استفاده از کلاه‌هایی که سبب کاهش پارامترهای آسیب شود، کمک شایانی به پیش‌گیری از خسارات جبران‌ناپذیر خواهد کرد. در حال حاضر، مطالعاتی در مورد تأثیر کلاه بر شتاب خطی به منظور پیش‌گیری از آسیب سر انجام شده است (۷-۵)، اما همچنان، اثر کلاه‌ها بر روی پارامترهای دینامیکی مهمی همچون شتاب چرخشی و نیروی برخورد به روشنی مشخص نیست. از آن جایی که لازمه کسب امتیاز در تکواندو اصابت ضربات پا به سر است (۱۰)، انتظار می‌رود نیروی برخورد یک عامل مهم در آسیب سر باشد. از طرف دیگر، ممکن است آسیب‌ها به دلیل اثرات ثانویه برخورد (شتاب‌های خطی و چرخشی) اتفاق بیفتند. در نتیجه، بررسی اثر کلاه‌ها بر روی هر یک از پارامترهای دینامیک مرتبط با آسیب سر به منظور پیش‌گیری از وقوع آسیب در تکواندو، ضروری خواهد بود. بر این اساس، در پژوهش حاضر، تأثیر استفاده از کلاه‌های ایمنی در تکواندو بر پارامترهای دینامیکی مرتبط با آسیب سر بررسی شد.

### مواد و روش‌ها

تحقیق حاضر، از نوع نیمه تجربی بود. قبل از انجام آزمون اصلی، نیاز به دانستن بیشینه نیروی پای تکواندوکاران بود. بدین منظور، ۱۵ تکواندوکار مرد با تکمیل فرم رضایت آگاهانه وارد مطالعه شدند که از این تعداد، ۱۴ نفر مطابق با جدول Morgan (۱۱) به عنوان حجم نمونه تحقیق و در دامنه سنی ۱۸-۳۰ سال



شکل ۱. چهار نوع کلاه رایج تکواندوی مورد استفاده در آزمایش

جدول ۱. مقایسه نتایج شبیه‌سازی با نرم‌افزار Adams و نتایج آزمایش‌ها با دستگاه

نیروی ضربه (نیوتن)	شتاب خطی بیشینه (g)		شتاب چرخشی بیشینه (رادیان بر مجذور ثانیه)		میانگین درصد خطا
	شبیه‌سازی	دستگاه	شبیه‌سازی	دستگاه	
۲۰۰۰	۳۴	۳۷	۱۳۶۷	۱۳۶۷	
۲۵۰۰	۴۴	۴۷	۱۸۱۳	۱۸۱۳	
۳۰۰۰	۵۳	۵۲	۲۳۵۲	۲۳۲۱	۴/۳
۳۵۰۰	۶۱	۶۴	۲۸۹۰	۲۷۹۲	۲/۲
۴۰۰۰	۷۲	۷۵	۳۴۱۶	۳۲۵۵	
۵۶۰۰	۹۹	۱۰۲	۴۵۰۷	۴۳۵۱	

استفاده از هر یک از کلاه‌ها به سر اعمال گردید (۱۲). جهت تجزیه و تحلیل داده‌ها، از آزمون‌های آماری توصیفی و استنباطی استفاده شد و پس از آن که طبیعی بودن توزیع داده‌ها با استفاده از آزمون Shapiro-Wilk مشخص شد، جهت بررسی تأثیر استفاده از کلاه‌ها بر نیروی ضربه، شتاب‌های خطی و چرخشی، از آزمون One-way repeated measures ANOVA و به دنبال آن، از آزمون Bonferroni استفاده شد. داده‌ها، با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۰ (version 20, SPSS Inc., Chicago, IL) واکاوی شدند.  $P > ۰/۰۵۰$  به عنوان سطح معنی‌داری در نظر گرفته شد.

### یافته‌ها

در این مطالعه، ۱۴ تکراندوکار با مشخصات دموگرافیک شامل میانگین  $\pm$  انحراف معیار سن  $۱/۰۴ \pm ۲۷/۷۷$  سال، قد  $۵/۰۵ \pm ۱۸۲/۱۱$  متر و وزن  $۶/۲۷ \pm ۷۷/۰۰$  کیلوگرم شرکت داشتند که میانگین بیشینه نیروی پای آنان برابر با ۵۶۶۰ نیوتن به دست آمد.

نتایج حاصل از روایی دستگاه در جدول ۱ آمده است. میانگین خطای شتاب چرخشی حاصل از دستگاه نسبت به نتایج شبیه‌سازی ۴/۳ درصد برای شتاب خطی بیشینه و ۲/۲ درصد برای شتاب چرخشی بیشینه، حاکی از مشابه بودن نتایج آن‌ها با یکدیگر و دقت مناسب دستگاه می‌باشد.

با اعمال نیروی ضربه‌ی پیش‌گفته به سر مصنوعی از طریق بازوی ضربه زننده، در حالت بدون کلاه و بعد از استفاده از کلاه‌های مورد مطالعه، نیروی ضربه، شتاب خطی و شتاب چرخشی به دست آمد. همان‌طور که در جدول ۲ مشاهده می‌شود، بر اساس آزمون One-way repeated measures ANOVA، تفاوت معنی‌داری بین میانگین بیشینه نیروی ضربه، شتاب خطی و شتاب چرخشی بیشینه کلاه‌ها و حالت بدون کلاه وجود داشت ( $P = ۰/۰۰۱$ ).

با توجه به نتایج آزمون Bonferroni که در شکل ۳ آمده است، تنها بین میانگین بیشینه نیروی ضربه کلاه‌های A، B، C و D اختلاف معنی‌داری وجود نداشت ( $P < ۰/۰۵۰$ ). هر یک از کلاه‌های A، B، C و D توانستند نیروی ضربه را به ترتیب  $۴۳/۸۸$ ،  $۱۴/۹۲$ ،  $۲/۸۷$  و  $۲/۸۳$  درصد نسبت به قبل از استفاده از کلاه کاهش دهند که در مقایسه تأثیر کلاه‌ها بر میزان بیشینه نیروی ضربه، کلاه B بیشترین کاهش را نشان داد.

نتایج آزمون Bonferroni (شکل ۴) نشان می‌دهد که تنها بین میانگین شتاب خطی بیشینه کلاه‌های A، B، C و D، اختلاف معنی‌داری وجود نداشت ( $P < ۰/۰۵۰$ ).



شکل ۲. دستگاه آزمایش (متشکل از یک دامی سر و گردن، اهرم ضربه زننده و تجهیزات داده‌برداری)

جهت اطمینان از روایی نتایج دستگاه ساخته شده، ابتدا مدل سر و گردن و اهرم ضربه زننده در برنامه SolidWorks نسخه ۲۰۱۶ (شرکت System Dassault، فرانسه) طراحی و با استفاده از نرم‌افزار Adams نسخه ۲۰۱۳ (شرکت MSC، ایالات متحده آمریکا) شبیه‌سازی گردید (۱۴). سپس، با اعمال نیروی ضربه پا به سر، شتاب‌های خطی و چرخشی بیشینه ناشی از دستگاه و شبیه‌سازی به دست آمده و نتایج آن‌ها با یکدیگر مقایسه شد.

جهت اطمینان از پایایی دستگاه نیز چهار ضربه در هر یک از زوایای ۴۵، ۶۰، ۷۵ و ۹۰ درجه و در ۵ فاصله زمانی به سر اعمال شد. ضریب درون همبستگی آن نیز ۰/۷ به دست آمد که این مقدار، مؤید پایایی مناسب دستگاه می‌باشد.

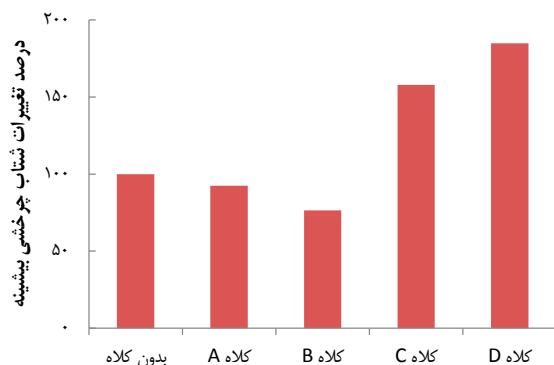
برای اجرای آزمون، ابتدا از تکراندوکاران خواسته شد پس از ۱۰ دقیقه گرم کردن، ۱۰ ضربه Roundhouse kick (ضربه با روی پا به صورت حریف همراه با چرخش پای تکیه‌گاه) را به حسگر نیرویی که به یک کیسه بوکس ثابت متصل بود، با بیشترین قدرت وارد نمایند. با انجام این آزمایش، حداکثر نیروی پای تکراندوکاران به دست آمد و میانگین این مقادیر، جهت استفاده در مراحل بعدی آزمایش مورد استفاده قرار گرفت. سپس، برای اندازه‌گیری شتاب‌های خطی و چرخشی حاصل از ضربه، مقدار نیروی اندازه‌گیری شده توسط آزمودنی‌ها، از طریق بازوی اهرم در ۱۰ تکرار قبل از استفاده از کلاه و بعد از

جدول ۲. آزمون One-way repeated measures ANOVA بیشینه نیروی ضربه، شتاب خطی بیشینه و شتاب چرخشی بیشینه در چهار نوع کلاه تکواندو

متغیر	حداکثر نیروی ضربه (نیوتون)	شتاب خطی بیشینه (g)	شتاب چرخشی بیشینه (رادیان بر مجذور ثانیه)	مقدار P
بدون کلاه	۵۶۶۰/۴۶ ± ۲۱۰/۰۰	۱۰۴/۴۰ ± ۵/۱۰	۴۶۵۶/۲۲ ± ۱۵/۰۰	*۰/۰۰۱
کلاه A	۶۵۵/۱۶ ± ۳۰/۰۰	۸/۴۹ ± ۱/۰۱	۴۳۰۸/۳۱ ± ۱۳/۰۰	
کلاه B	۴۳۳/۲۰ ± ۱۹/۰۰	۶/۳۴ ± ۰/۹۰	۳۵۵۵/۸۱ ± ۱۱/۰۰	
کلاه C	۷۲۵/۶۲ ± ۳۲/۰۰	۱۱/۲۴ ± ۱/۱۰	۷۳۵۱/۳۸ ± ۳۰/۰۰	
کلاه D	۹۵۴/۵۶ ± ۴۴/۰۰	۱۳/۶۲ ± ۱/۳۰	۸۶۴۲/۱۹ ± ۴۳/۰۰	

\*مقدار معنی‌داری آماری در سطح  $P > ۰/۰۵$

همچنین، شکل ۵ نشان می‌دهد که بین میانگین شتاب چرخشی بیشینه هر یک از کلاه‌ها با حالت قبل از کلاه و همچنین، هر یک از کلاه‌ها با یکدیگر، تفاوت معنی‌داری وجود داشت ( $P > ۰/۰۵$ ). هر یک از کلاه‌های A و B توانستند شتاب چرخشی بیشینه را به ترتیب ۷/۴۷ و ۲۳/۶۴ درصد نسبت به قبل از استفاده از کلاه کاهش دهند. در حالی که کلاه‌های C و D به ترتیب باعث ۵۷/۸۸ و ۸۵/۰۰ درصد افزایش شتاب چرخشی بیشینه نسبت به قبل از استفاده از کلاه شدند.

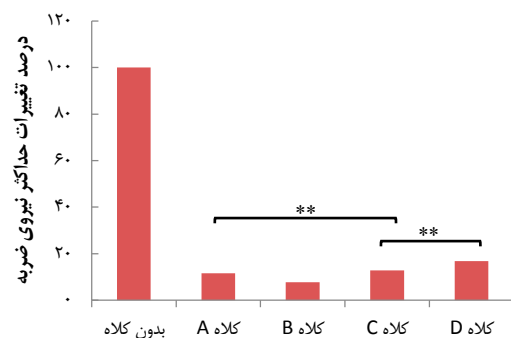


شکل ۵. نتایج، درصد تغییرات شتاب چرخشی بیشینه، بین کلاه‌ها و هر یک از کلاه‌ها نسبت به حالت بدون کلاه را نشان می‌دهد.  $P < ۰/۰۵$  به عنوان سطح معنی‌داری آماری در نظر گرفته شد.

### بحث

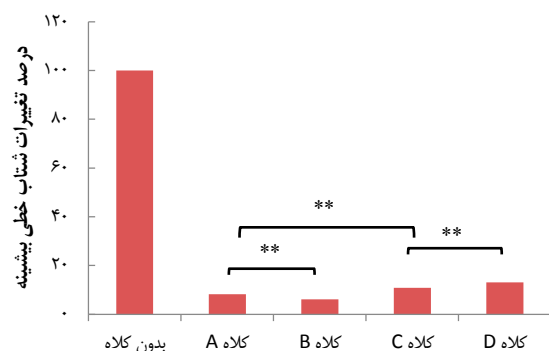
هدف از انجام مطالعه حاضر، بررسی تأثیر استفاده از کلاه‌های ایمنی در تکواندو بر پارامترهای دینامیک مرتبط با آسیب سر بود. بدین منظور، دستگاهی متشکل از یک سر و گردن مجهز به حسگرهای شتاب و نیرو و یک بازوی اهرم جهت اعمال ضربه توسط محقق ساخته و ثبت گردید.

نتایج تحقیق حاضر، حاکی از کاهش بیشینه نیروی ضربه سر توسط کلاه‌ها در دامنه بین ۸۳/۲-۹۲/۴ درصد بوده است. با توجه به بررسی‌های انجام شده توسط محقق، مطالعاتی در مورد میزان جذب نیروی ضربه کلاه در تکواندو یافت نشده است، اما در مطالعه‌ی مشابهی بر روی کلاه بوکس، McIntosh و همکاران، میزان کاهش نیروی ضربه کلاه را نشان دادند که با نتایج تحقیق حاضر همسو می‌باشد (۶).



شکل ۳. نتایج، درصد تغییرات بیشینه نیروی ضربه بین کلاه‌ها و هر یک از کلاه‌ها نسبت به حالت بدون کلاه را نشان می‌دهد.  $P < ۰/۰۵$  به عنوان سطح معنی‌داری آماری در نظر گرفته شد. \*\*عدم وجود تفاوت معنی‌دار میان ستون‌ها را در این سطح نشان می‌دهد.

هر یک از کلاه‌های A، B، C و D توانستند شتاب خطی بیشینه را به ترتیب ۹۱/۸۳، ۹۳/۹۰، ۸۹/۱۹ و ۸۶/۹۰ درصد نسبت به قبل از استفاده از کلاه کاهش دهند. کلاه B، نسبت به کلاه‌های C و D و همچنین، کلاه A نسبت به کلاه D، کاهش بیشتری را در میزان شتاب خطی بیشینه نشان داد.



شکل ۴. نتایج، درصد تغییرات شتاب خطی بیشینه بین کلاه‌ها و هر یک از کلاه‌ها نسبت به حالت بدون کلاه را نشان می‌دهد.  $P < ۰/۰۵$  به عنوان سطح معنی‌داری آماری در نظر گرفته شد. \*\*عدم وجود تفاوت معنی‌دار میان ستون‌ها را در این سطح نشان می‌دهد.

مغزی (۱۸۰۰ راد/مجدور ثانیه) برسانند (۱۹). تأثیر کلاه‌های C و D بر روی شتاب چرخشی بیشینه، بیانگر افزایش آن نسبت به حالت بدون کلاه بود؛ به گونه‌ای که استفاده از این کلاه‌ها، خطر تهدید آسیب‌های جدی مغزی همچون پارگی سیاهرگ ارتباطی را به همراه دارد (۲۰). یکی از دلایل احتمالی افزایش شتاب چرخشی کلاه‌ها، می‌تواند این باشد که در زمان اعمال ضربه، بخشی از انرژی مکانیکی منتقل شده به سر، به صورت انرژی درونی توسط کلاه جذب می‌شود و انرژی باقی‌مانده، به مجموع انرژی جنبشی خطی و دورانی سر تبدیل می‌گردد. با توجه به کاهش قابل توجه شتاب خطی سر توسط کلاه‌ها، انرژی جنبشی خطی به میزان قابل توجهی کاهش یافته است. طبق قانون پایستگی انرژی (۱۸)، انرژی مکانیکی باید با انرژی‌های تولید شده در سر و کلاه برابر باشد؛ در نتیجه، با کاهش انرژی جنبشی خطی، سهم انرژی جنبشی دورانی افزایش خواهد یافت. به عبارتی، آن مقدار انرژی جنبشی خطی که کاهش یافته است، به صورت انرژی درونی کلاه و انرژی جنبشی دورانی سر تبدیل خواهد شد. در این حالت، ساختار مواد مورد استفاده در کلاه (وابسته به ساختار و مواد استفاده شده در ساخت آن)، تا اندازه مشخصی از انرژی را جذب می‌کند و باقی‌مانده این انرژی، به صورت چرخش سر ظاهر می‌گردد و در نتیجه، منجر به افزایش شتاب چرخشی می‌شود.

بنابراین، استفاده از کلاه ایمنی در تکواندو، به احتمال زیاد در پیش‌گیری از آسیب‌های ناشی از شتاب چرخشی نقش مؤثری را ایفا نمی‌کند. از آن جایی که مطالعه حاضر، اولین تحقیقی است که به بررسی تأثیر استفاده از کلاه‌ها در تکواندو بر شتاب چرخشی بیشینه می‌پردازد. بنابراین، در این موضوع خاص، امکان مقایسه آن با تحقیقات گذشته وجود ندارد، اما در تحقیقات مشابهی در کلاه بوکس، نتایج تحقیق حاضر با مطالعه Hoshizaki و همکاران همسو می‌باشد (۲۱)، اما با مطالعه McIntosh و همکاران مغایرت دارد (۵). به عبارت دیگر، McIntosh و همکاران، نشان دادند که کلاه بوکس قادر به کاهش خطر ضربه مغزی در بوکسورها می‌باشد. احتمال می‌رود یکی از علت‌های عدم توافق با نتایج مطالعه حاضر، می‌تواند تفاوت در نوع تکنیک، نوع کلاه و شاید معیار آستانه آسیب شتاب چرخشی سر باشد.

با توجه به این که ناحیه سر در تکواندو در معرض ضربات مکرر یا در طول جلسات تمرینی قرار می‌گیرد، عدم حفاظت مناسب کلاه‌ها در برابر شتاب چرخشی، یک عامل تهدید کننده جدی برای سلامت تکواندوکاران محسوب می‌شود. اگر چه ممکن است فرد در همان لحظه وقوع ضربه، دچار آسیب نشود، اما در گذشت زمان این ضربات می‌تواند باعث تخریب بافت مغز و زوال عقلی شود. با توجه به طولانی بودن زمان توان‌بخشی ضربه مغزی و عدم بازگشت دوباره ورزشکاران به عرصه قهرمانی و هزینه‌های مالی سنگین، باید درصدد راه‌کارهایی جهت پیش‌گیری از این آسیب بود. استفاده از کلاه ایمنی با قابلیت جذب ضربه بالا و کاهش شتاب چرخشی به کمتر از آستانه آسیب سر، یکی از مهم‌ترین راه‌کارهای پیش‌گیری از آسیب‌های مغزی است.

### محدودیت‌ها

در این مطالعه، با توجه به اندازه سر مصنوعی، تنها کلاه‌ها در اندازه بزرگ مورد آزمایش قرار گرفت. همچنین، با توجه به عدم وجود آستانه آسیب سر برای ترکیبی از شتاب خطی و شتاب چرخشی، میزان جذب ضربه کلاه‌ها بر اساس

آستانه بیشینه نیروی ضربه قسمت جانبی سر برای ایجاد شکستگی جمجمه توسط Nahum و همکاران، برابر با ۳۶۰۰ نیوتن اعلام شده است (۱۵). با توجه به نتایج به دست آمده در این تحقیق، انتظار می‌رود تمامی کلاه‌ها خاصیت حفاظتی خوبی در برابر آسیب‌های ناشی از نیروی ضربه داشته باشند که در این میان، کلاه B با بیشترین ضخامت، بیشترین تأثیر را در کاهش نیروی ضربه داشته است. هنگامی که پا به سر برخورد می‌کند، نیروی تماسی به طور مستقیم به سر اعمال می‌شود و به صورت موضعی باعث آسیب می‌گردد. در حالی که با قرار دادن کلاه بر روی سر، این نیرو در سطح کلاه پخش می‌شود و احتمال آسیب موضعی را تا حد زیادی کاهش می‌دهد. از سوی دیگر، با افزایش ضخامت کلاه، سطح آن افزایش می‌یابد و به این طریق، میزان جذب نیروی کلاه‌ها افزایش و به دنبال آن، آسیب سر کاهش می‌یابد.

تمامی کلاه‌های این تحقیق، توانستند شتاب خطی بیشینه را به میزان قابل توجهی (بین ۹۳/۹۰-۸۶/۹۰ درصد) کاهش دهند؛ به گونه‌ای که مقدار آن را به زیر آستانه آسیب شتاب خطی سر (۱۶) رسانده‌اند، اما مطالعه O'Sullivan و همکاران و همچنین، پژوهش O'Sullivan و Fife بیان می‌کند که کلاه‌ها در تکواندو نمی‌توانند شتاب خطی را به کمتر از آستانه آسیب سر کاهش دهند که با نتایج تحقیق ما هم‌خوانی ندارد. علت عدم توافق این یافته‌ها با نتایج پژوهش حاضر، اول شاید به دلیل متفاوت بودن قدرت گردن آزمودنی‌ها باشد؛ چرا که محققان بر این باورند که هر قدر قدرت عضلات گردن بیشتر باشد، مقاومت آن در برابر شتاب خطی سر بیشتر است. دلیل دوم این تفاوت، می‌تواند به تفاوت در نوع کلاه‌ها، شکل و هندسه سر ساخته شده و از همه مهم‌تر، روش آزمودن آن‌ها مربوط باشد. این محققان برای انجام آزمون ضربه کلاه از استاندارد انجمن تست و مواد آمریکا استفاده نمودند که با توجه به آن، کلاهی مورد قبول است که در انرژی‌های بالا (۱۴۴ ژول)، شتاب خطی آن پایین‌تر از ۱۵۰ ژول و در انرژی‌های پایین (۵۶/۲۵ ژول)، شتاب خطی کمتر از ۵۰ ژول باشد. در نتیجه، کلاه‌ها با این مقدار شتاب در معیار پیش‌گفته، مناسب نبودند و قابل قبول نمی‌باشند. بنابراین، کلاه‌های مورد بررسی در تحقیق آن‌ها، نتوانستند شتاب خطی را بر اساس این معیار کاهش دهند (۱۷، ۵).

همان‌طور که پیش‌تر اشاره شد، شتاب خطی یکی از معیارهای پیش‌بینی کننده آسیب‌های موضعی مغز است. آسیب‌های موضعی مغزی عبارت از ضایعاتی می‌باشند که آسیب موضعی مغز را سبب می‌گردند. آسیب‌های موضعی که احتمال وقوع آن‌ها وجود دارد، به صورت هماتوم و کوفتگی می‌باشند (۱۲). بر اساس نتایج این مطالعه، کلاه تکواندو می‌تواند محافظ خوبی در برابر این نوع آسیب‌های مغزی باشد.

کلاه B با بیشترین جرم نسبت به سایر کلاه‌ها، تأثیر بیشتری را در میزان کاهش شتاب خطی بیشینه نشان داد. طبق قانون اینرسی، هر چه جرم یک جسم بیشتر باشد، لختی‌آن بیشتر است. اینرسی یک خاصیت ذاتی ماده و عبارت از مقاومتی است که هر جسم، متناسب با جرم خود جهت حفظ وضعیت کنونی خود نشان می‌دهد، چه این حالت وضعیت سکون بوده و چه حالت حرکت یکنواخت رو به جلو در یک خط مستقیم باشد (۱۸). بنابراین، با افزایش جرم کلاه، این انتظار می‌رود که اینرسی کلاه در برابر نیروی ضربه پا افزایش یابد و در نتیجه، شتاب خطی کمتری ایجاد می‌شود.

اگر چه نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که کلاه‌های A و B باعث کاهش شتاب چرخشی سر می‌شوند، اما نتوانسته‌اند شتاب را به کمتر از آستانه تکان



IR.GUMS.REC.1396.284 از سوی دانشگاه علوم پزشکی گیلان می‌باشد.

### نقش نویسندگان

ندا بروشک، طراحی مطالعه، تحلیل و تفسیر داده‌ها، تنظیم دست‌نوشته یا بازبینی دست‌نوشته نگارش شده با ارایه نظر تخصصی، تأیید محتوی نسخه نهایی دست‌نوشته برای ارسال، طراحی طرح تحقیق، اجرای پروژه، تحلیل و تفسیر نتایج، حسن خوشنودی، طراحی مطالعه، تحلیل و تفسیر داده‌ها، تنظیم دست‌نوشته، بازبینی دست‌نوشته نگارش شده با ارایه نظر تخصصی، تأیید محتوی نسخه نهایی دست‌نوشته برای ارسال، ارزیابی تخصصی دست‌نوشته از نظر مفاهیم علمی، منصور اسلامی، طراحی مطالعه، تحلیل و تفسیر داده‌ها، تنظیم دست‌نوشته، بازبینی دست‌نوشته نگارش شده با ارایه نظر تخصصی، تأیید محتوی نسخه نهایی دست‌نوشته، ارزیابی تخصصی دست‌نوشته از نظر مفاهیم علمی و حسین خداحمی، طراحی مطالعه، تحلیل و تفسیر داده‌ها، تنظیم دست‌نوشته یا بازبینی دست‌نوشته نگارش شده با ارایه نظر تخصصی، تأیید محتوی نسخه نهایی دست‌نوشته برای ارسال، تأیید محتوی نسخه نهایی دست‌نوشته برای ارسال، ارزیابی تخصصی دست‌نوشته از نظر مفاهیم علمی را به عهده داشته‌اند.

### منابع مالی

مطالعه حاضر برگرفته از پایان‌نامه دکتری با کد ۱۳۶۵۵۹۶۷ مصوب دانشگاه مازندران می‌باشد که بدون حمایت مالی از مرکز یا دانشگاه انجام گرفت. این مقاله دارای کد اخلاق IR.GUMS.REC.1396.284 از دانشگاه علوم پزشکی گیلان می‌باشد.

### تعارض منافع

هیچ کدام از نویسندگان داری تعارض منافع نمی‌باشند. بودجه انجام مطالعه پایه مرتبط با پژوهش حاضر، توسط نویسنده مسؤول تهیه شده است.

آستانه‌های آسیب سر برای شتاب خطی و شتاب چرخشی، به طور جداگانه بررسی شد. در حالی که در نظر گرفتن هر دو پارامتر با یکدیگر، به احتمال زیاد می‌تواند آستانه آسیب سر را کاهش دهد.

### پیشنهادها

با توجه به عدم وجود آستانه آسیب سر برای ترکیبی از شتاب خطی و شتاب چرخشی، در این تحقیق میزان جذب ضربه کلاه‌ها بر اساس آستانه‌های آسیب سر برای شتاب خطی و شتاب چرخشی، به طور جداگانه بررسی شده است. در حالی که در نظر گرفتن هر دو پارامتر با یکدیگر، احتمال دارد بتواند منجر به کاهش مقدار آستانه آسیب سر گردد و تأیید کند که آسیب در مقادیر کمتری از شتاب‌ها اتفاق می‌افتد. بنابراین، برای بررسی دقیق‌تر کلاه‌ها، پیشنهاد می‌شود در مطالعات آینده به تحقیق آستانه آسیب سر با در نظر گرفتن هم‌زمان شتاب خطی و چرخشی پرداخته شود و کلاه‌ها بر اساس آن مورد ارزیابی قرار گیرند. برای بررسی میزان جذب ضربه کلاه‌ها علاوه بر عوامل دینامیکی که مورد بررسی قرار گرفت، پارامترهای دیگری مانند خاصیت آکوستیک مواد، شیب لایه خارجی، ساختار شبکه‌ای مواد و سایر عوامل مرتبط با ساختار آناتومی کلاه و ویژگی‌های میرایی و سختی کلاه‌ها، می‌توانند بسیار تأثیرگذار باشند. بنابراین، پیشنهاد بعدی این تحقیق، مطالعه متالوژیک کلاه‌ها در تکواندو می‌باشد.

### نتیجه‌گیری

بر اساس نتایج این تحقیق، اگر چه استفاده از کلاه ایمنی در تکواندو در کاهش نیروی ضربه و شتاب خطی به کمتر از آستانه آسیب سر مؤثر بوده است، اما شواهد نشان می‌دهد که این کلاه‌ها محافظ خوبی در برابر تکان‌های مغزی که ناشی از شتاب چرخشی است، نمی‌باشند.

### تشکر و قدردانی

بدین وسیله، نویسندگان از آزمودنی‌ها و همه عزیزانی که در انجام این پژوهش ما را یاری نموده‌اند، تقدیر و تشکر به عمل می‌آورند. این مقاله، دارای کد اخلاق

### References

1. Marar M, McIlvain NM, Fields SK, Comstock RD. Epidemiology of concussions among United States high school athletes in 20 sports. *Am J Sports Med* 2012; 40(4): 747-55.
2. Abrahams S, Fie SM, Patricios J, Posthumus M, September AV. Risk factors for sports concussion: an evidence-based systematic review. *Br J Sports Med* 2014; 48(2): 91-7.
3. Pieter W, Fife GP, O'Sullivan DM. Competition injuries in taekwondo: a literature review and suggestions for prevention and surveillance. *Br J Sports Med* 2012; 46(7): 485-91.
4. Koh JO, Cassidy JD. Incidence study of head blows and concussions in competition taekwondo. *Clin J Sport Med* 2004; 14(2): 72-9.
5. O'Sullivan DM, Fife GP, Pieter W, Shin I. Safety performance evaluation of taekwondo headgear. *Br J Sports Med* 2013; 47(7): 447-51.
6. McIntosh AS, Patton DA. The impact performance of headguards for combat sports. *Br J Sports Med* 2015; 49(17): 1113-7.
7. Gupta S. The attenuation of strike acceleration with the use of safety equipment in tae kwon do. *Asian J Sports Med* 2011; 2(4): 235-40.
8. Schmitt KU, Niederer PF, Cronin DS, Muser MH, Walz F. *Trauma Biomechanics: An Introduction to Injury Biomechanics*. New York, NY: Springer; 2014.
9. Denny-Brown D, Russell WR. Experimental cerebral concussion. *J Physiol* 1940; 99(1): 153.
10. Walilko TJ, Viano DC, Bir CA. Biomechanics of the head for Olympic boxer punches to the face. *Br J Sports Med* 2005; 39(10): 710-9.



11. Hadavi F. Measurement and evaluation in physical education. Tehran, Iran: Kharazmi University; 2011. p. 22-3. [In Persian].
12. Boroushak N, Eslami M, Daneshmandy H. The Effect of the Linear and Rotational Acceleration of the Head on Prediction of Brain Damage in Taekwondo. *J Res Rehabil Sci* 2017; 13(4): 179-86. [In Persian].
13. Habibi Tirtashi F, Eslami M. The Immediate Effect of Shoe Insoles on the Frequency Components of Ground Reaction Force during Running. *J Res Rehabil Sci* 2014; 10 (3): 359-71. [In Persian].
14. Boroushak N, Eslami M, Kazemi M, Daneshmandy H, Johnson JA. The dynamic response of the taekwondo roundhouse kick to head using computer simulation. *Ido Mov Culture J Martial Arts Anthro* 2018; 18(2): 54-60.
15. Alan M, James D, Charles W, Danforth J. Impact Tolerance of the Skull and Face. Proceedings of the 12<sup>th</sup> Stapp Car Crash Conference; 1968 Oct 22-23; Detroit, MI, USA.
16. Gurdjian ES, Roberts VL, Thomas LM. Tolerance curves of acceleration and intracranial pressure and protective index in experimental head injury. *J Trauma* 1966; 6(5): 600-4.
17. O'Sullivan DM, Fife GP. Impact attenuation of protective boxing and taekwondo headgear. *Eur J Sport Sci* 2016; 16(8): 1219-25.
18. Meriam JL, Kraige LG. Engineering Mechanics-Dynamics. Hoboken, NJ: Wiley; 2007.
19. Ommaya AK, Goldsmith W, Thibault L. Biomechanics and neuropathology of adult and paediatric head injury. *Br J Neurosurg* 2002; 16(3): 220-42.
20. Lowenhielm P. Mathematical simulation of gliding contusions. *Journal of Biomechanics* 1975; 8(6): 351-6.
21. Hoshizaki TB, Post A, Oeur RA, Brien SE. Current and future concepts in helmet and sports injury prevention. *Neurosurgery* 2014; 75(Suppl 4): S136-S148.

## The Effect of Using Safety Headgears in Taekwondo on Dynamic Parameters Related to Head Injury

Neda Boroushak<sup>1</sup>, Hasan Khoshnoodi<sup>2</sup>, Mansour Eslami<sup>3</sup>, Hossein Khodarahmi<sup>4</sup>

### Original Article

#### Abstract

**Introduction:** The influence of using safety headgears on important parameters of head injury in taekwondo has not been specified yet. The aim of this study was to investigate the amount of changes in rotational acceleration, linear acceleration, and impact force of head by using headgears in taekwondo.

**Materials and Methods:** In this experimental study, 14 elite men taekwondo athletes participated. To investigate the effect of headgears on head injury parameters, a machine was used that consisted of an artificial neck and head, a mechanical arm that represented the taekwondo athlete foot, and a computer system for monitoring, supervising and recording the data, that was made by the researcher. The results were obtained in the MATLAB program. One-way repeated measures ANOVA and Bonferroni tests were applied to analyze the statistics results ( $P < 0.050$ ).

**Results:** All headgears significantly reduced the impact force and linear acceleration of the head ( $P = 0.001$ ). Foreign headgears and Iranian headgears significantly decreased and increased rotational acceleration, respectively ( $P = 0.001$ ).

**Conclusion:** All headgears are good protectors for preventing injuries due to impact force and linear acceleration. But, none of these headgears could reduce rotational acceleration to less than the threshold of head injury.

**Keywords:** Concussion, Acceleration, Head injury, Tae Kwon Do

**Citation:** Boroushak N, Khoshnoodi H, Eslami M, Khodarahmi H. **The Effect of Using Safety Headgears in Taekwondo on Dynamic Parameters Related to Head Injury.** J Res Rehabil Sci 2017; 13(5): 263-70.

Received: 15.10.2017

Accepted: 15.11.2017

1- Lecturer, Department of Physical Education and Sport Sciences, School of Physical Education and Sport Sciences, University of Guilan, Rasht, Iran

2- Instructor, Department of Mechanics, Shoush Branch, Islamic Azad University, Shoush, Iran

3- Associate Professor, Department of Sport Biomechanics, School of Sports Science, University of Mazandaran, Babolsar, Iran

4- Professor, Department of Mechanical Engineering, School of Engineering, Imam Hossein University, Tehran, Iran

**Corresponding Author:** Neda Boroushak, Email: nedaboroushak@yahoo.com

## تأثیر هشت هفته تمرین عصبی - عضلانی بر تعادل و پیش‌گیری از بروز آسیب لیگامان صلیبی قدامی در پسران نوجوان تکواندوکار

سوسن حاجی‌پور<sup>۱</sup>، فریبرز محمدی‌پور<sup>۲</sup>، روح‌اله نیکویی<sup>۳</sup>

### مقاله پژوهشی

### چکیده

**مقدمه:** پارگی رباط صلیبی قدامی (Anterior cruciate ligament یا ACL)، شایع‌ترین آسیب لیگامانی زانو می‌باشد که علاوه بر داشتن هزینه درمان بالا، موجب از دست دادن مشارکت ورزشی و ایجاد آسیب‌های ثانویه می‌شود. افت تعادل، یکی از مهم‌ترین علل بروز آسیب ACL است و بهبود تعادل می‌تواند موجب پیش‌گیری از این آسیب شود. از این رو، هدف از تحقیق حاضر، بررسی تأثیر هشت هفته تمرینات عصبی - عضلانی بر تعادل و پیش‌گیری از بروز آسیب ACL در نوجوانان پسر تکواندوکار بود.

**مواد و روش‌ها:** ۲۷ نوجوان تکواندوکار پسر در دو گروه مورد (n = ۱۵) و شاهد (n = ۱۲) قرار گرفتند. گروه تجربی به تمرین عصبی - عضلانی به مدت هشت هفته، هر هفته سه جلسه و به مدت ۳۰-۴۵ دقیقه پرداختند و مابقی زمان آن تا ۹۰ دقیقه تمرینات رایج تکواندو را انجام دادند. گروه شاهد، فقط تمرینات رایج تکواندو را به مدت ۹۰ دقیقه انجام دادند. تعادل ایستا و پویا با استفاده از دستگاه تعادل‌سنج Biodex قبل و بعد از اعمال شیوه‌نامه تمرین عصبی - عضلانی، اندازه‌گیری شد. مقایسه بین گروهی با استفاده از روش آماری ANCOVA در سطح معنی‌داری  $P > 0/05$  انجام شد.

**یافته‌ها:** تفاوت معنی‌داری بین دو گروه در شاخص تعادل ایستا ( $P = 0/001$ ) و پویا (شاخص قدامی خلفی) ( $P = 0/001$ )، شاخص داخلی خارجی ( $P = 0/001$ ) و شاخص کلی ( $P = 0/001$ ) بعد از اجرای تمرین عصبی - عضلانی وجود داشت.

