Scientific Journal of
Rehabilitation Medicine

January and February 2023. Volume 11. Num 6

Research Paper

Effects of Six Weeks of Modified and Standard Nordic Hamstring Exercises on Electromyography of Hamstring, Hip And Trunk Muscles and Sprint Performance in Young Male Football Players

*Milad Farahbakhsh[1], Abdolhamid Daneshjoo[1], Mansour Sahebozamani[1], Rohollah Nikooie[2]

1. Department of Sport Injuries and Corrective Exercises, Faculty of Physical Education and Sports Science, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran.
2. Department of Exercise Physiology, Faculty of Physical Education and Sports Science, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran.

Use your device to scan and read the article online

Citation Farahbakhsh M, Daneshjoo A, Sahebozamani M, Nikooie R. [Effects of Six Weeks of Modified and Standard Nordic Hamstring Exercises on Electromyography of Hamstring, Hip And Trunk Muscles and Sprint Performance in Young Male Football Players (Persian)]. Scientific Journal of Rehabilitation Medicine. 2023; 11(6):906-921. https://dx.doi.org/10.32598/SJRM.11.6.5

https://dx.doi.org/10.32598/SJRM.11.6.5

CC BY NC

ABSTRACT

Background and Aims hamstring injury is the most common injury in football. Nordic hamstring exercise (NHE) is one of the best hamstring injury prevention strategies. This study was aims to compare the effect of six weeks of standard NHE and modified NHE on electromyography of hamstring, hip and trunk muscles and sprint performance in young male football players

Methods In this study, participants were 26 male football players in Kerman, Iran who were selected using purposeful and convenience sampling methods and randomly divided into two groups of NHE (Age: 16.31±0.51 years, Height: 173.08±5.15 cm, weight: 59.85±5.71 kg) and modified NHE (Age: 16.41±0.54 years, Height: 173±6.84 cm, weigh: 64.20±8.76 kg). Sprint performance was measured by the 20-meter sprint test, and muscles activity was measured by electromyography. Repeated-measure analysis of variance was used for data analysis.

Results In the modified NHE group, there was a significant difference between the pretest and posttest phases in the electrical activity of biceps femoris (P=0.001), semitendinosus (P=0.001), gluteus maximus (P=0.016) and erector spinae muscles (P=0.001). In the NHE group, although the activity of muscles increased by 13% in the biceps femoris, 11% in the Semitendinosus, 9% in the gluteus maximus and 4% in erector spinae muscles, the difference was significant only in the biceps femoris (P=0.001) and Semitendinosus (P=0.024). The results also showed a significant difference between the two groups in electrical activity of biceps femoris (P=0.021), semitendinosus (P=0.046) and erector spinae muscles (P=0.039).

Conclusion Both standard and modified NHE are effective in preventing hamstring injury by increasing the electrical activity of the Biceps femoris and Semitendinosus, but the modified NHE is more effective in prevention of injury by changing the parameters of NHE and increasing the training load.

Keywords Nordic hamstring exercises, Electromyography, Sprint performance, Football

Received: 26 Sep 2020
Accepted: 14 Nov 2020
Available Online: 21 Jan 2023

Corresponding Author:
Milad Farahbakhsh, MSc.
Address: Department of Sport Injuries and Corrective Exercises, Faculty of Physical Education and Sports Science, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran.
Tel: +92 (26) 645179
E-Mail: miladfarah1995@gmail.com

Scientific Journal of
Rehabilitation Medicine

Extended Abstract

Introduction

Football is the most popular sport in the world. Although it brings health and vitality, it is associated with the risk of injury. Studies show that the incidence of injury in professional football is 101 injuries per 1000 hours of exposure during matches. Of this, hamstring injuries make up 37% of all muscle injuries which is known as the most common muscle injury in football. The risk of hamstring strain re-injury is 12-33%. This injury has heavy consequences, including the unavailability of key players or the interruption in the development of young players, and causes a lot of concern for football clubs. For this reason, there is still great interest in assessing the mechanism of hamstring injury and developing injury prevention strategies. The hamstrings connect two joints that perform hip extension and knee flexion, and are important for sprinting. Hamstring injury during sprinting occurs during the late swing phase or the start of stance phase, when the hamstrings contract eccentrically. Three factors of low eccentric hamstring strength, hamstring shortness, and low hamstring-to-quadriceps ratio are the main risk factors of hamstring injury. Nordic hamstring exercise (NHE) is currently the best hamstring injury prevention strategy due to increasing eccentric strength. This exercise is also a training or strength assessment method, and a simple exercise for the intense activity of the hamstrings. It can prevent hamstring injuries by 70%. Some studies have changed the electrical activity level of muscles during NHE by altering its parameters. However, it is not clear whether a pause at a specific angle during NHE can improve strength and speed of football players. Therefore, in the current study, by adding the pause angle in the modified NHE, we aim to evaluate the effect of NHE on the electrical activity of muscles and training load.

Materials and Methods

The study population consists of all young male football players in Kerman, Iran aged 16-19 years. Of these, 26 were selected using a purposeful and convenience sampling methods and were randomly divided into two groups of NHE (n=13) and modified NHE (n=13). The electrical activity of the biceps femoris, semitendinosus, gluteus maximus and erector spinae muscles was evaluated. To record the electrical activity of the muscles, a 16-channel electromyography machine (EMG USB2+, Bioelectronica, Italy) was used. The criterion for reaching the desired level of skin impedance (low skin resistance) was the change of the skin color to bright red. To reduce noise, other electrical devices were kept away from the device. The signals recorded at a frequency of 1000 Hz were filtered by using a suitable system determining the range parameter between the 10-500 Hz frequency, low-pass frequency (500 Hz) and high-pass frequency (10 Hz). The active signals of the muscles were processed using the root mean square (RMS). The 20-m sprint test was used to measure the speed of subjects. Then, both groups performed NHE using the modified protocol of Mjølsnes et al. (2004). In the NHE group, the subjects lowered the body toward the floor in at least 5 seconds. In the modified NHE group, they were asked to pause for 5 seconds when lowering the body at a 15° angle. In both groups, there was a 10-second rest interval between each time of lowering the body (to return to the initial position) and a two-minute rest interval between each set. Finally, the mixed analysis of variance (ANOVA) was used to examine the difference between the pre-test and post-test phases (within-group difference), and to assess the interaction effect of time and group. The significance level was set at error 0.05.

Results

The results of mixed ANOVA (using Wilk's lambda test for correction by) showed that the interaction effect of time and group was significant on the electrical activity of biceps femoris (P=0.021), semitendinosus (P=0.046) and erector spinae muscles (P=0.039), but no significant effect was found on the electrical activity of gluteus maximus (P=0.424) and on sprinting (P=0.576). The results of this test showed a significant difference between the pre-test and post-test scores in the activity of biceps femoris (P=0.001), semitendinosus (P=0.001), gluteus maximus (P=0.016), erector spinae muscles (P=0.001), but there was no significant difference in sprinting performance (P=0.976).

Discussion

Both methods of NHE can increase the electrical activity of the hamstring muscles; however, the modified NHE is more effective in preventing the hamstring injury due to the increase in the training load, and can strengthen the hip and trunk muscles. Since the person is not allowed to bend the torso and hips during the lowering of the body toward the floor in NHE, a small forward movement creates a high torque in the knee and even in the hip and torso. Therefore, pausing at any angle during the lowering of the body can increase the training load. Football coaches and players can use this method to be more effective.

Ethical Considerations

Compliance with ethical guidelines

This study was approved by the ethics committee from the Shahid Bahonar University of Kerman, Iran (IR.UK.VETMED.REC.1399.012). Also, all ethical principles are considered in this article. The participants were informed about the purpose of the research and its implementation stages. They were also assured about the confidentiality of their information and were free to leave the study whenever they wished, and if desired, the research results would be available to them.

Funding

This study was extracted from the MSc thesis of first author at Department of Sport Injuries and Corrective Exercises, Faculty of Sports Sciences, Shahid Bahonar University of Kerman, Iran.

Authors' contributions

Conceptualization, Methodology, Supervision: All authors; Invesigation, Writing original draft, Funding acquisition by Milad Farahbakhsh; Writing-review and editing by Abdolhamid Daneshjoo, Mansour Sahebozamani and Rohollah Nikooie.