**نتیجه‌گیری:** بر اساس نتایج مطالعه حاضر، تمرین عصبی - عضلانی، اثرات مثبتی بر تعادل نوجوانان پسر تکواندوکار دارد و ممکن است از بروز آسیب ACL جلوگیری کند.

**کلید واژه‌ها:** لیگامان صلیبی قدامی، تعادل ایستا، تعادل پویا، مفصل زانو، تمرین عصبی - عضلانی

**ارجاع:** حاجی‌پور سوسن، محمدی‌پور فریبرز، نیکویی روح‌اله. تأثیر هشت هفته تمرین عصبی - عضلانی بر تعادل و پیش‌گیری از بروز آسیب لیگامان صلیبی قدامی در پسران نوجوان تکواندوکار. پژوهش در علوم توانبخشی ۱۳۹۶؛ ۱۳ (۵): ۲۷۱-۲۷۷

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۸/۲۰

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۷/۲۵

که منجر به کاهش فعالیت عمومی، عملکرد نامطلوب مفصل زانو و افت قابل توجه کیفیت زندگی در کوتاه مدت می‌شود (۳). ارتباط بین تعادل و آسیب ACL، یک ارتباط دو سویه است. فعل و انفعالاتی که در طی رقابت‌های ورزشی بر بدن اعمال می‌شوند، مرکز ثقل بدن را به بیرون سطح اتکا انتقال می‌دهند. از این رو، برای اجتناب از افت تعادل، سقوط و سرانجام آسیب اندام تحتانی همچون پارگی ACL، باید از طریق تعدیل وضعیت بدن، مرکز ثقل به داخل سطح اتکا بازگردانده شود (۴). مطالعات پیشین، حاکی از آن است که در ورزشکاران با امتیاز شاخص تعادل (Balance index score یا BIS) بالاتر، خطر بروز آسیب ACL به دلیل نقص در تعادل و کنترل عصبی - عضلانی ضعیف، افزایش پیدا می‌کند (۵).

### مقدمه

امروزه، با افزایش تعداد ورزشکاران و علاقمندان به ورزش، میزان آسیب‌های ورزشی نیز افزایش یافته است. در میان این آسیب‌ها، پارگی لیگامان صلیبی قدامی (Anterior cruciate ligament یا ACL) در میان ورزشکاران به ویژه در نوجوانان مشهودتر است (۱). مفصل زانو، یکی از مهم‌ترین ساختارهای اندام تحتانی در انجام اعمال مختلف است و ACL به عنوان یک ساختار ایستا و پویا، نقش مهمی را در ثبات مفصلی زانو ایفا می‌کند (۲). پارگی ACL، آسیب بسیار مهمی در مفصل زانو است که سلامت جسمی و روحی ورزشکاران را تحت تأثیر قرار می‌دهد. مهم‌ترین پیامد این آسیب، بی‌ثباتی و عدم تعادل در مفصل است

- ۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه بیومکانیک ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه شهید باهنر، کرمان، ایران
- ۲- دانشیار، گروه بیومکانیک ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه شهید باهنر، کرمان، ایران
- ۳- دانشیار، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت‌بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه شهید باهنر، کرمان، ایران

Email: hajipoor70@yahoo.com

نویسنده مسؤول: سوسن حاجی‌پور

آسیب ACL در تکواندوکاران، هدف از انجام مطالعه حاضر، بررسی اثر هشت هفته تمرین عصبی-عضلانی بر تعادل و پیش‌گیری از بروز آسیب ACL در نوجوانان تکواندوکار بود.

### مواد و روش‌ها

این تحقیق، از نوع تجربی بود که با طرح پیش‌آزمون-پس‌آزمون در آزمایشگاه دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی دانشگاه شهید باهنر کرمان در تابستان سال ۱۳۹۶ انجام گردید. پس از هماهنگی‌های لازم با هیأت تکواندوی شهر کرمان، تمام نوجوانان پسر تکواندوکار شناسایی شدند. از میان آن‌ها، ۲۷ تکواندوکار با حداقل ۳ سال سابقه شرکت در مسابقات کشوری، به صورت هدفمند و در دسترس به عنوان آزمودنی انتخاب شدند. با استفاده از اطلاعات مربوط به مطالعات پیشین (۹)، حجم نمونه ۲۷ نفر برآورد گردید تا توان آماری ۰/۸ در سطح معنی‌داری ۰/۰۵ حاصل شود. دامنه سنی نمونه‌ها ۱۷-۱۳ سال بود و این بازیکنان، فاقد هر گونه آسیب (شکستگی، پارگی لیگامان) در اندام تحتانی طی یک سال گذشته بودند. همچنین، در صورت شرکت نکردن آزمودنی‌ها در یک سوم از جلسات تمرینی و یا پس‌آزمون، از مطالعه حذف می‌شدند (۹).

قبل از انجام تحقیق، اهمیت آن و لزوم شرکت منظم در تمرینات و چگونگی اجرای تحقیق برای آزمودنی‌ها شرح داده شد. سپس، فرم رضایت‌نامه کتبی برای موافقت آزمودنی‌ها جهت شرکت، در اختیار والدین آنان قرار گرفت و پس از امضا، جمع‌آوری گردید. لازم به ذکر است که تحقیق حاضر مورد تأیید کمیته اخلاق در پژوهش دانشگاه علوم پزشکی کرمان با شماره IR.Kmu.REC.1397.1 می‌باشد.

تمرین عصبی-عضلانی با هدف بهبود تعادل و پیش‌گیری از آسیب ACL در دو وضعیت ایستاده و خوابیده طراحی شده است. در اجرای تمرینات، سعی بر آن بود که افراد شکل صحیح حرکت را با تکرار ۱۰ تا ۳۰ ثانیه انجام دهند. برنامه تمرینی، از تمرینات ساده به تمرینات پیشرفته با توجه به اصل اضافه بار و افزایش شدت (شدت پایه ۵۰ درصد توانایی آزمودنی) بر اساس زمان و نوع تمرین صورت گرفت. پیشرفت هر تمرین، زمانی انجام می‌شد که فرد قادر بود شکل صحیح یک تمرین را ۱۰ بار انجام دهد. در طول اجرای تمرینات، فرد سه ست ۱۰ تایی انجام می‌داد و سپس، به اجرای تمرین بعد می‌پرداخت (۱۳). شیوه‌نامه تمرین عصبی-عضلانی در جدول ۱ آمده است.

کنترل وضعیت بدن و تعادل، به عنوان توانایی سازگاری برای حفظ مرکز ثقل بدن در تکیه‌گاه عنوان می‌شود (۶). این سازگاری که هم به صورت ایستا و هم به صورت پویا وجود دارد، در مچ پا، زانو و ران اتفاق می‌افتد و احتمال دارد در صورت معیوب بودن مرکز ثقل و سطح حمایتی، از بین برود (۷). تکواندو، یک ورزش رسمی المپیک و یک هنر رزمی پرطرفدار در جهان است. این ورزش، به وسیله حرکات سریع حمله و دفاع با تأکید بیشتر بر تکنیک‌های ضربات پای پویا از یک موقعیت متحرک تعریف می‌شود (۸). تعادل وضعیت بدن، برای اجرای تکنیک‌های تکواندو به علت این که اغلب حرکات بر روی یک پا انجام می‌شود، بسیار اهمیت دارد. نقص در تعادل، ممکن است سبب بی‌ثباتی بدن و اضافه بار غیر فعال ساختار اسکلتی-عضلانی شود و در نتیجه، منجر به اختلال، درد و سقوط گردد (۹). گفته می‌شود بالاترین میزان شیوع آسیب در این ورزش، مربوط به مفصل زانو است که در ۵۲/۱ درصد از رقابت‌های تکواندو اتفاق می‌افتد. با توجه به ویژگی اصلی تکنیک‌های تکواندو، یعنی اجرای حرکات روی یک پا، بار سنگینی بر زانو وارد می‌شود که با افت تعادل، ACL به راحتی در معرض اضافه بار قرار می‌گیرد و اندکی بی‌دقتی، موجب بروز آسیب خواهد شد (۱). درصد بالای آسیب در این ورزش، ضرورت پیش‌گیری را بیش از پیش نمایان می‌کند.

تمرین عصبی-عضلانی، ترکیبی از مؤلفه‌های تمرینی است. این تمرین، باعث بهبود در توانایی کنترل حرکت و پتانسیلی برای کاهش نیروهای بیش از حد وارد بر اندام تحتانی و در نهایت، کاهش آسیب می‌شود. با کاهش تعادل و افزایش حرکت بدن، مرکز ثقل از تکیه‌گاه خارج می‌شود. این تمرین، موجب افزایش پتانسیل بالقوه برای جلوگیری از انحرافات بیومکانیک در اندام تحتانی خواهد شد (۱۰). نتایج حاصل از مطالعه Hopper و همکاران که به بررسی اثر تمرینات عصبی-عضلانی روی بیومکانیک اندام تحتانی در زنان جوان نتایج پدیدار بود، نشان داد که این تمرینات، موجب کاهش آسیب ACL خواهد شد (۱۱). همچنین، یافته‌های Myer و همکاران، تأثیر مثبت تمرین عصبی-عضلانی در پیش‌گیری از این آسیب را نشان دادند (۱۲).

با این وجود، مطالعات کمی اثر تمرینات عصبی-عضلانی را در پیش‌گیری از آسیب‌های زانو، به ویژه آسیب ACL بررسی کرده‌اند. با توجه به مطالب بیان شده و اهمیت تمرینات عصبی-عضلانی در کاهش بروز آسیب ACL در افراد، سهولت اجرای این نوع تمرین، عدم نیاز به وسایل و امکانات خاص، کم هزینه بودن آن و همچنین، اهمیت حفظ تعادل برای بهبود عملکرد و کاهش بروز

جدول ۱. شیوه‌نامه تمرین عصبی-عضلانی

شرح تمرین	هفته	نوع تمرین
ایستادن تک پا روی زمین، عمل پرتاب و دریافت توپ، ایستادن دو پا و تک پا روی تخته تعادل، ایستادن دو پا روی تخته تعادل و عمل پرتاب و دریافت توپ	تمام هفته‌ها	گرم کردن (۱۰-۵ دقیقه) تعادلی (۱۰-۵ دقیقه)
حفظ تعادل در حالت شنای سوئدی، پلانک طرفی (هر دو طرف)، حفظ حالت شنای سوئدی روی توپ سوئیدی، حفظ حالت شنای سوئدی با دو توپ مدیسن، پلانک طرفی روی توپ سوئیدی	تمام هفته‌ها	تقویت عضلات مرکزی (۱۰-۵ دقیقه)
بالا بردن پاشنه، بالا بردن پاشنه پا با وزنه در دست، کرال آپ، پل دو پا، پل تک پا، لانچ، اسکات، پرش پا جمع، پرش طول، پرش جانبی، پرش هاپ ۹۰ درجه در جهت و خلاف جهت عقربه‌های ساعت، پرش از جعبه، پرش از مانع، پرش از روی مینی ترامپولین همراه با باز و بسته کردن زانو، پرش از روی مینی ترامپولین همراه با باز و بسته کردن زانو و پرتاب و دریافت توپ	هفته‌های دوم، سوم و چهارم هفته‌های سوم و چهارم	مقاومتی (۱۰ دقیقه) پلائیومتریک (۱۰ دقیقه)

آزمودنی‌ها به صورت تصادفی ساده و زوج و فرد توسط فردی غیر از پژوهشگر، در دو گروه مورد ( $n = 15$ ) و شاهد ( $n = 12$ ) قرار گرفتند. برنامه تمرینی و گروه‌بندی آزمودنی‌ها (گروه‌های مورد و شاهد) توسط یک نفر و اندازه‌گیری آزمودنی‌ها در پیش‌آزمون و پس‌آزمون توسط شخص دیگری که اطلاعاتی در مورد گروه‌بندی نداشت، به صورت یک سو کور انجام شد. جهت حذف اثر یادگیری مربوط به تمرین‌های قبل از اجرای شیوه‌نامه تحقیق حاضر، سه روز قبل از شروع تمرینات، از تمام افراد هر دو گروه پیش‌آزمون به عمل آمد. بعد از انجام پیش‌آزمون، گروه مورد تمرین عصبی-عضلانی را به مدت هشت هفته (سه جلسه در هفته و به صورت یک روز در میان) و هر جلسه ۴۵-۳۰ دقیقه انجام دادند (۱۳) و مابقی زمان آن تا ۹۰ دقیقه به تمرینات رایج تکواندو پرداختند. گروه شاهد (بدون تمرین) در این مدت فقط تمرینات رایج تکواندو را انجام دادند. سه روز پس از اتمام تمرینات، از همه افراد هر دو گروه در همان محیط آزمایشگاه، پس‌آزمون به عمل آمد. تمامی شرایط پیش‌آزمون و پس‌آزمون یکسان بود و سعی گردید تمامی شرایط از لحاظ روشنایی، دما، سر و صدا و مراحل انجام آزمون کنترل شود تا فقط تأثیر متغیر مستقل اندازه‌گیری گردد. همه ارزیابی‌های تحقیق بین ساعت ۸ صبح تا ۱۴ بعد از ظهر با توجه به ساعات کاری آزمایشگاه دانشگاه انجام گرفت. تا حد امکان، سعی بر این بود که پیش‌آزمون و پس‌آزمون هر آزمودنی در یک ساعت مشخص از روز انجام شود. پس از اندازه‌گیری قد و وزن با استفاده از متر نواری (با دقت ۰/۰۱ متر) و ترازوی دیجیتال (با دقت ۰/۰۱ کیلوگرم) (مدل Beurer GS58, Germany)، برای ارزیابی تعادل ایستا و پویا از آزمون تمرین کنترل قامت، سیستم تعادل سنج Biodex (مدل America, SWPN, V1/03) استفاده شد. از افراد خواسته شد مرکز پای خود را روی صفحه در یک وضعیت هم‌تراز و پایدار قرار دهند. این وضعیت قرارگیری، باید در هر سه تکرار آزمون تعادل حفظ شود. این وضعیت، به عنوان مرجع سطح در نظر گرفته شد که درجات جابه‌جایی در جهت قدامی-خلفی (صفحه سهمی) و داخلی-خارجی (عرضی) بر اساس آن اندازه‌گیری شد. همچنین، از افراد خواسته شد زانوی پای ضربه خود را ۹۰ درجه (پای ضربه) خم کنند و برای ۲۰ ثانیه روی پای اتکا (پای مغلوب) بایستند. آزمودنی‌ها، سه بار آزمون را تکرار کردند. در نهایت، میانگین سه تکرار در نظر گرفته شد (۱۴). سپس، به افراد آموزش داده شد که تا جایی که امکان دارد صفحه سیستم تعادلی Biodex را در حالت متعادل نگه دارند. پس از بررسی اطلاعات پیشین در مورد قابلیت اطمینان آزمون روی سیستم تعادلی Biodex (۱۵)، سطح ۱۲ (سطح استاتیکی) برای استفاده در طول آزمون تعادل ایستا و سطح ۴ (سطح ناپایدار) در سیستم تعادلی Biodex برای استفاده در طول آزمون تعادل پویا انتخاب شد. برای به حداقل رساندن استفاده دست در هنگام دست‌یابی به تعادل در تمام تکرارهای آزمون، از افراد خواسته شد دست‌های خود را به شکل ضربدری روی سینه قرار دهند (۱۴).

افراد خواسته شد به یک نقطه مشخص شده روی دیوار روبه‌روی خود نگاه کنند و سه بار آزمون تکرار شد. همانند مطالعات قبلی که از سیستم تعادلی برای ارزیابی ثبات وضعیت استفاده شده است، میانگین جابه‌جایی از مرجع، موقعیت سطح در طول ۲۰ ثانیه برای هر تکرار محاسبه شد (۱۶، ۴). میانگین و انحراف معیار سه آزمون از سیستم تعادلی محاسبه شد (۱۴). داده‌ها، پس از تجزیه و تحلیل به عنوان شاخص ثبات قدامی-خلفی، داخلی-خارجی و کلی گزارش شد. بزرگ‌ترین عدد، نشان دهنده کمترین تعادل و کوچک‌ترین عدد، نشان دهنده بیشترین تعادل بود. نتایج به دست آمده از این آزمون‌ها، با توجه به روش‌های آماری لازم مقایسه گردید. تجزیه و تحلیل آماری با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۳ (version 23, IBM Corporation, Armonk, NY) و با توجه به نمونه‌ها، از آزمون Shapiro-Wilk جهت طبیعی بودن داده‌ها و از Mauchly's Test of Sphericity برای تعیین همگنی کوواریانس‌ها استفاده شد که در هر دو آزمون،  $P < 0/05$  بود که نشان دهنده برقرار بودن این پیش‌فرض‌ها می‌باشد. با توجه به تأیید پیش‌فرض‌ها، از آزمون ANCOVA برای مقایسه دو گروه و برطرف کردن اثر متغیر مداخله (پیش‌آزمون) و محاسبه نتایج نهایی استفاده شد. لازم به ذکر است که در تمام آزمون‌های آماری،  $P > 0/05$  به عنوان سطح معنی‌داری در نظر گرفته شد.

### یافته‌ها

ویژگی جمعیت شناختی آزمودنی‌های تحقیق در جدول ۲ آمده است. نتایج آزمون ANCOVA حاکی از عدم تفاوت معنی‌دار بین مقادیر پیش‌آزمون در بین گروه‌های تحقیق بود. همچنین، نتایج نشان داد که تعادل ایستا در پای اتکای پسران تکواندوکار ( $P = 0/001$ ) و تعادل پویا در جهات قدامی-خلفی ( $P = 0/001$ )، داخلی-خارجی ( $P = 0/001$ ) و تعادل پویای کلی ( $P = 0/001$ ) در پای اتکای پسران تکواندوکار در گروه مورد در پس‌آزمون بعد از اجرای برنامه تمرینی عصبی-عضلانی با گروه شاهد تفاوت معنی‌داری دارد. نتایج حاصل در جدول ۳ آمده است. اطلاعات مربوط به میانگین و انحراف معیار شاخص‌های تعادل در پیش‌آزمون و پس‌آزمون در جدول ۴ آمده است. بهبود قابل توجهی در میانگین و انحراف معیار تمام متغیرهای اندازه‌گیری شده در پس‌آزمون گروه مورد نسبت به گروه شاهد دیده شد.

### بحث

هدف از این تحقیق، بررسی تأثیر هشت هفته تمرینات عصبی-عضلانی بر تعادل و پیش‌گیری از بروز آسیب ACL در نوجوانان تکواندوکار بود. نتایج حاصل از آزمون ANCOVA، پیشرفت قابل‌توجهی پس از هشت هفته تمرین عصبی-عضلانی در تعادل ایستا و پویا در جهات قدامی-خلفی، داخلی-خارجی و تعادل پویای کلی در گروه مورد نشان داد.

جدول ۲. اطلاعات مربوط به خصوصیات جمعیت‌شناختی آزمودنی‌ها (میانگین  $\pm$  انحراف معیار)

مشخصات جمعیت‌شناختی	تعداد آزمودنی‌ها	سن (سال)	وزن (کیلوگرم)	قد (متر)	شاخص توده بدنی (کیلوگرم/مترمربع)
گروه مورد	۱۵	$15/20 \pm 1/52$	$45/65 \pm 8/68$	$1/65 \pm 0/11$	$17/98 \pm 2/13$
گروه شاهد	۱۲	$15/25 \pm 0/96$	$45/58 \pm 8/68$	$1/62 \pm 0/11$	$17/19 \pm 2/01$

جدول ۳. نتایج آزمون کوواریانس مربوط به تعادل ایستا و پویای پای اتکا

متغیر	تعادل ایستا	تعادل پویا (قدامی - خلفی)	تعادل پویا (داخلی - خارجی)	تعادل پویا (کلی)
مقدار F	۱۷۱/۶۵۹	۷۰/۷۲۳	۷۵/۲۵۸	۲۳۳/۱۸۵
مقدار P	□ ۰/۰۰۱	□ ۰/۰۰۱	□ ۰/۰۰۱	□ ۰/۰۰۱
اندازه اثر	۰/۸۷۷	۰/۴۷۴	۰/۷۵۷	۰/۹۰۷

□ نشان دهنده معنی داری متغیر در حد  $P > 0.05$ 

می باشد، اما نتایج آن‌ها با یافته‌های مطالعه حاضر مشابه است. می توان از دلایل احتمالی همسو بودن مطالعه Kim و همکاران با مطالعه حاضر، اجرای این تمرینات در مدت زمان مشابه و همچنین، استفاده از تمرینات تعادلی به نسبت مشابه با مؤلفه تمرینی (تمرینات تعادلی) به کار گرفته شده در مطالعه حاضر بیان کرد. تحقیقات نشان داده‌اند که برخی از مؤلفه‌های تمرین منتخب (تعادلی و ثبات مرکزی) بخش‌های مختلف سیستم عصبی-عضلانی را که در ثبات و پایداری مفصل نقش دارند، فعال می‌سازند و باعث بهبود عملکرد سیستم حسی-حرکتی و عصبی-عضلانی می‌شوند. بدیهی است که تسریع انجام انقباض‌های رفلکسی، از استرس‌های وارده به مفصل در حین انجام حرکات روزمره و ورزش می‌کاهد (۲۳).

در مطالعه Bhargava و همکاران (۱۰) که اثر چهار هفته تمرین عصبی-عضلانی بر تعادل بسکتبالیست‌ها را مورد آزمایش قرار داده بودند، با وجود کمتر بودن مدت دوره تمرینی، می‌توان گفت یافته‌ها با نتایج مطالعه حاضر هم‌خوانی دارد. نتایج حاصل از مطالعه آن‌ها نشان داد که تمرین عصبی-عضلانی باعث افزایش قابل توجهی در دست‌یابی به میانگین امتیازات در جهات قدامی، خلفی داخلی و خلفی خارجی در بسکتبالیست‌ها می‌شود. با وجود این که در پژوهش‌های Barendrecht و همکاران (۲۴)، Singh و همکاران (۲۵) و Paterno و همکاران (۱۵) به ترتیب از تمرینات تعادلی، چابکی و عصبی-عضلانی که مشابهت زیادی با تمرینات مطالعه حاضر دارد، استفاده شده است، اما نتایج حاصل در خصوص اثر تمرینات منتخب بر تعادل با بخشی از نتایج تحقیق حاضر (مؤلفه قدامی-خلفی تعادل) همسو می‌باشد و در مؤلفه داخلی-خارجی نوسانات تعادل همسو نمی‌باشد که از دلایل ناهم‌خوانی، می‌توان به تعداد کمتر جلسات در هفته و مدت زمان کم تمرین اشاره نمود. ایجاد اختلال در عملکردهای ورزشی را می‌توان این گونه توضیح داد که حداقل بخشی از این اختلال، به دلیل عدم وجود تعادل و کنترل وضعیت مناسب است. ورزشکاران تکواندو، در هنگام تمرین یا رقابت به دلیل اجرای ضربات پا، پشت سر هم نیاز به تعادل پویای بالایی در تمام جهات دارند، تا بتوانند بدون حرکات اضافه در پای اتکا بر روی سرعت، توان و جابه‌جایی پای ضربه، تمرکز و امتیاز کسب کنند.

در بیشتر مطالعات، نشان داده شده است که آسیب‌ها در ورزش تکواندو، اندام تحتانی، به ویژه مفصل زانو را تحت تأثیر قرار می‌دهد. کوچک بودن سطح اتکا و اجرای اغلب حرکات تنها روی یکی از پاها و همچنین، خم و راست شدن زانو در هنگام رقص پا، می‌تواند موجب وارد شدن نیروی زیادی به مفصل زانو و در نتیجه افت تعادل و آسیب به لیگامان این مفصل شود (۹). مطالعات پیشین نشان داده‌اند که ورزشکاران باتجربه‌تر تکواندوکار، در صورت وجود شرایط ثبات، تعادل ایستا و پویای دقیق‌تر و اجرای بهتری با حداقل نوسان در صفحه سهمی و عرضی دارند (۱۷). به منظور ایجاد سلامتی و بهبود عملکرد بازیکنان تکواندو و جلوگیری از هدر رفتن منابع مالی، ضرر و زیان مربیان این رشته، جلوگیری از تبعات جسمی و روانی ناشی از آسیب و همچنین، ارتقای سطح فنی و سلامتی ورزشکاران، می‌توان با اجرای تمرینات مناسب از بروز آسیب پیشگیری کرد.

به دلیل عدم وجود مطالعه مشابه، در بحث از شیوه‌نامه‌های اجرایی مشابه دیگر، رشته‌های ورزشی مشابه و دیگر گروه‌های سنی و جنسیتی استفاده گردید. نتایج مطالعه‌ی حاضر می‌تواند با نتایج مطالعات Steib و همکاران (۱۸) و Holm و همکاران (۱۹) همسو باشد. یافته‌های مطالعات آن‌ها نشان داد که تمرینات عصبی-عضلانی باعث بهبود تعادل ایستا در بازیکنان هندبال می‌شود. محققین در این مطالعات نشان دادند که با کاهش تلاش عضلانی و نوسان، تعادل در این ورزشکاران بهبود پیدا می‌کند. می‌توان به دلایل احتمالی از شباهت نتایج مطالعه حاضر با این دو مطالعه، تمرینات مشابه به کار گرفته شده، باشد.

در تحقیق حاضر، با توجه به نتایج به دست آمده از میزان نوسانات تعادل، در راستای قدامی-خلفی، داخلی-خارجی و کلی، تفاوت معنی‌داری بین دو گروه مورد و شاهد با سطح معنی‌داری برای هر سه متغیر مشاهده شد. در هنگامی که بدن در معرض یک بار خارجی قرار می‌گیرد، مرکز ثقل هر لحظه در حال تغییر می‌باشد. تکواندو، یک ورزش جنبشی و تعادلی است. تعادل پویا، یکی از مهم‌ترین عوامل در این رشته ورزشی می‌باشد. برای اجرای بهتر پای ضربه، نیاز به تعادل پویای بالایی در پای اتکا می‌باشد (۲۰). نتایج پژوهش‌های Kim و همکاران (۲۱)، Holm و همکاران (۱۹) و Pasanen و همکاران (۲۲) در خصوص تأثیر تمرین عصبی-عضلانی، با نتایج تحقیق حاضر هم‌خوانی دارد. اگر چه تحقیق Kim و همکاران بر روی تمرینات تعادلی

جدول ۴. اطلاعات مربوط به میانگین و انحراف معیار تعادل ایستا و پویای پای اتکا

متغیر	تعادل ایستا		تعادل پویا (قدامی - خلفی)		تعادل پویا (داخلی - خارجی)		تعادل پویا (کلی)	
	میانگین ± انحراف معیار	پیش آزمون	پس آزمون	پیش آزمون	پس آزمون	پیش آزمون	پس آزمون	
مورد	۳/۸۶ ± ۱/۰۵	۲/۴۰ ± ۰/۶۵	۲/۳۳ ± ۰/۹۳	۳/۳۷ ± ۱/۰۴	۱/۳۲ ± ۰/۳۰	۴/۷۸ ± ۰/۷۱	۴/۷۸ ± ۰/۳۵	
	□ ۱/۰۳						□ ۱/۲۴	
شاهد	۳/۶۸ ± ۰/۹۳	۳/۵۱ ± ۰/۸۸	۲/۴۵ ± ۰/۶۵	۳/۴۵ ± ۰/۷۷	۳/۱۰ ± ۰/۵۶	۴/۶۸ ± ۰/۸۲	۴/۳۸ ± ۰/۸۴	



□ □ نشان دهنده معنی داری متغیر در حد  $P < 0.05$ 

آسیب ACL در نوجوانان تکواندوکار مورد استفاده قرار گیرد. بنابراین، آگاهی از تأثیر آن تمرین بر شاخص‌های تعادلی و پیش‌گیری از آسیب ACL، می‌تواند به عنوان یافته‌های ارزشمند برای مربیان و ورزشکاران تکواندوکار تلقی گردد و با کمترین هزینه و کمترین زمان، عملکرد تکواندوکاران را بهبود بخشد.

### تشکر و قدردانی

این مطالعه بر اساس تحلیل ثانویه بخشی از اطلاعات مستخرج از پایان‌نامه مقطع کارشناسی ارشد بیومکانیک ورزشی سوسن حاجی پور با کد ۴۲۵۵ مورد تأیید کمیته اخلاق پژوهش دانشگاه علوم پزشکی کرمان با شماره IR.Kmu.REC.1397.1 می‌باشد. از مدیریت پژوهشی دانشگاه شهید باهنر کرمان و استادان محترم راهنما، مشاور، کلیه ورزشکارانی که در اجرای مطالعه همکاری نمودند و دوستان عزیزم که با سعه صدر در این مطالعه، با بنده همکاری داشتند، صمیمانه کمال تشکر را دارم.

### نقش نویسندگان

سوسن حاجی پور، طراحی و ایده‌پردازی مطالعه، جذب منابع مالی برای انجام مطالعه، خدمات پشتیبانی و اجرایی و عملی مطالعه، فراهم کردن تجهیزات و نمونه‌های مطالعه، جمع‌آوری داده‌ها، خدمات تخصصی آمار، تنظیم دست‌نوشته، تأیید دست‌نوشته نهایی جهت ارسال به دفتر مجله، مسؤلیت حفظ یکپارچگی فرایند انجام مطالعه از آغاز تا انتشار و پاسخگویی به نظرات داوران، فریبرز محمدی پور، خدمات پشتیبانی و اجرایی و عملی مطالعه، ارزیابی تخصصی دست‌نوشته از نظر مفاهیم علمی، تأیید دست‌نوشته نهایی جهت ارسال به دفتر مجله، روح‌اله نیکویی، تحلیل و تفسیر نتایج، تنظیم دست‌نوشته، تأیید دست‌نوشته نهایی جهت ارسال به دفتر مجله را به عهده داشتند.

### منابع مالی

این مطالعه بر اساس تحلیل ثانویه بخشی از اطلاعات برگرفته از پایان‌نامه کارشناسی ارشد بیومکانیک ورزشی سوسن حاجی پور (کد ۴۲۵۵ و کد اخلاق IR.Kmu.REC.1397.1) مصوب دانشگاه شهید باهنر کرمان می‌باشد.

### تعارض منافع

هیچ یک از نویسندگان دارای تعارض منافع نمی‌باشند. دکتر فریبرز محمدی پور، بودجه انجام مطالعه پایه مرتبط با این تحقیق را از دانشگاه شهید باهنر کرمان جذب نمود. ایشان به عنوان استادیار رشته بیومکانیک ورزشی، از سال ۱۳۸۹ مشغول به فعالیت می‌باشند. سوسن حاجی پور، از سال ۱۳۹۴ دانشجوی کارشناسی ارشد رشته بیومکانیک ورزشی در دانشکده علوم ورزشی دانشکده شهید باهنر کرمان است.

به طور کلی، نتایج تحقیق حاضر نشان داد که برنامه تمرینی عصبی-عضلانی، منجر به بهبود تعادل پسران تکواندوکار می‌شود. از جمله دلایل احتمالی در افزایش تعادل ناشی از تمرین عصبی-عضلانی، تحریک دوک‌های عضلانی، کاهش اثر خود‌مهارى اندام‌های وترى گلژی و همچنین، افزایش در هماهنگی عضلات درگیر در فعالیت‌های هم‌انقباض بیان شده است. با تحریک دوک‌های عضلانی، انقباض عضلانی باعث افزایش فعالیت اعصاب و ابران گامای موجود در دوک‌ها می‌شود و افزایش این حساسیت در دوک‌ها، حس وضعیت مفصل را بهبود می‌بخشد که در کنترل مفصل تأثیر به‌سزایی دارد (۲۲) و ممکن است از بروز آسیب ACL جلوگیری کند.

بنابراین، انجام تمرین عصبی-عضلانی، می‌تواند موجب افزایش پایداری دینامیکی مفاصل شود. تکواندو، نیازمند تغییر جهت سریع و در عین حال، حفظ تعادل بدن از طریق سطح بالایی از قدرت اندام تحتانی و چابکی برای بهبود اجرا می‌باشد. فعالیت‌هایی که نیاز به حفظ تعادل، انتقال وزن، تحریک رفلکس‌های ضد جاذبه و هماهنگی زیاد دارند، سبب تسهیل و ارتقای کارایی گیرنده‌های حس عمقی می‌شوند (۲۶).

از آن جایی که نقش تعادل در تکواندو و اهمیت آن در کاهش آسیب ACL به خوبی در تحقیقات پیشین نشان داده شده است، احتمال می‌رود بهبود شاخص‌های تعادل ایستا و پویا در پی شیوه‌نامه‌ی تمرین عصبی-عضلانی باعث کاهش بروز آسیب در تکواندوکاران شود و این فرصت را برای نوجوانان تکواندوکار به وجود آورد که از طریق بهبود عملکرد و کاهش بروز آسیب‌های احتمالی، مدت زمان بیشتری در رقابت‌های تکواندو شرکت کنند.

### محدودیت‌ها

از جمله محدودیت‌های تحقیق حاضر، می‌توان به شرایط روحی و روانی و میزان اضطراب و انگیزه آزمودنی‌ها اشاره کرد که به طور کامل کنترل نشد و ممکن است تا حدودی بر نتایج تحقیق تأثیرگذار باشد.

### پیشنهادها

در مطالعه حاضر، فقط متغیر تعادل مورد بررسی قرار گرفت. برای تکمیل نتایج تحقیق، انجام مطالعات بیشتر بر روی اثر تمرین منتخب بر عوامل بیومکانیکی دیگر و همچنین، اجرای آن در دوره‌های زمانی طولانی‌تر، گروه‌های سنی دیگر، نمونه‌های بیشتر و حفظ اثر تمرین منتخب بعد از یک دوره بی‌تمرینی پس از آن را می‌توان مورد بررسی قرار داد.

### نتیجه‌گیری

از یافته‌های این مطالعه، می‌توان نتیجه‌گیری کرد که تمرین عصبی-عضلانی، می‌تواند به عنوان یک روش مناسب و مؤثر برای بهبود تعادل و پیش‌گیری از

### References

- Chen J, Lu SL. Prevention and intervention of sports knee joint injury in adolescents. Proceedings of the 2017 International Conference on Manufacturing Construction and Energy Engineering (MCEE 2017); 2017 Aug 17-18; Hong Kong, China. p. 223-8.
- Woo SL, Kanamori A, Zeminski J, Yagi M, Papageorgiou C, Fu FH. The effectiveness of reconstruction of the anterior cruciate ligament with hamstrings and patellar tendon. A cadaveric study comparing anterior tibial and rotational loads. J Bone Joint Surg Am 2002; 84-A(6): 907-14.

3. Spindler KP, Wright RW. Clinical practice. Anterior cruciate ligament tear. *N Engl J Med* 2008; 359(20): 2135-42.
4. Emery CA, Cassidy JD, Klassen TP, Rosychuk RJ, Rowe BH. Effectiveness of a home-based balance-training program in reducing sports-related injuries among healthy adolescents: a cluster randomized controlled trial. *CMAJ* 2005; 172(6): 749-54.
5. Vrbancic TS, Ravlic-Gulan J, Gulan G, Matovinovic D. Balance index score as a predictive factor for lower sports results or anterior cruciate ligament knee injuries in Croatian female athletes--preliminary study. *Coll Antropol* 2007; 31(1): 253-8.
6. Hoffman M, Payne VG. The effects of proprioceptive ankle disk training on healthy subjects. *J Orthop Sports Phys Ther* 1995; 21(2): 90-3.
7. Kean CO, Behm DG, Young WB. Fixed foot balance training increases rectus femoris activation during landing and jump height in recreationally active women. *J Sports Sci Med* 2006; 5(1): 138-48.
8. Rabello LM, Macedo CdSG, Gil AW, de Oliveira MR, Coelho VA, Silva GB, et al. Comparison of postural balance between professional tae kwon do athletes and young adults. *Fisioterapia e Pesquisa* 2014; 21: 139-43.
9. Kazemi M, Chudolinski A, Turgeon M, Simon A, Ho E, Coombe L. Nine year longitudinal retrospective study of Taekwondo injuries. *J Can Chiropr Assoc* 2009; 53(4): 272-81.
10. Bhargava KB, Vinod B, Sai KN, Vikas KV. Effectiveness of neuromuscular training for basket ball players on performance of star excursion balance test. *Int J Physiother Res* 2013; 1(5): 251-60.
11. Hopper AJ, Haff EE, Joyce C, Lloyd RS, Haff GG. Neuromuscular Training Improves Lower Extremity Biomechanics Associated with Knee Injury during Landing in 11-13 Year Old Female Netball Athletes: A Randomized Control Study. *Front Physiol* 2017; 8: 883.
12. Myer GD, Sugimoto D, Thomas S, Hewett TE. The influence of age on the effectiveness of neuromuscular training to reduce anterior cruciate ligament injury in female athletes: a meta-analysis. *Am J Sports Med* 2013; 41(1): 203-15.
13. Coppack RJ, Etherington J, Wills AK. The effects of exercise for the prevention of overuse anterior knee pain: A randomized controlled trial. *Am J Sports Med* 2011; 39(5): 940-8.
14. Hinman MR. Factors Affecting Reliability of the Biodex Balance System: A Summary of Four Studies. *J Sport Rehabil* 2000; 9(3): 240-52.
15. Paterno MV, Myer GD, Ford KR, Hewett TE. Neuromuscular training improves single-limb stability in young female athletes. *J Orthop Sports Phys Ther* 2004; 34(6): 305-16.
16. Schmitz R, Arnold B. Intertester and Intratester Reliability of a Dynamic Balance Protocol Using the Biodex Stability System. *J Sport Rehabil* 1998; 7(2): 95-101.
17. Beslija T, Marinkovic D, Cular D. Postural stability assessment in elite taekwondo athletes: comparative study between different age groups. *Acta Kinesiologica* 2017; 11(2): 97-103.
18. Steib S, Zahn P, Zu EC, Pfeifer K, Zech A. Time-dependent postural control adaptations following a neuromuscular warm-up in female handball players: a randomized controlled trial. *BMC Sports Sci Med Rehabil* 2016; 8: 33.
19. Holm I, Fosdahl MA, Friis A, Risberg MA, Myklebust G, Steen H. Effect of neuromuscular training on proprioception, balance, muscle strength, and lower limb function in female team handball players. *Clin J Sport Med* 2004; 14(2): 88-94.
20. Fatma A, Kaya M, Baltaci G, Taskin H, Erkmn N. The effect of eight-week proprioception training program on dynamic postural control in taekwondo athletes. *Ovidius University Annals* 2010; 10(1): 93-9.
21. Kim T, Kil S, Chung J, Moon J, Oh E. Effects of specific muscle imbalance improvement training on the balance ability in elite fencers. *J Phys Ther Sci* 2015; 27(5): 1589-92.
22. Pasanen K, Parkkari J, Pasanen M, Kannus P. Effect of a neuromuscular warm-up programme on muscle power, balance, speed and agility: A randomised controlled study. *Br J Sports Med* 2009; 43(13): 1073-8.
23. Goble DJ, Coxon JP, Wenderoth N, Van IA, Swinnen SP. Proprioceptive sensibility in the elderly: degeneration, functional consequences and plastic-adaptive processes. *Neurosci Biobehav Rev* 2009; 33(3): 271-8.
24. Barendrecht M, Lezeman HC, Duysens J, Smits-Engelsman BC. Neuromuscular training improves knee kinematics, in particular in valgus aligned adolescent team handball players of both sexes. *J Strength Cond Res* 2011; 25(3): 575-84.
25. Singh A, Sathe A, Sandhu J. Effect of a 6-week agility training program on performance indices of Indian taekwondo players. *Saudi J Sports Med* 2017; 17(3): 139-43.
26. Fernanda D, Rodrigo V, Tania G, Silvia B, Estelio D. Effects of a physical activity program on static balance and functional autonomy in elderly women. *Macedonian Journal of Medical Sciences* 2010; 3(1): 21-6.