Conflict of interest

The authors declared no conflict of interest.

Acknowledgments

The authors are grateful to all the athletes who participated in this research. Moreover, we are grateful to all coaches and trainer of Shahin Club of Kerman.

مقاله پژوهشی

اثر ۶ هفته نوردیک همسترینگ و نوردیک همسترینگ اصلاح‌شده بر فعالیت الکتریکی عضلات و دوی سرعت

*میلاد فرحبخش[۱]، عبدالحمید دانشجو[۱]، منصور صاحب‌الزمانی[۱]، روح‌الله نیکویی[۲]

۱. گروه حرکات اصلاحی و آسیب‌شناسی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه شهید باهنر، کرمان، ایران.
۲. گروه فیزیولوزی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه شهید باهنر، کرمان، ایران.

Use your device to scan and read the article online

Citation Farahbakhsh M, Daneshjoo A, Sahebozamani M, Nikooie R. [Effects of Six Weeks of Modified and Standard Nordic Hamstring Exercises on Electromyography of Hamstring, Hip And Trunk Muscles and Sprint Performance in Young Male Football Players (Persian)]. Scientific Journal of Rehabilitation Medicine. 2023; 11(6):906-921. https://dx.doi.org/10.32598/SJRM.11.6.5

https://dx.doi.org/10.32598/SJRM.11.6.5

CC BY

چکیده

مقدمه و اهداف آسیب استرین همسترینگ یک آسیب شایع در فوتبال می‌باشد و تمرین نوردیک همسترینگ به‌عنوان یکی از بهترین تمرینات پیشگیری از بروز آن معرفی شده است. هدف از پژوهش حاضر، بررسی اثر ۶ هفته تمرین نوردیک همسترینگ و نوردیک همسترینگ اصلاح‌شده بر فعالیت الکتریکی عضلات همسترینگ، ران و تنه و عملکرد دوی سرعت در فوتبالیست‌های مرد جوان بود.

مواد و روش‌ها از میان فوتبالیست‌های جوان شهر کرمان، ۲۶ نفر به‌صورت هدفمند و دردسترس انتخاب شدند. این افراد به‌صورت تصادفی وارد ۲ گروه ۱۳ نفری شدند که عبارت بودند از: گروه تمرین نوردیک همسترینگ (سن ۰/۵۱±۱۶/۳۱ سال، وزن ۵/۷۱±۵۹/۸۵ کیلوگرم، قد ۵/۱۵±۱۷۳/۰۸ سانتی‌متر) و تمرین نوردیک همسترینگ اصلاح‌شده (سن ۰/۵۴±۱۶/۴۱ سال، وزن ۸/۷۶±۶۴/۲۰ کیلوگرم، قد ۶/۸۴±۱۷۳ سانتی‌متر). رکوردهای دوی سرعت ۲۰ متر با استفاده از آزمون دوی سرعت ۲۰ متر و فعالیت الکتریکی عضلات با استفاده از دستگاه الکترومیوگرافی اندازه‌گیری شد. از آزمون تحلیل واریانس ترکیبی با اندازه‌گیری مکرر جهت تحلیل داده‌ها استفاده شد.

یافته‌ها نتایج مطالعه حاضر نشان داد بین پیش‌آزمون و پس‌آزمون فعالیت الکتریکی عضلات دوسر رانی (P=۰/۰۰۱)، نیموتری (P=۰/۰۰۱)، سرینی بزرگ (P=۰/۰۱۶) و راست‌کننده ستون فقرات (P=۰/۰۰۱) در گروه تمرین نوردیک همسترینگ اصلاح‌شده تفاوت معناداری وجود دارد، اما در گروه تمرین نوردیک همسترینگ با وجود ۱۳ درصد افزایش فعالیت الکتریکی عضله دوسر رانی، ۱۱ درصد عضله نیموتری، ۹درصد سرینی بزرگ و ۴درصد راست‌کننده ستون مهره‌ها، فقط در فعالیت الکتریکی عضلات دوسر رانی (P=۰/۰۰۱) و نیموتری (P=۰/۰۲۴) تفاوت معناداری دیده شد. همچنین نتایج نشان داد بین ۲ گروه در فعالیت الکتریکی عضلات دوسر رانی (P=۰/۰۲۱)، نیموتری (P=۰/۰۴۶) و راست‌کننده ستون فقرات (P=۰/۰۳۹) تفاوت معناداری وجود دارد.

نتیجه‌گیری باتوجه‌به نتایج تحقیق، هر ۲ شیوه تمرین با افزایش معنادار فعالیت الکتریکی عضلات دوسر رانی و نیموتری در پیشگیری از آسیب همسترینگ مؤثر هستند، اما تفاوت بین ۲ گروه نشان می‌دهد که تمرین نوردیک همسترینگ اصلاح‌شده باتوجه‌به افزایش بار تمرین به‌وسیله تغییر در پارامترهای تمرین نوردیک همسترینگ، می‌تواند منجر به تقویت بیشتر عضلات و احتمالاً در پیشگیری از آسیب اثربخش‌تر باشد.

کلیدواژه‌ها نوردیک همسترینگ اصلاح‌شده، الکترومیوگرافی، دوی سرعت، فوتبال

تاریخ دریافت: ۰۵ مهر ۱۳۹۹
تاریخ پذیرش: ۲۴ آبان ۱۳۹۹
تاریخ انتشار: ۰۱ بهمن ۱۴۰۱

* **نویسنده مسئول:**
میلاد فرحبخش
نشانی: کرمان، دانشگاه شهید باهنر، دانشکده علوم ورزشی، گروه حرکات اصلاحی و آسیب‌شناسی ورزشی.
تلفن: ۶۴۵۱۷۹ (۲۶) ۹۲+
رایانامه: miladfarah1995@gmail.com

مقدمه

ورزش فوتبال بیشترین جمعیت ورزشی دنیا را به خود اختصاص داده است. مطابق آمارها ۵۰۰ میلیون بازیکن فوتبال در سراسر جهان وجود دارد که ۳۰۰ میلیون نفر از آن‌ها عضو باشگاه‌های فوتبال هستند [۱، ۲]. گزارش‌ها نشان می‌دهد ۳/۲۷۵ میلیارد نفر در سراسر جهان ازطریق تلویزیون و رسانه‌های دیجیتال، جام جهانی ۲۰۱۸ روسیه را تماشا کرده‌اند [۳].

با وجود اینکه، ورزش فوتبال موجب سلامتی و نشاط می‌شود، اما انجام این ورزش در سطح حرفه‌ای همیشه با خطر آسیب‌دیدگی همراه بوده است. مطالعات نشان می‌دهند که میزان بروز آسیب در فوتبال ۱۰۱ آسیب‌دیدگی برحسب ۱۰۰۰ مسابقه گزارش شده است [۴]. ازاین‌میان، آسیب همسترینگ ۳۷ درصد از کل آسیب‌های عضلانی را تشکیل می‌دهد و به‌عنوان شایع‌ترین آسیب عضلانی در فوتبال شناخته می‌شود [۵، ۶].

همچنین گزارش‌ها نشان می‌دهد که احتمال بروز آسیب مجدد استرین همسترینگ ۱۲ تا ۳۳ درصد می‌باشد. این آسیب، پیامدهای سنگینی ازجمله دردسترس نبودن بازیکنان کلیدی و یا وقفه در رشد بازیکنان جوان دارد. به همین علت، نگرانی زیادی برای باشگاه‌ها ایجاد کرده است. تعداد روزهای از دست رفته در این آسیب، بین ۸ تا ۲۵ روز متغیر می‌باشد. البته این امر به‌شدت و محل آسیب‌دیدگی نیز بستگی دارد. همچنین این آسیب با هزینه مالی قابل‌توجهی همراه است، به‌طوری‌که میانگین هزینه مصدومیت بازیکنان اصلی تیم که موجب دوری یک ماهه آن‌ها از میادین می‌شود، ۵۰۰ هزار یورو گزارش شده است. به همین دلیل، همچنان در بین محققان و پزشکان علاقه زیادی به تحقیق در مورد مکانیسم آسیب همسترینگ و توسعه استراتژی‌های پیشگیری از آسیب وجود دارد [۶، ۷].

براساس تحقیقات آسیب استرین همسترینگ بیشتر در دوهای سرعتی رخ می‌دهد [۸]. بروز این آسیب علاوه‌بر دوهای سرعت در پرش‌ها نیز شایع است [۹]. همسترینگ یک عضله دو مفصله است که عمل اکستنشن ران و فلکشن زانو را انجام می‌دهد و در دوهای سرعتی نقش مهمی دارد. آسیب همسترینگ در دوهای سرعت بیشتر در اواخر مرحله نوسان و یا در مرحله تماس اولیه که همسترینگ در آن با طول زیاد کار می‌کند، اتفاق می‌افتد [۱۰]. یافته‌های مطالعات نشان می‌دهد که ۳ عامل ضعف قدرت اکسنتریک همسترینگ، کوتاهی همسترینگ و عدم تناسب قدرت چهاسران و همسترینگ از ریسک فاکتور اصلی این آسیب می‌باشند [۱۱]. مطالعه‌ای دیگر علاوه‌بر ۳ مورد گفته‌شده سابقه آسیب همسترینگ را نیز به‌عنوان ریسک فاکتور اصلی معرفی کرده است و افزایش قدرت اکسنتریک همسترینگ را در پیشگیری از بروز مجدد این آسیب مؤثر می‌داند [۱۲].

در حال حاضر، تمرین نوردیک همسترینگ[1] به‌دلیل افزایش قدرت اکسنتریک در صدر تمرینات پیشگیری از آسیب همسترینگ قرار دارد. این تمرین همچنین یکی از روش‌های تمرینی، ارزیابی قدرت [۱۳] و یک تمرین ساده به‌منظور فعالیت شدید عضلات گروه همسترینگ می‌باشد. تحقیقات نشان داده است که این تمرین یک ابزار مناسب برای کاهش آسیب‌های همسترینگ می‌باشد؛ به‌طوری‌که توانسته تا سطح ۷۰ درصد از بروز این آسیب جلوگیری کند [۵].

راهکارهای مختلفی به‌منظور توسعه و افزایش شدت این تمرین پیشگیری از آسیب ارائه شده است. هدف تمامی راهکارها تأثیر بیشتر این تمرین بر ریسک فاکتورهای آسیب همسترینگ به‌منظور کاهش احتمال بروز آسیب می‌باشد. مطالعات نشان می‌دهد که تغییر در زاویه حرکت در یک تمرین می‌تواند بر اثربخشی تمرین و فعال‌شدن عضلات خاص تأثیر بگذارد. برای مثال مطابق مطالعات، برای دست‌یابی به فعالیت بیشتر عضلات اکستنسور ستون فقرات در تمرین صندلی رومی[2]، وضعیت زانوی خم‌شده، وسیله مفیدی برای افزایش مقاومت می‌باشد [۱۴]. باوجوداین، مطالعات کمی در مورد تغییر پارامترهای تمرین نوردیک همسترینگ با هدف افزایش فعالیت عضلات و یا فعال کردن عضله خاص انجام شده است [۱۰، ۱۴، ۱۵].

تحقیقات نشان می‌دهند که دوهای سرعتی کوتاه یک عامل تعیین‌کننده برای عملکرد خوب بازیکنان در مسابقه است. به همین دلیل میزان فعالیت‌های انفجاری و سرعتی در طی سال‌های اخیر به‌تدریج افزایش یافته است. این مطالب، اهمیت زیاد قابلیت‌های مرتبط با سرعت در عملکرد فوتبال را نشان می‌دهد [۱۶، ۱۷]. عملکرد سرعت می‌تواند در تعیین سطح بازیکنان نیز مؤثر باشد؛ به‌طوری‌که گزارش شده است بازیکنان حرفه‌ای نسبت به بازیکنان غیرحرفه‌ای در مسابقات عملکرد بهتری در دوهای سرعتی دارند. بازیکنان و مربیان فوتبال، سرعت و قابلیت‌های مرتبط با آن را برای افزایش سطح بازی امری مهم و ضروری می‌دانند و بخش خاصی از تمرینات آمادگی جسمانی خود را به این فاکتور اختصاص می‌دهند [۱۷].

تحقیقات گذشته با تغییر در پارامترهای تمرین نوردیک همسترینگ سطح فعالیت الکتریکی عضلات، در حین انجام این تمرین را تغییر داده بودند. هنوز جواب این سؤال مشخص نیست که آیا مکث در یک زاویه مشخص در حین حرکت نوردیک همسترینگ منجر به بهبود قدرت و سرعت در بازیکنان فوتبال می‌شود؟ اثر کدامیک از تمرینات نوردیک همسترینگ و نوردیک همسترینگ اصلاح‌شده در افزایش قدرت و سرعت بیشتر است؟ بنابراین محقق در تحقیق حاضر با اضافه کردن زاویه مکث در گروه تمرین نوردیک همسترینگ اصلاح‌شده، سعی در افزایش فعالیت الکتریکی عضلات و درنتیجه بار تمرین را دارد.

1. Nordic Hamstring Exercise(NHE)
2. Roman chair exercise

مواد و روش‌ها

جامعه آماری تحقیق، فوتبالیست‌های مرد جوان شهر کرمان با دامنه سنی ۱۶ تا ۱۹ سال بودند. ۲۶ نفر از آن‌ها به‌صورت هدفمند و دردسترس انتخاب و به‌صورت تصادفی وارد ۲ گروه ۱۳ نفری تمرین نوردیک همسترینگ و تمرین نوردیک همسترینگ اصلاح‌شده شدند که این مطالعه به‌صورت دوسویه کور انجام شد. بنابراین به‌منظور حذف تأثیرات احتمالی، هم آزمودنی‌ها و هم آزمون‌گیرنده از گروه‌بندی و روند تحقیق اطلاعی نداشتند. برای تعیین میزان حجم نمونه از نرم‌افزار جی‌پاور[3] استفاده شد. در روش آماری سنجش مکرر ترکیبی با سطح معناداری ۵ درصد، اندازه اثر ۵ درصد و توان آماری ۹۵ درصد حجم نمونه مورد تأیید قرار گرفت [۱۸].

شرایط ورود به تحقیق عبارتنداز دارا بودن حداقل ۳ سال سابقه فعالیت در رشته فوتبال، داشتن حداقل ۳ جلسه تمرین در هفته علاوه‌بر مسابقات، اجتناب از فعالیت‌های ورزشی دیگر، داشتن سلامت عمومی مورد تأیید پزشک، عدم وجود ناهنجای در اندام تحتانی و ستون فقرات، عدم وجود سابقه آسیب و جراحی در اندام تحتانی در ۶ ماه گذشته که باعث محدودیت در انجام تست‌گیری و انجام تمرینات می‌شد.

از آزمودنی‌ها خواسته شد که تغذیه نرمالی داشته باشند و در طول دوره تحقیق از هیچ‌گونه مکمل و مواد انرژی‌زایی استفاده نکنند. همچنین از آن‌ها خواسته شد که خواب منظم و مناسبی داشته باشند. این کار به‌منظور حفظ سطح کیفی تمرینات و حذف اثرات منفی احتمالی انجام شد.

باتوجه‌به همه‌گیری ویروس کرونا در زمان انجام تحقیق سعی بر این شد که شرکت‌کنندگان با رعایت تمامی پروتکل‌های بهداشتی و فاصله‌گذاری اجتماعی در این تحقیق حاضر شوند. همچنین پیش از شروع مطالعه، شرکت‌کنندگان در مورد اهداف و شرایط تحقیق آگاه شدند و فرم رضایت را آگاهانه امضا کردند.

روش اندازه‌گیری فعالیت الکتریکی عضلات

در پژوهش حاضر، فعالیت الکتریکی عضلات دوسر رانی[4]، نیم‌وتری[5]، سرینی بزرگ[6] و راست‌کننده ستون فقرات[7] مورد بررسی قرار گرفت. برای ثبت فعالیت الکتریکی عضلات از دستگاه الکترومیوگرافی[8] ۱۶ کاناله Bio electronica مدل Usb2+ ساخت کشور ایتالیا استفاده شد.

در ابتدا به‌منظور افزایش چسبندگی الکترودها موهای نواحی موردنظر تراشیده شد و با استفاده از الکل ۷۰ درصد و پنبه تمیز شد. معیار رسیدن به سطح مطلوب امپدانس پوست[9] (مقاومت کم پوست) تغییر رنگ پوست به رنگ قرمز روشن بود. همچنین برای کاهش نویز، سایر دستگاه‌های برقی از دستگاه اندازه‌گیری دور نگه داشته شدند.