## The Effect of Eight Weeks of Neuromuscular Training on Balance and Prevention of Anterior Cruciate Ligament (ACL) Injury in Boy Adolescent Taekwondo Athletes

Susan Hajipoor<sup>1</sup>, Fariborz Mohammadipour<sup>2</sup>, Roohollah Nikooie<sup>3</sup>

### Original Article

#### Abstract

**Introduction:** Anterior cruciate ligament rupture (ACL) is the most common knee ligament injury. In addition to the high cost of treatment, it causes loss of athletic participation, and tend to secondary damages. Deficiency balance is one of the most important causes of this injury, so balance improvement can prevents it. Therefore, the purpose of this study was to investigate the effect of eight weeks of neuromuscular training on balance and prevention of ACL injury in boy adolescent taekwondo players.

**Materials and Methods:** Twenty-seven boy adolescent taekwondo players participated in this study voluntarily. They were divided into two groups of experimental (n = 15) and control (n = 12). The experimental group performed neuromuscular training sessions of 30-45 minutes, three times per week, for 8 weeks, and in the rest of the time (up to 90 minutes), they performed usual taekwondo trainings. The control group only practiced usual taekwondo trainings for 90 minutes. Static and dynamic balance was measured using the Biodex balance system before and after applying the neuromuscular training protocol. The comparison of the groups was done using the ANCOVA statistical method at a significant level of  $P < 0.050$ .

**Results:** There were significant differences in the static balance index ( $P = 0.001$ ) and all of the dynamic static balance indexes [posterior-anterior index ( $P = 0.001$ ), external-internal index ( $P = 0.001$ ), and general index ( $P = 0.001$ )] between the groups after performing neuromuscular training.

**Conclusion:** It can be suggested that, neuromuscular training have a positive effect on the balance in boy adolescent taekwondo players, and may prevent ACL injury.

**Keywords:** Anterior cruciate ligament, Postural balance, Knee joint, Exercise

**Citation:** Hajipoor S, Mohammadipour F, Nikooie R. **The Effect of Eight Weeks of Neuromuscular Training on Balance and Prevention of Anterior Cruciate Ligament (ACL) Injury in Boy Adolescent Taekwondo Athletes.** J Res Rehabil Sci 2017; 13(5): 271-7.

Received: 7.10.2017

Accepted: 11.11.2017

1- MSc Student, Department of Sport Biomechanics, School of Physical Education and Sport Sciences, Shahid Bahonar University, Kerman, Iran  
2- Associate Professor, Department of Sport Biomechanics, School of Physical Education and Sport Sciences, Shahid Bahonar University, Kerman, Iran  
3- Associate Professor, Department of Sport Physiology, School of Physical Education and Sport Sciences, Shahid Bahonar University, Kerman, Iran  
**Corresponding Author:** Susan Hajipoor, Email: hajipoor70@yahoo.com

## تأثیر جنسیت و تمرینات شناختی و عملکردی بر کنترل وضعیت افراد میان سال

ماندانا سنگاری<sup>۱</sup>، سید محمدکاظم واعظ موسوی<sup>۲</sup>، مهدی نمازی زاده<sup>۳</sup>

## مقاله پژوهشی

## چکیده

**مقدمه:** کنترل وضعیت با گذران سن تغییر می‌یابد و مطالعه ساز و کارهایی مرتبط با گذران سن، ضروری است. هدف از انجام پژوهش حاضر، بررسی تأثیر جنسیت و تمرینات شناختی و عملکردی بر وضعیت تعادل افراد میان سال است.

**مواد و روش‌ها:** پژوهش حاضر، از نوع کاربردی و روش آن نیمه تجربی بود. شرکت کنندگان پژوهش شامل ۸۰ فرد میان سال (شامل ۴۰ مرد و ۴۰ زن) بودند که بر اساس معیارهای ورود به مطالعه، انتخاب و به طور تصادفی در هشت گروه دستورالعمل‌های کانون توجهی درونی و بیرونی در تکالیف فراقامتی شناختی و عملکردی (Cognitive and motor suprapostural tasks) گمارده شدند. کنترل وضعیت با سنجش وضعیت قرارگیری مرکز ثقل (Centre of gravity) یا COG) با به کارگیری سیستم Balance master و آزمون Modified clinical test of sensory interaction and balance (mCTSIB) ارزیابی شد.

**یافته‌ها:** بر اساس آزمون One-way ANOVA، مردان و زنانی که در هر دو تکلیف شناختی و عملکردی کانون توجه بیرونی اتخاذ کردند، کنترل وضعیت بهتری داشتند ( $P = 0/002$ ). مردان با کانون توجه بیرونی در تکلیف فراقامتی عملکردی، بهترین کنترل وضعیت را داشتند و ضعیف‌ترین عملکرد مربوط به زنانی بود که در تکلیف شناختی کانون توجه درونی را اتخاذ کردند. به طور کلی، مردان در تکالیف شناختی و عملکردی دارای کنترل وضعیت بهتری نسبت به زنان بودند ( $P = 0/002$ ).

**نتیجه‌گیری:** اتخاذ دستورالعمل‌های تمرین عملکردی بهتر از دستورالعمل‌های شناختی برای هر دو گروه میان سالان زن و مرد جهت حفظ تعادل بود. با توجه به این که زنان تحت تکلیف شناختی با دستورالعمل درونی تفاوت معنی‌داری را در کنترل وضعیت نسبت به سایر گروه‌ها نشان دادند، توصیه می‌شود در شرایط پراسترس، مربیان باید به روش‌های غلبه بر استرس تمرکز کنند. این یافته‌ها، به نظر می‌رسد برای راهنمایی مربیان و درمانگران جهت طراحی مداخلات تمرینی تعادلی با مد نظر قرار دادن سن، جنس و نوع دستورالعمل توجهی، برای پیش‌گیری از افتادن و انجام تکلیف دوگانه مفید باشد.

**کلید واژه‌ها:** تعادل وضعیت، جنسیت، تمرینات توجهی، میان سالان

**ارجاع:** سنگاری ماندانا، واعظ موسوی سید محمدکاظم، نمازی زاده مهدی. تأثیر جنسیت و تمرینات شناختی و عملکردی بر کنترل وضعیت افراد میان سال. پژوهش در علوم توانبخشی ۱۳۹۶؛ ۱۳ (۵): ۲۸۶-۲۷۸

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۸/۲۰

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۷/۲

وضعیت (Postural control) از شش مؤلفه محدودیت‌های بیومکانیکی، پردازش شناختی، راهبردهای حرکتی، راهبردهای حسی، جهت‌گیری در فضا و کنترل پویا تشکیل شده است. در این دیدگاه، مؤلفه‌های شناختی، شامل فرایندهای توجه‌طلب می‌باشد (۳).

به منظور حفظ وضعیت قائم قامت، سیستم عصبی مرکزی باید اطلاعات آوران حسی را یکپارچه‌سازی کند و بار دیگر، اطلاعات توزیع وزن را از سیستم‌های حسی مختلف (سیستم بینایی، سیستم دهلیزی و سیستم حسی- حرکتی) دریافت و فرامین سیستم عصبی و عضلانی را به طور مداوم تنظیم نماید (۴). اگر چه این فرایند خودکار است، اما مطالعات متعدد با استفاده از

## مقدمه

اثر سوء ترس از افتادن (Fear of falling یا FOF) با فرایند پیری در اواخر دهه ۱۹۸۰ به طور خاص مورد توجه قرار گرفته است. FOF، به عنوان عامل خطر خودکار برای کاهش کیفیت زندگی، محدودیت فعالیت، از دست دادن استقلال و خطر سقوط، علت اصلی آسیب و مرگ و میر شناخته شده است. FOF با فرایند پیری، با فراوانی افتادن بین ۷۷-۲۹ درصد شایع است (۱). Young و Mark گزارش کردند که تأثیر FOF در خطر افتادن با تغییر در تخصیص منابع توجه و تغییرات مرتبط با کنترل حرکتی میانجی‌گری می‌شود (۲). به این عامل در «نظریه سیستم‌ها» نیز اشاره شده است. بر اساس این تئوری، سیستم کنترل

۱- دانشجوی دکتری یادگیری حرکتی، گروه رفتار حرکتی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، واحد تهران مرکزی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

۲- استاد، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه جامع امام حسین (ع)، تهران، ایران

۳- استاد، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، واحد اصفهان (خوراسگان) دانشگاه آزاد اسلامی، اصفهان، ایران

Email: mohammadvaezmousavi@gmail.com

نویسنده مسؤول: سید محمدکاظم واعظ موسوی

### مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر، کاربردی و از نوع نیمه تجربی بود. شرکت کنندگان شامل ۸۰ فرد میان‌سال (شامل ۴۰ مرد و ۴۰ زن)، در دامنه سنی ۶۰-۴۰ سال بودند که به طور داوطلبانه و بر اساس معیارهای ورود به مطالعه در این تحقیق شرکت کردند و به طور تصادفی در هشت گروه آزمایشی گمارده شدند (جدول ۱). حجم نمونه بر اساس نرم‌افزار G Power و مطالعه حجم نمونه در پژوهش‌های گذشته (۱۷، ۱۴، ۱۰) و با در نظر گرفتن میانگین و انحراف معیار برای میان‌سالان زن و مرد، ۴۰ نفر در هر گروه تعیین شد. شرکت کنندگان به طور داوطلبانه و با دعوت به صورت فراخوان از بین کارمندان معاونت توان‌بخشی مرکز هلال احمر تهران انتخاب شدند. معیارهای ورود به پژوهش شامل افراد سالم، عدم ابتلا به اختلالات ارتوپدی و عصب‌شناختی مؤثر بر تعادل و عملکرد تنه و نیز فقدان آسیب اندام فوقانی و تحتانی، سیستم دهلیزی و نقص بینایی بودند. معیارهای خروج از مطالعه نیز شامل استفاده از داروهای آرام‌بخش و خواب‌آور، داشتن هر گونه معلولیت جسمانی و ذهنی خفیف و شدید، عدم همکاری افراد در حین آزمون یا عدم تمایل خود آزمودنی برای شرکت در آزمون، داشتن اختلالات مختلف در ستون فقرات و اندام‌های تحتانی، داشتن سابقه شکستگی و آسیب‌های جسمانی در اندام‌های فوقانی و تحتانی، داشتن هر گونه سابقه بیماری در سیستم‌های دهلیزی، حس عمقی و بینایی بوده است (۲۱، ۱۵-۱۴). لازم به ذکر است که تمامی معیارهای ورود و خروج به مطالعه، یک روز قبل از اجرای آزمون توسط پزشک متخصص بررسی شدند. همه شرکت کنندگان قبل از شرکت در پژوهش، فرم رضایت، آزمون کوتاه وضعیت روانی (Mini-mental state examination) و پرسش‌نامه بین‌المللی فعالیت بدنی (International activity questionnaire یا IPAQ) را تکمیل نمودند. آزمون کوتاه وضعیت روانی در داخل کشور توسط سیدیان و همکاران اعتباریابی شده و پایایی آن را با روش ضریب Cronbach's alpha ۰/۸۱ گزارش کردند (۲۲) و در خارج کشور، Folstein و همکاران، پایایی آن را ۰/۸۹ گزارش نمودند (۲۱) و در داخل کشور غلامی فشارکی و آزاد مرزآبادی پایایی و روایی IPAQ را با روش Cronbach's alpha ۰/۴۲ درصد و با روش بازآزمایی ۷۰ درصد به دست آوردند (۲۳) و در خارج کشور، Craig و همکاران ضریب پایایی ۰/۸۰ درصد را گزارش نمودند (۲۴). همچنین، از نظر سطح مهارت، در اجرای تکلیف مورد نظر مبتدی بودند و هیچ گونه آشنایی قبلی با تکلیف نداشتند و پیش از برگزاری آزمون مهارت خواسته شده در پژوهش را تمرین نکرده بودند. لازم به ذکر است که برای رعایت اخلاق پژوهش، ضمن اخذ رضایت از تمام آزمودنی‌ها، در ابتدا به افراد توضیح داده شد که نتایج مطالعه، تنها برای مقاصد پژوهشی و به صورت گروهی و بدون ذکر نام افراد منتشر خواهد شد. همچنین، شرکت آن‌ها در مطالعه، به طور کامل اختیاری است. این پژوهش، با کد اخلاق IR.SSRI.REC.1397.285 مورد تأیید کمیته اخلاق در پژوهش دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی دانشگاه آزاد تهران مرکز قرار گرفت.

برای سنجش کنترل وضعیت از سیستم Balance master [NeuroCom(8.0.3), Clackamas, Oregon, USA] که در واحد کاردرمانی معاونت توان‌بخشی مرکز هلال احمر تهران موجود بود، استفاده شد (۲۵). این سیستم، دارای ۱۱ خرده‌آزمون بود و در این تحقیق، تنها از آزمون اصلاح شده بالینی اثر تقابلی تعادل (Modified clinical test of sensory interaction and balance) یا mCTSIB استفاده شد. آزمون mCTSIB تعادل ایستا را ارزیابی می‌نماید.

تکلیف دوگانه نشان داده‌اند که تکالیفی مانند ایستادن یا راه رفتن نیازمند منابع توجهی است (۵). از این رو، رقابت روی منابع محدود توجه جهت کنترل وضعیت و اجرای تکالیف دوگانه شناختی و عملکردی همواره وجود دارد (۶). پژوهشگران معتقدند که کنترل وضعیت در طول عمر دستخوش تغییرات می‌شود (۷-۸). شناسایی تغییراتی که فرایند پیری ایجاد می‌نماید و راه‌های تعدیل و کاهش تأثیرات تضعیف کننده آن، موضوعی قابل مطالعه است. بر اساس مطالعات پژوهشگران، هر نوع اطلاعات توجهی نظیر دستورالعمل آموزشی و بازخورد، می‌تواند از عوامل اثرگذار بر کنترل وضعیت باشد (۹-۱۰). جهت‌دهی توجه، با هدایت توجه بر جنبه‌های خاص وضعیت اجرا و تأمین نیازهای توجه بر اساس ظرفیت، اجرا را بهبود می‌بخشد (۱۱).

اثربخشی و تأثیر ننگ داشتن یک شیء خارجی در وضعیت ایستاده بر ثبات قامت، در مطالعات اخیر مورد تأیید قرار گرفته است (۱۳-۱۲). به این نوع از تکالیف نظیر ننگ داشتن یک شیء به طور ثابت، هدف‌گیری، نوشتن و تردستی در حال ایستاده یا راه رفتن، تکلیف فراقامتی (Suprapostural tasks یا SPT) گفته می‌شود که در انجام آن‌ها، اهداف بالاتری برای سیستم قامتی فراهم می‌گردد (۱۴). Stoffregen و همکاران (۱۲)، دو نوع تکلیف فراقامتی شناختی (Cognitive suprapostural tasks یا CSPT) و عملکردی (Functional suprapostural tasks یا FSPT) را برشمردند. تحقیقات متعددی طی دهه گذشته، تأثیر تمرینات توجهی شناختی و عملکردی را بر اجرای تکالیف عملکردی مختلف به ویژه کنترل وضعیت و تعادل نشان داده‌اند (۱۶-۱۵، ۱۳-۱۲). فرضیه کنترل- خودکاری، تأکید می‌کند که سیستم کنترل وضعیت در به حداقل رساندن نوسان قامت با اولویت‌دهی به تکلیف در حال اجرا توجه دارد، اما فرضیه کنترل- تسهیل پیش‌بینی می‌کند که با انجام تکالیف شناختی و عملکردی هم‌زمان با کنترل قامت، کنترل وضعیت تسهیل می‌شود (۱۳). مطالعات متعددی با هدف بررسی اثرات FSPT و کانون توجه بر کنترل قامت گزارش کردند که FSPT با دستورالعمل کانون توجه بیرونی باعث بهبود کنترل قامت شده است (۱۸-۱۷، ۱۳). نتایج تحقیقات در گروه‌های سنی مختلف برای CSPT نشان داده‌اند در شرایطی که هم‌زمان با حفظ ثبات بدن یک تکلیف به طور کامل شناختی مانند تکلیف حافظه و یا تکالیف شمارش رو به عقب توسط فرد انجام شود، کاهش عملکرد حداقل در اجرای یکی از تکالیف در حال اجرا مشاهده می‌شود (۲۰-۱۹، ۱۶). پس می‌توان احتمال داد که تأثیر این دستورالعمل‌ها بر کنترل وضعیت، تحت تأثیر عوامل مختلفی مانند سن، جنسیت و نوع تکلیف می‌تواند متفاوت باشد.

با مرور پژوهش‌های موجود در این رابطه، مشاهده شد که نظرات و نتایج همسانی که بتوان نظریه‌ای کلی در این مورد ارایه کرد، وجود ندارد. برخی مشاهدات، جهت‌دهی توجهی بیرونی را سودمند گزارش نموده‌اند و برخی دیگر، تفاوتی را بیان نکردند. با توجه به کاهش عملکرد شناختی و عملکردی در طول عمر، پژوهش حاضر در پی بررسی این سؤال بود که «پاسخ‌های کنترل وضعیت نسبت به دستورالعمل‌های کانون توجهی تکالیف شناختی و عملکردی در میان‌سالان چگونه است؟». بنابراین، هدف از انجام پژوهش حاضر، بررسی تأثیر جنسیت و تمرینات شناختی و عملکردی بر یادگیری کنترل وضعیت در افراد میان‌سال بود. نتایج پژوهش حاضر راهنمای مربیان، درمانگران و میان‌سالان برای افزایش تعادل فراگیران با مدنظر قرار دادن سن و نوع دستورالعمل‌های توجهی می‌باشد.

جدول ۱. تعداد گروه‌ها، تکلیف، نوع دستورالعمل و مراحل مختلف تحقیق

تعداد گروه‌ها	تکلیف	نوع دستورالعمل	مراحل تحقیق		
			آموزش	پیش‌آزمون	اکتساب
مردان میان‌سال	تکلیف فراقامتی عملکردی	دستورالعمل توجه درونی (بر عضلات خم کننده انگشتان، مچ دست و ساعد خود تمرکز کنید)	در حالی که شرکت کننده بر روی Balance master ایستاده بود، به طور مستقیم به جلو نگاه می‌کرد و استوانه چوبی را با زاویه آرنج ۹۰ درجه نگه داشته بود.	۳ کوشش ۳۰ ثانیه‌ای بدون استراحت ۱ دقیقه	۱۲ کوشش ۳۰ ثانیه‌ای با زمان استراحت ۱ دقیقه
مردان میان‌سال	تکلیف فراقامتی عملکردی	دستورالعمل توجه بیرونی (بر نگاه داشتن بی حرکت استوانه چوبی در سطح افقی تمرکز کنید)	در حالی که شرکت کننده بر روی Balance master ایستاده بود، به طور مستقیم به جلو نگاه می‌کرد و استوانه چوبی را با زاویه آرنج ۹۰ درجه نگه داشته بود.	۳ کوشش ۳۰ ثانیه‌ای بدون دستورالعمل	۳ کوشش ۳۰ ثانیه‌ای بازمان استراحت ۱ دقیقه بین هر ۴
مردان میان‌سال	تکلیف فراقامتی شناختی	دستورالعمل توجه درونی (بر دقت انجام تکلیف شمارش تمرکز کنید)	در حالی که شرکت کننده بر روی Balance master ایستاده بود، به طور مستقیم به جلو نگاه می‌کرد و از شرکت کننده درخواست شد که از عدد ۱۰۰ توالی رو به عقب با فاصله سه عددی را به طور کلامی بشمارد.	۳ کوشش ۳۰ ثانیه بدون دستورالعمل	۳ کوشش ۳۰ ثانیه‌ای با زمان استراحت ۱ دقیقه بین هر ۴ کوشش
مردان میان‌سال	با تکلیف فراقامتی شناختی	دستورالعمل توجه بیرونی (بر شناسایی سیگنال تمرکز کنید)	در حالی که شرکت کننده بر روی Balance master ایستاده بود، تکلیف شناسایی سیگنال را که شامل خطوط عمودی ارایه شده توسط نرم‌افزار در فاصله ۱ متری از شرکت کنندگان بود، انجام می‌داد.	۳ کوشش ۳۰ ثانیه بدون دستورالعمل	۳ کوشش ۳۰ ثانیه‌ای با زمان استراحت ۱ دقیقه بین هر ۴ کوشش
زنان میان‌سال	تکلیف فراقامتی عملکردی	دستورالعمل توجه درونی (بر عضلات خم کننده انگشتان، مچ دست و ساعد خود تمرکز کنید)	در حالی که شرکت کننده بر روی Balance master ایستاده بود و به طور مستقیم به جلو نگاه می‌کرد، استوانه چوبی را با زاویه آرنج ۹۰ درجه نگاه داشته بود.	۳ کوشش ۳۰ ثانیه بدون دستورالعمل	۳ کوشش ۳۰ ثانیه‌ای با زمان استراحت ۱ دقیقه بین هر ۴ کوشش
زنان میان‌سال	تکلیف فراقامتی عملکردی	دستورالعمل توجه بیرونی (بر نگاه داشتن بی حرکت استوانه چوبی در سطح افقی تمرکز کنید)	در حالی که شرکت کننده بر روی Balance master ایستاده بود، به طور مستقیم به جلو نگاه می‌کرد و استوانه چوبی را با زاویه آرنج ۹۰ درجه نگاه داشت.	۳ کوشش ۳۰ ثانیه بدون دستورالعمل	۳ کوشش ۳۰ ثانیه‌ای با زمان ۱ دقیقه استراحت بین هر ۴ کوشش
زنان میان‌سال	تکلیف فراقامتی شناختی	دستورالعمل توجه درونی (بر دقت انجام تکلیف شمارش تمرکز کنید)	در حالی که شرکت کننده بر روی Balance master ایستاده بود و به طور مستقیم به جلو نگاه می‌کرد، از شرکت کننده درخواست شد که از عدد ۱۰۰ توالی رو به عقب با فاصله سه عددی را به طور کلامی بشمارد.	۳ کوشش ۳۰ ثانیه بدون دستورالعمل	۳ کوشش ۳۰ ثانیه‌ای با زمان استراحت ۱ دقیقه بین هر ۴ کوشش
زنان میان‌سال	با تکلیف فراقامتی شناختی	دستورالعمل توجه بیرونی (بر شناسایی سیگنال تمرکز کنید)	در حالی که شرکت کننده بر روی Balance master ایستاده بود، تکلیف شناسایی سیگنال را که شامل خطوط عمودی ارایه شده توسط نرم‌افزار در فاصله ۱ متری از شرکت کنندگان بود، انجام می‌داد.	۳ کوشش ۳۰ ثانیه بدون دستورالعمل	۳ کوشش ۳۰ ثانیه‌ای با زمان استراحت ۱ دقیقه بین هر ۴ کوشش

سطح سفت) استفاده شد و میانگین سه کوشش آزمون ارایه شد. به منظور فراهم نمودن شرایط تکلیف عملکردی، آزمودنی‌ها استوانه چوبی با طول ۴۱/۵، عرض ۵/۷ و قطر ۶/۲ سانتی‌متر را با دستان خود در زاویه آرنج ۹۰ درجه رو به روی شکم خود نگاه داشتند. فضای درون استوانه چوبی با عرض

در این سیستم، برای سنجش وضعیت قرارگیری C (Centre of gravity) یا COG (وضعیت قرارگیری مرکز ثقل نسبت به سطح اتکا در آغاز هر کوشش بر حسب درجه)، از پلت فرم مدل Balance master neurocam استفاده شد. در این پژوهش، تنها از شرایط اول آزمون mCTSIB (چشم باز،



کلیه عملیات آماری با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۰ (version 20, IBM Corporation, Armonk, NY) انجام و  $P > 0/05$  به عنوان سطح معنی‌داری در نظر گرفته شد.

#### جدول ۲. مقایسه میانگین تغییرات متغیر وضعیت قرارگیری (Centre of gravity یا COG) در هشت گروه آزمایشی میان‌سالان

متغیر	مجموع		درجات	میانگین	F
	مجذورات	آزادی			
وضعیت قرارگیری	۴/۶۴	۷	۰/۶۶	۱/۶۱	
COG	۲۹/۷۱	۷۲	۰/۴۱		
	۳۴/۳۵	۷۹	-----		

COG: Centre of gravity

#### یافته‌ها

در این مطالعه، ۴۰ مرد میان‌سال با سن  $47/03 \pm 5/43$  سال، قد  $172/97 \pm 6/26$  سانتی‌متر و وزن  $77/93 \pm 9/11$  کیلوگرم و ۴۰ زن میان‌سال با سن  $48/07 \pm 5/62$  سال، قد  $162/10 \pm 7/40$  سانتی‌متر و وزن  $70/40 \pm 11/04$  کیلوگرم شرکت داشتند.

نتایج آزمون Kolmogrov-Smirnov نشان داد که توزیع داده‌ها برای متغیر وضعیت قرارگیری COG طبیعی است ( $P = 0/103$ ). نتایج آزمون Levene نشان داد که داده‌های متغیر COG متجانس است ( $P = 0/910$ ). نتایج آزمون One-way ANOVA در مرحله پیش‌آزمون نشان داد که بین میانگین عملکرد متغیر COG ( $F_{7,179} = 1/61, P = 0/147$ ) در هشت گروه آزمایشی تفاوت معنی‌داری وجود نداشت و بین گروه‌ها در متغیر COG قبل از تمرین تفاوتی دیده نشد (جدول ۲).

نتایج آزمون One-way ANOVA برای متغیر COG هشت گروه آزمایشی میان‌سالان در آزمون یادداری در جدول ۳ ارائه شده است. نتایج آزمون One-way ANOVA در جدول ۳ نشان داد که برای متغیر COG در هشت گروه آزمایشی میان‌سالان تفاوت معنی‌دار است ( $F_{7,179} = 3/76, P = 0/002$ ). برای تعیین محل تفاوت‌ها از آزمون تعقیبی Duncan استفاده شد (جدول ۴).

#### جدول ۳. مقایسه میانگین تغییرات متغیر وضعیت قرارگیری (Centre of gravity یا COG) در هشت گروه آزمایشی میان‌سالان

متغیر	مجموع		درجات	میانگین	F
	مجذورات	آزادی			
وضعیت قرارگیری	۲/۹۱	۷	۰/۴۲	<sup>*</sup> ۳/۷۶	
COG	۷/۹۴	۷۲	۰/۱۱		
	۱۰/۸۵	۷۹	-		

\* معنی‌داری در سطح ۰/۰۰۲

COG: Centre of gravity

نتایج آزمون تعقیبی Duncan در جدول ۴ نشان داد که تفاوت‌های زوجی بین میانگین متغیر COG در گروه مردان با کانون توجهی بیرونی در تکالیف عملکردی و شناختی معنی‌دار بود و مردان، کانون توجهی بیرونی در تکالیف عملکردی و شناختی، کنترل وضعیت بهتری نسبت سایر گروه‌های مردان و زنان

۴/۲ و طول طول ۴۰/۰ سانتی‌متر بود که در آن، یک توپ تنیس قرار داده شد. هنگامی که توپ با دیواره راست یا چپ استوانه برخورد می‌کرد، صدای شنیده شده به آزمونگر اجازه شمارش تعداد برخوردها را در هر کوشش می‌داد. این به عنوان نشانه توجه در شرایط کانون توجه بیرونی در تکلیف قامتی استفاده شد (۲۶).

تکلیف شناختی با دستورالعمل توجهی درونی شامل شمردن معکوس با فاصله ۳ تایی از عدد ۱۰۰ بود (۲۷). برای دستورالعمل توجهی بیرونی با تکلیف شناختی، در حالی که شرکت کننده روی Balance master ایستاد، تکلیف شناسایی سیگنال شامل بازناسی خطوط عمودی ارایه شده توسط نرم‌افزار بر روی صفحه نمایش لپ‌تاپ ۱۴/۱ اینچی که در فاصله ۱ متری از شرکت کنندگان را انجام دادند. هر جفت از خطوط عمودی نسبت به هم موازی بودند و به طور افقی با فاصله از هم و بر پس‌زمینه سفید نمایش داده شدند (۱۲).

یک روز قبل از جلسه تمرین، برای آزمودنی‌ها توضیحات کاملی در رابطه با نحوه انجام کار ارایه شد و فرم رضایت و پرسش‌نامه‌های پیش‌گفته تکمیل شد. سپس، شرکت کنندگان میان‌سال که دارای سطح پایه یکسانی از فعالیت بدنی بودند، به دو گروه شرایط کانون توجه درونی و بیرونی تقسیم شدند و در ادامه، هر گروه کانون توجهی در دو وضعیت تکلیف شناختی و عملکردی مهارت مورد نظر را تمرین کردند و مورد آزمون قرار گرفتند.

در گروه اول (زنان میان‌سال با دستورالعمل توجهی درونی بر تکلیف عملکردی)، در حالی که شرکت کننده روی Balance master ایستاده بود، استوانه چوبی را با دستان خود نگه داشت. دستورالعمل تمرکز بر عضلات خم کننده انگشتان، مچ دست و ساعد خود بود. در گروه دوم (زنان میان‌سال با دستورالعمل توجهی بیرونی بر تکلیف عملکردی)، به فرد دستورالعمل داده شد تا بر نگه داشتن بی‌حرکت استوانه چوبی در سطح افقی تمرکز کند (۲۷). در گروه سوم (زنان میان‌سال با دستورالعمل توجهی درونی بر تکلیف شناختی)، شرکت کننده روی Balance master، تکلیف شمارش با توالی سه‌تایی را انجام داد. دستورالعمل تمرکز و دقت در انجام شمارش بود (جدول ۲) (۱۲). در گروه چهارم (زنان میان‌سال با دستورالعمل توجهی بیرونی بر تکلیف شناختی) شرکت کننده، تکلیف شناسایی سیگنال را انجام می‌داد. در گروه پنجم، مردان میان‌سال با دستورالعمل توجهی درونی تکلیف عملکردی؛ در گروه ششم، مردان میان‌سال با دستورالعمل توجهی بیرونی تکلیف عملکردی؛ در گروه هفتم، مردان میان‌سال با دستورالعمل توجهی درونی تکلیف شناختی و در گروه هشتم، مردان میان‌سال با دستورالعمل توجهی بیرونی تکلیف شناختی مورد مطالعه قرار گرفتند (جدول ۲).

در مرحله اکتساب، ۱۲ کوشش ۳۰ ثانیه‌ای روی سیستم Balance master انجام شد (۱۲). زمان استراحت بین هر ۳ کوشش، ۱ دقیقه بود. آزمون یادداری (Retention test)، به عنوان یکی از روش‌های ارزیابی یادگیری، پس از ۲۴ ساعت و خواب شبانه به طور معمول یک سنجش معتبرتر و دقیق‌تری از یادگیری در مقایسه با اندازه‌های اکتساب تلقی می‌شود که به اندازه‌گیری‌های اجرا که بعد از کوشش‌ها یا مشاهدات اکتساب دریافت می‌شوند، اشاره دارند. روز دوم، شامل اجرای ۳ کوشش ۳۰ ثانیه‌ای بود (۱۸).

#### واکاوی آماری: از آمار توصیفی برای شاخص‌های میانگین و انحراف

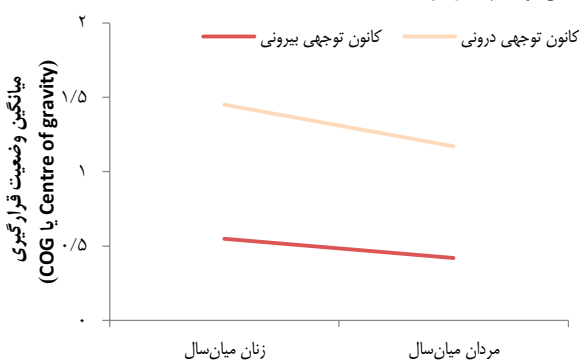
معیار استفاده شد. از آزمون Kolmogrov-Smirnov برای بررسی طبیعی بودن داده‌ها، از آزمون Levene برای تعیین تجانس واریانس‌ها، جهت تعیین تفاوت داده‌ها در مرحله پیش‌آزمون و آزمون یادداری از آزمون One-way ANOVA و آزمون تعقیبی Duncan برای بررسی محل تفاوت در گروه‌ها استفاده شد.

داشته‌اند. زنان با کانون توجهی بیرونی در تکالیف عملکردی و شناختی، تفاوت‌های زوجی معنی‌داری داشتند و زنان با کانون توجهی بیرونی در تکالیف عملکردی و شناختی، عملکرد کنترل قامت بهتری نسبت به گروه مردان و زنان با کانون توجه درونی داشتند. همچنین، مردان با کانون توجهی درونی و تکالیف عملکردی، با سایر گروه‌ها تفاوت‌های زوجی معنی‌داری داشتند و مردان با کانون توجهی بیرونی و تکالیف عملکردی نسبت به گروه مردان با کانون توجهی درونی در تکالیف عملکردی و گروه‌های زنان با کانون توجهی درونی در تکالیف شناختی و عملکردی، کنترل وضعیت بهتری داشتند (شکل ۱).

جدول ۴. نتایج آزمون تعقیبی Duncan جهت مقایسه زوجی میانگین متغیر وضعیت قرارگیری (Centre of gravity یا COG) هشت گروه آزمایشی میان سالان در آزمون یادداری

داشتند. زنان با کانون توجهی بیرونی در تکالیف عملکردی و شناختی، تفاوت‌های زوجی معنی‌داری داشتند و زنان با کانون توجهی بیرونی در تکالیف عملکردی و شناختی، عملکرد کنترل قامت بهتری نسبت به گروه مردان و زنان با کانون توجهی بیرونی و تکالیف عملکردی نسبت به گروه مردان با کانون توجهی درونی در تکالیف شناختی و عملکردی، کنترل وضعیت بهتری داشتند (شکل ۱).

گروه‌ها	تعداد		$\alpha = +/0.5$
	ردیف ۱	ردیف ۲	
مرد- کانون توجهی بیرونی- تکالیف عملکردی	۱۰	۰/۴۰	
مرد- کانون توجهی بیرونی- تکالیف شناختی	۱۰	۰/۴۷	
زن- کانون توجهی بیرونی- تکالیف عملکردی	۱۰	۰/۵۲	
زن- کانون توجهی بیرونی- تکالیف شناختی	۱۰	۰/۵۷	
مرد- کانون توجهی درونی- تکالیف عملکردی	۱۰	۰/۶۹	
مرد- کانون توجهی درونی- تکالیف شناختی	۱۰	۰/۸۰	
زن- کانون توجهی درونی- تکالیف شناختی	۱۰	۰/۸۱	
زن- کانون توجهی درونی- تکالیف عملکردی	۱۰	۰/۹۹	

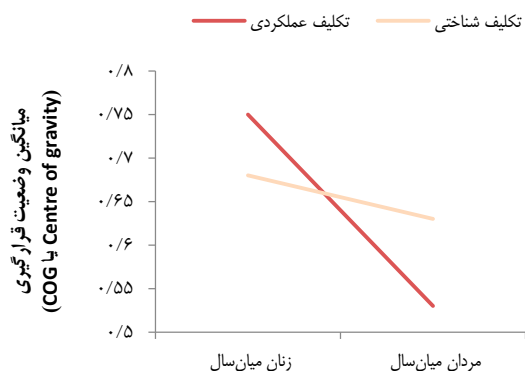


شکل ۲. اثر تعاملی جنسیت (زنان و مردان) و نوع کانون توجه (درونی و بیرونی)

گروه مردان با کانون توجهی بیرونی در تکالیف عملکردی بهترین عملکرد را در یادگیری کنترل وضعیت داشتند.