پس از آماده‌سازی پوست الکترودهای سطحی EMG براساس پروتکل اروپایی سنیام[10] بر روی عضلات دوسر رانی (در فاصله ۵۰ درصدی از برجستگی ورکی تا اپی کندیل خارجی استخوان ران)، نیم‌وتری (در فاصله ۵۰ درصدی از برجستگی ورکی تا اپی کندیل داخلی استخوان ران)، سرینی بزرگ (در فاصله ۵۰ درصدی از مهره ساکرال تا تروکانتر بزرگ) و راست‌کننده ستون فقرات (در فاصله‌ی دو انگشتی از مهره اول کمری) قرار گرفت. به‌منظور یافتن محل مهره اول کمری ابتدا از فرد خواسته شد که بر روی شکم دراز بکشد؛ درحالی‌که فرد هیچ نوع انقباضی در عضلات تنه خود ندارد با لمس و تعقیب دنده دوازدهم خار مهره پشتی دوازدهم یافت شد که خار مهره پایین‌تر آن به‌عنوان مهره اول کمری درنظر گرفته شد (تصویر شماره ۱) [۱۹].

پس از اتصال الکترودها و قبل از انجام آزمون اصلی، برای اطمینان از عدم وجود نویز، یک ثبت از فعالیت عضلانی در حالت استراحت انجام شد. این ثبت برای اطمینان از آلوده نبودن سیگنال ثبت‌شده با آرتیفکت[11] و یا نویزهای ناخواسته، تحلیل توسط طیف فرکانسی بر روی آن انجام شد. همچنین صحت خط پایه ثبت‌شده مورد بررسی قرار گرفت. درصورت آلودگی سیگنال به فرکانس برق شهر و یا نویز ناخواسته و بزرگی خط پایه از دامنه قله تا قله ۵-۷ میلی ولت، سیگنال ازنظر محل الکترودگذاری و شرایط ثبت دوباره مورد بررسی قرار گرفت [۲۰]. سپس فعالیت الکتریکی عضلات در حین انجام حرکت نوردیک همسترینگ ثبت شد. مدت زمان ثبت فعالیت الکتریکی عضلات ۷ ثانیه بود؛ ۳ ثانیه میانی جهت تجزیه‌وتحلیل و به‌دست آوردن دامنه[12] فعالیت الکتریکی عضله استفاده شد. این تست ۲ بار تکرار شد و بین تست‌ها ۵ دقیقه استراحت گذاشته شد [۱۴].

سیگنال‌های ثبت‌شده با فرکانس ۱۰۰۰ هرتز، با استفاده از سیستم تعیین پارامتر دامنه مناسب بین فرکانس (۱۰-۵۰۰) هرتز، پایین‌گذر[13] (۵۰۰ هرتز) و بالاگذر[14] (۱۰ هرتز) فیلتر شدند. سیگنال‌های فعال عضلات موردنظر، از طریق ریشه مجذور میانگین[15] پردازش شدند [۱۰].

3. G*Power
4. Biceps Femoris
5. Semitendinosus
6. Gluteus Maximus
7. Erector Spinae
8. Electromyography (EMG)
9. Skin Impedance
10. SENIAM
11. Artifact
12. Amplitude
13. Low pass
14. High pass
15. Root Mean Square (RMS)

تصویر ۱. محل قرارگیری الکترودها
طب توانبخشی

در چنین مواردی که اندازه‌گیری فعالیت الکتریکی بر روی یک شخص و در شرایط و زمان‌های مختلف صورت می‌گیرد، دامنه سیگنال باید نرمال‌سازی شود. معمول‌ترین روش استانداردسازی، حداکثر انقباض ایزومتریک ارادی[16] می‌باشد. براساس این روش و با استفاده از تست‌های مشخص برای هر عضله، حداکثر انقباض ایزومتریک ارادی عضلات به‌صورت جداگانه ثبت شد. سپس از این مقدار برای نرمال‌سازی سایر داده‌های اندازه‌گیری شده استفاده شد [۲۱]. بدین‌صورت که فعالیت هر عضله در حین حرکت نوردیک همسترینگ به‌صورت درصدی از حداکثر انقباض ایزومتریک ارادی آن عضله محاسبه شد [۱۴]. در تحقیق حاضر نیز به‌منظور نرمال‌سازی داده‌ها، عدد حاصله از میزان فعالیت الکتریکی عضله در حین حرکت نوردیک بر مقادیر حداکثر انقباض ایزومتریک ارادی همان عضله تقسیم و مورد تجزیه‌وتحلیل قرار گرفت.

روش اندازه‌گیری عملکرد دوی سرعت

برای اندازه‌گیری عملکرد سرعت از تست دوی سرعت ۲۰ متر استفاده شد. به‌منظور ثبت زمان از کرنومتر Exponi مدل EP3262-GD ساخت کشور چین با خطای اندازه‌گیری ۱ درصد استفاده شد. در اجرای این آزمون، از ۲ آزمون‌گیرنده استفاده شد. یکی از آزمون‌گیرنده‌ها موازی با خط استارت قرار گرفته و خطاها را در زمان استارت گزارش می‌کرد و آزمون‌گیرنده دیگر موازی با خط پایان قرار گرفته و زمان تست را ثبت می‌کرد. برای اجرای آزمون از آزمودنی‌ها خواسته می‌شد که در وضعیت استارت ایستاده پشت خط قرار گیرند. سپس با صدای سوت با حداکثر سرعت به سمت خط پایان بدوند، سپس با عبور اولین قسمت از بدن آزمونی از خط پایان، آزمون‌گیرنده کرنومتر را متوقف و زمان را ثبت می‌کرد. این تست ۲ بار تکرار شد و بهترین زمان به‌عنوان رکورد محاسبه شد [۱۶].

16. Maximal Voluntary Isometric Contraction (MVIC)

پروتکل تمرین

تمرین نوردیک همسترینگ با انقباض اکسنتریک همسترینگ و درحالی‌که مچ پای فرد توسط دستگاه یا یار کمکی ثابت شده، انجام شد که در آن فرد از مفصل زانو بالاتنه خود را به‌صورت آهسته به طرف پایین و وضعیت دمر (خوابیده روی شکم و سینه) می‌برد و سپس به حالت اولیه بازمی‌گشت (تصویر شماره ۲) [۲۲].

هر ۲ گروه تمرین نوردیک همسترینگ و نوردیک همسترینگ اصلاح‌شده از پروتکل اصلاح‌شده میولسنس و همکاران به‌عنوان پروتکل تمرینی واحد استفاده کردند (جدول شماره ۱) [۲۳].

گروه تمرین نوردیک همسترینگ در طی حرکت سعی می‌کردند که مرحله افت را حداقل به‌مدت ۵ ثانیه انجام دهند (تصویر شماره ۳ -الف). و گروه تمرین نوردیک همسترینگ اصلاح‌شده سعی می‌کردند طی حرکت در زاویه ۱۵ درجه ۵ ثانیه مکث کنند و سپس به افت خود ادامه دهند (تصویر شماره ۳ -ب). در هر ۲ گروه بین هر افت ۱۰ ثانیه استراحت (برای بازگشت به موقعیت شروع حرکت) و بین هر ست ۲ دقیقه استراحت وجود داشت.

تجزیه‌وتحلیل آماری

برای تجزیه‌وتحلیل اطلاعات جمع‌آوری‌شده از نسخه ۲۲ نرم‌افزار SPSS استفاده شد. از آمار توصیفی به‌منظور تعیین شاخص‌های گرایش مرکزی و پراکندگی استفاده شد. به‌منظور بررسی طبیعی‌بودن توزیع داده‌ها، بررسی استقلال داده‌ها یا تصادفی بودن داده‌ها، بررسی همگنی واریانس‌ها و بررسی همگنی کوواریانس‌ها به‌ترتیب از آزمون شاپیروویلک[17]، آزمون علامت[18]، آزمون لون[19] و آزمون باکس تست[20] استفاده شد. جهت بررسی تفاوت بین پیش‌آزمون و پس‌آزمون یا تفاوت درون‌گروهی و همچنین بررسی اثر تعاملی زمان بر گروه (آزمون تحلیل واریانس ترکیبی با اندازه‌گیری مکرر[21]) استفاده شد. همچنین از نسخه ۲۰۱۶ نرم‌افزار اکسل برای رسم نمودارها استفاده شد. خطای آماری نوع اول ۵ درصد درنظر گرفته شد.