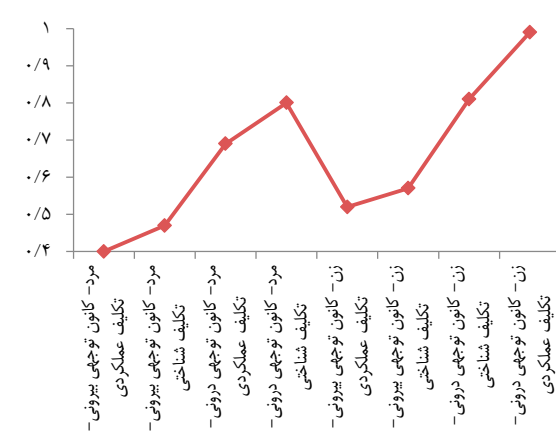
## بحث

تحقیق حاضر، با هدف بررسی تأثیر جنسیت و تمرین شناختی و عملکردی بر کنترل وضعیت افراد میان سال انجام شد.



شکل ۳. اثر تعاملی جنسیت (زنان و مردان) و نوع تکالیف (شناختی و عملکردی)

نتایج تحقیق نشان داد که آزمودنی‌های FSPT با کانون توجه بیرونی و درونی، عملکرد کنترل وضعیت بهتری نسبت به آزمودنی‌های CSPT با کانون



شکل ۴. مقایسه زوجی میانگین متغیر وضعیت قرارگیری (Centre of gravity یا COG) هشت گروه آزمایشی میان سالان در آزمون یادداری

ببین میانگین عملکرد گروه‌های زنان با کانون توجهی درونی در تکالیف شناختی و عملکردی با سایر گروه‌ها تفاوت‌های زوجی معنی‌دار بود و زنان با

توجه بیرونی و درونی داشتند. همچنین، آزمودنی‌های مرد در FSPT با کانون توجهی بیرونی، بهترین عملکرد کنترل وضعیت را داشتند. عملکرد کنترل وضعیت در کانون توجهی بیرونی بهتر از کانون توجهی درونی است. نتایج آزمون تعقیبی Duncan نشان داد بین میانگین COG گروه مردان با کانون توجهی بیرونی در تکالیف عملکردی و شناختی نسبت به سایر گروه‌ها تعادل بهتری داشتند. مردان با کانون توجهی بیرونی در تکالیف عملکردی، بهترین عملکرد را در یادگیری کنترل وضعیت داشتند. نتایج این تحقیق، پیرامون برتری کانون توجه بیرونی با نتایج پژوهش‌های Wulf و همکاران (۱۷)، McNevin و همکاران (۱۸)، Wulf و همکاران (۱۵)، Flores و همکاران (۲۸) همسو است.

همچنین، برتری دستورالعمل کانون توجهی بیرونی برای تکالیف فراقامتی در آزمودنی‌ها با نتایج مطالعات Rodrigues و همکاران (۲۹)، Boulanger و همکاران (۹) و Huang و Yu (۱۰) همسو است. در تلاش برای توضیح علت برتری کانون توجه بیرونی در تکالیف فراقامتی حرکتی نسبت به کانون توجه درونی Wulf و Prinz، فرضیه عمل محدود شده (Constrained action hypothesis) را مطرح کردند. بر اساس این فرضیه، وقتی دستورالعمل و بازخورد توجهی، توجه اجرا کننده را به اثر حرکت در محیط جهت‌دهی کند، فرایندهای کنترل خودکار تسهیل شده و توسط فرایندهای کنترل هشیارانه محدود نمی‌شود. در جهت‌دهی توجه بیرونی، نیازهای توجه کاهش می‌یابد، در حالی که در جهت‌دهی توجه درونی، فرایندهای پردازشی بیشتری درگیر می‌شود و بدین ترتیب، خودکاری لازم برای اجرای حرکتی دقیق و روان مختل و اجرا ضعیف می‌شود (۳۰).

همچنین، بر اساس یافته‌ها، زنان با کانون توجهی بیرونی در تکالیف عملکردی و شناختی به طور معنی‌داری بهتر از گروه زنان با کانون توجهی درونی در تکالیف عملکردی و شناختی بودند. زنان با کانون توجهی درونی در تکالیف شناختی، ضعیف‌ترین تعادل را نسبت به سایر گروه‌های مردان و زنان داشتند. یافته‌ی پیرامون برتری کانون توجهی بیرونی با نتایج پژوهش‌های Wulf و همکاران (۱۱)، Chiviawosky و همکاران (۱۳)، Jackson و Holmes (۳۱)، McNevin و همکاران (۱۸)، Flores و همکاران (۲۸) همسو است. مزایای یادگیری مرتبط با تمرکز توجه بیرونی به طور عمده به کنترل خودکار حرکت ناشی از تمرکز بر اثر حرکت و دور از حرکات بدن مربوط می‌شود (۳۲). بدون دستورالعمل‌های تمرکز بیرونی، افراد تمایل به تمرکز درونی دارند (به عنوان مثال، Polskaia و همکاران)؛ در نتیجه، یادگیری کمتر از حد مطلوب خواهد بود (۱۴). علاوه بر تأثیر مستقیم دستورالعمل‌های تمرکز بیرونی در عملکرد و یادگیری، بر اساس نتایج پژوهش‌ها به نظر می‌رسد که مزایای غیر مستقیمی با افزایش اعتماد به نفس فراگیران در توانایی آن‌ها در انجام تکالیف به طور پهنه را نشان می‌دهد. به این معنا که احتمال می‌رود به عنوان نتیجه‌ای از عملکرد مؤثر تمرکز بیرونی، خودکارآمدی یادگیرندگان افزایش یافته است و این به احتمال زیاد، مزایای یادگیری را بیشتر افزایش می‌دهد (۱۶).

نتایج پیرامون برتری دستورالعمل بیرونی در تکالیف عملکردی با نتایج پژوهش‌های Burcal و همکاران (۲۶)، Chiviawosky و همکاران (۲۷)، Rodrigues و همکاران (۳۰)، Boulanger و همکاران (۹) و Huang و Yu (۱۰) همسو است. فرایند پیری با کاهش کارایی پردازش همراه باشد. در این شرایط، تمرین عملکردی ممکن است به خودکاری تکلیف همراه با آزادسازی منابع شناختی منجر شود. بنابراین، مداخلات تمرینی ممکن است اجرای حرکتی را

### محدودیت‌ها

وضعیت خواب، استراحت و تغذیه آزمودنی‌ها پیش از انجام آزمون‌ها در کنترل پژوهشگر نبود. همچنین، مطلع نشدن آزمودنی‌ها از دستورالعمل گروه‌های دیگر به طور مطلق مسیر نبود.

### پیشنهادها

توصیه می‌شود پژوهش با آزمون‌های انتقال تحت شرایط مختلف فشار انجام شود. این آزمون‌ها، شامل آزمونی است که در شرایط مشابهی با شرایط انتقال، اما تحت فشار روانی خاص انجام می‌شود. فشار با تقویت مثبت یا هیجان مثبت، می‌تواند بر نتایج مؤثر باشد؛ به گونه‌ای که طی مطالعه، فاصله زمانی بین مرحله اکتساب و آزمون‌های یادداری دست‌کاری شوند و تأثیر کمتر یا بیشتر کردن زمان بین اکتساب و یادداری بررسی گردد و تأثیر این متغیر بر یادگیری مهارت حرکتی مورد سنجش قرار گیرد.

### نتیجه‌گیری

به طور کلی، بهبود کنترل وضعیت با تمرین عملکردی و شناختی توسط نتایج این تحقیق مورد تأیید قرار گرفت. استفاده از دستورالعمل‌های توجهی در تکالیف عملکردی، تأثیر بیشتری بر کنترل وضعیت نسبت به تکالیف شناختی برای گروه میان‌سالان دارد و باعث کاهش نوسانات قامت در این گروه می‌شود. یافته‌ها نشان داد که افزایش تقاضای توجهی با اجرای تکالیف شناختی هم‌زمان با کنترل قامت، تأثیر بیشتری بر کنترل وضعیت افراد میان‌سال دارد و باعث افزایش

همچنین، بر اساس یافته‌ها، زنان با کانون توجهی بیرونی در تکالیف عملکردی و شناختی به طور معنی‌داری بهتر از گروه زنان با کانون توجهی درونی در تکالیف عملکردی و شناختی بودند. زنان با کانون توجهی درونی در تکالیف شناختی، ضعیف‌ترین تعادل را نسبت به سایر گروه‌های مردان و زنان داشتند. یافته‌ی پیرامون برتری کانون توجهی بیرونی با نتایج پژوهش‌های Wulf و همکاران (۱۱)، Chiviawosky و همکاران (۱۳)، Jackson و Holmes (۳۱)، McNevin و همکاران (۱۸)، Flores و همکاران (۲۸) همسو است. مزایای یادگیری مرتبط با تمرکز توجه بیرونی به طور عمده به کنترل خودکار حرکت ناشی از تمرکز بر اثر حرکت و دور از حرکات بدن مربوط می‌شود (۳۲). بدون دستورالعمل‌های تمرکز بیرونی، افراد تمایل به تمرکز درونی دارند (به عنوان مثال، Polskaia و همکاران)؛ در نتیجه، یادگیری کمتر از حد مطلوب خواهد بود (۱۴). علاوه بر تأثیر مستقیم دستورالعمل‌های تمرکز بیرونی در عملکرد و یادگیری، بر اساس نتایج پژوهش‌ها به نظر می‌رسد که مزایای غیر مستقیمی با افزایش اعتماد به نفس فراگیران در توانایی آن‌ها در انجام تکالیف به طور پهنه را نشان می‌دهد. به این معنا که احتمال می‌رود به عنوان نتیجه‌ای از عملکرد مؤثر تمرکز بیرونی، خودکارآمدی یادگیرندگان افزایش یافته است و این به احتمال زیاد، مزایای یادگیری را بیشتر افزایش می‌دهد (۱۶).

نتایج پیرامون برتری دستورالعمل بیرونی در تکالیف عملکردی با نتایج پژوهش‌های Burcal و همکاران (۲۶)، Chiviawosky و همکاران (۲۷)، Rodrigues و همکاران (۳۰)، Boulanger و همکاران (۹) و Huang و Yu (۱۰) همسو است. فرایند پیری با کاهش کارایی پردازش همراه باشد. در این شرایط، تمرین عملکردی ممکن است به خودکاری تکلیف همراه با آزادسازی منابع شناختی منجر شود. بنابراین، مداخلات تمرینی ممکن است اجرای حرکتی را

مسئولیت حفظ یکپارچگی فرایند انجام مطالعه از آغاز تا انتشار و پاسخ‌گویی به نظرات داوران، دکتر نمازی‌زاده، جذب منابع مالی برای انجام مطالعه، ارزیابی تخصصی دست‌نوشته از نظر مفاهیم علمی، تأیید محتوای نسخه نهایی دست‌نوشته برای ارسال به دفتر مجله را بر عهده داشتند.

### منابع مالی

این مطالعه بر اساس تحلیل ثانویه بخشی از پایان‌نامه دکتری ماندانا سنگاری (با کد اخلاق IR.SSRI.REC.1397.285) بوده است که با حمایت مالی دانشگاه آزاد تهران مرکزی تنظیم گردید. دانشگاه آزاد تهران مرکزی در جمع‌آوری داده‌ها، تحلیل و گزارش آن‌ها، تنظیم دست‌نوشته و تأیید نهایی مقاله برای انتشار اعمال نظر نداشته است.

### تعارض منافع

هیچ یک از نویسندگان دارای تعارض منافع نمی‌باشند. دکتر مهدی نمازی‌زاده، بودجه انجام مطالعات پایه مرتبط با این مقاله را از دانشگاه آزاد تهران مرکزی جذب نمود و از سال ۱۳۹۳ به عنوان استاد رفتار حرکتی در این دانشگاه مشغول به فعالیت می‌باشد. نویسنده مسؤول، ماندانا سنگاری از سال ۱۳۹۳ تا نیم‌سال دوم ۹۷-۱۳۹۶ دانشجوی دکتری رشته یادگیری حرکتی دانشکده تربیت بدنی دانشگاه تهران مرکزی می‌باشد.

نوسان قامت در آن‌ها می‌شود. همچنین، از نتایج پژوهش، عملکرد وضعیت بهتر مردان نسبت به زنان بود که نشان دهنده تأثیر بیشتر عوامل مرتبط با پیری بر مکانیسم‌های قامتی در زنان است. این یافته‌ها، می‌تواند راهنمای مربیان و درمانگران برای افزایش تعادل فراگیران با مد نظر قرار دادن سن، جنسیت و نوع دستورالعمل توجهی برای پیش‌گیری از افتادن و انجام تکلیف دوگانه باشد.

### تشکر و قدردانی

این مطالعه بر اساس تحلیل ثانویه بخشی از پایان‌نامه دکتری ماندانا سنگاری (کد اخلاق IR.SSRI.REC.1397.285) در دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی دانشگاه آزاد تهران مرکزی تنظیم گردید. نویسندگان مراتب قدردانی خود از ریاست و کارکنان محترم مرکز کاردرمانی مرکز هلال احمر تهران که در جمع‌آوری داده‌ها نقش داشتند، اعلام می‌نمایند.

### نقش نویسندگان

دکتر واعظ موسوی، طراحی و ایده‌پردازی مطالعه، خدمات تخصصی آمار، ارزیابی تخصصی دست‌نوشته از نظر مفاهیم علمی، تأیید محتوای نسخه نهایی دست‌نوشته برای ارسال به دفتر مجله، ماندانا سنگاری، طراحی و ایده‌پردازی مطالعه، خدمات پشتیبانی و اجرایی و علمی مطالعه، فراهم کردن تجهیزات و نمونه‌های مطالعه، جمع‌آوری داده‌ها، تحلیل و تفسیر نتایج، تنظیم دست‌نوشته،

### References

- Hadjistavropoulos T, Delbaere K, Fitzgerald TD. Reconceptualizing the role of fear of falling and balance confidence in fall risk. *J Aging Health* 2011; 23(1): 3-23.
- Young WR, Mark WA. How fear of falling can increase fall-risk in older adults: applying psychological theory to practical observations. *Gait Posture* 2015; 41(1): 7-12.
- Shumway-Cook A, Woollacott MH. *Motor Control: Translating research into clinical practice*. Philadelphia, PA: Lippincott Williams and Wilkins; 2007.
- Balaguer GR, Pitarch CS, Baydal Bertomeu JM, Morales Suarez-Varela MM. Static posturography with dynamic tests. Usefulness of biomechanical parameters in assessing vestibular patients. *Acta Otorrinolaringol Esp* 2012; 63(5): 332-8.
- Boisgontier MP, Beets IA, Duysens J, Nieuwboer A, Krampe RT, Swinnen SP. Age-related differences in attentional cost associated with postural dual tasks: Increased recruitment of generic cognitive resources in older adults. *Neurosci Biobehav Rev* 2013; 37(8): 1824-37.
- Huang CY, Hwang IS. Behavioral data and neural correlates for postural prioritization and flexible resource allocation in concurrent postural and motor tasks. *Hum Brain Mapp* 2013; 34(3): 635-50.
- Abrahamova D, Hlavacka F. Age-related changes of human balance during quiet stance. *Physiol Res* 2008; 57(6): 957-64.
- Kim G, Ferdjallah M, Harris GF. fast differential analysis of center of pressure data in normal children and children with cerebral palsy. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg; 2009 p. 341-2.
- Boulanger M, Giraudet G, Faubert J. Interaction between the oculomotor and postural systems during a dual-task: Compensatory reductions in head sway following visually-induced postural perturbations promote the production of accurate double-step saccades in standing human adults. *PLoS One* 2017; 12(3): e0173678.
- Yu SH, Huang CY. Improving posture-motor dual-task with a supraposture-focus strategy in young and elderly adults. *PLoS One* 2017; 12(2): e0170687.
- Wulf G, Tollner T, Shea CH. Attentional focus effects as a function of task difficulty. *Res Q Exerc Sport* 2007; 78(3): 257-64.
- Stoffregen TA, Pagulayan RJ, Bardy BéG, Hettinger LJ. Modulating postural control to facilitate visual performance. *Human Movement Science* 2000; 19(2): 203-20.
- Chiviacowsky S, Wulf G, Wally R. An external focus of attention enhances balance learning in older adults. *Gait Posture* 2010; 32(4): 572-5.
- Polskaia N, Richer N, Dionne E, Lajoie Y. Continuous cognitive task promotes greater postural stability than an internal or external focus of attention. *Gait Posture* 2015; 41(2): 454-8.
- Wulf G, Chiviacowsky S, Drews R. External focus and autonomy support: two important factors in motor learning have

- additive benefits. *Hum Mov Sci* 2015; 40: 176-84.
16. Mujdeci B, Turkyilmaz D, Yagcioglu S, Aksoy S. The effects of concurrent cognitive tasks on postural sway in healthy subjects. *Braz J Otorhinolaryngol* 2016; 82(1): 3-10.
  17. Wulf G, Weigelt M, Poulter D, McNevin N. Attentional focus on suprapostural tasks affects balance learning. *Q J Exp Psychol A* 2003; 56(7): 1191-211.
  18. McNevin N, Weir P, Quinn T. Effects of attentional focus and age on suprapostural task performance and postural control. *Res Q Exerc Sport* 2013; 84(1): 96-103.
  19. Huxhold O, Li SC, Schmiedek F, Lindenberger U. Dual-tasking postural control: aging and the effects of cognitive demand in conjunction with focus of attention. *Brain Res Bull* 2006; 69(3): 294-305.
  20. Lindenberger U, Marsiske M, Baltes PB. Memorizing while walking: increase in dual-task costs from young adulthood to old age. *Psychol Aging* 2000; 15(3): 417-36.
  21. Folstein MF, Folstein SE, McHugh PR. "Mini-mental state". A practical method for grading the cognitive state of patients for the clinician. *J Psychiatr Res* 1975; 12(3): 189-98.
  22. Seyedian M, Fallah M, Norouziyan M, Nejat S, Delavar A, Ghasemzadeh H. Preparation and validation of the Persian version of Mini-Mental State Examination. *J Med Counc I.R. Iran* 2008; 25(4): 408-14. [In Persian].
  23. Gholami Fesharaki M, AzadMarzabadi E. Evaluation of the reliability and validity of Azad-Fesharaki's physical activity questionnaire (AFPAQ). *J Arak Uni Med Sci* 2011; 14(3): 36-44. [In Persian].
  24. Craig CL, Marshall AL, Sjostrom M, Bauman AE, Booth ML, Ainsworth BE, et al. International physical activity questionnaire: 12-country reliability and validity. *Med Sci Sports Exerc* 2003; 35(8): 1381-95.
  25. Namba T, Tabuchi A. Study on vision and static physical balance function report 1: Healthy young and middle-elder people. *Kawasaki Journal of Medical Welfare* 2015; 20(2): 42-53.
  26. Burcal CJ, Drabik EC, Wikstrom EA. The effect of instructions on postural-suprapostural interactions in three working memory tasks. *Gait Posture* 2014; 40(2): 310-4.
  27. Chiviawsky S, Wulf G, Avila LT. An external focus of attention enhances motor learning in children with intellectual disabilities. *J Intellect Disabil Res* 2013; 57(7): 627-34.
  28. Flores FS, Menezes KM, Katzer JJ. Influences of gender on attention and learning of motor skills. *Journal of Physical Education* 2016; 27: e2706.
  29. Rodrigues ST, Polastri PF, Carvalho JC, Barela JA, Moraes R, Barbieri FA. Saccadic and smooth pursuit eye movements attenuate postural sway similarly. *Neurosci Lett* 2015; 584: 292-5.
  30. Wulf G, Prinz W. Directing attention to movement effects enhances learning: A review. *Psychon Bull Rev* 2001; 8(4): 648-60.
  31. Jackson BH, Holmes AM. The effects of focus of attention and task objective consistency on learning a balancing task. *Res Q Exerc Sport* 2011; 82(3): 574-9.
  32. Wulf G, Lewthwaite R, Hooymann A. Can ability conceptualizations alter the impact of social comparison in motor learning? *Journal of Motor Learning and Development* 2013; 1(1): 20-30.
  33. Wollesen B, Voelcker-Rehage C. Training effects on motorcognitive dual-task performance in older adults. *Eur Rev Aging Phys Act* 2014; 11(1): 5-24.
  34. Berger L, Bernard-Demanze L. Age-related effects of a memorizing spatial task in the adults and elderly postural control. *Gait Posture* 2011; 33(2): 300-2.
  35. Sullivan EV, Rose J, Rohlfing T, Pfefferbaum A. Postural sway reduction in aging men and women: relation to brain structure, cognitive status, and stabilizing factors. *Neurobiol Aging* 2009; 30(5): 793-807.
  36. Mitra S, Fraizer EV. Effects of explicit sway-minimization on postural--suprapostural dual-task performance. *Hum Mov Sci* 2004; 23(1): 1-20.

## The Effects of Gender, and Functional and Cognitive Training on Postural Control in Middle-Aged People

Mandana Sangari<sup>1</sup>, Seyed Mohammadkazem Vaez-Mousavi<sup>2</sup>, Mahdi Namazizadeh<sup>3</sup>

### Original Article

#### Abstract

**Introduction:** Postural control changes with ageing, and it is essential to study aging-related mechanisms. The aim of this research was to investigate the effects of gender, and functional and cognitive training on balance control in middle-aged people.

**Materials and Methods:** This was a practical study with subempirical method. The participants were 80 middle-aged people (40 men and 40 women), who were selected according to inclusion criteria, and randomly assigned to eight groups of internal and external focus guidelines in cognitive and functional supra-postural tasks. The postural status was evaluated by measuring the alignment of centre of gravity (COG) through a master balancing system using modified clinical test of sensory interaction and balance (mCTSIB).

**Results:** Based on one-way analysis of variance, men and women who took the focal point of external attention in both functional and cognitive tasks had better postural control ( $P = 0.002$ ). Men with external focus in functional task had better postural control than the other groups, and Women with internal focus in cognitive tasks had the weakest postural control function. Totally, men in functional and cognitive tasks had a better postural control function than women ( $P = 0.002$ ).

**Conclusion:** Adopting functional supra-postural strategy is better than cognitive supra-postural strategy in both middle-aged men and women in order to maintain balance. Regarding the fact that women with cognitive tasks with internal focus showed a significant difference in postural control than other groups, it is advisable to focus on stress management methods under stressful conditions for instructors. It seems that these findings are useful for mentors and therapists to design equilibrium exercises by considering age, gender, and type of attention instruction to avoid falling and performing dual tasks.

**Keywords:** Postural balance, Gender, Attention, Exercise, Middle aged

**Citation:** Sangari M, Vaez-Mousavi SM, Namazizadeh M. **The Effects of Gender, and Functional and Cognitive Training on Postural Control in Middle-Aged People.** J Res Rehabil Sci 2017; 13(5): 278-86.

Received: 24.09.2017

Accepted: 11.11.2017

1- PhD Student, Department of Physical Education and Sport Science, Central Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

2- Professor, Department of Physical Education and Sport Sciences, Imam Hossein University, Tehran, Iran

3- Professor, Department of Physical Education and Sport Science, School of Physical Education and Sport Science, Isfahan (Khorasgan) Branch, Islamic Azad University, Isfahan, Iran

**Corresponding Author:** Seyed Mohammadkazem Vaez-Mousavi, Email: mohammadvaezmousavi@gmail.com



## بررسی نقش سفتی پا در پیش‌بینی وقوع سندرم استرس داخلی درشت نی در افراد فعال: یک پژوهش آینده‌نگر

عفت حسین‌زاده<sup>۱</sup>، منصور اسلامی<sup>۲</sup>، محمد تقی‌پور<sup>۳</sup>، افشین فیاض موقر<sup>۴</sup>

### مقاله پژوهشی

### چکیده

**مقدمه:** سندرم استرس داخلی درشت نی (Medial tibial stress syndrome یا MTSS) یا Shin splints، یکی از شایع‌ترین آسیب‌های ناشی از پرکاری در افراد فعال به شمار می‌رود که عوامل خطرزای آن ناشناخته مانده است. از طرف دیگر، سفتی پا یکی از متغیرهای مکانیکی تغییرپذیر می‌باشد که ممکن است با آسیب ناشی از پرکاری مرتبط باشد. هدف از انجام پژوهش حاضر، بررسی نقش سفتی پا در پیش‌بینی MTSS بود.

**مواد و روش‌ها:** ۸۰ نفر از دانشجویان رشته تربیت بدنی (۵۰ زن و ۳۰ مرد) به شیوه در دسترس انتخاب شدند و سفتی هر دو پای آن‌ها قبل از شروع جلسات تمرینی اندازه‌گیری گردید. در طی جلسات، افراد آسیب دیده توسط پزشک ارتوپد معاینه شدند و نوع آسیب آن‌ها ثبت گردید. در انتهای جلسات تمرینی، افراد در دو گروه آسیب دیده و سالم قرار گرفتند. از آزمون Independent t جهت مقایسه سفتی پای افراد آسیب دیده و سالم و از آزمون Logistic regression برای بررسی نقش سفتی پا در پیش‌بینی وقوع این سندرم استفاده شد.

**یافته‌ها:** تفاوت معنی‌داری بین میانگین سفتی پا در دو گروه آسیب دیده و سالم وجود داشت ( $P = 0/001$ ). نتایج آنالیز Logistic regression نشان داد که مقدار سفتی پای قبل از آسیب در افراد آسیب دیده به میزان قابل توجهی از گروه سالم بیشتر بود. بنابراین، سفتی پا عامل خطرزایی در بروز این سندرم می‌باشد.

**نتیجه‌گیری:** میزان سفتی پا وقوع MTSS را پیش‌بینی می‌نماید؛ به گونه‌ای که بالا بودن میزان سفتی پا ممکن است احتمال وقوع آسیب‌های ناشی از استفاده بیش از حد را افزایش دهد. پژوهش حاضر می‌تواند اطلاعات مهمی در زمینه مدیریت بروز آسیب و درمان آن در اختیار مربیان و پزشکان تیم قرار دهد.

**کلید واژه‌ها:** سفتی پا، سندرم استرس داخلی درشت نی، آسیب ساق پا

**ارجاع:** حسین‌زاده عفت، اسلامی منصور، تقی‌پور محمد، فیاض موقر افشین. بررسی نقش سفتی پا در پیش‌بینی وقوع سندرم استرس داخلی درشت نی در

افراد فعال: یک پژوهش آینده‌نگر. پژوهش در علوم توانبخشی ۱۳۹۶؛ ۱۳ (۵): ۲۸۷-۲۹۵

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۸/۱۵

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۷/۵

اهمیت MTSS و با وجود تحقیقات زیادی که در این زمینه انجام شده است، همچنان بسیاری از این عوامل خطرزا ناشناخته مانده‌اند. عدم شناخت این عوامل خطرزا به دلایلی همچون تناقض نتایج پژوهش‌های قبلی، تفاوت در روش اندازه‌گیری شاخص‌های خطرزا و مقایسه آن‌ها با هم بوده که باعث شده است همچنان این سندرم از شیوع بالایی برخوردار باشد (۵، ۲). بنابراین، شناخت عوامل خطرزا علاوه بر اهمیت آن در درمان، به شناسایی افرادی که پتانسیل آسیب‌پذیری بالایی دارند نیز کمک می‌کند تا وقوع این آسیب به میزان قابل توجهی در افراد فعال کاهش یابد. بررسی شاخص‌های مرتبط با آسیب بافت سخت، نقش مهمی در شناسایی افراد در معرض MTSS دارد که یکی از این شاخص‌ها، سفتی (Stiffness) است (۶).

سفتی تحت عنوان «توانایی مقاومت بدن به تغییر شکل در مقابل نیرو یا

### مقدمه

سندرم استرس داخلی درشت نی (Medial tibial stress syndrome یا MTSS) که Shin splints نیز نامیده می‌شود، یکی از شایع‌ترین آسیب‌های ناشی از به کارگیری بیش از حد (Overuse) گزارش شده در ساق پا می‌باشد (۱، ۲). MTSS که به درد ساق پا در حین تمرین گفته می‌شود، حدود ۶۰ درصد از آسیب‌های ناشی از به کارگیری بیش از حد و ۷۰ درصد از آسیب ساق پا را به خود اختصاص می‌دهد (۳، ۴). عوامل خطرزا در ایجاد MTSS به دو گروه عوامل درونی و بیرونی تقسیم می‌شود. عوامل بیرونی مربوط به مدت زمان و شدت تمرین، سابقه فعالیت، کفش نامناسب و... و عوامل درونی شامل کاهش قوس کف پا، افزایش پرونیشن پا، افزایش پلانتر مچ پا، افزایش یا کاهش دامنه حرکتی مفصل ران و تغییرات بیومکانیکی گام دویدن می‌باشد (۱-۳). با توجه به

- ۱- دانشجوی دکتری، گروه بیومکانیک ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه مازندران، بابل، ایران
- ۲- دانشیار، گروه بیومکانیک ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه مازندران، بابل، ایران
- ۳- دانشیار، گروه فیزیوتراپی، دانشکده توانبخشی، دانشگاه علوم پزشکی بابل، بابل، ایران
- ۴- دانشیار، گروه آمار، دانشکده علوم ریاضی، دانشگاه مازندران، بابل، ایران

Email: mseslami@gmail.com

نویسنده مسؤول: منصور اسلامی

## مواد و روش‌ها

این مطالعه از نوع نیمه تجربی و آینده‌نگر بود و ۸۰ نفر (۵۰ زن و ۳۰ مرد) از دانشجویان رشته تربیت بدنی در آن شرکت داشتند. نمونه‌ها به صورت غیر تصادفی و به شیوه در دسترس انتخاب شدند. حجم نمونه بر اساس مطالعات مشابه در این زمینه برآورد گردید (۱۴، ۱۲). تحقیق در آزمایشگاه بیومکانیک دانشگاه مازندران انجام شد. همه آزمودنی‌ها اطلاعات شخصی و رضایت خود را برای شرکت در این آزمون در فرمی که قبل از اجرای آزمون به آن‌ها ارایه شد، ثبت کردند. همچنین، پژوهش توسط هیأت بررسی دانشگاه مازندران بر اساس اصول اخلاق انسانی مورد تأیید قرار گرفت (کد اخلاق: IR.UMZ.REC.1397.009). معیارهای ورود به مطالعه شامل دانشجویان رشته تربیت بدنی، محدوده سنی بین ۱۹ تا ۲۵ سال و شاخص توده بدنی بین ۲۰ تا ۳۰ کیلوگرم بر مترمربع بود (۱۲). وجود هرگونه مشکلات وضعیتی و اسکلتی-عضلانی در افراد مانند پیچ‌خوردگی مزمن مچ پا (۱۶)، شکستگی در اندام تحتانی، دررفتگی در مفاصل پایین تنه (۱۴-۱۲)، بیماری‌هایی مانند شکستگی استرسی (۱۱-۹)، استئوآرتریت (۱۲، ۸)، شین اسپلینت، دردهای ساق و پا (۱۲، ۹) طی شش ماه قبل از آزمون و بدشکلی‌های پایین تنه همچون صافی و گودی کف پا (۱۰) به عنوان دسته اول معیارهای خروج در نظر گرفته شد. بدین منظور، قبل از شروع آزمون همه افراد توسط ارتوپد متخصص مورد ارزیابی قرار گرفتند تا سلامت جسمانی آن‌ها در زمان آزمون‌گیری و نداشتن سابقه هرگونه آسیب در پایین تنه این افراد مورد تأیید قرار گیرد. تشخیص صافی و گودی کف پا از طریق اندازه‌گیری شاخص افتادگی ناوی انجام شد و افرادی که شاخص افتادگی آن‌ها در دامنه طبیعی بود، انتخاب شدند. میزان افتادگی ناوی با استفاده از روش Brody ارزیابی گردید (۱۷). کلیه آزمودنی‌ها دارای شاخص افتادگی ناوی طبیعی بودند. در این روش، ارتفاع برجستگی ناوی از زمین در دو حالت ایستاده و نشسته اندازه‌گیری شد و میزان ۹ تا ۵ میلی‌متر به عنوان محدوده شاخص قوس کف پای طبیعی در نظر گرفته شد.

دسته دوم از معیارهای خروج از آزمون مربوط به سابقه فعالیت افراد بود؛ چرا که طبق پژوهش‌های پیشین، سابقه فعالیت افراد بر میزان سفتی تأثیرگذار است (۷). بنابراین، افرادی انتخاب شدند که سابقه فعالیت آن‌ها در یک سطح بود؛ به گونه‌ای که هیچ یک از آن‌ها در هر نوع تمرین یا برنامه تمرینی منظمی طی یک سال قبل از آزمون شرکت نداشتند (۱۸). آزمودنی‌های انتخاب شده با توجه به معیارهای ورود و خروج وارد روند آزمون‌گیری و جلسات تمرینی شدند. میزان فعالیت بدنی آزمودنی‌ها در طول مدت آزمون‌گیری طبق برنامه درسی دانشگاه بود که در جدول ۱ ارایه شده است. در مدت زمان آزمون‌گیری، فعالیت خارج از برنامه کلاسی آزمودنی‌ها ثبت گردید و هیچ یک از آن‌ها در برنامه منظم تمرینی خارج از برنامه کلاسی دانشگاه در طول روند آزمون شرکت نداشتند. همه آزمودنی‌ها از تجهیزات ورزشی مشابهی استفاده کردند. به عنوان مثال، کفش مورد استفاده توسط این آزمودنی‌ها از نوع معمولی بود و کفش زمان تمرین و زمان آزمون‌گیری یکسان بود (۱۹). پس از اتمام هر جلسه تمرین، آزمودنی‌ها کنترل شدند و در صورت وجود هرگونه درد و ورم در اندام تحتانی، آزمودنی به مرکز درمانی منتقل شد و در آن‌جا توسط ارتوپد متخصص معاینه و همه علائم فرد، تاریخچه و نحوه بروز درد، ثبت گردید و نوع آسیب با استفاده از تست‌های بالینی تشخیص داده شد.

گشتاور اعمال شده به بدن تعریف می‌شود و در سطوح مختلفی از سیستم عضلانی-اسکلتی بدن همچون مفاصل بدن، سفتی اندام و سفتی کل بدن قابل محاسبه می‌باشد. سفتی اندام تحتانی یا سفتی پا (Leg stiffness) مقاومت به تغییر طول پا بعد از اعمال نیروهای داخلی یا خارجی است (۷) و متغیری مکانیکی می‌باشد که با عملکرد و آسیب رابطه دارد (۶). محققان گزارش کرده‌اند که سفتی پا در افراد مبتلا به شکستگی ناشی از MTSS به میزان قابل توجهی بیشتر از افراد سالم است (۸). در افراد دارای استئوآرتریت زانو نیز سفتی پا به میزان قابل توجهی بیشتر از افراد سالم گزارش شده است (۹). از طرف دیگر، افراد با کف پای گود، سفتی پای بیشتری نسبت به افراد طبیعی و افراد با کف پای صاف دارند. بنابراین، شیوع آسیب‌های استخوانی در افراد با کف پای گود به بالا بودن میزان سفتی ارتباط دارد (۱۰). بر اساس شواهد و مدارک، محققان پیشنهاد کرده‌اند که سفتی زیاد ممکن است خطر ابتلا به آسیب‌های بافت سخت مانند استخوان را افزایش دهد (۱۰، ۶). نقص مهم موجود در تحقیقات مذکور این است که آن‌ها افراد آسیب دیده و دارای ناهنجاری ساختاری را مورد بررسی قرار دادند؛ در حالی که افزایش میزان سفتی در این افراد ممکن است به دلیل سازگاری بدن برای کاهش درد و یا مکانیزم جبرانی بدن این افراد به دلیل وجود ناهنجاری در پایین تنه باشد (۷، ۶). مطالعات مقطعی و گذشته‌نگر فقط به درک روابط بین سفتی و آسیب کمک می‌کند؛ در حالی که شناخت نقش سفتی پا در بروز آسیب‌های بافت سخت، مستلزم انجام پژوهش‌های آینده‌نگر است؛ چرا که این دسته از تحقیقات علت و اثر رابطه بین عوامل خطرزا و بروز آسیب را نشان می‌دهد (۶).

مطالعات آینده‌نگر انجام شده در زمینه سفتی پا و آسیب محدود می‌باشد و همه آن‌ها به بررسی نقش سفتی در آسیب بافت نرم پرداخته‌اند (۱۱). Lorimer با انجام پژوهشی گزارش کرد که سطح بالای سفتی پا می‌تواند وقوع آسیب تاندون آشیل را در ورزشکاران سه‌گانه حرفه‌ای پیش‌بینی نماید (۱۲). گروهی دیگر از تحقیقات آینده‌نگر به بررسی رابطه بین سفتی پا و استرین عضله همسترینگ در فوتبالیست‌های استرالیایی پرداختند و نتایج متناقضی را عنوان کردند. نتایج پژوهش Watsford و همکاران نشان داد که افراد آسیب دیده نسبت به افراد آسیب ندیده سفتی پای بیشتری دارند. بنابراین، بالا بودن سفتی پا یک عامل مهمی در وقوع آسیب همسترینگ گزارش شد (۱۳). در مطالعه دیگری، رابطه بین سفتی پا و آسیب همسترینگ رد شد و عدم تقارن سفتی پا بین دو اندام تحتانی در فوتبالیست‌های استرالیایی به عنوان عاملی برای ایجاد استرین همسترینگ معرفی گردید (۱۴) در تحقیقی که به‌تازگی در این زمینه صورت گرفت، وجود هرگونه رابطه بین سفتی و آسیب همسترینگ رد شد (۱۵). نتایج متناقض و محدودیت‌های پژوهش‌های پیشین همچون کنترل نکردن آسیب‌های قبلی بازیکنان، سن آزمودنی‌ها، نوع مهارتی که سفتی در آن اندازه‌گیری می‌شود، تعریف متفاوت از آسیب همسترینگ و تفاوت در سابقه فعالیت آزمودنی‌ها، باعث می‌شود که نقش سفتی پا به عنوان یک عامل مداخله‌گر در ایجاد آسیب اندام تحتانی ناشناخته بماند (۱۱). با توجه به موارد مذکور و در نظر گرفتن این که تاکنون مطالعه آینده‌نگری نقش سفتی پا را در بروز آسیب‌های بافت سخت بررسی نکرده است، پژوهش حاضر با هدف بررسی نقش سفتی پا در پیش‌بینی MTSS در مردان و زنان فعال انجام شد.

## جدول ۱. برنامه هفتگی فعالیت بدنی آزمودنی‌ها در دانشگاه

نوع فعالیت بدنی	تعداد ساعات تمرین در جلسه تمرینی	تعداد جلسات در هر هفته	تعداد جلسات در ترم تحصیلی
آمادگی جسمانی (۲ واحد)	۲ ساعت	۲ جلسه	۳۲ جلسه
والیبال (۲ واحد)	۲ ساعت	۲ جلسه	۳۲ جلسه
دو و میدانی (۲ واحد)	۲ ساعت	۲ جلسه	۳۲ جلسه

لازم به ذکر است که این روند اجرای تست برای پای چپ و راست به صورت جداگانه انجام شد. از هر آزمودنی در هر شرایط سه تلاش صحیح ثبت و از میانگین تلاش‌ها در تجزیه و تحلیل آماری استفاده شد. به آزمودنی‌ها در ابتدای اجرای هر آزمون و بین دو شرایط، فرصت کافی برای گرم کردن، تنظیم سرعت و تنظیم گام داده شد. آزمودنی‌ها برای گرم کردن فقط از دویدن آرام استفاده کردند و هیچ‌گونه حرکت کششی انجام ندادند؛ چرا که انجام حرکات کششی ممکن است بر میزان سفتی اثرگذار باشد. بین هر شرایط آزمون به افراد ۱۰ دقیقه استراحت داده شد. در انتهای آزمون، اطلاعات دموگرافیک آزمودنی‌ها اندازه‌گیری و ثبت گردید. قد آزمودنی‌ها به وسیله قدسنج دیجیتال (Vogel & Halke، آلمان) و وزن آن‌ها با استفاده از تخته نیروسنج اندازه‌گیری شد.



شکل ۱. موقعیت نشانگرها در وضعیت ایستا (آناتومی)

قبل از محاسبه متغیرها، ابتدا داده‌های سینماتیکی و سینتیکی خام با استفاده از فیلتر Butterworth سطح چهار و با فرکانس برشی ۱۰ هرتز و ۵۰ هرتز به ترتیب هموار شدند. برای محاسبه سفتی پا نیز از روش Kalman استفاده گردید که به عنوان روش مرجع معرفی شده است و اعتبار بالایی دارد [ICC = ۰/۹۰۱،  $r = ۰/۶۹$ ] (۲۰). طبق این روش، سفتی پا برابر با نسبت حداکثر نیروی اعمال شده در راستای پا max Fleg (کیلونیوتون) به تغییر طول پا  $l_{\text{trud}}$  (متر) در قسمت میانی فاز تماس با زمین است (رابطه ۱). طول پا به فاصله بین برجستگی تروکانتر بزرگ و نقطه اعمال نیروی عکس‌العمل زمین (cop) اطلاق می‌شود (۲۰).

همه اطلاعات مربوط به علایم و نوع آسیب در پرونده آزمودنی به صورت کتبی آورده شد. افرادی که هرگونه آسیبی غیر از MTSS داشتند، از روند آزمون حذف شدند. بنابراین، در انتهای ترم آزمودنی‌ها به دو گروه آسیب دیده و آسیب ندیده تقسیم شدند.

ابتدا نمونه‌ها زمانی که سالم بودند و قبل از شروع برنامه‌های تمرینی در ترم تحصیلی جدید، از نظر اندازه‌گیری سفتی در آزمایشگاه بیومکانیک مورد ارزیابی قرار گرفتند. جمع‌آوری داده‌های سینتیکی و سینماتیکی مورد نیاز به صورت سه بعدی بود که با استفاده از برنامه آنالیز حرکت (Simi Reality Motion، آلمان) ثبت و استخراج شد. بدین منظور، از ۶ دوربین (JVC-9X0، یوکوهاما، ژاپن)، یک تخته نیروسنج (Kistler Winterthur، سوئیس)، ۱۴ نشانگر منعکس‌کننده نور (Qualisys، گوتنبرگ، سوئد) و ۲ نشانگر خوشه‌ای (Qualisys، گوتنبرگ، سوئد) استفاده گردید که هر کدام از نشانگرهای خوشه‌ای محتوی ۴ نشانگر منعکس‌کننده نور می‌باشند. روند اجرای پژوهش بدین صورت بود که شش دوربین در دو طرف تخته نیروسنج به گونه‌ای قرار گرفت که دوربین‌ها اشراف کامل بر همه نشانگرهای متصل بر روی نشانگرهای پای چپ و راست داشته باشند. سفتی پا طی مهارت دویدن با میانگین سرعت  $۰/۲ \pm ۴/۰$  اندازه‌گیری شد (۲۰). از آنجایی که مشخص نبود کدام پا مورد آسیب دیدگی قرار می‌گیرد، برای همه آزمودنی‌ها سفتی پا در هر دو پای چپ و راست در یک روز یکسان مورد ارزیابی قرار گرفت. برای کنترل میانگین سرعت دویدن از کرنومتر دستی (Q&Q، ژاپن) استفاده شد. بدین منظور، فاصله مشخصی (۴ متر) بین نقطه شروع حرکت تا مرکز صفحه نیروسنج در نظر گرفته شد. آزمودنی‌ها باید این فاصله معین را در زمان تعیین شده طی می‌کردند. دو نفر به طور هم‌زمان با استفاده از کرنومتر دستی زمان حرکت را ثبت می‌کردند و در صورت تأیید هر دو نفر، تلاش آزمودنی ثبت می‌شد. با تقسیم مسافت نقطه شروع تا صفحه نیرو (۴ متر) بر زمان جابه‌جایی، سرعت آزمودنی مشخص و کنترل گردید (۲۱). جهت ثبت داده‌های سینماتیکی به صورت سه بعدی، ابتدا همه نشانگرها بر روی خار خاصه‌ای قدامی- فوقانی راست و چپ، خار خاصه‌ای خلفی چپ و راست، تروکانتر بزرگ ران راست و چپ، اپی‌کندیل خارجی و داخلی ران، قوزک خارجی و داخلی، برجستگی پاشنه، انتهای استخوان پنجم کف پای، انتهای استخوان اول کف پای، سر دیستال انگشت دوم و دو نشانگر خوشه‌ای بر روی ران و ساق قرار گرفت (شکل ۱). در ادامه، کوشش ایستا در حالی ثبت شد که فرد برای چند ثانیه در وضعیت آناتومی قرار داشت. سپس نشانگرهایی که برای ثبت کوشش ایستا لازم بود، برداشته شد و در حالی که فقط نشانگرهای رهگیری روی خار خاصه‌ای قدامی- فوقانی راست و چپ، خار خاصه‌ای خلفی چپ و راست، تروکانتر بزرگ ران راست و چپ، برجستگی پاشنه، انتهای استخوان پنجم کف پای، انتهای استخوان اول کف پای، سر دیستال انگشت دوم و دو نشانگر خوشه‌ای بر روی ران و ساق متصل بودند (۲۱)، کوشش‌های دویدن برای پای چپ و راست ثبت گردید.



جدول ۳. مقایسه میانگین سفتی پا و متغیرهای وابسته به آن بین پای چپ و راست افراد آسیب ندیده

متغیر	سفتی پا (متر بر کیلونیوتن) (میانگین $\pm$ انحراف معیار)	زمان تماس (ثانیه) (میانگین $\pm$ انحراف معیار)	حداکثر مؤلفه عمودی نیروی عکس‌العمل زمین (کیلوگرم بر نیوتن) (میانگین $\pm$ انحراف معیار)	حداکثر نیرو در راستای پا (کیلوگرم بر نیوتن) (میانگین $\pm$ انحراف معیار)	تغییر طول پا (متر) (میانگین $\pm$ انحراف معیار)
آسیب ندیده (پای چپ)	۲۰/۴۷ $\pm$ ۴/۸۱	۰/۲۵ $\pm$ ۰/۰۳	۲/۲۴ $\pm$ ۰/۲۴	۱/۴۶ $\pm$ ۰/۲۵	۰/۰۷ $\pm$ ۰/۰۲
آسیب ندیده (پای راست)	۲۰/۶۴ $\pm$ ۵/۳۷	۰/۲۶ $\pm$ ۰/۰۳	۲/۲۶ $\pm$ ۰/۲۵	۱/۴۹ $\pm$ ۰/۲۱	۰/۰۸ $\pm$ ۰/۰۳

### بحث

هدف از انجام پژوهش حاضر، بررسی امکان پیش‌بینی MTSS با استفاده از میزان سفتی پا به منظور بررسی رابطه بین متغیرهای مکانیکی مانند سفتی پا و شیوع آسیب در افراد فعال بود. این مطالعه اولین تحقیق آینده‌نگری بود که به بررسی نقش سفتی پا در بروز آسیب‌های بافت سخت ناشی از به کارگیری بیش از حد پرداخت. میانگین سفتی محاسبه شده در مطالعه حاضر، مشابه تحقیقات پیشین بود (۲۰). نتایج نشان داد که سفتی پای قبل از آسیب افراد مبتلا به MTSS، ۳۲ درصد بیشتر از سفتی پای افراد آسیب ندیده بود که اختلاف قابل توجهی است. از طرف دیگر، نتایج Logistic regression نشان داد که سفتی پا می‌تواند بروز آسیب MTSS را پیش‌بینی نماید؛ به گونه‌ای که به ازای افزایش یک واحد سفتی پا، ۱/۶ برابر احتمال ابتلا به آسیب MTSS افزایش می‌یابد. بنابراین، بالا بودن سفتی پا ممکن است یکی از عوامل خطرزا در ایجاد آسیب MTSS باشد. طبق نتایج تحقیق حاضر، می‌توان گفت که میزان بالای سفتی پا، احتمال آسیب اندام تحتانی را افزایش می‌دهد که هم‌راستا با نتایج پژوهش‌های قبلی است. Lorimer گزارش کرد که ارتباط معنی‌داری بین سطح بالای سفتی پا و آسیب تاندون آشیل وجود دارد (۱۲). Watsford و همکاران بیان کردند که بالا بودن سفتی پا، عامل مهمی در وقوع آسیب استرین عضله همسترینگ است (۱۳). بنابراین، می‌توان نتیجه گرفت که بالا بودن سفتی پا علاوه بر این که احتمال وقوع آسیب بافت نرم را افزایش می‌دهد، جزء فاکتورهای خطرزا در بروز آسیب بافت سخت مانند استخوان نیز می‌باشد. در مقابل، نتایج تحقیقاتی نشان داده است که هیچ رابطه‌ای بین سفتی پا و آسیب وجود ندارد. Pruy و همکاران (۱۴) و Serpell و همکاران (۱۵) گزارش کرده‌اند که هیچ رابطه‌ای بین سفتی پا و آسیب اندام تحتانی همچون استرین عضلات وجود ندارد. عدم همخوانی نتایج پژوهش حاضر با مطالعات مذکور ممکن است به دلیل تفاوت در مهارت مورد استفاده برای محاسبه سفتی روش محاسبه آن باشد.

بنابراین، برای مقایسه افراد دو گروه و دیگر آزمون‌های آماری ذکر شده، از میانگین سفتی پای راست و چپ افراد آسیب ندیده و پای آسیب دیده در افراد مبتلا به MTSS استفاده شد. لازم به ذکر است که از بین ۱۷ نفر آسیب دیده، پای راست ۹ نفر و پای چپ ۸ نفر آسیب دیده بود.

جدول ۴ میانگین سفتی پا و هر یک از متغیرهای مهم در سفتی پا را در افراد آسیب دیده و آسیب ندیده نشان داد. نتایج آزمون Independent t حاکی از آن بود که میانگین سفتی پا در افراد آسیب دیده به طور معنی‌داری بیشتر از افراد آسیب ندیده می‌باشد ( $t = -7/88, P = 0/001$ ). اختلاف معنی‌داری بین میانگین حداکثر نیرو در راستای پا ( $t = -2/68, P = 0/009$ ) و تغییر طول پا ( $t = 5/79, P = 0/001$ )، مشاهده گردید. علاوه بر این، بین دو گروه در دیگر متغیرهای دیگر ذکر شده در جدول ۴ همچون زمان تماس با زمین ( $t = 5/79, P = 0/001$ )، حداکثر مؤلفه عمودی نیروی عکس‌العمل زمین ( $t = -2/55, P = 0/013$ )، جابه‌جایی زاویه‌ای مفصل زانو ( $t = 4/69, P = 0/010$ ) که به صورت غیر مستقیم با سفتی پا مرتبط می‌باشند نیز تفاوت قابل توجهی مشاهده شد. متغیرهایی مانند سرعت بارگیری، برای توجیه بهتر نتایج پژوهش مورد بررسی قرار گرفت که افراد آسیب دیده سرعت بارگیری بیشتری نسبت به افراد آسیب ندیده داشتند ( $t = -2/54, P = 0/001$ ).

نتایج Logistic regression دو حالت نشان داد که میزان سفتی پا می‌تواند وقوع آسیب MTSS را پیش‌بینی نماید [ $P = 0/001, \text{Degree of freedom (df)} = 1$ ].  $\chi^2 = 37/38$  سفتی پا توانست بین ۴۴ تا ۶۵ درصد از تغییرات ابتلا به آسیب MTSS را پیش‌بینی کند ( $\text{Cox \& Snell } R^2 = 0/44, \text{Nagelkerke } R^2 = 0/65$ ). این مدل توانست ۹۲/۵ درصد از افراد آسیب ندیده و ۵۸/۸ درصد از افراد آسیب دیده و به طور کلی ۸۲/۵ درصد افراد را به درستی شناسایی نماید. بر اساس یافته‌ها، به ازای افزایش یک واحد سفتی پا، احتمال ابتلا به آسیب MTSS، ۱/۶۲ برابر افزایش یافت ( $\text{Beta} = 0/487, P = 0/001$ ).

جدول ۴. مقایسه سفتی و متغیرهای مربوط به آن بین دو گروه آسیب دیده و آسیب ندیده

متغیر	سفتی پا (متر بر کیلونیوتن) (میانگین $\pm$ انحراف معیار)	زمان تماس (ثانیه) (میانگین $\pm$ انحراف معیار)	حداکثر مؤلفه عمودی نیروی عکس‌العمل زمین (کیلوگرم بر نیوتن) (میانگین $\pm$ انحراف معیار)	نیرو در راستای پا (کیلوگرم بر نیوتن) (میانگین $\pm$ انحراف معیار)	تغییر طول پا (متر) (میانگین $\pm$ انحراف معیار)	جابه‌جایی زاویه‌ای (زانو درجه) (میانگین $\pm$ انحراف معیار)	سرعت بارگیری (ثانیه بر نیوتن) (میانگین $\pm$ انحراف معیار)
آسیب دیده (MTSS)	۲۸/۹۶ $\pm$ ۵/۶۷	۰/۲۲ $\pm$ ۰/۱۷	۲/۱۹۹ $\pm$ ۰/۹۲	۱/۴۷ $\pm$ ۰/۱۹	۰/۰۶ $\pm$ ۰/۰۱	۸۴/۲۰ $\pm$ ۱/۳۴	۹۸/۰۹ $\pm$ ۱۳/۳۱
آسیب ندیده	۱۹/۷۱ $\pm$ ۳/۴۱	۰/۲۶ $\pm$ ۰/۰۲	۲/۱۰ $\pm$ ۰/۱۴	۱/۶۲ $\pm$ ۰/۱۵	۰/۰۸ $\pm$ ۰/۰۱	۲۲/۹۸ $\pm$ ۱/۶۹	۶۸/۸۳ $\pm$ ۱۴/۶۵

\* معنی‌داری در سطح ۰/۰۵

MTSS: Medial tibial stress syndrome



دارد. در واقع، هرچه میزان بار اعمال شده و سرعت اعمال بار بیشتر باشد، بار جذب شده توسط استخوان درشت نی افزایش می‌یابد. بنابراین، فرد مستعد ابتلا به MTSS و در مراحل پیشرفته‌تر به شکستگی ناشی از اعمال فشار می‌شود (۲۶، ۱۹). می‌توان گفت افرادی که سفتی بالایی دارند، میزان و سرعت بار اعمال شده در آن‌ها بیشتر است. در نتیجه، در معرض آسیب‌های ناشی از استفاده بیش از حد مانند MTSS قرار دارند. در این راستا، Williams و همکاران به این نتیجه رسیدند که افراد دارای کف پای گود، سفتی یا بیشتری دارند که باعث افزایش سرعت بارگیری و شیوع آسیب‌های استخوانی در این افراد می‌شود (۱۰). علاوه بر این، بیشتر شدن سرعت اعمال بار منجر به افزایش سرعت استرین عضلات و در نتیجه، افزایش استرین اعمال شده بر قسمت خلفی میانی درشت نی می‌شود و باعث ایجاد MTSS می‌شود؛ چرا که یکی دیگر از مکانیزم‌های ایجاد این سندرم، کشش بیش از حدی است که عضلات متصل به درشت نی در زمان انقباض به این استخوان وارد می‌کند و باعث التهاب ضریع استخوانی و ایجاد درد می‌گردد (۲۶، ۱۹). همان‌گونه که ذکر شد، سرعت اعمال بار در اوایل فاز تماس با زمین و در فاز برون‌گرا محاسبه می‌شود. در این فاز تحت بار اعمال شده، عضلات طولی می‌شود و به جذب نیروهای برخوردی کمک می‌کند (۲۳)، بنابراین، بالا بودن سفتی یا باعث افزایش میزان سرعت استرین عضلات ساق پا می‌شود و در نتیجه، احتمال وقوع آسیب MTSS افزایش می‌یابد. یکی دیگر از متغیرهای بیومکانیکی که بین افراد آسیب ندیده و آسیب دیده در زمان قبل از وقوع آسیب متفاوت بود و با سفتی یا مرتبط می‌باشد، دامنه حرکتی مفاصل اندام تحتانی به خصوص طی فاز تماس با زمین است (۲۷، ۱۰).

مطالعات نشان داده است که دامنه حرکتی مفصل زانوی افراد مبتلا به سندرم مورد نظر، قبل از آسیب دیدگی به میزان قابل توجهی کمتر از افراد آسیب ندیده است. افزایش جابه‌جایی زاویه‌ای مفصل زانو در فاز تماس با زمین منجر به افزایش تغییر طول پا و در نتیجه، کاهش سفتی پا می‌شود (۲۷، ۱۰). هم‌راستا با نتایج پژوهش حاضر، تحقیقات گذشته بیان کرده‌اند که با افزایش یک درجه فلکشن زانو از ابتدای تماس پا تا بخش میانی فاز تماس با زمین، سفتی یا حدود ۳۰ درصد کاهش می‌یابد (۱۸). کاهش دامنه حرکتی مفصل زانو، شاخص دیگری است که باعث افزایش بار اعمال شده به بدن می‌شود (۱۰). بر اساس یافته‌های به دست آمده از مطالعات گذشته، افزایش ۲/۷ درجه فلکشن زانو در فاز تماس با زمین در دوییدن نیروهای برخوردی، به میزان ۶۸ نیوتن کاهش می‌یابد. بنابراین، کاهش فلکشن زانو در این مرحله، جذب نیروهای برخوردی را کاهش می‌دهد (۲۳). بدین ترتیب، می‌توان نتیجه گرفت در افرادی که سفتی بالایی دارند، به دلیل کاهش فلکشن زانو در فاز تماس با زمین، ضربه عمودی اعمال شده به بدن و بار اعمال شده به استخوان‌های اندام تحتانی به خصوص درشت نی افزایش می‌یابد که با ادامه این روند، فرد به MTSS دچار می‌شود.

### محدودیت‌ها

یکی از محدودیت‌های مطالعه حاضر این بود که سفتی یا فقط در یک گام دوییدن محاسبه گردید. اگر ابزار و امکانات لازم برای محاسبه سفتی در چند گام دوییدن فراهم بود، نتایج به دست آمده از قدرت تبیین بیشتری برخوردار بود. محدودیت بعدی پژوهش حاضر، کفش مورد استفاده توسط آزمودنی‌ها بود. در این تحقیق سعی شد که کفش زمان آزمون با کفشی که حین تمرین استفاده

سفتی، متغیری مکانیکی است که طی مهارت‌های مختلف و با روش‌های متفاوت اندازه‌گیری می‌شود (۶). پژوهش‌های Pruyun و همکاران (۱۴) و Serpell و همکاران (۱۵) سفتی پا را طی مهارت پرش و فرود متوالی (Hopping) و پرش عمودی اندازه‌گیری کرد و سفتی پا و سفتی عمودی را با هم برابر فرض کرد؛ در حالی که طبق مطالعات اخیر این دو در همه مهارت‌ها با هم متفاوت هستند (۲۴). در واقع، آن‌ها به جای سفتی پا، سفتی عمودی را اندازه‌گیری کردند و ارتباط آن را با وقوع آسیب سنجیدند.

یکی از دلایل بالا بودن سفتی پای قبل از آسیب در افراد آسیب دیده، بیشتر بودن حداکثر مؤلفه عمودی نیروی عکس‌العمل زمین و حداکثر نیرو در راستای پا نسبت به افراد آسیب ندیده بود. طبق رابطه ۱، سفتی پا رابطه مستقیمی با نیرو در راستای پا دارد که در روش Kalman مؤلفه عمودی نیروی عکس‌العمل زمین از متغیرهای ضروری در محاسبه نیرو در راستای پا است (۲۰). در همین راستا، Waxman و همکاران افراد را از نظر سفتی به سه گروه تقسیم‌بندی و گزارش کردند افرادی که سفتی بالایی دارند، حداکثر مؤلفه عمودی نیروی عکس‌العمل زمین در آن‌ها به میزان قابل توجهی بیشتر از افراد با سفتی پایین و متوسط است (۲۵). یکی از علل آسیب MTSS، افزایش بار اعمال شده به بدن بود که منجر به اعمال بار اضافه به استخوان درشت نی می‌شود. بار اعمال شده به بدن رابطه مستقیمی با میزان نیروی عکس‌العمل زمین دارد (۲۶، ۱۹). بنابراین، می‌توان گفت افرادی که سفتی بالایی دارند، نیروی بیشتری را به زمین اعمال می‌کنند. در نتیجه، میزان بار اعمال شده به اندام‌های پایین تنه به خصوص درشت نی افزایش می‌یابد و احتمال ابتلا به این سندرم بیشتر می‌شود. نتایج پژوهش حاضر نشان داد که تفاوت معنی‌داری بین متغیرهای بیومکانیکی گام دوییدن در افراد آسیب ندیده و گروه مبتلا به MTSS در زمان قبل از وقوع آسیب وجود دارد. افراد آسیب دیده که سفتی پای قبل از آسیب بالایی داشتند، زمان تماس آن‌ها با زمین نیز در زمان قبل از وقوع آسیب به میزان قابل توجهی کمتر از افراد آسیب ندیده بود. بنابراین، می‌توان گفت که زمان تماس با زمین و سفتی پا رابطه معکوسی دارد که مطابق با تحقیقات پیشین است. Waxman و همکاران بیان کردند که زمان تماس در افرادی که سفتی بالایی دارند، حدود دو برابر افراد با سفتی پایین است (۲۵). همچنین، Morin و همکاران گزارش نمودند که نسبت زمان تماس به سفتی پا در دوییدن ۲/۵ : ۱ است؛ به گونه‌ای که با افزایش ۱ ثانیه زمان تماس، سفتی پا حدود ۲/۵ برابر کاهش می‌یابد (۲۲). به طور کلی، کاهش زمان تماس با زمین باعث می‌شود که نیرو در مدت زمان کمتری به بدن اعمال گردد. بنابراین، این افراد فرصت کافی برای جذب شوک اعمال شده به بدن را ندارند و قسمت اعظم نیروی عکس‌العمل زمین به اندام پایین تنه منتقل می‌شود که می‌تواند منجر به آسیب‌های استخوانی در اندام تحتانی شود (۲۶، ۶).

علاوه بر کاهش زمان تماس، افراد مبتلا به MTSS، نیروی عکس‌العمل عمودی و نیرو در راستای پای قبل از آسیب آن‌ها نسبت به آسیب ندیده بیشتر بود. بنابراین، علاوه بر اعمال بار بیشتر به اندام تحتانی، سرعت اعمال بار در این افراد به میزان قابل توجهی افزایش می‌یابد. طبق بررسی‌های انجام شده در مطالعه حاضر، سرعت اعمال بار قبل از آسیب در افراد مبتلا به MTSS، ۱۴/۷۰ درصد بیشتر از افراد آسیب ندیده است. نتایج تحقیقات گذشته بیان کرده‌اند که بالا بودن سرعت اعمال بار، یکی از متغیرهای دخیل در ایجاد MTSS است؛ چرا که رابطه مستقیمی با بار اعمال شده به استخوان درشت نی



مطالعه، خدمات پشتیبانی و اجرایی و علمی مطالعه، فراهم کردن تجهیزات و نمونه‌ها، جمع‌آوری داده‌ها، تنظیم دست‌نوشته، تأیید دست‌نوشته نهایی جهت ارسال به دفتر مجله، مسؤلیت یکپارچگی فرایند انجام مطالعه از آغاز تا انتشار و پاسخگویی به نظرات داوران، منصور اسلامی، خدمات پشتیبانی و اجرایی و علمی مطالعه، ارزیابی تخصصی دست‌نوشته از نظر مفاهیم علمی مرتبط با متغیرهای اصلی پژوهش، محمد تقی‌پور، جمع‌آوری داده‌های مربوط به تشخیص آسیب در آزمودنی‌ها و ارزیابی تخصصی دست‌نوشته از نظر آسیب‌شناسی، افشین فیاض موقر، ارزیابی تخصصی دست‌نوشته از نظر روش‌های آماری و تجزیه و تحلیل آماری دست‌نوشته را بر عهده داشتند.

### منابع مالی

مطالعه حاضر بر اساس تحلیل ثانویه بخشی از اطلاعات مستخرج از پایان‌نامه مقطع دکتری با شماره ۱۲۵۶۷۵۶ و کد اخلاق IR.UMZ.REC.1397.009 می‌باشد که با حمایت مالی دانشگاه مازندران تنظیم گردید. دانشگاه مازندران در جمع‌آوری داده‌ها، تحلیل و گزارش آن‌ها، تنظیم دست‌نوشته و تأیید نهایی مقاله برای انتشار، اعمال نظر نداشته است.

### تعارض منافع

هیچ یک از نویسندگان دارای تعارض منافع نمی‌باشد. دکتر منصور اسلامی بودجه انجام مطالعات پایه مرتبط با مقاله را از دانشگاه مازندران جذب نمود و از سال ۱۳۷۸ به عنوان دانشیار بیومکانیک ورزشی در این دانشگاه مشغول به فعالیت می‌باشد. عفت حسین‌زاده از سال ۱۳۹۲ دانشجوی مقطع دکتری بیومکانیک ورزشی در دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی دانشگاه مازندران می‌باشد. دکتر محمد تقی‌پور ارزیابی تخصصی دست‌نوشته را در زمینه آسیب‌شناسی آن بر عهده داشت و از سال ۱۳۸۶ به عنوان دانشیار فیزیوتراپی در دانشگاه علوم پزشکی بابل مشغول به فعالیت می‌باشد. دکتر افشین فیاض موقر که ارزیابی تخصصی دست‌نوشته را در زمینه آماری بر عهده داشت، از سال ۱۳۸۰ به عنوان استادیار در دانشگاه مازندران مشغول به فعالیت است.

می‌شود، یکسان باشد که در صورت استفاده همه آزمودنی‌ها از یک کفش یکسان در زمان تمرین و تست، نتایج دقیق‌تری حاصل شد.

### پیشنهادها

پژوهش حاضر سفتی را فقط در یک گام دوییدن محاسبه نمود که محاسبه سفتی پا در چندین گام دوییدن و بررسی رابطه آن با وقوع آسیب می‌تواند نتایج دقیق‌تری را ارائه دهد. از طرف دیگر، انجام تحقیقات بیشتر در زمینه طراحی برنامه‌های تمرینی برای دستکاری و تغییر میزان سفتی پا، اهمیت بسزایی دارد.

### نتیجه‌گیری

نتایج مطالعه حاضر نشان داد، افراد فعالی که سفتی پای بیشتری دارند، مستعد آسیب‌های بافت سخت ناشی از به کارگیری بیش از حد هستند. پس می‌توان گفت که سفتی پا می‌تواند متغیر مناسبی برای غربالگری افراد فعال و شناسایی افراد در معرض آسیب باشد. از طرف دیگر، سفتی پا یک متغیر مکانیکی تغییرپذیر است. بنابراین، شناخت عوامل خطرزای تغییر پذیر مانند سفتی پا می‌تواند کمک بسزایی در بهبود طراحی برنامه‌های تمرینی برای جلوگیری از آسیب نماید.

### تشکر و قدردانی

تحقیق حاضر برگرفته از پایان‌نامه مقطع دکتری بیومکانیک ورزشی با شماره ۱۲۵۶۷۵۶ و کد اخلاق IR.UMZ.REC.1397.009، مصوب دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی دانشگاه مازندران می‌باشد. بدین وسیله نویسندگان از افرادی که در جمع‌آوری داده‌ها همکاری داشتند، تشکر و قدردانی به عمل می‌آورند. همچنین، از همه دانشجویان رشته تربیت بدنی دانشگاه مازندران که به عنوان آزمودنی در پژوهش حاضر شرکت نمودند، سپاسگزاری می‌گردد.

### نقش نویسندگان

عفت حسین‌زاده، طراحی و ایده‌پردازی مطالعه، جذب منابع مالی برای انجام

## References

1. Hamstra-Wright KL, Huxel Bliven KC, Bay C. Risk factors for medial tibial stress syndrome in physically active individuals such as runners and military personnel: A systematic review and meta-analysis. *Br J Sports Med* 2014; 49(6): 362-9.
2. Hubbard TJ, Carpenter EM, Cordova ML. Contributing factors to medial tibial stress syndrome: a prospective investigation. *Med Sci Sports Exerc* 2009; 41(3): 490-6.
3. Griebert MC, Needle AR, McConnell J, Kaminski TW. Lower-leg Kinesio tape reduces rate of loading in participants with medial tibial stress syndrome. *Phys Ther Sport* 2016; 18: 62-7.
4. Yagi S, Muneta T, Sekiya I. Incidence and risk factors for medial tibial stress syndrome and tibial stress fracture in high school runners. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2013; 21(3): 556-63.
5. Newman P, Witchalls J, Waddington G, Adams R. Risk factors associated with medial tibial stress syndrome in runners: a systematic review and meta-analysis. *Open Access J Sports Med* 2013; 4: 229-41.
6. Butler RJ, Crowell HP 3<sup>rd</sup>, Davis IM. Lower extremity stiffness: implications for performance and injury. *Clin Biomech (Bristol, Avon)* 2003; 18(6): 511-7.
7. McMahon JJ, Comfort P, Pearson S. Lower limb stiffness: Effect on performance and training considerations. *Strength Cond J* 2012; 34(6): 94-101.
8. Milner CE, Hamill J, Davis I. Are knee mechanics during early stance related to tibial stress fracture in runners? *Clin Biomech (Bristol, Avon)* 2007; 22(6): 697-703.
9. Zeni JA, Jr., Higginson JS. Dynamic knee joint stiffness in subjects with a progressive increase in severity of knee osteoarthritis. *Clin Biomech (Bristol, Avon)* 2009; 24(4): 366-71.

10. Williams DS 3<sup>rd</sup>, Davis IM, Scholz JP, Hamill J, Buchanan TS. High-arched runners exhibit increased leg stiffness compared to low-arched runners. *Gait Posture* 2004; 19(3): 263-9.
11. Thomson A. The relationship between musculoskeletal stiffness and lower limb injury in athletes: A systematic review. *Br J Sports Med* 2014; 48(7): 665.
12. Lorimer AV. Evaluating stiffness of the lower limb 'springs' as a multifactorial measure of achilles tendon injury risk in triathletes [PhD Thesis]. Auckland, New Zealand: Auckland University of Technology; 2014.
13. Watsford ML, Murphy AJ, McLachlan KA, Bryant AL, Cameron ML, Crossley KM, et al. A prospective study of the relationship between lower body stiffness and hamstring injury in professional Australian rules footballers. *Am J Sports Med* 2010; 38(10): 2058-64.
14. Pruyn EC, Watsford ML, Murphy AJ, Pine MJ, Spurrs RW, Cameron ML, et al. Relationship between leg stiffness and lower body injuries in professional Australian football. *J Sports Sci* 2012; 30(1): 71-8.
15. Serpell BG, Scarvell JM, Ball NB, Smith PN. Vertical stiffness and muscle strain in professional Australian football. *J Sports Sci* 2014; 32(20): 1924-30.
16. Lin CF, Chen CY, Lin CW. Dynamic ankle control in athletes with ankle instability during sports maneuvers. *Am J Sports Med* 2011; 39(9): 2007-15.
17. Habibi Tirtashi F, Eslami M. The immediate effect of shoe insoles on the frequency components of ground reaction force during running. *J Res Rehabil Sci* 2014; 10(3): 359-71. [In Persian].
18. Hobarra H, Inoue K, Omuro K, Muraoka T, Kanosue K. Determinant of leg stiffness during hopping is frequency-dependent. *Eur J Appl Physiol* 2011; 111(9): 2195-201.
19. Willems TM, De Clercq D, Delbaere K, Vanderstraeten G, De Cock A, Witvrouw E. A prospective study of gait related risk factors for exercise-related lower leg pain. *Gait Posture* 2006; 23(1): 91-8.
20. Coleman DR, Cannavan D, Horne S, Blazeovich AJ. Leg stiffness in human running: Comparison of estimates derived from previously published models to direct kinematic-kinetic measures. *J Biomech* 2012; 45(11): 1987-91.
21. Tazike-Lemeski Z, Eslami M, Habibi-Tirtashi F. The effect of shoe insole stiffness on leg stiffness during stance phase of running in two different speeds among active Men. *J Res Rehabil Sci* 2016; 12(1): 34-41. [In Persian].
22. Morin JB, Samozino P, Zameziati K, Belli A. Effects of altered stride frequency and contact time on leg-spring behavior in human running. *J Biomech* 2007; 40(15): 3341-8.
23. Thomas JM. Factors affecting lower extremity loading during running. Ames, IA: Iowa State University; 2008.
24. Beerse M, Wu J. Comparison of whole-body vertical stiffness and leg stiffness during single-leg hopping in place in children and adults. *J Biomech* 2017; 56: 71-5.
25. Waxman JP, Ford KR, Nguyen AD, Taylor JB. Female athletes with varying levels of vertical stiffness display kinematic and kinetic differences during single-leg hopping. *J Appl Biomech* 2018; 34(1): 65-75.
26. Newman P. Medial tibial stress syndrome [PhD Thesis]. Canberra, Australia: University of Canberra; 1996.
27. Serpell BG, Ball NB, Scarvell JM, Smith PN. A review of models of vertical, leg, and knee stiffness in adults for running, jumping or hopping tasks. *J Sports Sci* 2012; 30(13): 1347-63.

## The Role of Leg Stiffness in Prediction of Medial Tibial Stress Syndrome in Active People: A Prospective Cohort Study

Effat Hoseinzadeh<sup>1</sup>, Mansour Eslami<sup>2</sup>, Mahammad Taghipur<sup>3</sup>, Afshin Fayyaz-Movaghar<sup>4</sup>

### Original Article

#### Abstract

**Introduction:** Medial tibial stress syndrome or shin splints is one of the most common overuse injuries in active people, that its risk factors are unknown. On the other hand, leg stiffness is a modifiable mechanical property that may be related to overuse injury. So, the aim of this study was to investigate the role of the leg stiffness in the prediction of medial tibial stress syndrome in active people.

**Materials and Methods:** 80 students in physical education (50 girls and 30 boys) were selected in a convenience manner. Before the start of training sessions, the stiffness of both legs was measured. During the sessions, injured people were examined, and the type of injury registered by the orthopedic physician. At the end of the training sessions, the subjects were divided into two groups of injured and non-injured. The independent t-test was used to compare the leg stiffness between the two groups. Binary logistic regression was used to investigate the role of leg stiffness in the prediction of the occurrence of this syndrome.