یافته‌ها

میانگین و انحراف‌معیار مشخصات جمعیت‌شناختی آزمودنی‌ها در جدول شماره ۲ ارائه شده است.

نتایج آزمون تحلیل واریانس ترکیبی با اندازه‌گیری مکرر با تصحیح ویلکز لامبدا[22] در ارتباط با فعالیت الکتریکی عضلات دوسر رانی (P=۰/۰۲۱)، نیم‌وتری (P=۰/۰۴۶) و راست‌کننده ستون

17. Shapiro-Wilk Test
18. Runs Test
19. Levene's Test
20. Box's Test
21. Mixed Between-Within Subjects Analysis of Variance
22. Wilks' lambda

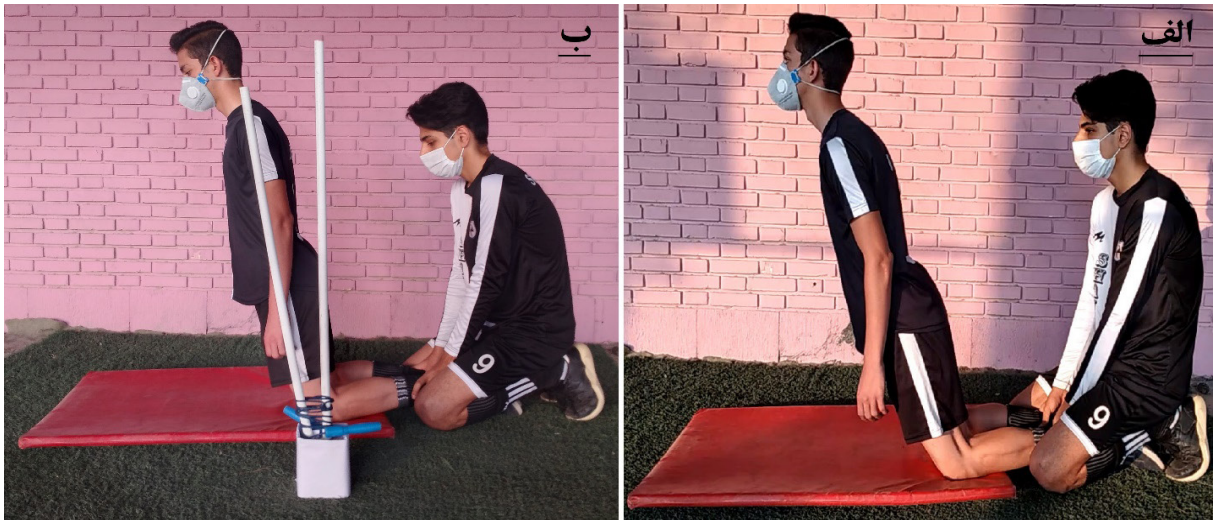
تصویر ۲. طریقه انجام تمرین نوردیک همسترینگ

طب توانبخشی

فقرات (P=۰/۰۳۹) نشان داد که در اثر تعاملی زمان تفاوت بین ۲ گروه معنادار می‌باشد، اما در فعالیت الکتریکی عضله سرینی بزرگ (P=۰/۴۲۴) و عملکرد دوی سرعت (P=۰/۵۷۶) تفاوت معناداری یافت نشد. همچنین نتایج این آزمون نشان داد بین پیش‌آزمون و پس‌آزمون در فعالیت دو سر رانی (P=۰/۰۰۱)، نیموتری (P=۰/۰۰۱)، سرینی بزرگ (P=۰/۰۱۶)، راست‌کننده ستون فقرات (P=۰/۰۰۱) تفاوت معناداری وجود دارد، اما در عملکرد دوی سرعت (P=۰/۹۷۶) تفاوت معناداری وجود ندارد (جدول شماره ۳).

علائم

تجزیه‌وتحلیل یافته‌های تکمیلی پژوهش در بررسی اثر تمرین نوردیک همسترینگ و نوردیک همسترینگ اصلاح‌شده بر فعالیت الکتریکی عضلات همسترینگ، ران و تنه و عملکرد دوی سرعت نشان می‌دهد در پس‌آزمون فعالیت دو سر رانی در هر ۲ گروه تمرین نوردیک همسترینگ (P=۰/۰۰۱) و نوردیک همسترینگ اصلاح‌شده (P=۰/۰۰۱) و پس‌آزمون فعالیت نیموتری نیز در هر ۲ گروه تمرین نوردیک همسترینگ (P=۰/۰۲۴) و نوردیک همسترینگ اصلاح‌شده (P=۰/۰۰۱) افزایش معناداری وجود دارد. همچنین در پس‌آزمون فعالیت سرینی بزرگ (P=۰/۰۲۲) و فعالیت راست‌کننده ستون فقرات (P=۰/۰۰۱) در گروه تمرین نوردیک همسترینگ اصلاح‌شده افزایش معناداری وجود دارد، اما در گروه تمرین نوردیک همسترینگ بین پیش‌آزمون و پس‌آزمون فعالیت سرینی بزرگ (P=۰/۲۶۸) و فعالیت راست‌کننده ستون فقرات (P=۰/۳۴۹) تفاوت معناداری وجود نداشت. همچنین بین پیش‌آزمون و پس‌آزمون عملکرد دوی سرعت در هر ۲ گروه تمرین نوردیک همسترینگ (P=۰/۷۳۳) و تمرین نوردیک همسترینگ اصلاح‌شده (P=۰/۶۴۹) تفاوت معناداری وجود نداشت (جدول شماره ۴) (تصاویر شماره ۴ و ۵).



تصویر ۳. الف) تمرین نوردیک همسترینگ
ب) تمرین نوردیک همسترینگ اصلاح‌شده

طب توانبخشی

جدول ۱. پروتکل تمرین نوردیک همسترینگ

هفته	تعداد جلسه در هفته	تعداد ست	تعداد تکرار	تعداد کل تکرارها در هفته
۱	۱	۲	۵	۱۰
۲	۲	۲	۶	۲۴
۳	۳	۳	۶	۵۴
۴	۳	۳	۸	۷۲
۵	۳	۳	ست اول×۱۲، ست دوم×۱۰، ست سوم×۸	۹۰
۶	۳	۳	ست اول×۱۲، ست دوم×۱۰، ست سوم×۸	۹۰

طب توانبخشی

جدول ۲. پروتکل تمرین نوردیک همسترینگ اصلاح‌شده

هفته	تعداد جلسه در هفته	تعداد ست	تعداد تکرار	تعداد کل تکرارها در هفته
۱	۱	۲	۵	۱۰
۲	۲	۲	۶	۲۴
۳	۳	۳	۶	۵۴
۴	۳	۳	۸	۷۲
۵	۳	۳	ست اول×۱۲، ست دوم×۱۰، ست سوم×۸	۹۰
۶	۳	۳	ست اول×۱۲، ست دوم×۱۰، ست سوم×۸	۹۰

طب توانبخشی

بحث

یکی از شایع‌ترین آسیب‌های فوتبال استرین همسترینگ می‌باشد که بیشتر در طی دوهای سرعتی رخ می‌دهد [۸]. محققان تحقیقات فراوانی را به‌منظور طراحی تمرین پیشگیری از بروز این آسیب انجام دادند. درنتیجه، براساس تأثیر تمرین بر عوامل خطرساز درونی، تمریناتی را ارائه کردند [۱۱، ۱۲]. در حال حاضر، تمرین نوردیک همسترینگ در صدر تمرینات پیشگیری از آسیب همسترینگ قرار دارد. تحقیقات نشان می‌دهد تمرین نوردیک همسترینگ به پیشگیری از آسیب استرین همسترینگ کمک شایانی می‌کند [۹، ۱۳]. تحقیقات نشان می‌دهد زاویه تمرین نوردیک همسترینگ بر میزان فعالیت عضلات و میزان دشواری آن اثر می‌گذارد [۱۰، ۱۴]. ازآنجاکه در حین افت در تمرین نوردیک فرد اجازه خم‌کردن تنه و ران را ندارد، حرکت اندک به سمت جلو گشتاور بالایی در زانو و حتی ران و تنه ایجاد می‌کند. بنابراین مکث در هر زاویه‌ای در طی حرکت به‌عنوان افزایش بار تمرین تلقی می‌شود؛ به هر میزان که زاویه از سطح عمود بیشتر می‌شود، بار تمرین و فعالیت الکتریکی عضلات نیز افزایش می‌یابد [۱۴].