**Results:** There was a significant difference in leg stiffness between the two groups ( $P = 0.001$ ). Logistic regression analysis revealed that injured subjects had a significantly more leg stiffness before the injury compared to non-injured group. So, leg stiffness was a risk factor this syndrome.

**Conclusion:** This study showed that leg stiffness could predict medial tibial stress syndrome or shin splint. So, high leg stiffness may increase the risk of overuse injuries. This research provides important information to the coaches and team doctors about the management of injury and its treatment.

**Keywords:** Leg, Shin splint, Leg injuries

**Citation:** Hoseinzadeh E, Eslami M, Taghipur M, Fayyaz-Movaghar A. **The Role of Leg Stiffness in Prediction of Medial Tibial Stress Syndrome in Active People: A Prospective Cohort Study.** J Res Rehabil Sci 2017; 13(5): 287-95.

Received: 27.09.2017

Accepted: 06.11.2017

1- PhD Student, Department of Sports Biomechanics, School of Physical Education and Sport Sciences, University of Mazandaran, Babolsar, Iran

2- Associate Professor, Department of Sports Biomechanics, School of Physical Education and Sport Sciences, University of Mazandaran, Babolsar, Iran

3- Associate Professor, Department of Physical Therapy, School of Rehabilitation Sciences, University of Babol, Mazandaran, Iran

4- Associate Professor, Department of Statistics, School of Mathematical Sciences, University of Mazandaran, Babolsar, Iran

**Corresponding Author:** Mansour Eslami, Email: mseslami@gmail.com

## سینرژی‌های حرکتی در فیزیوتراپی: رویکرد منیفولد کنترل نشده (یک مطالعه مروری سنتی)

معصومه حسام<sup>۱</sup>، رضا صالحی<sup>۲</sup>، محمد مهرآور<sup>۳</sup>، محمد جعفر شاطرزاده یزدی<sup>۴</sup>، حسین نگهبان<sup>۵</sup>، شهرام رفیع<sup>۶</sup>

### مقاله مروری

### چکیده

**مقدمه:** حرکت، هویت اصلی و مبنای تمرین درمانی در حرفه و دانش فیزیوتراپی می‌باشد و به همین دلیل، پیشرفت‌های انجام شده در علوم کنترل حرکت و یادگیری و تکامل حرکت با این حرفه عجین شده است. هدف از انجام مطالعه مروری حاضر، توصیف رویکرد جدیدی در کنترل حرکت جهت فراهم کردن قابلیت شناخت و تشخیص بهتر اختلالات حرکتی بود.

**مواد و روش‌ها:** در این پژوهش، تحقیقات انجام شده طی سال‌های ۱۹۹۹ تا ۲۰۱۷ در پایگاه‌های اطلاعاتی PubMed، Web of Science و Google Scholar با کلمات کلیدی «Motor control, Uncontrolled manifold, Synergy» و «Anticipatory synergy adjustment» بررسی گردید.

**یافته‌ها:** ۳۷ مقاله مورد مطالعه قرار گرفت که در آن‌ها مسأله فراوانی درجات آزادی در حرکات انسان، تاریخچه سینرژی، ویژگی‌های سینرژی، معرفی روش منیفولد کنترل نشده به عنوان ابزاری جهت کمی کردن سینرژی و کاربردهای بالینی این روش در ارزیابی اختلالات حرکتی مورد بحث قرار گرفته بود.

**نتیجه‌گیری:** استفاده از روش منیفولد کنترل نشده، توانایی شناسایی ارتباط بین فعالیت‌های عملکردی و سینرژی‌های حرکتی، قدرت سینرژی و تعدیل‌های پیش‌بینانه آن را فراهم می‌کند. رویکرد منیفولد کنترل نشده، نوعی رویکرد مبتنی بر علم جهت هدایت تصمیم‌گیری بالینی درباره این که آیا لازم است سینرژی‌ها در بیماران مبتلا به اختلالات حرکتی شکسته شود، تقویت گردد و یا سینرژی‌های جدید ایجاد شود را ارائه می‌دهد.

**کلید واژه‌ها:** حرکت، ارزیابی عملکرد، بیماری‌های حرکتی، توانمندی‌های حرکتی

**ارجاع:** حسام معصومه، صالحی رضا، مهرآور محمد، شاطرزاده یزدی محمد جعفر، نگهبان حسین، رفیع شهرام. سینرژی‌های حرکتی در فیزیوتراپی: رویکرد منیفولد کنترل نشده (یک مطالعه مروری سنتی). پژوهش در علوم توانبخشی ۱۳۹۶؛ ۱۳ (۵): ۲۹۶-۳۰۲

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۸/۱۷

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۷/۵

بی‌شک این تئوری‌های علمی، در فعالیت‌های حرفه‌ای فیزیوتراپی تأثیرگذار خواهد بود. به عنوان مثال، بسیاری از مراجع‌کنندگان به کلینیک‌های فیزیوتراپی، نیازمند یادگیری مجدد و یا تطابق در الگوهای حرکتی خود که در اثر بیماری و یا اختلال حرکتی ایجاد شده است، هستند. از این‌رو، رویکرد فیزیوتراپیست در شیوه ارزیابی، تحلیل و درمان اختلالات حرکتی بیماران، تحت تأثیر دانش پایه درباره کنترل حرکت می‌باشد و به همین دلیل یکی از ضرورت‌های پژوهش در علم فیزیوتراپی، تحلیل و یکپارچه کردن پیشرفت‌های نظری و روش‌شناختی در حوزه علم حرکت است. یکی از مفاهیم بنیادی در کنترل حرکت، سینرژی است. مفهومی که برای بسیاری از فیزیوتراپیست‌ها آشنا بوده و در طی سال‌های گذشته تعاریف متعددی

### مقدمه

انجمن فیزیوتراپی آمریکا در سال ۲۰۱۳، چشم‌انداز فیزیوتراپی را «تغییر رفتار جامعه به واسطه بهینه‌سازی حرکت با هدف ارتقای تجربیات انسانی» بیان کرد. بر اساس چنین چشم‌اندازی، حرکت، هویت اصلی یک فیزیوتراپیست و مبنای آموزش، پژوهش و فعالیت‌های حرفه‌ای او می‌باشد. در همین راستا، «فیزیوتراپیست مسؤول نظارت بر سیستم حرکتی در طول زندگی با هدف بهبود تکامل، تشخیص اختلالات حرکتی و فراهم‌سازی مداخلات در جهت پیشگیری و یا بهبود محدودیت‌های حرکتی و مشارکت‌های اجتماعی» است (۱). بر اساس چنین نقشی، علم کنترل حرکت، یادگیری و تکامل با پیشرفت حرفه‌ای و فعالیت‌های بالینی فیزیوتراپی پیوندی ناگسستنی دارد.

- ۱- دانشجوی دکتری، مرکز تحقیقات توانبخشی عضلانی-اسکلتی و گروه فیزیوتراپی، دانشکده علوم توانبخشی، دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز، اهواز، ایران
- ۲- دانشیار، مرکز تحقیقات توانبخشی عضلانی-اسکلتی، دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز، اهواز و مرکز تحقیقات توانبخشی و گروه مدیریت توانبخشی، دانشکده علوم توانبخشی، دانشگاه علوم پزشکی ایران، تهران، ایران
- ۳- کارشناس ارشد، مرکز تحقیقات توانبخشی عضلانی-اسکلتی و گروه فیزیوتراپی، دانشکده علوم توانبخشی، دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز، اهواز، ایران
- ۴- دانشیار، مرکز تحقیقات توانبخشی عضلانی-اسکلتی و گروه فیزیوتراپی، دانشکده علوم توانبخشی، دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز، اهواز، ایران
- ۵- استاد، گروه فیزیوتراپی، دانشکده علوم پیراپزشکی و مرکز تحقیقات ارتوپدی، دانشگاه علوم پزشکی مشهد، مشهد، ایران
- ۶- استادیار، گروه نورولوژی، دانشکده پزشکی و بیمارستان گلستان، دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز، اهواز، ایران

Email: hessam\_pt81@yahoo.com

نویسنده مسؤول: معصومه حسام

### یافته‌ها

با توجه به هدف مطالعه و کلید واژه‌ها، ۳۷ مقاله مورد مطالعه و بررسی قرار گرفت. در مطالعات به طور عمده درباره مسأله فراوانی درجات آزادی در حرکات انسان، تاریخچه سینرژی، ویژگی‌های سینرژی، معرفی روش منیفولد کنترل نشده به عنوان ابزاری جهت کمی کردن سینرژی و کاربردهای بالینی این روش در ارزیابی اختلالات حرکتی بحث شده بود که به تفصیل در ادامه آمده است.

**مسئله درجات آزادی و اصل فراوانی حرکت:** از آنجایی که مفاصل و عضلات زیادی در حرکات انسان فعالیت دارند (۲)، چگونگی انتخاب یک الگوی حرکتی توسط سیستم اعصاب مرکزی، از مجموع بی‌نهایت راه‌حل، از زمان طرح این مسأله توسط Bernstein در سال ۱۹۶۷، مورد علاقه دانشمندان علوم حرکت بوده است (۳). به نظر می‌رسد که در انجام هر فعالیتی، تعداد اجزای دخیل در حرکت (مفاصل و گروه‌های عضلانی) بسیار بیشتر از اجزای مورد نیاز برای انجام آن فعالیت است. به عنوان مثال، در انجام بسیاری از فعالیت‌های اندام فوقانی، به ۳ تا ۶ درجه آزادی نیاز است؛ در حالی که اندام فوقانی حداقل دارای ۱۰ درجه آزادی است. وجود درجات آزادی زیاد این سؤال را ایجاد می‌کند که چگونه درجات آزادی جهت انجام یک فعالیت، کنترل و سازماندهی می‌شوند؟ این پرسش برای سال‌های متمادی به عنوان مسأله درجات آزادی شناخته می‌شد و الهام‌بخش پژوهش‌های بسیاری در حوزه کنترل حرکت بوده است (۴).

در همین راستا، راه‌حل‌های زیادی از جمله حذف (Elimination) و توابع بهینه‌سازی هزینه (Cost optimization functions) ارائه شده است. فرض اصلی این راه‌حل‌ها آن است که سیستم اعصاب مرکزی، درصد یافتن یک الگوی حرکتی مشخص و واحد از میان همه گزینه‌های حرکتی ممکن است (۵، ۴). بر اساس اصل فراوانی حرکت (Motor abundance)، مسأله درجات آزادی حرکت به طور اشتباه مطرح شده است. وجود درجات آزادی زیاد در طی حرکات، گنجینه حرکتی ارزشمندی به شمار می‌رود که انجام حرکات در حضور اغتشاشات و همچنین، انجام هم‌زمان فعالیت‌ها را فراهم می‌کند. بنابراین، فایده آمدن بر مسأله درجات آزادی حرکت، نه تنها شامل انتخاب یک راه‌حل حرکتی بهینه نمی‌شود، بلکه شامل تسهیل مجموعه‌ای از راه‌حل‌های حرکتی مختلف برای انجام موفقیت‌آمیز یک فعالیت حرکتی است (۶).

تغییر دیدگاه درباره سینرژی (به عنوان راه‌حل سیستم اعصاب مرکزی در حل مسأله درجات آزادی و پیدا کردن یک راه‌حل حرکتی) به دیدگاه جدید و این که سینرژی مجموعه‌ای از راه‌حل‌های حرکتی است، منجر به ارائه دیدگاه جدیدی درباره سینرژی‌های حرکتی شده است. چنین تحول نگرشی منجر به ایجاد تعریفی کاربردی از سینرژی و در نهایت، معرفی یک رویکرد محاسباتی جدید در شناسایی و کمی کردن سینرژی به نام فرضیه منیفولد کنترل نشده (Uncontrolled manifold یا UCM) شد (۶).

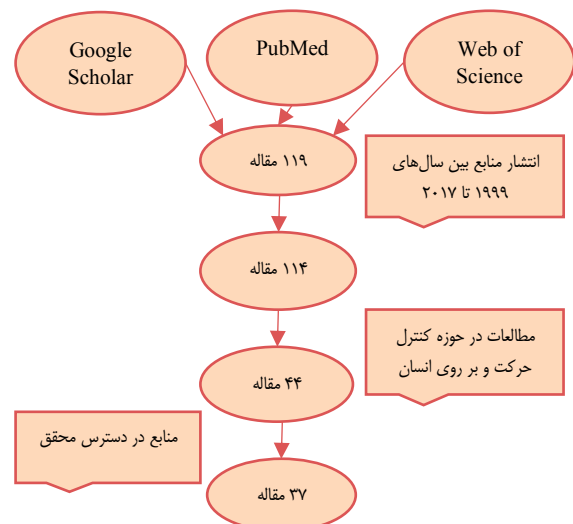
**تاریخچه سینرژی:** واژه سینرژی در اصل به معنای «کار کردن در کنار یکدیگر» است. واژه‌ای که برای بسیاری از فیزیوتراپیست‌ها آشنا است و طی سال‌های گذشته تعاریف متعددی از آن ارائه شده است.

شاید بتوان گفت Jackson، نورولوژیست انگلیسی، اولین کسی بود که به طور ضمنی به مفهوم سینرژی اشاره کرد. هرچند وی در توضیح تئوری خود درباره سطوح سه‌گانه پردازش در سیستم اعصاب مرکزی از واژه سینرژی

از آن ارایه شده است. به طور کلی، سینرژی به معنای «کار کردن در کنار یکدیگر» می‌باشد. بر اساس همین تعریف، در گذشته سینرژی به مجموعه‌ای از اجزای حرکتی (مفاصل و عضلات) گفته می‌شد که در کنار یکدیگر فعالیت دارند. این تعریف تا حد زیادی به ابزارهای در دسترس محققان جهت آنالیز و کمی‌سازی حرکت وابستگی داشت که بیشتر بر پایه اندازه‌گیری گشتاور مفاصل و یا فعالیت عضلانی استوار بود. به همین دلیل، در مطالعات گذشته فقط به یک ویژگی سینرژی (میزان مشارکت اجزا) توجه شده است؛ در حالی که امروزه بر اساس تئوری فراوانی و با استفاده از ابزارهای معرفی شده توسط این تئوری، محققان قادر خواهند بود تمام ویژگی‌های سینرژی شامل میزان مشارکت اجزا، انعطاف‌پذیری آن‌ها و تعدیل پیش‌بینانه آن‌ها را به دقت اندازه‌گیری کنند. هدف از انجام تحقیق مروری حاضر، معرفی و توصیف تئوری فراوانی و ابزارهای لازم جهت کمی‌سازی ویژگی‌های سینرژی بود که قابلیت شناسایی و تشخیص اختلالات حرکتی در مراحل اولیه و یا تغییرات آن‌ها در طی مداخلات توان‌بخشی را به خوبی فراهم می‌کند.

### مواد و روش‌ها

در این مطالعه مروری سنتی، کلید واژه‌های «Synergy»، «Anticipatory synergy» و «Motor control» در پایگاه‌های اطلاعاتی PubMed، Web of Science و Google Scholar، انتشار یافته طی سال‌های ۱۹۹۹ تا ۲۰۱۷ مورد جستجو قرار گرفت. معیارهای انتخاب پژوهش‌ها شامل مقالات پژوهشی اصیل به زبان انگلیسی، انجام شده بر روی انسان و استفاده از روش منیفولد کنترل نشده جهت ارزیابی حرکت بود. مقالات غیر از زبان انگلیسی و مطالعاتی که در آن‌ها از روش منیفولد کنترل نشده جهت اندازه‌گیری ویژگی‌های سینرژی استفاده نشده بود، از تحقیق خارج شدند. مطالعه حاضر حاصل بررسی ۳۷ مقاله انگلیسی زبان سال‌های ۱۹۹۹ تا ۲۰۱۷ می‌باشد. شکل ۱ شیوه انتخاب مقالات و کتب مطالعه مروری حاضر را نشان می‌دهد.



شکل ۱. روند جستجو، بررسی و انتخاب منابع

استفاده نکرد، بلکه گفت: «سیستم اعصاب مرکزی عضلات را نمی‌شناسد و فقط حرکت را می‌شناسد» و در ادامه بیان کرد «همان‌گونه که حرکات پیچیده و خاص در سطوح بالای مراکز حرکتی (لوب‌های پرفرونتال) نمایش داده می‌شود، یک عضله خاص نیز به شکل‌های مختلف و ترکیب‌های غیر قابل شمارش نمایش داده می‌شود» (۶).

واژه سینرژی برای اولین بار توسط نورولوژیست فرانسوی، Babinski معرفی شد. او که بر روی هماهنگی عضلات در بیماران مبتلا به ضایعه نورولوژی و مقایسه آن با افراد سالم مطالعه می‌کرد، در سال ۱۸۹۹ اختلال در هماهنگی عضلات را به وجود پاتولوژی در مخچه مرتبط دانست و وجود حرکات ناهماهنگ را به عنوان «سینرژی‌های مخچه‌ای» معرفی کرد (۶). پس از آن، Brunnstrom رده‌بندی معروف خود را درباره سینرژی‌های پاتولوژیک در بیماران دچار سکته مغزی ارائه نمود (۷). در هر دو تعریف ارائه شده از سینرژی، این واژه نشان دهنده جنبه منفی از هماهنگی عضلات و مفاصل است و در هر دو تعریف، به ترتیب بر درجات آزادی زیاد و یا الگوهای حرکتی کلیشه‌ای تأکید شده است.

برای بسیاری از پژوهشگران در حوزه علم حرکت، واژه سینرژی در کنار نام Bernstein قرار می‌گیرد و از مسأله فراوانی درجات آزادی مطرح شده توسط این دانشمند، جدا نشدنی است. همان‌گونه که اشاره شد، وی شکل‌گیری سینرژی را به عنوان راه‌حل سیستم اعصاب مرکزی و حذف درجات آزادی دانست. در سال‌های اخیر، این نظریه توسط تئوری فراوانی حرکت مورد چالش قرار گرفته است. بر اساس این تئوری، هیچ کدام از درجات آزادی حذف نمی‌شود و سیستم اعصاب مرکزی به گونه‌ای تمامی اجزای دخیل در حرکت را کنترل می‌کند که نه تنها بتواند خطاهای یکدیگر را جبران نماید، بلکه بتواند خطاهای احتمالی که ممکن است به دلیل اغتشاشات غیر قابل پیش‌بینی ایجاد شود را نیز جبران کند (۸). چنین نگرشی منجر به ایجاد تعریفی کاربردی از سینرژی شده است.

**تعریف کاربردی سینرژی:** بر اساس تئوری فراوانی، سینرژی سه ویژگی اساسی دارد: الف) وابسته به نوع فعالیت حرکتی است، ب) با هدف رسیدن به یک عملکرد خاص، سازماندهی می‌شود و همه اجزای دخیل در حرکت (گروه‌های عضلانی و مفاصل) در عملکرد حرکتی مشارکت دارند (Sharing pattern) و ج) با هدف حفظ ثبات در عملکرد، سینرژی‌ها انعطاف‌پذیری خود نشان می‌دهند؛ به طوری که تغییر در رفتار هر یک از اجزاء، با تغییر متناسب در رفتار دیگر اجزاء همراه است تا بدین طریق عملکرد حرکتی در چارچوب مشخص و مورد نظر حفظ شود (Error compensation/Flexibility) (۹). بر اساس چنین ویژگی‌هایی، Scholzer و Schoner در سال ۱۹۹۹ سینرژی را یک سازماندهی عصبی و مجموعه‌ای از اجزاء که با هدف ثبات و یا پایداری در انجام یک فعالیت مشخص در کنار هم قرار گرفته‌اند، تعریف کردند (۱۰). یکی از کلید واژه‌های اصلی در این تعریف، ثبات و یا پایداری است که در ادامه به تفصیل بیان شده است.

در این تعریف، ثبات به معنای انجام موفقیت‌آمیز و تکرارپذیر یک فعالیت حرکتی در تکرارهای مختلف و با وجود اغتشاشات مختلف است. از آنجایی که تا حدودی تمامی حرکات انسان در محیط‌های غیر قابل پیش‌بینی صورت می‌گیرد، ثبات حرکت در انجام فعالیت‌های روزانه، یک اصل اساسی است (۱۱). لازم به ذکر است که در ارزیابی حرکات، مفهوم ثبات در برابر مفهوم تغییرپذیری (Variability) قرار می‌گیرد. در گذشته و در دیدگاه متداول علوم حرکت، این دو

مفهوم متضاد یکدیگر در نظر گرفته می‌شد؛ به طوری که اگر در رفتار حرکتی میزان تغییرپذیری کم بود، آن رفتار حرکتی به عنوان رفتار باثبات و سالم سیستم حرکتی در نظر گرفته می‌شد و اگر میزان تغییرپذیری رفتار حرکتی زیاد بود، آن رفتار را به عنوان بی‌ثباتی و یا اختلال در سیستم حرکتی تلقی می‌کردند؛ در حالی که امروزه بر اساس تئوری فراوانی، گفته می‌شود که لازمه ثبات در عملکرد، وجود تغییرپذیری در فعالیت اجزای دخیل در حرکت (مفاصل، عضلات و واحدهای حرکتی) است. امروزه وجود تغییرپذیری مطلوب در سیستم حرکتی را به عنوان یکی از نشانه‌های سلامت آن سیستم در نظر می‌گیرند (۱۲).

### فرضیه منیفولد کنترل نشده، ابزاری جهت کمی کردن سینرژی: در

مطالعه هر پدیده‌ای از جمله سینرژی، در کنار یک تعریف کاربردی، به معرفی ابزارهای لازم جهت اندازه‌گیری ویژگی‌های آن نیاز است. همان‌گونه که در تعریف کاربردی اشاره شد، یکی از ویژگی‌های مطرح شده برای سینرژی، الگوی مشارکت اجزای حرکتی است. ابزار معرفی شده جهت محاسبه این ویژگی، تحلیل مؤلفه‌های اصلی (Principal component analysis یا PCA) می‌باشد. در این روش، میزان همبستگی بین اجزای حرکتی (برای مثال مفاصل دخیل در حرکت) در طی تکرارهای مختلف یک فعالیت (به طور مثال گرفتن یک شیء و یا راه رفتن) و یا در زمان‌های مختلف از یک تکرار محاسبه می‌شود. این همبستگی بین اجزاء از طریق بردارهای عمود بر هم تعریف می‌شود؛ به طوری که اولین بردار (یا همان مؤلفه اصلی)، نشان دهنده جهتی است که بیشترین همبستگی اجزاء در آن جهت است و بردار دوم نشان دهنده جهتی است که همبستگی اجزاء در آن کمتر از بردار اول است و به همین ترتیب، بردار و یا مؤلفه انتهایی بیان‌کننده جهتی است که اجزای دخیل در حرکت، کمترین مقدار همبستگی را با هم دارند (۱۴، ۱۳). در انتهای آنالیز PCA، هرچه مؤلفه‌های اصلی در یک الگوی حرکتی کمتر باشد، به معنای این است که سیستم اعصاب مرکزی برای کنترل حرکت، به سینرژی‌های کمتری نیاز دارد و در نتیجه، تلاش کنترلی کمتری نیز از سوی سیستم اعصاب مرکزی نیاز است (۶).

شاید بتوان گفت که مهم‌ترین ویژگی سینرژی، وجود انعطاف‌پذیری در اجزای حرکت در تکرارهای مختلف یک فعالیت با هدف ثبات در عملکرد است. در تمام سیستم‌های زیستی به دلیل تعامل پیچیده و غیر خطی اجزاء با یکدیگر، پدیده اجتناب‌ناپذیری به نام تغییرپذیری وجود دارد. یکی از ویژگی‌های مثبت مطرح شده در تئوری فراوانی، در نظر گرفتن مفهوم تغییرپذیری به عنوان یک ویژگی ذاتی و البته عملکردی در سیستم‌های زیستی می‌باشد (۱۵، ۱۲).

تئوری فراوانی با معرفی روش منیفولد کنترل نشده بیان می‌کند که میزان تغییرپذیری باید در دو سطح اجزای دخیل در حرکت (مفاصل و یا گروه‌های عضلانی) و عملکرد نهایی حرکت (به طور مثال جابه‌جایی مرکز فشار و یا مرکز جرم) اندازه‌گیری شود. این فرضیه عنوان می‌نماید که سیستم اعصاب مرکزی میزان تغییرپذیری در فعالیت هر جزء را در زیرفضایی (UCM sub-space) محدود می‌کند؛ به گونه‌ای که تغییرپذیری اجزاء در این زیرفضا ثبات عملکرد نهایی حرکت را به همراه دارد و از این تغییرپذیری به عنوان تغییرپذیری خوب و یا واریانس UCM نام می‌برد. در نقطه مقابل، میزان تغییرپذیری در فضای عمود بر زیرفضای UCM یا همان فضای متعامد (Orthogonal) را محدود می‌کند؛ چرا که وجود تغییرپذیری در این فضا، عملکرد نهایی حرکت را به مخاطره می‌اندازد و باعث بی‌ثباتی در عملکرد نهایی می‌گردد و از این تغییرپذیری به عنوان تغییرپذیری بد یا واریانس ارتوگونال نام برده می‌شود (۱۶، ۱۷).



(۳۸، ۳۷) و عبور از موانع (۳۹) در افراد سالم، سالمندان و افراد مبتلا به اختلالات حرکتی گوناگون استفاده شده است. به نظر می‌رسد که توانایی کنترل ثبات حرکت و ASAs با افزایش سن و در بیماری‌های نورولوژیک مانند پارکینسون (۲۱)، مالتیپل اسکلروزیس (۲۲) و سکنه مغزی (۴۰) با کاهش و تأخیر در شاخص سینرژی همراه است. بنابراین، فیزیوتراپیست‌ها با استفاده از این روش قادر خواهند بود الگوهای حرکتی غیر طبیعی در بیماران را تشخیص دهند. علاوه بر این، روش منیفولد کنترل نشده می‌تواند تغییرات در سینرژی‌ها را به واسطه تمرین درمانی نشان دهد (۲۶، ۲۸، ۲۷) و به نظر می‌رسد روش مناسبی جهت بررسی اثربخشی پروتکل درمانی و مقایسه مداخلات درمانی مختلف و توانایی آن‌ها در بهبود کنترل ثبات حرکت باشد.

### محدودیت‌ها

دسترسی دشوار به متن کامل برخی مقالات، از جمله محدودیت‌های اصلی پژوهش حاضر بود که به منظور دریافت آن‌ها، هزینه پرداخت شد.

### پیشنهادها

تحقیقات بومی انجام شده درباره ویژگی‌های سینرژی‌های حرکتی، تغییرات آن‌ها در ضایعات مختلف و پاسخدهی آن‌ها به مداخلات درمانی و توان‌بخشی، بسیار اندک بود و پیشنهاد می‌شود محققان ایرانی به بررسی این موارد بپردازند.

### نتیجه‌گیری

در مطالعه مروری حاضر، نگرش جدید به مفهوم سینرژی ارائه شد و تعاریف کاربردی جهت اندازه‌گیری ویژگی‌های سینرژی و کمی کردن این مفهوم در قالب فرضیه منیفولد کنترل نشده معرفی گردید.

بر اساس تئوری فراوانی حرکت، سیستم اعصاب مرکزی به جای یک الگوی حرکتی، طیفی از الگوهای حرکتی را انتخاب می‌کند و طیف ساختاری به نام سینرژی را شکل می‌دهد. بنابراین، سینرژی یک سازماندهی عصبی و مجموعه‌ای از الگوهای حرکتی است که با هدف ثبات در انجام یک فعالیت حرکتی مشخص در کنار هم قرار می‌گیرند. بر پایه چنین تعریفی، سه ویژگی اساسی برای سینرژی تعریف می‌شود که شامل وابسته بودن به یک فعالیت مشخص و هدفمند بودن سینرژی، مشارکت همه اجزا در عملکرد نهایی و برخورداری از انعطاف‌پذیری در عملکرد اجزا می‌باشد.

با توجه به مطالعات انجام شده، به نظر می‌رسد که فرضیه منیفولد کنترل نشده و شاخص‌های کمی آن شامل واریانس UMC، واریانس ارتوگونال، شاخص سینرژی و ASAs، ابزار قدرتمندی جهت توسعه دانش در خصوص چگونگی کنترل حرکات مختلف توسط سیستم اعصاب مرکزی و همچنین، تحلیل تغییر در سینرژی‌های حرکتی به واسطه بیماری‌های گوناگون، گذر سن و طی مداخلات توان‌بخشی می‌باشد.

### تشکر و قدردانی

مطالعه حاضر بر اساس تحلیل مقالات و متون در دسترس در حوزه سینرژی‌های حرکتی و برگرفته از رساله مقطع دکتری تخصصی فیزیوتراپی با شماره PHT-۹۵۰۷، مصوب دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز می‌باشد.

میزان بالای تغییرپذیری خوب (واریانس UCM)، نشان دهنده انعطاف‌پذیری در انجام یک فعالیت است که در مواجهه با اغتشاشات غیر قابل پیش‌بینی، خستگی و یا انجام دو فعالیت به طور هم‌زمان لازم و ضروری است. در مقابل، مقادیر پایین این واریانس نشان دهنده وجود الگوهای حرکتی کلیشه‌ای می‌باشد (۹).

با در اختیار داشتن مقادیر واریانس UCM و واریانس ارتوگونال، قدرت سینرژی (شاخص سینرژی) قابل محاسبه خواهد بود. به عنوان مثال، نتایج مطالعات صورت گرفته حاکی از آن است که در فعالیت تولید نیرو توسط انگشتان، مقدار شاخص سینرژی در افراد سالمند در مقایسه با جوانان کمتر است (۱۸) و تمرین می‌تواند منجر به بهبودی قابل ملاحظه‌ای در شاخص سینرژی این گروه شود (۱۹). نتایج مشابهی در بیماران مبتلا به سندرم داون (۲۰)، پارکینسون (۲۱) و مالتیپل اسکلروزیس (۲۲) نیز گزارش شده است. هرچه نسبت بین تغییرپذیری خوب به تغییرپذیری بد بالاتر باشد، سینرژی قوی‌تر خواهد بود. لازم به ذکر است که قوی بودن یک سینرژی به معنای الگوهای حرکتی بیشتر و انعطاف‌پذیر در انجام یک عملکرد حرکتی است و یا به عبارت دیگر، به معنای ثبات در عملکرد حرکتی می‌باشد (۹).

ذکر این نکته ضروری است، با وجود این که ثبات و پایداری لازمه انجام فعالیت‌های حرکتی است، اما توانایی تغییر بین فعالیت‌های حرکتی مختلف نیز (گام برداشتن جهت شروع راه رفتن) به همان اندازه اهمیت دارد و وجود سینرژی قوی می‌تواند مانعی برای تغییر وضعیت حرکتی باشد (۱۱). در همین راستا، سیستم اعصاب مرکزی نیازمند راهکاری جهت تعدیل و برقراری ثبات حرکتی است که از آن به عنوان تعدیل‌های پیش‌بینانه سینرژی (Anticipatory synergy adjustments یا ASAs) نام برده می‌شود. این پدیده ۱۱ سال پیش برای اولین بار در مطالعه بر روی سینرژی‌های تولید نیروی انگشتان گزارش گردید (۲۳). جهت ارزیابی توانایی سیستم اعصاب مرکزی در ASAs، رفتار حرکتی در دو بخش ارزیابی می‌شود. بخش اول، حالت پایدار (Steady state) نام دارد که در آن سیستم اعصاب مرکزی تلاش دارد با ایجاد سینرژی مناسب و شاخص سینرژی مثبت، ثبات در رفتار حرکتی را حفظ کند. بخش دوم، انجام حرکت جدید از حالت پایدار است (مانند گام برداشتن برای شروع راه رفتن و یا عبور از مانع) که در این بخش، سیستم اعصاب مرکزی، ۲۰۰ تا ۳۰۰ میلی‌ثانیه قبل از شروع حرکت جدید تلاش می‌کند تا شاخص سینرژی را کاهش دهد؛ به طوری که مانعی بر سر راه حرکت جدید نباشد (۲۴). به طور کلی، توانایی کنترل ثبات حرکت از دو بخش تشکیل شده است. بخش اول توانایی ثبات عملکرد حرکتی را نشان می‌دهد و در آن وجود شاخص سینرژی بالا (نسبت بالای واریانس خوب به واریانس بد) به این معنی است که به دنبال اعمال اغتشاش، سیستم اعصاب مرکزی قادر خواهد بود عملکرد حرکتی را حفظ کند. بخش دوم نشان دهنده توانایی تعدیل ثبات در عملکرد در شروع حرکات جدید می‌باشد که در این بخش عدم وجود تأخیر در ASAs، توانایی سیستم در شروع حرکت جدید را نشان می‌دهد (۱۱).

### کاربردهای بالینی فرضیه منیفولد کنترل نشده: بر اساس مطالعات

انجام شده، فرضیه منیفولد کنترل نشده، ابزار قدرتمندی در بررسی ویژگی انعطاف‌پذیری سینرژی‌ها می‌باشد. در سال‌های اخیر، از روش منیفولد کنترل نشده جهت بررسی کنترل ثبات فعالیت‌های حرکتی مربوط به اندام فوقانی (۲۹-۲۵)، برخاستن از حالت نشسته (۳۳-۳۰)، راه رفتن (۳۶-۳۴)، گام برداشتن

## نقش نویسندگان

معصومه حسام، طراحی و ایده‌پردازی مطالعه، جمع‌آوری داده‌ها، تحلیل و تفسیر نتایج، تنظیم دست‌نوشته، تأیید دست‌نوشته نهایی جهت ارسال به دفتر مجله، مسؤولیت حفظ یکپارچگی فرایند انجام مطالعه از آغاز تا انتشار و پاسخگویی به نظرات داوران، رضا صالحی، طراحی و ایده‌پردازی مطالعه، جذب منابع مالی، تحلیل و تفسیر نتایج، تنظیم دست‌نوشته، ارزیابی تخصصی دست‌نوشته از نظر مفاهیم علمی، تأیید دست‌نوشته نهایی جهت ارسال به دفتر مجله، محمد مهرآور، تحلیل و تفسیر نتایج، تنظیم دست‌نوشته، ارزیابی تخصصی دست‌نوشته از نظر مفاهیم علمی، تأیید دست‌نوشته نهایی جهت ارسال به دفتر مجله، محمد جعفر شاطرزاده، طراحی و ایده‌پردازی مطالعه، تحلیل و تفسیر نتایج، تنظیم دست‌نوشته، ارزیابی تخصصی دست‌نوشته از نظر مفاهیم علمی، تأیید دست‌نوشته نهایی جهت ارسال به دفتر مجله، حسین نگهبان، تحلیل و تفسیر نتایج، ارزیابی تخصصی دست‌نوشته از نظر مفاهیم علمی، تأیید دست‌نوشته نهایی جهت ارسال به دفتر مجله، شهرام رفیع، تحلیل و تفسیر نتایج، تأیید دست‌نوشته نهایی جهت ارسال به دفتر مجله را به عهده داشتند.

## منابع مالی

مطالعه حاضر بر اساس تحلیل مقالات و متون در دسترس در حوزه سینرژی‌های حرکتی و برگرفته از رساله مقطع دکتری تخصصی فیزیوتراپی با شماره PHT-۹۵۰۷، مصوب دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز می‌باشد. دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز در جمع‌آوری داده‌ها، تحلیل و گزارش آن‌ها، تنظیم دست‌نوشته و تأیید نهایی مقاله برای انتشار اعمال نظر نداشته است.

## تعارض منافع

هیچ کدام از نویسندگان پژوهش دارای تعارض منافع نمی‌باشد. دکتر رضا صالحی از سال ۱۳۹۴ دانشیار دانشگاه جندی شاپور بوده و بودجه انجام مطالعه را از دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز جذب نموده است. معصومه حسام نیز از سال ۱۳۹۱ دانشجوی مقطع دکتری تخصصی رشته فیزیوتراپی در دانشکده علوم توانبخشی می‌باشد.