جدول ۳. میانگین و انحراف‌معیار مشخصات جمعیت‌شناختی آزمودنی‌ها (n=۱۳)

متغیر	میانگین±انحراف‌معیار		P
	نوردیک همسترینگ	نوردیک همسترینگ اصلاح‌شده	
سن (سال)	۱۶/۳۱±۰/۵۱	۱۶/۴۱±۰/۵۴	۰/۶۳۸
قد (سانتی‌متر)	۱۷۳/۰۸±۵/۱۵	۱۷۳±۶/۸۴	۰/۹۷۴
وزن (کیلوگرم)	۵۹/۸۵±۵/۷۱	۶۴/۲۰±۸/۷۶	۰/۱۴۷
شاخص توده بدن (کیلوگرم بر مترمربع)	۱۹/۹۷±۱/۶۰	۲۱/۴۱±۲/۲۶	۰/۰۷۴

طب توانبخشی

جدول ۴. اطلاعات مربوط به یافته‌های آزمون تحلیل واریانس ترکیبی با اندازه‌گیری مکرر

متغیر		نوبت آزمون	میانگین±انحراف‌معیار تمرین		تغییرات درون‌گروهی	اندازه اثر	تغییرات بین‌گروهی	اثر تعاملی
			نوردیک همسترینگ	نوردیک همسترینگ اصلاح‌شده				
فعالیت الکتریکی عضله	دوسر رانی	پیش‌آزمون	۷۰/۳۱±۵/۳۰	۷۱±۶/۷۰	۰/۰۰۱*	۰/۷۴۶	۰/۷۷۳	۰/۰۲۱*
		پس‌آزمون	۷۹/۳۱±۵	۸۷/۵۴±۳/۲۰			۰/۰۰۱*	
	نیم‌وتری	پیش‌آزمون	۶۵/۲۳±۵/۲۸	۶۴/۴۶±۵/۴۹	۰/۰۰۱*	۰/۵۲۲	۰/۷۱۹	۰/۰۴۶*
		پس‌آزمون	۷۲/۳۸±۸/۲۷	۸۱/۶۲±۱۰/۳۰			۰/۰۱۹*	
	سرینی بزرگ	پیش‌آزمون	۴۱/۰۸±۷/۵۴	۴۱/۱۵±۷/۷۰	۰/۰۱۶*	۰/۲۱۸	۰/۹۸۰	۰/۴۲۴
		پس‌آزمون	۴۴/۸۵±۷/۵۶	۴۸/۳۸±۱۰/۰۳			۰/۳۲۰	
	راست‌کننده ستوان فقرات	پیش‌آزمون	۵۱/۰۸±۱۰/۳۲	۵۲/۲۳±۹/۷۷	۰/۰۰۱*	۰/۳۵۲	۰/۷۷۲	۰/۰۳۹*
		پس‌آزمون	۵۳/۳۸±۱۱/۳۴	۶۱/۶۲±۸/۴۵			۰/۰۴۷*	
عملکرد دوی سرعت	۲۰ متر	پیش‌آزمون	۳/۱۸±۰/۲۱	۳/۰۵±۰/۲۵	۰/۹۷۶	۰/۰۰۱	۰/۱۷۵	۰/۵۷۶
		پس‌آزمون	۳/۱۹±۰/۱۸	۳/۰۴±۰/۲۳			۰/۰۶۷	

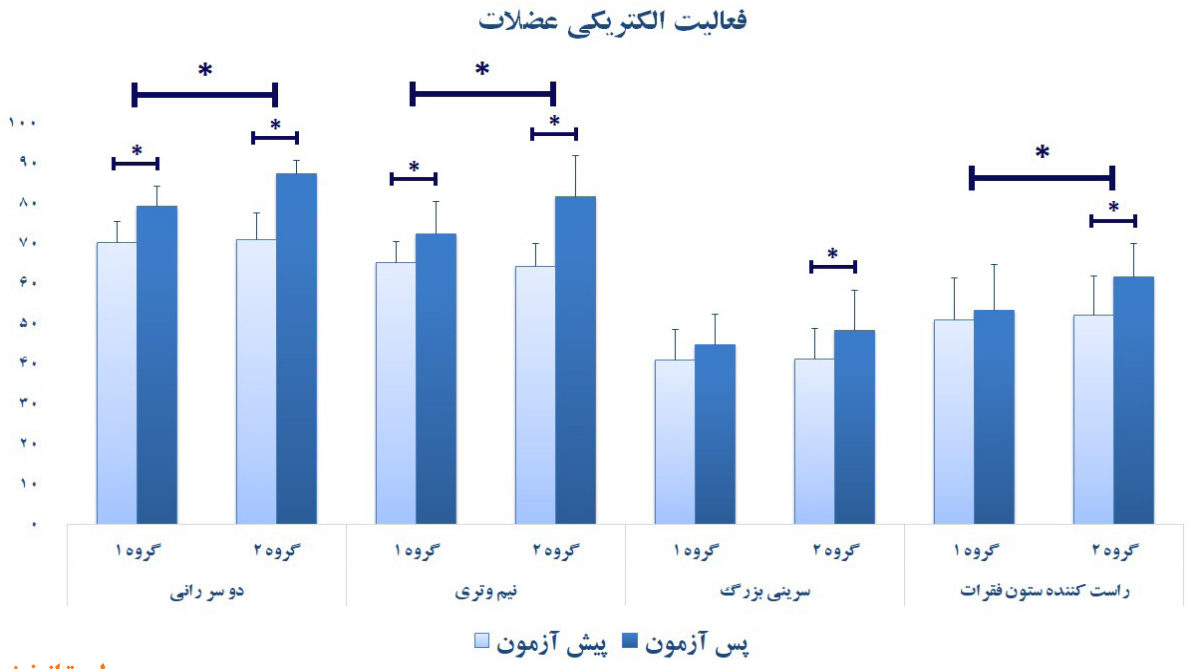
*سطح معناداری P<۰/۰۵

طب توانبخشی

هدف از این مطالعه، بررسی اثر ۶ هفته تمرین نوردیک همسترینگ و نوردیک همسترینگ اصلاح‌شده بر فعالیت الکتریکی عضلات همسترینگ، ران و تنه و عملکرد دوی سرعت در فوتبالیست‌های مرد بود. نتایج مطالعه حاضر نشان داد هر ۲ شیوه تمرین موجب افزایش معنادار فعالیت الکتریکی عضله دوسررانی می‌شود که در پیشگیری از بروز آسیب این عضله مؤثر می‌باشد. این امر به‌مراتب در مطالعات گذشته مورد بررسی قرار گرفته است و نتایج نشان داده‌اند که انجام تمرین نوردیک همسترینگ موجب افزایش فعالیت الکتریکی عضله دوسر رانی می‌شود [۱۵]. بنابراین افزایش فعالیت این عضله در هر ۲ شیوه تمرین منطقی به‌نظر می‌رسد، اما تفاوت بین‌گروهی نشان داد تمرین نوردیک همسترینگ اصلاح‌شده نسبت به تمرین نوردیک همسترینگ معمول دارای اثربخشی بیشتری می‌باشد. به‌نظر می‌رسد تغییر در پارامترهای این تمرین موجب افزایش بار تمرین و درنتیجه موجب افزایش سطح فعالیت عضله دوسر رانی شده باشد. شرکت‌کنندگان در گروه تمرین نوردیک همسترینگ اصلاح‌شده قادر به کنترل شتاب خود در حین عمل افت بودند و سعی در انجام تمرین به‌صورت آهسته و سرعت یکنواخت داشتند، اما شرکت‌کنندگان در گروه تمرین نوردیک همسترینگ توانایی کمتری در کنترل شتاب خود در حین عمل افت داشتند. به‌نظر می‌رسد تمرین نوردیک همسترینگ اصلاح موجب شده بود که افراد توانایی بیشتری در به‌کارگیری عضلات و کنترل سرعت داشته باشند. باتوجه‌به این تفاسیر، می‌توان گفت که رسیدن به سطح فعالیت عضلانی بیشتر در گروه تمرین نوردیک همسترینگ اصلاح‌شده قابل پیش‌بینی بود. این نتایج با مطالعات دلاهانت و همکاران [۲۳]، هایگارتس و همکاران [۶]، نارویی و همکاران [۱۵] و پولارد و همکاران [۲۴] مطابقت دارد.