## References

- Bellamy J. Vision statement for the physical therapy profession and guiding principles to achieve the vision [Online]. [cited 2013]; Available from: URL: <http://www.apta.org/Vision/>
- Turvey MT. Coordination. *Am Psychol* 1990; 45(8): 938-53.
- Latash ML. The bliss (not the problem) of motor abundance (not redundancy). *Exp Brain Res* 2012; 217(1): 1-5.
- Latash ML, Levin MF, Scholz JP, Schoner G. Motor control theories and their applications. *Medicina (Kaunas)* 2010; 46(6): 382-92.
- Latash ML, Scholz JP, Schoner G. Toward a new theory of motor synergies. *Motor Control* 2007; 11(3): 276-308.
- Latash ML. *Synergy*. Oxford, UK: Oxford University Press; 2008.
- Bobath B. *Adult hemiplegia: Evaluation and treatment*. Oxford, UK: Heinemann Medical; 1990.
- Latash ML, Gomiak S, Zatsiorsky VM. Hierarchies of synergies in human movements. *Kinesiology (Zagreb)* 2008; 40(1): 29-38.
- Latash ML, Anson JG. Synergies in health and disease: relations to adaptive changes in motor coordination. *Phys Ther* 2006; 86(8): 1151-60.
- Scholz JP, Schoner G. The uncontrolled manifold concept: Identifying control variables for a functional task. *Exp Brain Res* 1999; 126(3): 289-306.
- Latash ML, Huang X. Neural control of movement stability: Lessons from studies of neurological patients. *Neuroscience* 2015; 301: 39-48.
- Davids K, Bennett S, Newell KM. *Movement System Variability*. Champaign, IL: Human Kinetics; 2006.
- Smith LI. A tutorial on Principal Components Analysis (Computer Science Technical Report No. OUCS-2002-12). Otago, New Zealand: Department of Computer Science, University of Otago; 2002.
- Daffertshofer A, Lamoth CJ, Meijer OG, Beek PJ. PCA in studying coordination and variability: A tutorial. *Clin Biomech (Bristol, Avon)* 2004; 19(4): 415-28.
- Davids K, Glazier P, Araujo D, Bartlett R. Movement systems as dynamical systems: the functional role of variability and its implications for sports medicine. *Sports Med* 2003; 33(4): 245-60.
- Latash ML, Krishnamoorthy V, Scholz JP, Zatsiorsky VM. Postural synergies and their development. *Neural Plast* 2005; 12(2-3): 119-30.
- Latash ML, Scholz JP, Schoner G. Motor control strategies revealed in the structure of motor variability. *Exerc Sport Sci Rev* 2002; 30(1): 26-31.
- Olafsdottir H, Yoshida N, Zatsiorsky VM, Latash ML. Elderly show decreased adjustments of motor synergies in preparation to action. *Clin Biomech (Bristol, Avon)* 2007; 22(1): 44-51.
- Olafsdottir HB, Zatsiorsky VM, Latash ML. The effects of strength training on finger strength and hand dexterity in healthy elderly individuals. *J Appl Physiol* (1985) 2008; 105(4): 1166-78.
- Latash ML, Kang N, Patterson D. Finger coordination in persons with Down syndrome: atypical patterns of coordination and the effects of practice. *Exp Brain Res* 2002; 146(3): 345-55.
- Park J, Wu YH, Lewis MM, Huang X, Latash ML. Changes in multifinger interaction and coordination in Parkinson's disease. *J Neurophysiol* 2012; 108(3): 915-24.

22. Jo HJ, Mattos D, Lucassen EB, Huang X, Latash ML. Changes in multidigit synergies and their feed-forward adjustments in multiple sclerosis. *J Mot Behav* 2017; 49(2): 218-28.
23. Shim JK, Olafsdottir H, Zatsiorsky VM, Latash ML. The emergence and disappearance of multi-digit synergies during force-production tasks. *Exp Brain Res* 2005; 164(2): 260-70.
24. Kim SW, Shim JK, Zatsiorsky VM, Latash ML. Anticipatory adjustments of multi-finger synergies in preparation for self-triggered perturbations. *Exp Brain Res* 2006; 174(4): 604-12.
25. Reisman DS, Scholz JP. Workspace location influences joint coordination during reaching in post-stroke hemiparesis. *Exp Brain Res* 2006; 170(2): 265-76.
26. Reisman DS, Scholz JP. Aspects of joint coordination are preserved during pointing in persons with post-stroke hemiparesis. *Brain* 2003; 126(Pt 11): 2510-27.
27. Domkin D, Laczko J, Djupsjobacka M, Jaric S, Latash ML. Joint angle variability in 3D bimanual pointing: uncontrolled manifold analysis. *Exp Brain Res* 2005; 163(1): 44-57.
28. Domkin D, Laczko J, Jaric S, Johansson H, Latash ML. Structure of joint variability in bimanual pointing tasks. *Exp Brain Res* 2002; 143(1): 11-23.
29. Mehravar M, Yadollah-Pour N, Tajali S, Shaterzadeh-Yazdi Mj, Majdinasab N. The role of anticipatory postural adjustments and compensatory control of posture in balance control of patients with multiple sclerosis. *J Mech Med Biol* 2015; 15(5): 1550087.
30. Tajali S, Negahban H, Shaterzadeh MJ, Mehravar M, Salehi R, Narimani R, et al. Multijoint coordination during sit-to-stand task in people with non-specific chronic low back pain. *Biomed Eng Appl Basis Commun* 2013; 25(01): 1350010.
31. Tajali S, Negahban H, Yazdi MJS, Salehi R, Mehravar M, Parnianpour M. The effects of postural difficulty conditions on variability of joint kinematic patterns during sit to stand task in normals and patients with non-specific chronic low back pain. *Proceedings of the 1st Middle East Conference on Biomedical Engineering*; 2011 Feb 22-25; Sharjah, United Arab Emirates. p. 300-03.
32. Reisman DS, Scholz JP, Schoner G. Coordination underlying the control of whole body momentum during sit-to-stand. *Gait Posture* 2002; 15(1): 45-55.
33. Reisman DS, Scholz JP, Schoner G. Differential joint coordination in the tasks of standing up and sitting down. *J Electromyogr Kinesiol* 2002; 12(6): 493-505.
34. Papi E, Rowe PJ, Pomeroy VM. Analysis of gait within the uncontrolled manifold hypothesis: stabilisation of the centre of mass during gait. *J Biomech* 2015; 48(2): 324-31.
35. Krishnan V, Rosenblatt NJ, Latash ML, Grabiner MD. The effects of age on stabilization of the mediolateral trajectory of the swing foot. *Gait Posture* 2013; 38(4): 923-8.
36. Black DP, Smith BA, Wu J, Ulrich BD. Uncontrolled manifold analysis of segmental angle variability during walking: preadolescents with and without Down syndrome. *Exp Brain Res* 2007; 183(4): 511-21.
37. Wang Y, Asaka T, Watanabe K. Multi-muscle synergies in elderly individuals: preparation to a step made under the self-paced and reaction time instructions. *Exp Brain Res* 2013; 226(4): 463-72.
38. Wang Y, Zatsiorsky VM, Latash ML. Muscle synergies involved in preparation to a step made under the self-paced and reaction time instructions. *Clin Neurophysiol* 2006; 117(1): 41-56.
39. Wang Y, Watanabe K, Asaka T. Muscle synergies in preparation to a step made with obstacle in elderly individuals. *J Neuroeng Rehabil* 2015; 12: 10.
40. Jo HJ, Maenza C, Good DC, Huang X, Park J, Sainburg RL, et al. Effects of unilateral stroke on multi-finger synergies and their feed-forward adjustments. *Neuroscience* 2016; 319: 194-205.

## Motor Synergies in Physical Therapy: The Uncontrolled Manifold Approach; A Narrative Review

Masumeh Hessam<sup>1</sup>, Reza Salehi<sup>2</sup>, Mohammad Mehravar<sup>3</sup>, Mohammad Jafar Shaterzadeh-Yazdi<sup>4</sup>,  
Hossein Negahban<sup>5</sup>, Shahram Rafie<sup>6</sup>

### Review Article

#### Abstract

**Introduction:** Movement is the main identity and the base of knowledge and practice in physical therapy; thus, the advances in motor control science, and motor learning and development are linked to physical therapy clinical activity. The purpose of this narrative review article was to describe a prominent approach in motor control with potential to better understanding and diagnosis of movement dysfunctions, the uncontrolled manifold (UCM).

**Materials and Methods:** In this narrative review, databases such as PubMed, Web of Science, and Google Scholar were searched from 1999 till 2017, using the key words “Synergy”, “Uncontrolled Manifold”, “Motor Control”, and “Anticipatory Synergy Adjustment”.

**Results:** Finally, 37 studies were included. Most studies discussed the degree of freedom problem in human movements, history of synergy, characteristics of synergy, introducing the uncontrolled manifold approach as a tool for quantifying the synergy, and clinical applications of this method in the assessments of movement dysfunctions.

**Conclusion:** Using this method provides the ability to identify the connections between functional activities with motor synergies, synergy strength index, and the anticipatory synergy adjustments. The uncontrolled manifold offers a science-based approach to guide clinical decision making on whether synergies have to be broken, reinforced, or created new synergies in patients with movement dysfunctions.

**Keywords:** Movement, Task performance and analysis, Movement disorders, Motor skills

**Citation:** Hessam M, Salehi R, Mehravar M, Shaterzadeh-Yazdi MJ, Negahban H, Rafie S. **Motor Synergies in Physical Therapy: The Uncontrolled Manifold Approach; A Narrative Review.** J Res Rehabil Sci 2017; 13(5): 296-302.

Received: 27.09.2017

Accepted: 08.11.2017

1- PhD Candidate, Musculoskeletal Rehabilitation Research Center, Ahvaz Jundishapur University of Medical Sciences, Ahvaz, Iran

2- Associate Professor, Musculoskeletal Rehabilitation Research Center, Ahvaz Jundishapur University of Medical Sciences, Ahvaz AND Rehabilitation Research Center AND Department of Rehabilitation Management, School of Rehabilitation Sciences, Iran University of Medical Sciences, Tehran, Iran

3- Musculoskeletal Rehabilitation Research Center, Ahvaz Jundishapur University of Medical Sciences, Ahvaz, Iran

4- Associate Professor, Musculoskeletal Rehabilitation Research Center, Ahvaz Jundishapur University of Medical Sciences, Ahvaz, Iran

5- Professor, Department of Physical Therapy, School of Paramedical Sciences AND Orthopedic Research Center, Mashhad University of Medical Sciences, Mashhad, Iran

6- Assistant Professor, Department of Neurology, Golestan Hospital, Ahvaz Jundishapur University of Medical Sciences, Ahvaz, Iran

**Corresponding Author:** Masumeh Hessam, Email: hessam\_pt81@yahoo.com

---

## Table of Contents

---

### **Original Articles**

- The Effect of Erector Spinae Muscle Fatigue on the Sensation of Trunk, Hip, and Knee Position among the Male Karate Athletes** 246  
Shahab Ghahremani, Naji Ghahremani, Ali Abbasi
- The Comparison of Effects between Tai Chi Exercise and Glucosamine Supplementation on Balance in Older Woman with Knee Osteoarthritis** 254  
Elham Attari, Elaheh Arab-Ameri, Shahzad Tahmasebi-Boroujeni
- The Correlation and Reliability of Determining Non-dominant Leg Tests in Order to Assess Standing Balance** 262  
Leila Ghazaleh, AmirAli Jafarnejadgero, Bahram Saleh-Sedghpour
- The Effect of Using Safety Headgears in Taekwondo on Dynamic Parameters Related to Head Injury** 270  
Neda Boroushak, Hasan Khoshnoodi, Mansour Eslami, Hossein Khodarahmi
- The Effect of Eight Weeks of Neuromuscular Training on Balance and Prevention of Anterior Cruciate Ligament (ACL) Injury in Boy Adolescent Taekwondo Athletes** 277  
Susan Hajipoor, Fariborz Mohammadipour, Roohollah Nikooie
- The Effects of Gender, and Functional and Cognitive Training on Postural Control in Middle-Aged People** 286  
Mandana Sangari, Seyed Mohammadkazem Vaez-Mousavi, Mahdi Namazizadeh
- The Role of Leg Stiffness in Prediction of Medial Tibial Stress Syndrome in Active People: A Prospective Cohort Study** 295  
Effat Hoseinzadeh, Mansour Eslami, Mahammad Taghipur, Afshin Fayyaz-Movaghar

### **Review Article**

- Motor Synergies in Physical Therapy: The Uncontrolled Manifold Approach; A Narrative Review** 302  
Masumeh Hessam, Reza Salehi, Mohammad Mehravar, Mohammad Jafar Shaterzadeh-Yazdi, Hossein Negahban, Shahram Rafie

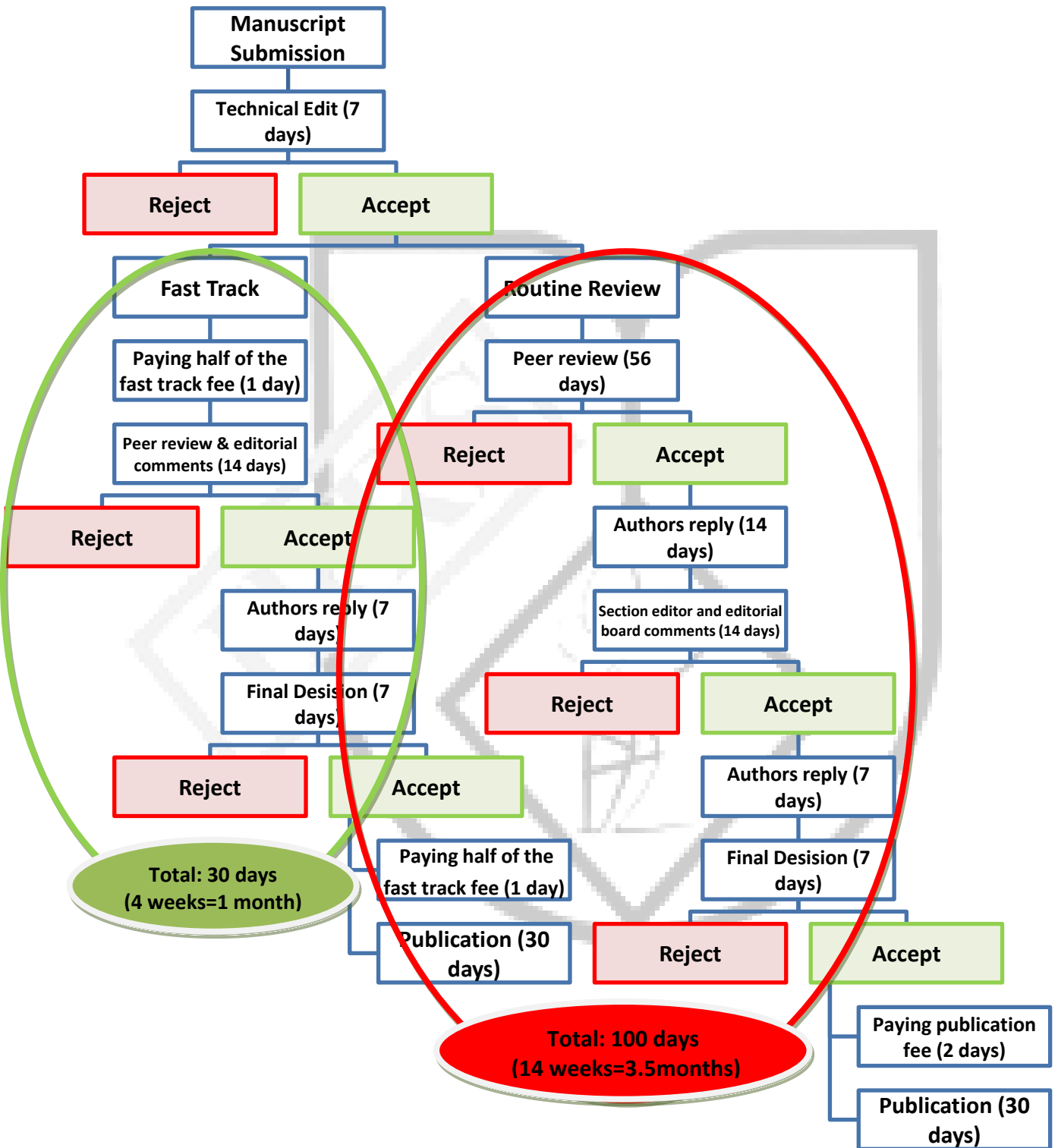


Figure 1. Time limit of editorial time steps for various manuscripts processing type in Journal of Research in Rehabilitation Sciences



Team. The reviewer rank will be announced personally in their own account. The ranking will be based on the duration and quality of review that will be announced upon decision by the editorial team.

### Legal Consideration

Review and finally acceptance of the manuscripts in JRRS is ***only possible when cover letter, publication ethics form, commitment for paying publication fee have been completed and submitted along with the manuscript and the receipt of submission fee payment.*** Missing any of aforementioned documents at the time of manuscript submission results in fast rejection of the manuscript without reviewing.

### The editorial time

The editorial time for routine and fast track manuscripts is according to the figure 1.

**Note 1.** The editorial time will be start upon manuscript approval by the JRRS technical editor while all the required documents and receipts were uploaded in the manuscript page. The processing time during which the manuscript is rejected because of faulty/incomplete documents will not be considered.

**Note 2.** The authors must reply all the comments even if they do not make reject the comment and do not change the text according to the comment. Practically, the main part of the peer review process is wasted because of incomplete/unclear reply by the authors. The manuscripts will be send to section editor/editorial board only if it includes reply to all the comments. JRRS does not accept the responsibility of increasing editorial time because of the authors' incomplete reply.

**Note 3.** In routine editorial process, the manuscript will be send to section editor and then to the editor. **There is the possibility of rejection or requesting further correction in each step.** In fast tracking section editor, editorial board and the editor will review the reviewer' comment and add their own comments to them; consequently, the authors will receive only one file known as "Editorial Comments". The authors must only reply this letter for editor consideration. **There is also the possibility of rejection by each of the aforementioned steps.**

**Note 4.** In fast track process, if the authors do not follow the time limits, it will be considered as they refused fast track process and the manuscript will be followed in routine process.

**Note 5.** The corresponding author will be notified about the final decision, either acceptance or rejection, immediately.

**Note 6.** The publication time is the time interval between formal acceptance and proof publication. **This time is for making the manuscript ready for the public access by the publisher.** The time is not under direct control of the journal editorial office although journal tries to save it within one month.

**Note 7.** Following acceptance the publisher will request the corresponding author to approve the final PDF file of the manuscript **within 48 hours.** This time is not extendable and if the authors do not send their comments before the deadline, it is supposed that they have approved the PDF content. There is no possibility to change the manuscript content after deadline.

- Monograph in electronic format CDI, clinical dermatology illustrated [monograph on CD-ROM]. Reeves JRT, Maibach H. CMEA Multimedia Group, producers. 2nd ed. Version 2.0. San Diego: CMEA; 1995.

- Computer file Hemodynamics III: the ups and downs of hemodynamics [computer program]. Version 2.2. Orlando (FL): Computerized Educational Systems; 1993.

- Web site / homepage Elements of a citation: Author/Editor/Organization's name. Title of the page [homepage on the Internet]. Place of publication: Publisher's name; [updated yr month day; cited yr month day]. Available from: (URL)

Heart Centre Online [homepage on the Internet]. Boca Raton, FL: Heart Centre Online, Inc.; c2000-2004 [updated 2004 May 23; cited 2004 Oct 15]. Available from: <http://www.heartcenteronline.com/>

- Web Site/part of a Homepage: American Medical Association [homepage on the Internet]. Chicago: The American Medical Association; c1995-2002 [cited 2005 Apr 20]. Group and Faculty Practice Physicians; [about 2 screens]. Available from: <http://www.ama-assn.org/ama/pub/category/1736.html>

## Peer Review Process

It is the authors' responsibility to ensure that the manuscript meets authors' and to ensure the accuracy of spelling and punctuation and grammatical adherence of the manuscript. Otherwise the manuscript will be fast rejected within 1 week from submission. The **submission fee is not refundable** in these cases. If the authors be still interested in processing their manuscript in JRRS, they have to revise it properly, **pay the submission fee**

**again** and submit the revised manuscript with required documents again.

Then, the manuscript will be send for two blind reviewers. If both reviewers were negative, the article may be rejected immediately by the editorial board. If both or either were positive the manuscript would be referred to the editorial team for final decision. The positive decision by the first primary reviewers does not guarantee acceptance and JRRS editorial board saves the right for announcing final decision. If the editorial board considered a manuscript for acceptance, the comments by the review team and editorial board will be referred back to the corresponding author. This is the authors' responsibility to address all comments scientifically.

**Note 1.** In the case of fast tracking the reviewers comments in addition to the editorial board comments will be send to the corresponding author as single file known as "**Editorial Comments**".

**Note 2.** The fast track request does not necessitate JRRS to accept the manuscript.

Noun of the authors is permitted to contact editorial board or reviewers before submitting the manuscript and when it is under review. Any enquire concerning the submitted manuscript should be addressed to JRRS office.

## Reviewer Acknowledgement

In case of accurate on-time review, the reviewer will receive a certificate. Upon the statement by the vice chancellery of research in Ministry of Health, Treatment and Medical Education, the certificate is valid in all the universities in Iran for yearly and position promotion. Besides, with regard to considerable submission rate in JRRS website, the reviewers will be ranked in 5 levels that will be acknowledged according to the internal statements of the JRRS Editorial

Smith P. Golladay K. Payment for durable medical equipment billed during skilled nursing facility stays. Final report. Dallas, TX: US Dept. of Health and Human Services. Office of Evaluation and Inspections: 1994 Oct. Report No.: HHSI-00EI69200860.

- Issued by performing agency:  
Field NE Tranquada RE. Feasley JC. editors. Health services research: work force and educational issues. Washington: National Academy Press: 1995. Contract No.: AHC'PR282942008. Sponsored by the Agency for Health Care Policy and Research.

- Dissertation  
Kaplan SJ. Post-hospital home health care: the elderly's access and utilization [dissertation]. St. Louis: Washington Univ.; 1995.

- Patent  
Larsen CE. Trip K Johnson CR. inventors; Novoste Corporation. assignee. Methods for procedures related to the electrophysiology of the heart. US patent 5.529.067. 1995 Jun 25.

#### - Other Published Material

- Newspaper article  
Lee G. Hospitalizations tied to ozone pollution: study estimates 50.000 admissions mutually. The Washington Post 1996 Jun 21: Sect. \*3 (col. 5).

- Audiovisual material  
HIV+/AIDS: the facts and the future [videocassette]. St. Louis, MO: Mosby-Year Book: 1995.

#### - Legal material

- Public law:  
Preventive Health Amendments of 1993. Pub. L. No. 103-183, 107 Stat. 2226 (Dec. 14, 1993).  
Unenacted bill:

Medical Records Confidentiality Act of 1995. S. 1360, 104<sup>th</sup> Cong. 1<sup>st</sup> Sess. (1995). Code of

Regulations: Informed Consent. 42 C.F.R. Sect. 441.257 (1995).

- Hearing:  
Increased Drug Abuse: the Impact on the Nation's Emergency Rooms: Hearings Before the Subcomm. on Human Resources and Intergovernmental Relations of the House Comm. on Government Operations. 103<sup>rd</sup> Cong. 1<sup>st</sup> Sess. (May 26. 1993).

#### - Map

North Carolina. Tuberculosis rates per 100.000 population. 1990 [demographic map]. Raleigh: North Carolina Dept. of Environment. Health. and Natural Resources. Div. of Epidemiology; 1991.

#### - Holy scriptures

The Quran. Othman Taha version.: Dar-al-Ghoran Publishing House: 1995. Maryam Surah. 1-18.

#### - Dictionary and similar references

Stedman's medical dictionary. 26<sup>th</sup> ed. Baltimore: Williams & Wilkins; 1995. Apraxia: p.119-20.

#### - Classical match&

The Winter's Tale: act 5. scene 1. lines 13-16. The complete works of William Shakespeare. London: Rex: 1973.

#### - Unpublished Materials

- In press  
Leshner AI. Molecular mechanisms of cocaine addiction. N Engl J Med. In press 1996.

#### - Electronic Material

- Journal article in electronic format  
Morse SS. Factors in the emergence of infectious diseases. Emerg Infect Dis [serial online] 1995 Jan-Mar [cited 1996 Jun 5]; 1(1): [24 screens]. Available from: URL: <http://www.cdc.gov/ncidod/EID/eid.htm>

- Issue with no volume

Turan I, Wredmark T, Fellander-Tsai L. Arthroscopic ankle arthrodesis in rheumatoid arthritis. *Clin Orthop* 1995; (320):110-4.

- No issue or volume

Browell DA, Lennard TW. Immunologic status of the cancer patient and the effects of blood transfusion on antitumor responses. *Curr Opin Gen Surg* 1993:325-33.

- Pagination in Roman numerals

Fisher GA, Sikic BI. Drug resistance in clinical oncology and hematology. Introduction. *Hematol Oncol Clin North Am* 1995 Apr; 9(2):xi-xii.

- Type of article indicated as needed

Enzensberger W, Fischer PA. Metronome in Parkinson's disease [letter]. *Lancet* 1996; 347:1337.

Clement J, De Bock R. Hematological complications of hantavirus nephropathy (HVN) [abstract]. *Kidney Int* 1992; 42:1285.

- Article containing retraction

Garey CE, Schwarzman AL, Rise ML, Seyfried TN. Ceruloplasmin gene defect associated with epilepsy in EL mice [retraction of Garey CE, Schwarzman AL, Rise ML, Seyfried TN. In: *Nat Genet* 1994; 6:426-31]. *Nat Genet* 1995; 11:104.

- Article retracted

Liou GI, Wang M, Matragoon S. Precocious IRBP gene expression during mouse development [retracted in *Invest Ophthalmol Vis Sci* 1994; 35:3127]. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 1994; 35:1083-8.

- Article with published erratum

Hamlin JA, Kahn AM. Herniography in symptomatic patients following inguinal hernia repair [published erratum appears in *West J Med* 1995; 162:278]. *West J Med* 1995; 162:28-31.

## - Books and Other Monographs

(Note: Previous Vancouver style incorrectly had a comma rather than a semicolon between the publisher and the date.)

- Personal author(s)

Ringsven MK, Bond D. Gerontology and leadership skills for nurses. 2nd ed. Albany (NY): Delmar Publishers; 1996. pp. 45-79.

- Editor(s), compiler(s) as author

Norman IJ, Redfern SJ, editors. Mental health care for elderly people. New York: Churchill Livingstone; 1996. p. 4-7.

- Organization as author and publisher

Institute of Medicine (US). Looking at the future of the Medicaid program. Washington: The Institute; 1992. p. 65-78.

- Chapter in a book

Hodges PW. Motor control of the trunk. In Boyling JD, Jull GA, editors: *Grieve's Modern Manual Therapy. The vertebral column*. 3<sup>rd</sup> ed. Philadelphia, PA: Churchill Livingstone; 2004. p. 119-40.

- Conference proceedings

Kimura J, Shibasaki H, editors. Recent advances in clinical neurophysiology. Proceedings of the 10<sup>th</sup> International Congress of EMG and Clinical Neurophysiology; 1995 Oct 15-19; Kyoto, Japan. Amsterdam: Elsevier; 1996.

- Conference paper

Bengtsson S, Solheim BG. Enforcement of data protection, privacy and security in medical informatics. In: Lun KC, Degoulet P, Piemme TE, Rienhoff O, editors. *MEDINFO 92. Proceedings of the 7th World Congress on Medical Informatics*; 1992 Sep 6-10; Geneva, Switzerland. Amsterdam: North-Holland; 1992. p. 1561-5.

## - Scientific or technical report

- Issued by funding/sponsorine agency:

(original articles or systematic reviews) by the authors; otherwise they may not be reviewed in JRRS.

- In the bibliography list, the sure name and the initials of given and middle name of first five authors should be written. Use et.al. for next authors.
- When using some information from a thesis/dissertation, try to cite the articles from that thesis/dissertation. If the information has not been published in a paper, refer to original thesis.
- Citing abstract is allowed only for abstracts presented in scientific conferences. **Authors may not cite abstracts of the papers which are not free.**
- Citing a “personal communication” is not accepted unless it provides essential information not available from a public source. In this case the name of the person and date of communication should be cited in parentheses in the text
- For papers in Persian, provide the article information in English as indexed by the publishing journal. Currently the Persian papers published by all scientific-research journals provide English “how to cite” section beneath English abstract of the paper. Use [Article in Persian] at the end of the reference to indicate that the original reference is in Persian.
- If the paper is old enough that it has no English title and abstract, translate it yourself and provide the article publication date in Georgian calendar. Use [Article in Persian] at the end of the reference to indicate that the original reference is in Persian.
- Vancouver style for reference manager and endnote is available in JRRS website.

#### - Articles in Journals

- Standard journal article: list the first five authors.  
Krebs DE, Wong D, Jevsevar D, Riley PO, Hodges WA. Trunk kinematics during

locomotor activities. Phys Ther 1999; 72 (7): 505-14.

- More than five authors followed by et al:  
Henriksen M, Alkjaer T, Lund H, Simonsen EB, Graven-nielsen T, Danneskiold-Samsøe B, et al. Experimental quadriceps muscle pain impairs knee joint control during walking. J appl physiol 2007; 103: 132-9.

- Organization as author

The Cardiac Society of Australia and New Zealand. Clinical exercise stress testing. Safety and performance guidelines. Med J Aust 1996; 164:282-4.

- No author given

Cancer in South Africa [editorial]. S Afr Med J 1994; 84:15.

- Article not in English

Ryder TE, Haukeland EA, Solhaug JH. Bilateral infrapatellar seneruptur hos tidligere frisk kvinne. Tidsskr Nor Laegeforen 1996; 116:41-2.

- Volume with supplement

Shen HM, Zhang QF. Risk assessment of nickel carcinogenicity and occupational lung cancer. Environ Health Perspect 1994; 102 Suppl 1:275-82.

- Issue with supplement

Payne DK, Sullivan MD, Massie MJ. Women’s psychological reactions to breast cancer. Semin Oncol 1996; 23(1 Suppl 2):89-97.

- Volume with part

Ozben T, Nacitarhan S, Tuncer N. Plasma and urine sialic acid in non-insulin dependent diabetes mellitus. Ann Clin Biochem 1995; 32(Pt 3):303-6.

- Issue with part

Poole GH, Mills SM. One hundred consecutive cases of flap lacerations of the leg in ageing patients. N Z Med J 1994; 107(986 Pt 1):377-8.



- If the study is extracted from a research project other than a thesis/dissertation declare it by "this study has been funded by university name/research institute/funding organization (Grant Number: project registration code)". Complete information of research project including code and supporting organization should be written.
- ***This section should be placed in title page after authors' contribution section. If the manuscript would be accepted for publication, the journal secretary will move this section to its actual place at the end of the manuscript.***

Example: the study has been funded as a part of thesis for Masters degree in Physical Therapy by Mitra Feizi registered in Isfahan University of Medical Sciences (Registration Code: 390215). Dr. Azade Safayee was funded by young investigators award in the first biannual Conference of Quality of Life Researches in 2012.

- **Conflict of Interest:**

At the time of submission, authors should disclose any financial arrangement with a company whose product is used or relevant to the submitted manuscript or with a company making a competing product. This information will be confidential while the paper is under review. In the case that the manuscript is accepted, this disclosure will appear with the article. Authors may be addressed with their full name if required. ***This section should be placed in title page after authors' contribution section. If the manuscript would be accepted for publication, the journal secretary will move this section to its actual place at the end of the manuscript.***

- **References and citations:**

- **In text citation:**

- Reference number should be written in Persian at the end of sentence in

parenthesis. Publication year of the reference ***should not be written*** in the manuscript text.

- If there are two references for one sentence use “,” to separate them. For example (2 and 5) is used when citing references numbered 2 and 5 in reference list
- If there are more than two references for one sentence use “-” between first and last references if they are consecutive. For example (2-5) is used when citing references numbered 2 and 3 and 4 and 5 in reference list.
- If there are more than two references for one sentence use “,” “-” and “and” if they are not consecutive. For example (2,4-6 and 8) is used when citing references numbered 2 and 4 and 5 and 6 and 8 in reference list.
- The comma or dot should be placed after citation. For example “The results are in agreement with previous studies (2-5).”

- **References**

- References should be enumerated by the order of appearance in the text using Vancouver style of referencing.
- All the journals should be addressed by abbreviations in Index Medicus. This list is published annually in January issue of Index Medicus and is accessible in the website of national library of America (NLM) (<http://www.nlm.nih.gov>) known as PubMed.
- An original research manuscript should have sufficient references which ideally is 20 references.
- Only 10 percent of the references of a manuscript may be non-original work like narrative reviews, books (chapters), websites, case reports, editorials, short communications, short articles, etc.
- Narrative reviews need 20-40 references among which at most 10% and at least 3 references should be the original studies



- **Authors should not compare results with the results of a review or case study article although they may mention these types of research papers if needed.**

- It is **not sufficient** to only write down the similarity or difference in the present findings and findings from other studies. The possible causes of these similarities and variations should be discussed completely.
- The discussion should not be more than 2000 words.

- **Limitations:**

This section includes problems that author faced while doing the research project and were not able to cover them properly. For example if study power is low, little sample size should be explained with scientific and logical reasons. Limitations should be written and explained clearly. Please avoid listing limitations.

- **Suggestions:**

It include relevant topics that investigating about them may help to promote present knowledge in the discussed context of present study. In the other word, the results of the suggested studies in conjunction with the result of the present study, can improve our understanding of the discussed topic. Suggestions should be written and explained clearly. Please avoid listing suggestions.

- **Conclusion:**

Short and useful summery of the results and discussion without explaining why such conclusion be obtained (it should be explained in discussion part completely) may be presented in this section.

- **Acknowledgement:**

- For all human studies especially clinical trials, a registry number like Iranian Registry of Clinical Trials (IRCT) should also be provided in this section.

- Authors may acknowledge all individuals who collaborated in the research project but do not have the competence to be in author list. They may be named only if they approved their name to be displayed in acknowledgement section.

- ***This section should be placed in title page. If the manuscript would be accepted for publication, the journal secretary will move this section to its actual place at the end of the manuscript.***

- **Authors' Contribution:**

- Contribution of each author in the research project and manuscript preparation should be clarified by their full name in the authors' contribution list

- The authorship should be assigned according to the National Ethic in Medical Research Manual and COPE Guideline

- ***This section should be placed in title page after acknowledgement section. If the manuscript would be accepted for publication, the journal secretary will move this section to its actual place at the end of the manuscript.***

- **Funding Resources**

Source(s) of support in the form of grants, equipment, drugs, or all of these should be addressed. i.e. if the study was funded by any institute or organization or any of the authors received grant, award, or any funding to take part in the study, it should be mentioned clearly

- If the study is extracted from a thesis/dissertation please declare it by "this article is extracted from a thesis for (Bachelors/ Masters)/PHD dissertation in (subject/major) by (student name), registered at (university name) (thesis approval code in the university)". Thesis complete information include thesis code, student name and academic position are required.

**Example: Table design, caption and footnote and acceptable way for introducing a table in text in JRRS**

۴۰ فرد (۱۴ نفر سالم، ۱۲ نفر استواریت خفیف، ۴ نفر استواریت متوسط و ۱۰ نفر استواریت شدید) که هر دو زلوی آنها از لحاظ نوع درگیری مشابه بود، در این مطالعه وارد شدند. بر اساس نتایج تست شایبرو - ویلک تمام پارامترها دارای توزیع نرمال بودند. بنابراین نتایج با استفاده از تست ANOVA (HSD Tukey) مورد مقایسه قرار گرفتند. ویژگی‌های دموگرافیک افراد در جدول ۳ نشان داده شده است.

جدول ۳- ویژگی‌های دموگرافیک شرکت کنندگان

شاخص توده بدنی (کیلوگرم / مترمربع)	توده بدن (کیلوگرم)	قد (متر)	سن (سال)	تعداد	آزمودنی‌ها
۳۱.۱۳±۳.۱۷	۶۳.۳۳±۷.۱۲	۱.۶۱±۰.۰۵	۵۰.۹۰±۹.۲۸	۱۴	سالم
۳۱.۱۳±۳.۱۷	۷۹.۰۰±۹.۲۷	۱.۵۶±۰.۰۸	۵۱.۱۷±۵.۶۴	۱۲	استواریت خفیف
۳۷.۳۳±۳.۶۴	۹۱.۰۰±۱۱.۶۲	۱.۵۶±۰.۰۱	۵۹.۱۰±۳.۴۶	۴	استواریت متوسط
۳۱.۷۵±۳.۸۳	۸۲.۴۰±۱۱.۲۷	۱.۶۱±۰.۰۴	۵۶.۸۰±۹.۱۷	۱۰	استواریت شدید

\* P<۰.۰۵ گروه سالم در مقایسه با گروه‌های استواریت  
 + P<۰.۰۵ گروه استواریت خفیف در مقایسه با سایر گروه‌ها  
 † P<۰.۰۵ گروه استواریت متوسط در مقایسه با سایر گروه‌ها  
 ‡ P<۰.۰۵ گروه استواریت شدید در مقایسه با سایر گروه‌ها

**Figures:**

- Every single figure will be counted as 300 words
- Figures should be orderly enumerated in the text.
- Figure' title and captions should be written below them.
- If needed every figure should provide a clear scale on its right bottom corner
- Figures should be colored but clear in Bitmap or PNG format with resolution equal to 500 dpi.
- High quality figures should be inserted in text in their original resolution without compression.
- Each figure should be 203×254 mm (8×10 inches)
- Only 5 figures are permitted in each manuscript.

**Charts**

- Every single chart will be counted as 300 words
- Charts should be orderly enumerated in the text.
- Chart' title and captions should be written below them.
- Charts should be colored in good contrast but clear in Bitmap or PNG format with resolution equal to 500 dpi.

- 3D charts are not allowed
- All charts should have Error bar (**The amount of error bar is equal to standard deviation**).

Significant differences should be denoted with star sign in the chart and significance level and concept of star should be explained in chart caption.

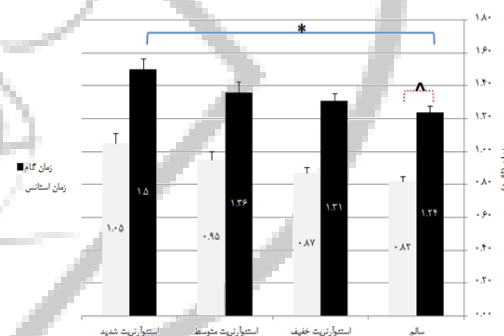
- Authors should prevent write numbers (1 and 2 and ...) in the chart for reference to chart subscript and should use \*\*, ++, †, ‡ instead.

Horizontal and vertical axis title should be in Persian and the measurement unit should be written in parenthesis.