دلاهانت و همکاران در مطالعه‌ای به بررسی اثر ۶ هفته تمرین نوردیک همسترینگ بر فعالیت الکتریکی عضلات دوسر رانی، نیم‌وتری، راست‌رانی و پهن خارجی پرداختند و نتایج نشان داد که تمرین نوردیک باعث افزایش معنادار فعالیت الکتریکی عضلات دوسر رانی در گروه تمرین نوردیک شده بود؛ درحالی‌که در گروه کنترل تغییرات معناداری مشاهده نشده بود [۲۳]. هگی و همکاران فعالیت عضله دوسر رانی را در حین تمرین دوسر رانی پای برتر، ۴۰ تا ۸۵ درصد حداکثر انقباض ارادی گزارش کرده‌اند [۱۰]. نتایج مطالعات دلاهانت و همکاران نشان داد ۶ هفته تمرین نوردیک همسترینگ درصد فعالیت عضله دوسررانی را از ۵۴ درصد به ۹۲ درصد حداکثر انقباض ارادی افزایش می‌دهد [۲۳]. تحقیقات نشان می‌دهد افزایش فعالیت الکتریکی عضلات همسترینگ می‌تواند در پیشگیری از بروز این آسیب مؤثر باشد.

هایگارتس و همکاران در تحقیقی مکانیسم آسیب همسترینگ و اثر متقابل خستگی، فعالیت الکتریکی و عمکرد را مورد بررسی قرار دادند و نتایج نشان داد خستگی، اثر کاهشی بر عملکرد و



طب توانبخشی

تصویر ۴. درصد فعالیت عضلات در حین حرکت نوردیک همسترینگ از حداکثر انقباض ارادی در پیش‌آزمون و پس‌آزمون گروه تمرین نوردیک همسترینگ (گروه ۱) و گروه تمرین نوردیک همسترینگ اصلاح‌شده (گروه ۲)

فعالیت الکتریکی دارد [۶]. نارویی و همکاران گزارش کرده‌اندکه تمرین نوردیک همسترینگ به‌طور مؤثری قدرت اکسنتریک عضله همسترینگ را بیشتر از تمرینات سنتی افزایش می‌دهد [۱۵]. نتایج مطالعات پولارد و همکاران نیز نشان می‌دهد این تمرین موجب افزایش قابل‌توجه قدرت اکسنتریک عضلات فلکسور زانو و طول عضله دوسررانی می‌شود [۲۴]. نتایج تحقیقات سول[۲۳] و همکاران نشان داد ضعف قدرت و کاهش فعالیت الکتریکی عضلات احتمال بروز آسیب استرین همسترینگ را افزایش می‌دهد [۲۵]. مطالعاتی نیز نشان می‌دهد بین قدرت عضلانی و میزان فعالیت الکترومیوگرافی عضلات رابطه مستقیمی وجود دارد [۲۶، ۲۷].

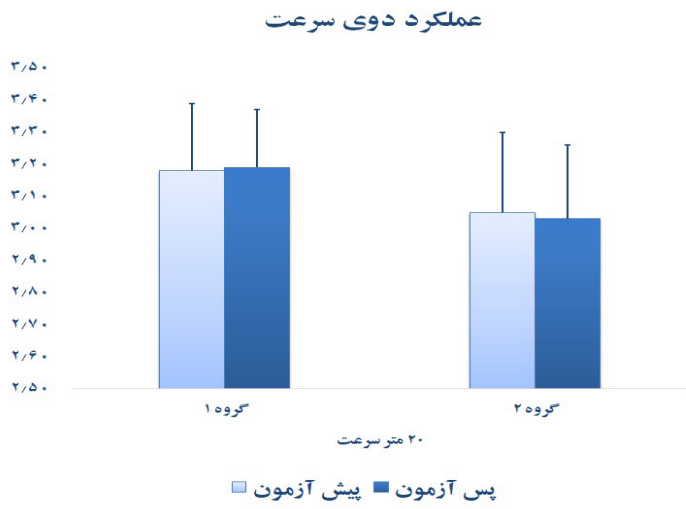
این مطالعه همچنین نشان داد هر ۲ شیوه تمرین باعث افزایش معنادار فعالیت الکتریکی عضله نیم‌وتری شده بود. افزایش فعالیت الکتریکی عضله نیم‌وتری، درنتیجه انجام هر ۲ شیوه تمرینی منطقی دیده شد، زیرا این امر به مراتب در مطالعات مورد بررسی قرار گرفته و این نتیجه گزارش شده است [۱۵]، اما تفاوت بین‌گروهی نشان می‌دهد که تغییر در پارامترهای تمرین نوردیک همسترینگ موجب افزایش بار تمرین و درنتیجه افزایش فعالیت الکتریکی عضله نیم وتری می‌شود. این تفاوت همانند عضله دوسر رانی، به‌دلیل افزایش دشواری تمرین با تغییر در پارامترهای تمرین می‌باشد. به نظر می‌رسد سازگای‌های ایجادشده در گروه تمرین نوردیک همسترینگ اصلاح‌شده موجب افزایش توانایی افراد در به‌کارگیری عضله نیم‌وتری و کنترل سرعت شده است. این نتایج تاحدودی با مطالعات دلاهانت و همکاران و نارویی و همکاران [۲۳] مطابقت دارد.

دلاهانت و همکاران در مطالعه‌ای به بررسی تأثیر تمرین نوردیک همسترینگ بر فعالیت الکتریکی عضله نیم‌وتری پرداخته بودند؛ نتایج نشان داد تمرین نوردیک باعث افزایش معنادار فعالیت الکتریکی عضله نیم‌وتری می‌شود [۲۳]. تحقیقات نشان می‌دهد افزایش فعالیت الکتریکی عضلات همسترینگ می‌تواند در پیشگیری از بروز این آسیب مؤثر باشد [۶]. نارویی و همکاران گزارش کرده‌اند که تمرین نوردیک همسترینگ به‌طور مؤثری قدرت اکسنتریک عضله نیم‌وتری را بیشتر از تمرینات سنتی افزایش می‌دهد [۱۵]. درصد فعالیت الکتریکی عضله نیم‌وتری در تحقیق حاضر با مطالعات گذشته هم‌خوانی دارد. مطالعه‌ای نشان می‌دهد ۶ هفته تمرین نوردیک همسترینگ درصد فعالیت عضله نیم‌وتری را از ۵۷ درصد به ۸۳ درصد حداکثر انقباض ارادی افزایش می‌دهد [۲۳].

نتایج مطالعه حاضر نشان داد تمرین نوردیک همسترینگ اصلاح‌شده موجب افزایش معنادار فعالیت الکتریکی عضله سرینی بزرگ شده بود، اما در گروه تمرین نوردیک همسترینگ معمول تفاوت معناداری بین پیش‌آزمون و پس‌آزمون این عضله وجود نداشت.

همچنین نتایج نشان داد بین ۲ گروه در فعالیت الکتریکی عضله سرینی بزرگ تفاوت معناداری وجود ندارد. ازآنجایی‌که عضله سرینی بزرگ در حرکت نوردیک همسترینگ نقش ثبات‌دهنده

23. Sole



طب توانبخشی

تصویر ۵. رکورد دوی سرعت ۲۰ متر در پیش‌آزمون و پس‌آزمون، گروه تمرین نوردیک همسترینگ (گروه ۱) و گروه تمرین نوردیک همسترینگ اصلاح‌شده (گروه ۲)

مفصل ران را دارد، افزایش اندک یا عدم ایجاد تغییر در میزان فعالیت این عضله قابل پیش‌بینی است، اما برخلاف تمرین نوردیک همسترینگ که افت با یک شتاب ثابت اتفاق می‌افتاد و عضله سرینی بزرگ فقط زاویه مفصل ران را در طی افت حفظ می‌کرد، در تمرین نوردیک همسترینگ اصلاح‌شده این عضله می‌بایست مدتی در برابر گشتاور ایجادشده در مفصل ران مقاومت کند. به‌نظر می‌رسد افزایش معنادار فعالیت الکتریکی عضله سرینی بزرگ در گروه تمرین نوردیک همسترینگ اصلاح‌شده می‌تواند به این دلیل باشد. باتوجه‌به این تفاسیر می‌توان تمرین نوردیک همسترینگ اصلاح‌شده را در تقویت عضلات اکستنسور ران نیز مؤثر دانست. میزان فعالیت عضله سرینی بزرگ توسط پارک و همکاران و سایر محققین گزارش شده است که آن نتایج با داده‌های تحقیق حاضر، هم‌خوانی دارد.