- Each chart should be 203×254 mm (8×10 inches)
- Only 5 charts are permitted in each manuscript.

**Example: Chart design, caption and footnote and the way for introducing a graph in text in JRRS**

زمان گام در گروه استواریت شدید به طور معنی‌داری بیش‌تر از سایر گروه‌ها بود (به ترتیب P=۰/۰۱۰ و P=۰/۰۰۱ و P=۰/۰۳۸ برای تفاوت با گروه سالم، استواریت خفیف و متوسط). هرچند زمان استانس تنها در گروه استواریت شدید با گروه‌های سالم و استواریت خفیف تفاوت معنی‌دار نشان داد (به ترتیب P=۰/۰۰۲ و P=۰/۰۰۷) (شکل ۵).



شکل ۵. زمان گام و زمان استانس در گروه‌های آزمودنی. نشان ستاره تفاوت‌های معنی‌دار را در سطح ۰/۰۵ نشان می‌دهد.

**Discussion:**

In discussion section the results will be discussed and compared to the results of relevant studies.

- The first paragraph of discussion should briefly explain main results of the study and mention acceptance or rejection of the hypotheses.

strategies, blinding methods (if any), power analysis, complications of treatment, numbers and timing of observations, number and timing of interventions, losses to observation (such as dropouts from a clinical trial) and their reasons. Define statistical terms, abbreviations, and symbols clearly.

- **Results:**

In this part, it is necessary to provide a table containing the demographic characteristics of the sample at first.

- All clinical and other measures should be presented according to International System of Units (SI). For example mmHg for blood pressure or Celsius for temperature
- All decimal numbers should be written with discriminator. Please avoid dot or comma instead of discriminator. Example: 2/2
- If a questionnaire or checklist is used, it is necessary to be attached. For validated questionnaires, it is sufficient to provide their psychometric properties (validity and reliability of English and Persian version) with reference.
- If an illustration has been taken from other resources has been used in the manuscript, such as web-pages, books or articles, the source should be cited properly and permission from the owner should be obtained. The copy of the permission letter should be submitted with the manuscript.
- All the tables, figures and charts should be mentioned in the text.
- The place for each tables, figures and charts to be appeared in the manuscript body is preferably the first possible place after the sentence referring to them.
- **All the tables, figures and charts should be presented at their right place in the text.**
- **At most eight tables and illustrations are allowed**

### **Tables**

- Tables should be complete and clear by themselves.
- Tables should be orderly enumerated in the text.
- Table' title should be written at top of the table.
- Table explanation including explanation of the symbols,... should be written in table caption under the table.
- Table should be designed by font size 10 "BMitra" (font size 8 Times New Roman for English terms) and **single line spacing**.
- Table cell should be centered horizontally and vertically
- The font of title of each row and column should be in bold
- Unit of measurement should be written in parenthesis next to the parameter.
- Abbreviations are not allowed in tables except for commonly used ones like BMI,...
- Significant differences should be denoted with \* in the table and significance level and concept of star should be explained in table caption under the table.
- Authors should prevent superscript numbers (<sup>1</sup> and <sup>2</sup> and...) inside tables for reference to table caption. Using symbols like \*\*, ++, ‡ are recommended instead.
- Except in very important occasions, results that have been written in tables, **should not be repeated in the text**.
- Standard deviations should be following ± next to the mean and **should not be written in separate column or in the parenthesis**.
- Important statistics like "t" or "F" should be presented properly. If they may not be included inside the table, explain them in the text
- Only 5 tables are permitted in each manuscript

- Conclusion: the emphasis on the new aspects and main application and achievements of the study
- Keywords: 3-5 keywords or short terms from the Medical Subject Headings: MeSH (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/mesh>). Persian keywords are preferred to be translation of MeSh terms.
- **Case reports need unstructured abstract containing a summary of report without specific headline but including the main corpus knowledge of the report. It should not exceed 150 words.**
- **Letters to editors do not have abstract**

### C) Manuscript Body:

#### • Introduction

Introduction should clarify the essence, importance, background, a review of the literature in that specific context, present scientific gap, and the necessity of the present research, the goal of study and researcher main hypothesis (not more than 700 words).

#### • Materials and Methods:

This part should be written in detail. Type and design of the study, sample size estimation, sample selection, evidenced inclusion and exclusion criteria (the eligibility of experimental subjects), pilot study (if applicable), outcome measures, type and procedure of interventions and evaluations, **ethical considerations** and statistical analysis should be explained completely in the way that the study may be replicated easily.

- For equipments: complete name, model, manufacturer company name, and production city and country should be written in the parenthesis following the equipment's name.
- For medications: (generic) name, chemical code (commercial), manufacturer company name, and production city and country should be written in the parenthesis following the equipment's name.

- For chemicals: generic and commercial name, manufacturer company name, and production city and country should be written in the parenthesis following the equipment's name.
- For software including statistical, skilled or writing software: version, manufacturer company name, and production city and country should be written in the parenthesis following the equipment's name.

**Ethical Review:** If applicable, the relevant institutional review boards or ethics committees that approved the research protocol should be named clearly. If human studies, taking written informed consent from all the participants is required. For animal studies, the housing and scarifying method should be clarified. For all human studies especially clinical trials, a registry number like Iranian Registry of Clinical Trials (IRCT) should be provided.

The scientific degree (not academic position: for example rheumatologist or Masters in Speech Therapy) identity of those who collect and/or analyzed the data

**Note:** with regard to the law that prohibits intervention in the treatment by non-medical experts, JRRS only reviews those interventional manuscripts that the **corresponding author** is a certified registered medical or paramedical specialist and has no legal ban for medical intervention.

**Statistical Analysis:** the statistical methods should be explained in the way that a knowledgeable reader may verify the reported results if they have access to the original data. Discuss the methods for determining the distribution of the data, statistical strategy for analyzing data with normal and other distributions, randomization, assignments and matching

Example: Professor, Musculoskeletal Research center, Department of Physical Therapy, Faculty of Rehabilitation Sciences, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran

## Article Structure

The headings of an original article are: title, introduction, methods, results, discussion, limitations, recommendations, conclusion, acknowledgement (including the funding agency or the institute that approved the study), references and supplementary information (additional figures, tables or questionnaires).

### A) Title Page:

***This page should be submitted separately as a supplementary file for the manuscript and should not be included in the manuscript file***

- **Complete title:** manuscript title should be clear, accurate, detailed and concise but informative. It should contain the manuscript keywords and show the type and design of the study properly. This title should be written with initials of each word being capitalized (Capitalized for each Word)
- **Authors' identity:** first name, sure name, highest scientific degree, highest academic position, institutional affiliation, complete postal address, business telephone and fax numbers and a current email in Persian and English. This section should be written with normal style.
- **The corresponding author:** should be underlined.
- **Acknowledgement:** This section should be placed in title page. If the manuscript would be accepted for publication, the journal secretary will move this section to its actual place at the end of the manuscript.
- **Authors' Contribution:** This section should be placed in title page after acknowledgement section. If the

manuscript would be accepted for publication, the journal secretary will move this section to its actual place at the end of the manuscript.

- **Funding resources:** This section should be placed in title page after authors' contribution section. If the manuscript would be accepted for publication, the journal secretary will move this section to its actual place at the end of the manuscript.
- **Conflict of Interest:** This section should be placed in title page after funding resources section. If the manuscript would be accepted for publication, the journal secretary will move this section to its actual place at the end of the manuscript.
- **The running title:** to be showed in the top of article pages (at most 8 words).
- If the manuscript is duplicate or re-publication of a previously published work (not in IUMS English journals), the first article must be mentioned in the title page properly. For example: "This article is based on a study first published as [title of the first publication], appeared in [title of the first journal, Journal number, journal issue, start page-end page]."

### B) Structured Abstract

Provided in separated page, abstract text is limited to 6 paragraph and maximum **300 words**. In a separate page after Persian abstract its accurate translation should be presented in 6 paragraphs not more than **300 words**.

- Title
- Introduction: the originality, essence, innovation and the aim of the study
- Materials and Methods: sampling strategy, data collection and analysis/observational methods
- Results: specific data and the exact Pvalues are required



requires substantial contributions to **all of the following sections:**

- a) Conception and design, or analysis and interpretation of data
- b) The drafting of the manuscript or critical revision for important intellectual content
- c) Final approval of the manuscript to be published.
- d) Agreement to be accountable for all aspects of the work in ensuring that questions related to the accuracy or integrity of any part of the work are appropriately investigated and resolved.

Authors should meet **all aforementioned conditions (a, b, c and d)**. Those who did not fulfill authorship criteria should be mentioned in acknowledgments only after obtaining their permission formally. In **this section their full name and the type of their contribution should be addressed clearly**.

By signing the author approval table in the cover letter, the authors confirm that they meet three authorship criteria listed above. Besides, the role of each author must be mentioned in "Authors' Contribution" section in title page.

The authors' role is not limited to these three conditions. Authors' contribution may be presented as a list for example as:

- Conception and design
- Obtaining of funding
- Administrative, technical, or logistic support
- Provision of study materials or patients
- Data Collection
- Data Analysis and Interpretation
- Statistical expertise
- Critical Revising of the Article for Important Intellectual Content
- Final approval of the article
- The responsibility of the integrity of the whole procedure from study design to communicate with journal and reviewers

The manuscript will not be processed unless cover letter and publication ethics form be filled and submitted along with the manuscript.

- Authors order and position is determined by the authors team as presented and signed in author approval table in cover letter

**Note 1.** Authors order and position is **MUST** be the same in cover letter and in online authors list. The authors name and position will be adopted exactly as has been filled in the online form during manuscript submission

**Note 2.** It is the corresponding author responsibility to fill the online list exactly according to the cover letter.

**Note 3.** When submission has been completed, every author receives an email notification. They are supposed to approve their position in the author list by clicking on the link in the email. If they do not confirm their position within 72 hours the journal suppose the authors are agreed with the uploaded order of the authors

- After submission, any change in authors' count and order including adding or omitting one or more authors must be requested formally. This is the responsibility of the corresponding author to obtain signed permission from authors who were included in the previously submitted cover letter and send a formal request to journal' email address. The signed permission and new cover letter should be attached to the request. JRRS follows COPE guidelines in this respect. COPE flowcharts are accessible in journal' website.

### **Affiliation**

Academic Degree, Research Center, Department, Faculty, Institute, City, Country



## Manuscript Submission

- The Manuscript must be submitted in JRRS webpage ([www.jrrs.ir](http://www.jrrs.ir)). Manuscripts that sent via post or email **will not be considered**.
- A cover letter signed by the corresponding author should provide full contact details (include the address, telephone number, fax number, and Email address) of all the authors in the same order they have appeared in the manuscript. The cover letter is required to briefly explain the innovation and originality of the paper and how the manuscript would satisfy journal readers. **Each author is required to sign** in the signature column in front of their own details in the table. The pre-defined form for cover letter is available as a link when you start the submission. You can also download it from faculty website at [rehab.mui.ac.ir](http://rehab.mui.ac.ir)
- The corresponding author should download and sign the publication ethic form to make clear that the final manuscript has been seen and approved by all authors, the authors accept full responsibility for the design and conduct of the study, had access to the data, and controlled the decision to publish and that the manuscript is not under submission elsewhere and has not been published before in any form. The form is available as a link when you start the submission. You can also download it from faculty website at [rehab.mui.ac.ir](http://rehab.mui.ac.ir)
- The Manuscript should be on A4 paper with 3.5 cm vertical and 2 cm horizontal margins. ***100% character scale and normal character space are requested.*** font size 12 "BMitra" (font size 10 Times New Roman for English terms), ***single line spacing, single column*** design using office 2007 software (saved in .docx format not .doc or .rtf) are essential. **No indentation of the first line is allowed.** The manuscript

should have ***Persian*** page number in the middle of the page bottom.

- Line number should be shown at right side of page from beginning (title) to the last line, continuously.
- Authors must prevent verbal translation. Commonly used specialized terms must be appeared in Persian for example tibia, frequency and... If authors do not have a good Persian equivalent for the English term, they should use the English term in English.
- The abbreviations should be introduced in parenthesis following the complete word or phrase for the first time.
- JRRS has ***no footnote***.
- It is ***a MUST*** to submit ***2 title pages***, one in Persian and one in English, exactly according to the example in the JRRS website, separately as a file entitled "Title Page" in supplementary files section in order to prevent any conflict of interest for journal reviewers. The manuscript should not provide any information about the authors' team.

**Important Note:** the authors usually add the title page at the beginning of revised version of the manuscript after applying the reviewers' comments.

**This is the responsibility of corresponding author to avoid this mistake before submitting the revised version and the "reply to reviewers" letter. Including author' information in the revised file or contacting the potential reviewers in person will result in immediate irreversible rejection of the manuscript regardless the review phase it was in.**

## Authorship

As stated in the Uniform Requirements for Manuscripts Submitted to Biomedical Journals, being listed as an author in a manuscript

should be the articles from authors' team otherwise they will be rejected by JRRS. Reviews should be structured like original manuscripts in abstract and body. Word limit is the same for narrative and systematic reviews.

**C) Single Case Study:** these types of manuscripts will be considered only if the presented case has unique or specific characteristics. The manuscript text is limited to 1000 words with maximum 5 tables and illustrations, at least five and at most ten references. The manuscript must have introduction, case report and discussion.

**D) Short Articles:** For acceleration in publishing scientific findings, short manuscripts should be no more than 4 sheets, only include two tables or illustrations and at least five and at most ten references (1000 words totally). These manuscripts should include introduction, methods, results and a short discussion.

**E) Letter to Editor:** important reports on latest achievements in the rehabilitation fields or recently abandoned/ adopted protocols may be submitted in the form of letters to the editor. The text should contain maximum of 400 words with at most one table or illustration and a minimum of three and a maximum of five references.

**F) Critical Appraisal:** they may criticize the scientific articles published in other journals or in the previous issues of JRRS itself [Letter to Editor]. Text is necessarily limited to 1000 words and should follow the instructions for "Letters to Editor".

**G) Scientific Correspondence and Scientific Debate:** If the authors have had a scientific correspondence with a top researcher in a field, it can be considered for publish. In this group of manuscripts, the body of the text must be evidenced by valid references. These kinds of commentaries may concern about inventions in the field of rehabilitation sciences, worthwhile experiences or rehabilitation related news in Iran or world. Text should follow the instructions for "Letters to Editor".

**H) Conference Proceeding:** for national & international rehabilitation related conferences, seminars and congresses

**I) Conference reports:** reports about national & international rehabilitation related conferences, seminars and congresses would be accepted if not submitted longer than 2 month after the gathering. These reports are limit to 400 words.

**J) Book Review:** in contexts related to rehabilitation in Persian or English language to maximum 400 words accepted.

**Table 2. JRRS limits for words, tables, illustrations and references in various manuscript types. Basic and extra publication fees for various types of accepted manuscripts in JRRS**

Type	Word Limit* (including references, tables, illustrations)	Maximum Number of Tables and Illustrations (each illustration is equal to 300 words)	Floor –Ceiling of References
Letter to Editor	500	1	3-5
Case Report	1000	5	10-15
Short	1000	2	10-15
Original	3000	4	20-No limit
Qualitative	3000	4	20-No limit
Review	4000	No limit	30-No limit

*\*If the limits are met, the manuscript shall be charged for basic publication fee only. By adding more text, tables or illustrations extra charges will be applied.*

total. They must pay 3,500,000 IRRs when they submit the manuscript and 1,400,000 when the manuscript was accepted for publication by the editor.

**- Fast publication (fast track) fee**

Fast tracking of the manuscript may be started if the authors formally request for it. The manuscript will be charged twice the routine publication fee.

**Note 1.** Without formal request for fast review of the manuscript and/or without uploading the formal commitment form for covering publication charge difference with the signature of corresponding author, the manuscript will be processed regularly.

**Note 2.** Fast tracking also requires sending processing and basic publication fees equal to 2,000,000 IRRs to the aforementioned account.

**Note 3.** All fees for fast tracking is the same for manuscripts by IUMS affiliated authors and others.

**Note 3.** The authors must pay 2,000,000 IRRs and upload the scanned receipt as a supplementary file during manuscript submission. It is specifically essential to include the payment ID of JRRS (**1041 1300 0000 0011**) with the manuscript ID in the receipt. Besides, the corresponding author must sign an upload the formal commitment form for covering publication charge difference and upload it as a supplementary file too. Otherwise the receipt will not be approved and the authors must pay the fee **again. The previous fee is not refundable.**

**Note 5.** This payment does not necessitate JRRS to accept the manuscript.

**Note 6.** The final decision will be announced within 4 weeks from beginning of the peer review process.

**Note 7.** The remaining part of the fast track fee will be charged **only for accepted manuscripts.** Before sending the acceptance letter, JRRS shall notify the corresponding author and they must pay the fee within one day of the announcement, upload the receipt in supplementary section of the manuscript page and fax/email a notification to JRRS office. Without the receipt the final decision will not be officially approved. It is specifically essential to include the payment ID of JRRS (**1041 1300 0000 0011**) with the manuscript ID in the receipt otherwise the receipt will not be approved and the authors must pay the fee **again. The previous fee is not refundable.**

**Note 8. Fast track fee is not refundable.**

**Article Types:**

**A) Original Articles:** they are the results of an original scientific research by the author(s). These manuscripts should have 3000 words. Maximally four tables and illustrations are acceptable. They must have less than twenty references. The Majority of the references are required to be published within last 10 years. The same rules will be applied for qualitative manuscript although word limit is up to 3000 words. The manuscript must have introduction, methods, results and discussion.

**B) Review Articles:** they investigate a new scientific topic. JRRS appreciates review manuscripts with high collectivity. These manuscripts include narrative review, analysis and criticisms of the sources in a specialized field (systematic reviews), new theories or approaches related to rehabilitation. The article should be written in maximum 4000 words and with sufficient references related to the topic that majority of them must be original articles in the last 10 years. In narrative reviews at least 30 references in close relation to the review topic are compulsory. At most ten percent and at least three original or systematic review references

**Table 1. Basic and extra publication fees for various types of accepted manuscripts in JRRS (2015 vs 2018)**

Type	Word Limit*	Processing Fee (IRR)	Basic Fee (IRR)	Word Limit	Processing Fee (IRR)	Basic Fee (IRR)	For Each 500 Extra Words (IRR)
Letter to Editor	400	500,000	-	500	500,000	1,500,000	-
Case Report	1000	500,000	750,000	1000	500,000	1,000,000	1,000,000
Short	1000	500,000	750,000	1000	500,000	1,000,000	1,000,000
Original	2500	500,000	1,000,000	3000	500,000	3,000,000	1,000,000
Qualitative	3000	500,000	1,000,000	3000	500,000	3,000,000	1,000,000
Review	7000	500,000	1,000,000	4000	500,000	3,000,000	1,000,000

\* Including references, tables, illustrations, each illustration is equal to 300 words.

**An Example: a manuscript with 4200 words and one graph costed 500,000 IRRs for processing fee and 3,800,000 IRRs for publication fee in regular review process (4,300,000 IRRs in total) according to the 2015 announced law. In 2018, the same manuscript will be charged 2,000,000 IRRs for processing and basic publication fees that must be paid at the time of submission. If accepted, the authors will be requested to pay another 3,000,000 IRRs for publication fee in regular review process (5,000,000 IRRs in total) because of 1200 extra words and a graph that will be count as 300 words. Therefore, the total fee increased only 700,000 IRRs in comparison to 2015 law.**

**Note 1.** The basic publication fees mentioned in table 1 are the least fee for each manuscript type. The fee may not be decreased if the manuscript does not reach the word limit.

**Note 2.** The word limit in table 1 includes all the tables and references therefore, the tables must be typed and are not accepted if they are presented as an illustration. Each illustration in this guideline is equal to 300 words. In other words, in an original manuscript which has only one figure, the body text with tables and references should

not exceed 2700 if the authors do not want any extra fee to be charged.

**Note 3.** Remaining publication fee will be charged after accepting the manuscript through peer review process in JRRS only if there was extra words or illustrations. Upon acceptance, JRRS shall notify the corresponding author. Corresponding author must pay the fee within two days of announcement and upload the scanned receipt into supplementary file section of the manuscript web page.

**Note 4.** Sending the receipt by email or fax to JRRS office ***is not acceptable***.

**Note 5.** Without the receipt, the publication process may not be started and the authors will not receive formal acceptance letter.

**Note 6.** The manuscript with IUMS affiliation will have any discount.

**Note 7.** 1,000,000 IRRs will be charged for every 500 extra words that is equal to one extra page. Each illustration will be count as 300 words. For an original manuscript of 5000 word without any illustrations the publication fee in regular review process will be 4,400,000 IRRs. Considering 500,000 IRRs processing fee, the author will be charge 4,900,000 IRRs in

2018 to cover the processing and publication costs of the manuscripts submitted to any journal published by IUMS.

- **The payments:** all payments must be paid electronically or in person to Isfahan University of Medical Sciences, account number "4975761007" (SHEBA: 5801 2000 0000 0049 7576 1007) in Bank Mellat. The receipt should be scanned and uploaded as an supplementary file when submitting the manuscript. It is specifically essential to include the payment ID of JRRS (1041 1300 0000 0011) with the manuscript ID (set automatically by the journal website by starting the submission process) in the receipt otherwise the receipt will not be approved and the authors must pay the fee **again. The previous fee is not refundable.**

**Note.** Sending the receipt by email or fax to JRRS office ***is not acceptable.***

- **Submission fee:** the manuscript will be processed only if the author pay 2,000,000 IRR processing and basic publication fees according to the directive by the Board of Trustees of the Isfahan University of Medical Sciences on 2018 (as mentioned in table 1, under 2018 fees), to the aforementioned account and upload the receipt as a supplementary file during manuscript submission. It is specifically essential to include the payment ID of JRRS (1041 1300 0000 0011) with the manuscript ID in the receipt. Otherwise the receipt will not be approved and the authors must pay the fee **again. The previous fee is not refundable.**

**Note 1.** Paying submission fee does not necessitate JRRS to accept the manuscript.

**Note 2.** Authors affiliated by IUMS and other authors will be charged the same submission and publication fee.

**Note 3.** It is the authors responsibility to ensure that the manuscript meets authors' guidelines and all the requested documents has been correctly uploaded. The manuscript will be fast rejected within 1 week from submission if the authors' guideline has not been followed properly or because of missing documents.

**Note 4.** It is the authors' responsibility to ensure the accuracy of spelling and punctuation and grammatical adherence of the manuscript. The manuscript will be fast rejected within 1 week from submission if it is not written in correct Persian language.

**Note 5.** If the condition mentioned in note 3 and note 4 were the case, the **submission fee will not be refunded.** In these cases, the authors will be able to revise the manuscript and submit it again as a new manuscript without new payment. They must upload the previous payment receipt as a supplementary file for new submission only once again. Therefore, if the new submission was again fast rejected because of the same reasons, the fees will not be refunded. If the authors were still interested in processing their manuscript in JRRS, they have to revise it properly, **pay the submission fee again** and submit the revised manuscript with required documents again.

#### **- Publication fee**

Any manuscript accepted through peer review process in JRRS may be charged after subtracting paid fee during submission of the manuscript if there are extra words or illustrations in the manuscripts additional to the word count in table 1. The authors should follow authors' guideline precisely to avoid extra payments. The new payments laws altered overall payment for original manuscripts in comparison to 2015 law. You may find the details of these changes in table 1. The publication fee will be completely used for publication process by the publisher.



Submitted to Biomedical Journals, COPE, National Ethic Guideline for Medical Journalism and Declaration of Tehran.

### **G) Copyright**

- The manuscript is not allowed to contain any image or text that is previous published or is under consideration elsewhere. The same constraint is applied for the abstracts presented in any scientific meeting that have exactly the same title and text.
- Noun of the essential data of the study including tables, graphs or figures, etc. are not allowed to be published previously or be submitted in any other national/international journal or scientific meeting at the same time
- The whole or part of the manuscript or any essential data of the study including tables, graphs or figures,... are not allowed to be submitted in any other national/international journal or scientific meeting before the final decision by the JRRS editorial team to be announced formally.
- The authors are required to submit the manuscript along with the copies of all closely related works in order that the journal considers them.
- It is the responsibility of the authors to obtain formal permission from copyright holders and submit the written original permission letters for all copyrighted material used in their manuscripts.
- The journal allows the author(s) to retain publishing Authors retain copyright and grant the journal right of first publication with the work simultaneously licensed under a [Attribution-NonCommercial 4.0 International](#) that allows others to share the work with an acknowledgement of the work's authorship and initial publication in this journal.
- JRRS is legally allowed to publish accepted manuscripts which meet afore-mentioned condition.

### **H) Retraction Policy**

The authors may retract their manuscript at most 10 days following submission in JRRS website by sending a written retraction request to the editor in chief. Otherwise, the manuscript will be processed to obtain the final decision of the editorial team.

**Note1.** When the manuscript is accepted, JRRS will inform the authors about publication fee. Manuscript retraction when the authors are informed about the publication fee may only proceed if all the authors sign a formal retraction request. However, due to wasting reviewers' time, JRRS will blacklist all the authors; any other manuscripts involving one or more authors of that team will be immediately rejected regardless of the processing stage of that manuscript and all future manuscripts from one or more authors of that list will not processed in JRRS.

The authors are requested to study JRRS authors' guideline and specifically pay attention to the specific instructions for each article type. Submitting manuscript that does not meet the requested instructions may result in fast rejection or delay in review and publication process and impose financial penalties.

### **I) Manuscripts by JRRS Editorial Board**

All the procedures and payments are exactly the same for the manuscripts from JRRS editorial board. To confirm a true peer review process, 5 members of editorial board will select the reviewers and a blind supervisor secretly.

## **The Financial Requirements for Submitting and Processing the Manuscripts**

Following the directive by the Board of Trustees of the Isfahan University of Medical Sciences, financial laws were announced on Since December 22, 2015 and updated on July



translation in other international or English journals. JRRS starts publication process for accepted manuscripts immediately to distribute them in the first issue ahead.

- The corresponding author is responsible for informing JRRS editor about previous publication of the English version of the submitted manuscript and is supposed to attach the approval letter from the editor of the first journal as a supplementary file for the submitted manuscript.
- JRRS will immediately reject any manuscript submitted in journal' website that was previously published in other languages without formal notification from corresponding author. The least punishment will be blacklisting of all the members of the authors' team. If the manuscript has been accepted or published, it will be retracted immediately due to ethical violation.

***According to the directive by the Board of Trustees of the IUMS, articles published by any journals in IUMS may not be published in another language by other journals in the university i.e. Persian articles in university' journals may not be translated and published by English journals of the university and vice versa.***

#### **C) Protection of Patients' Rights to Privacy**

The authors are not allowed to use personal information or photography of their study participants without informed consent. Identification information should not be published in written descriptions and photograph may not be used without covering subject' face or eyes unless the information is essential for scientific purposes and the subject (or parents, counsel or legal guardian) signed written informed formal consent for publication. For taking the informed consent, the final version of the manuscript has to be shown to the subject before submission.

Subjects' data should never be altered or falsified in an attempt to attain anonymity. Complete anonymity is difficult to achieve, and informed consent should be obtained if there is any doubt. For example, masking the eye region in photographs of subjects is inadequate protection of anonymity.

#### **D) Ethical Considerations**

As a member of COPE, JRRS follows COPE's flowcharts and guidelines in dealing with any ethical misbehavior. The Journal also follows the guidelines mentioned in the Uniform Requirements for Manuscript Submitted to Biomedical Journals, National Ethic Guideline for Medical Journalism and Declaration of Tehran (all are available in JRRS website). The research that involves human beings or animals must adhere to the principles of the Declaration of Helsinki. (<http://www.wma.net/en/30publications/10policies/b3/index.html>).

**Note:** with regard to the law that prohibits intervention in the treatment by non-medical experts, JRRS only reviews those interventional manuscripts that **the corresponding author** is a certified registered medical or paramedical specialist and has no legal ban for medical intervention.

#### **E) Conflict of Interest**

All the authors should honestly inform JRRS about any kinds of financial, personal, political, or academic "Conflict of Interest" that would potentially affect their judgment.

#### **F) Plagiarism**

The authors are not allowed to utilize exact text or illustration of previously published papers, book, monograph, etc. without proper citation and formal permission from the legal owner. JRRS uses plagiarism detecting software for English and Persian texts and reacts to any misbehavior according to the guidelines by the Uniform Requirements for Manuscripts

Redundant or duplicate publication happens by publishing a paper that overlaps significantly/completely with an already published article of the same (team of) author(s).

This is an ethical violation to international copyright laws, ethical conduct, and cost effective use of resources. This is not the case for the journal considering a paper that has been rejected previously by another journal. Also this is not the case when a complete report follows publication of a prelude report for example when an abstract or poster displayed for colleagues at a professional meeting.

It does not put a stop to journals considering a paper that has been presented at a scientific meeting but not published in full or that is being considered for publication in a proceedings or similar format. Press reports of scheduled meetings will not usually be regarded as breaches of this rule, but such reports should not be amplified by additional data or copies of tables and illustrations.

When submitting a manuscript, the author should clearly inform the editor about all submissions and previous reports that might be regarded as redundant or duplicate publication of the same or very similar work. The author should alert the editor if the work includes subjects about which a previous report has been published. Any such work should be referred to and referenced in the new paper. Copies of such material should be included with the submitted paper to help the editor decide how to handle the matter.

Without such announcement, editor may react properly according to the journal' policy, Committee of Publication Ethics (COPE), manuals and National Ethic Guideline for Medical Journalism; the least would be quick rejection of the submitted manuscript.

\* This Guideline is adjusted to Uniform Requirements for Manuscripts Submitted to Biomedical Journals (<http://www.icmje.org/#privacy>), originally written by International Committee of Medical Journal Editors (ICMJE) according to the Vancouver Format last updated in February 2007.

### **B) Acceptable Translation of Previously Published Article**

Since secondary publication in another language, especially in other countries, is internationally acceptable, JRRS editorial team accepts this act **only if** all of the following conditions are met.

- The authors have received approval from the editors of both journals.
- The editor concerned with secondary publication must have a photocopy, reprint, or manuscript of the primary version.
- The priority of the first publication should be respected by a publication interval of at least one week (unless specifically negotiated otherwise by both editors).
- The secondary manuscript is intended for a different target population
- The secondary manuscript be an abbreviated version of the first publication however, truly reflects the data and interpretations of the primary version.
- In the title page of the secondary manuscript, the readers, peers, and documenting agencies are informed that this paper has been previously published, in whole or in part; the first publication should be cited properly. For example: "This article is based on a study first published as [title of the first publication], appeared in [title of the first journal, Journal number, journal issue, start page-end page]."
- Publication of accepted manuscripts may not holdup waiting for publication of their

## INSTRUCTIONS FOR AUTHORS

Journal of Research in Rehabilitation Sciences (JRRS) is a peer-reviewed scientific journal published by the Faculty of Rehabilitation Sciences, Isfahan University of Medical Sciences (IUMS), Isfahan, Iran.

This bimonthly online journal is in Persian language and covers basic and applied articles in the field of rehabilitation sciences. The articles are aimed to improve understanding of the **mechanism**, pathogenesis, progression and prognosis of neuro-musculo-skeletal or be related to a **new** approach into assessment, diagnosis, treatment, therapeutic or supportive intervention and rehabilitation strategy. JRRS provides rationally sound information, which is practical in clinic and research.

First published in winter 2006, Journal of Research in rehabilitation Sciences was approved as a Scientific journal by Commission on Medical Journals, Iran' Ministry of Health, Treatment and Medical Education in May, 2011. According to the latest rankings of Iran' medical journals by the Commission in 2013, JRRS was approved by the highest degree among scientific journals in the rehabilitation field in Iran.

JRRS provides original research and clinical information in the field of rehabilitation sciences including original basic or applied researches, systematic or narrative reviews, case studies, case series, single subject studies, letter to editors, educational or theoretical debate articles, brief reports or protocols and reviews on recently published books. Among the submitted manuscripts, those with original concepts will be assigned for review only if neither the manuscript nor any part of it like essential substance, tables, or figures has been or will be published or

submitted elsewhere before appearing in the Journal. These manuscripts will be reviewed and the final editorial decision will be send to the corresponding author in the shortest possible time.

The target population of Journal of Research in Rehabilitation Sciences consists of the students and professionals in the field of rehabilitation sciences including physical therapy, Orthotics and Prosthetics, Speech Therapy, Audiology, Audiometry, Optometry, Occupational Therapy, Sport Sciences, Physical Education, Musculoskeletal Biomechanics, various medical specialties like Physical Medicine and rehabilitation, Orthopaedics, Rheumatology, Neurology, Neurosurgery, Cardiology, Cardiopulmonary Specialists, ..., Rehabilitation nurses and all other related majors. The published articles will be indexed in World Health Organization (WHO-EMRO Index Medicus)<sup>1</sup>, Islamic World Science Citation(ISC)<sup>2</sup>, Scientific Information Database(SID)<sup>3</sup>, Iran' Magazines Information Database (Magiran)<sup>4</sup>, Iran Periodical Journal Database<sup>5</sup> and are retrievable in Google Scholar (<http://scholar.google.com>).

Enthusiasts and researchers in the field of rehabilitation sciences and other related fields are encouraged to submit their manuscripts electronically to this open access journal.

### Issues to Consider before Submitting a Manuscript

#### A) Redundant or Duplicate Publication

<sup>1</sup><http://applications.emro.who.int/library/imjournals/Default.aspx?id=45>

<sup>2</sup><http://www.isc.gov.ir>

<sup>3</sup><http://fa.journals.sid.ir/JournalList.aspx?ID>

<sup>4</sup><http://www.magiran.com/magtoc.asp?mgID=4474>

<sup>5</sup><https://search.ricest.ac.ir/ricest>



*The Journal of Research in Rehabilitation Sciences*

# Journal of Research in Rehabilitation Sciences (JRRS)

Owner: School of Rehabilitation Sciences, Isfahan University of Medical Sciences

Chairman: Javid Mostamand PhD

Editor in Chief: Zahra Sadat Rezaeian PhD

Associate Editor: Tayebbeh Roghani PhD

**Vol. 13, No. 5**

**January, 2018**

**p ISSN: 1735-7519**

**e ISSN: 2008-2606**

## Addresses:

### Javid Mostamand PhD

Associate Professor, Department of Physical Therapy, School of Rehabilitation Sciences, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran

Email: mostamand@rehab.mui.ac.ir

Tel: 031-36691663

### Abdolkarim Karimi PhD

Assistant Professor, Department of Physical Therapy, School of Rehabilitation Sciences, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran

Email: a\_karimi@rehab.mui.ac.ir

Tel: 031-36691663

Journal of Research in Rehabilitation Sciences, School of Rehabilitation Sciences, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran

Email: jrres@rehab.mui.ac.ir

## Publisher:

Vesnu Publications

Email: farapublications@gmail.com

http://farapub.com

Tel: 031-32224335

Fax: 031-32224382

## Editorial Board:

**Morteza Abdar Esfahani MD**, Professor of Cardiovascular Diseases, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran

**Hamid Azadeh PhD**, Assistant Professor of Physical Therapy, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran

**Ahmad Chitsaz MD**, Professor of Clinical Neurophysiology, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran

**Ebrahim Esfandiary MD**, Professor of Molecular Biology and Anatomical Sciences, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran

**Ziba Farajzadegan MD**, Professor of Community Medicine, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran

**Saeed Forghani PhD**, Associate Professor of Technical Orthopedics, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran

**Ali Ghanbari PhD**, Professor of Physical Therapy, Shiraz University of Medical Sciences, Shiraz, Iran

**Seyed Mohsen Hoseini PhD**, Professor of Biostatistics, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran

**Abdolkarim Karimi PhD**, Assistant Professor of Physical Therapy, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran

**Hamid Karimi PhD**, Speech Therapist, School of Rehabilitation Sciences, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran

**Mohammad Taghi Karimi PhD**, Associate Professor of Technical Orthopedics, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran

**Khalil Khayambashi PhD**, Professor of Physical Training, University of Isfahan, Isfahan, Iran

**Behrooz Mahmoudi Bakhtiari PhD**, Professor of Universal Linguistics, University of Tehran, Tehran, Iran

**Javid Mostamand PhD**, Associate Professor of Physical Therapy, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran

**Mohammad Parnianpour PhD**, Associate Professor of Mechanics Engineering, Sharif University of Technology, Tehran, Iran

**Ebrahim Sadeghi-Demneh PhD**, Associate Professor of Prosthetics and Orthotics, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran

**Mahmoud Sadeghi MD**, Professor of Anesthesiology, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran

**Mahyar Salavati PhD**, Professor of Physical Therapy, University of Social Welfare and Rehabilitation Sciences, Tehran, Iran

**Vahid Shaygannejad MD**, Professor of Clinical Neurology, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran

**Bahram Soleimani PhD**, Assistant Professor of Health Sciences, Najafabad Branch, Islamic Azad University, Isfahan, Iran

## International Editorial Board:

Ali Barikroo (USA), Paul Canavan (USA), Ali Asghar Danesh (USA), Setareh Ghahari (Canada), Ladan Ghazi Saidi (USA),

Zahra Jafari (Canada), Mohammad Reza Nourbakhsh (USA),

Shahriar Parvaneh (Canada), Ali Sharifnezhad (Germany),

Sharareh Shariffar (USA),

## Technical Section:

**Director:** Mojgan Naderi MSc

Email: naderi@rehab.mui.ac.ir