گزارش شده است که در طی تمرین نوردیک همسترینگ عضلات بین ۴۰ تا ۸۰ درصد از حداکثر انقباض ارادی خود فعالیت انجام می‌دهند به‌جز عضله سرینی بزرگ که ۲۰ تا ۴۰ درصد از حداکثر انقباض ارادی خود فعالیت انجام می‌دهد [۲۸،۱۰]. پارک و همکاران فعالیت عضله سرینی بزرگ در حرکت صندلی رومی را ۳۰ درصد از حداکثر انقباض ارادی گزارش کرده‌اند [۲۹].

نتایج مطالعه حاضر نشان داد تمرین نوردیک همسترینگ اصلاح‌شده موجب افزایش معنادار فعالیت الکتریکی راست‌کننده ستون فقرات شده بود، اما در گروه تمرین نوردیک همسترینگ معمول تفاوت معناداری بین پیش‌آزمون و پس‌آزمون این عضله وجود نداشت. همچنین نتایج نشان داد بین ۲ گروه در فعالیت الکتریکی عضله راست‌کننده ستون فقرات تفاوت معناداری وجود دارد. ازآنجایی‌که در تمرین نوردیک همسترینگ، افت با یک شتاب ثابت اتفاق می‌افتد و عضلات راست‌کننده ستون فقرات فقط وظیفه حفظ راستای تنه و جلوگیری از عمل فلکشن تنه را دارند، اما در تمرین نوردیک همسترینگ اصلاح‌شده این عضلات می‌بایست مدتی در برابر گشتاور ایجادشده در تنه مقاومت کنند. سطح فعالیت بیشتر عضلات راست‌کننده ستون فقرات در گروه تمرین نوردیک همسترینگ اصلاح‌شده منطقی به ظر می‌رسد. زاپروسکی و همکاران در طی یک مطالعه، میزان فعالیت الکتریکی عضله راست‌کننده ستون فقرات را حین تمرین پل، ۳۰ تا ۴۰ درصد حداکثر انقباض ارادی گزارش کرده است که تا حدودی با مطالعه حاضر مطابقت دارد [۳۰].

سرعت در فوتبال یکی از فاکتورهای مهم آمادگی جسمانی مرتبط با اجرا می‌باشد. تحقیقات نشان داده‌اند که بازیکنان حرفه‌ای نسبت به بازیکنان آماتور دارای عملکرد بهتری در دوهای سرعت می‌باشند [۳۱]. تصور می‌شود تمرین نوردیک همسترینگ با افزایش قدرت همسترینگ باعث عملکرد دوی سرعت می‌شود [۹]، اما نتایج مطالعه حاضر نشان داد تفاوت معناداری در پیش‌آزمون و پس‌آزمون هر ۲ گروه تمرین نوردیک همسترینگ و نوردیک همسترینگ اصلاح‌شده در عملکرد دوی سرعت وجود ندارد. این نتایج با مطالعات مندیگوچیا و همکاران [۳۲] و فریمن و همکاران [۱۳] مطابقت دارد.

نتایج تحقیقات مندیگوچیا و همکاران نشان داد تمرین نوردیک همسترینگ می‌تواند قدرت همسترینگ بهبود بخشد و در جلوگیری از استرین همسترینگ کمک کند اما فقط موجب حفظ عملکرد دوهای سرعتی شود [۳۲]. مندیگوچیا و همکاران به مقایسه اثر تمرین سرعتی و تمرین اکسنتریک همسترینگ بر ساختار عضله و عملکرد در فوتبالیست‌ها پرداختند و نتایج نشان داد فقط تمرین سرعت، در هر ۲ متغیر سرعت و ساختار عضله، تغییرات معناداری ایجاد کرده بود [۳۳]. فریمن و همکاران به

بررسی تأثیر تمرین سرعتی و تمرین نوردیک همسترینگ بر قدرت اکسنتریک عضله همسترینگ و عملکرد سرعت پرداختند؛ نتایج تحقیقات آن‌ها نشان داد در هر ۲ گروه تمرینات سرعتی و نوردیک همسترینگ در قدرت اکسنتریک همسترینگ تغییرات معناداری ایجاد کرده است، اما گروه تمرین نوردیک همسترینگ در عملکرد سرعت افزایش ناچیزی داشتند؛ درحالی‌که گروه تمرین سرعتی در حداکثر سرعت تغییر متوسطی نشان دادند [۱۳].

نتیجه‌گیری

باتوجه‌به یافته‌های پژوهش حاضر می‌توان نتیجه‌گیری کرد که هر ۲ شیوه تمرین نوردیک همسترینگ می‌تواند موجب افزایش فعالیت الکتریکی عضلات همسترینگ شود. بااین‌حال، تفاوت بین ۲ گروه نشان می‌دهد که تمرین نوردیک همسترینگ اصلاح‌شده باتوجه‌به افزایش بار تمرین به‌وسیله تغییر در پارامترهای تمرین نوردیک همسترینگ، در پیشگیری از آسیب اثربخش‌تر می‌باشد. همچنین موجب تقویت عضلات ران و تنه می‌شود؛ بنابراین مربیان و بازیکنان می‌توانند این تمرین را به‌منظور اثربخشی بیشتر جایگزین روش معمول کنند.

ملاحظات اخلاقی

پیروی از اصول اخلاق پژوهش

در اجرای این پژوهش، ملاحظات اخلاقی مطابق با دستورالعمل کمیته اخلاق دانشگاه شهید باهنر کرمان، درنظر گرفته شده است، و کد اخلاق به شماره IR.UK.VETMED.REC.1399.012 دریافت شده است.

حامی مالی

این مقاله برگرفته از پایان‌نامه ارشد آقای میلاد فرحبخش با راهنمایی آقای دکتر عبدالحمید دانشجو و مشاوره آقای دکتر منصور صاحب‌الزمانی گروه آسیب‌شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی دانشکده تربیت‌بدنی، دانشگاه شهید باهنر کرمان می‌باشد. جهت اجرا این مقاله هیچ‌گونه کمک مالی از سازمان تأمین‌کننده مالی در بخش‌های عمومی و دولتی، تجاری، غیرانتفاعی دانشگاه یا مرکز تحقیقات دریافت نشده است.

مشارکت نویسندگان

اجرای تحقیق، نگارش پیش‌نویس اصلی و تأمین مالی: میلاد فرحبخش؛ نگارش و ویرایش عبدالحمید دانشجو، منصور صاحب‌الزمانی و روح‌الله نیکویی؛ مفهوم‌سازی، روش‌شناسی و نظارت: تمامی نویسندگان.

تعارض منافع

بنابر اظهار نویسندگان، این مقاله تعارض منافع ندارد.

تشکر و قدردانی

از تمامی آزمودنی‌های شرکت‌کننده در این پژوهش و مدیریت و مربیان باشگاه فرهنگی ورزشی شاهین کرمان برای همکاری، قدردانی می‌شود.

References

[1] Milanović Z, Pantelić S, Čović N, Sporiš G, Krustrup P. Is recreational soccer effective for improving VO2 max? A systematic review and meta-analysis. Sports Medicine. 2015; 45(9):1339-53. [DOI:10.1007/s40279-015-0361-4] [PMID] [PMCID]

[2] Zarei M, Abbasi H, Daneshjoo A, Barghi TS, Rommers N, Faude O, et al. Long-term effects of the 11+ warm-up injury prevention programme on physical performance in adolescent male football players: A cluster-randomised controlled trial. Journal of Sports Sciences. 2018; 36(21):2447- 54. [DOI:10.1080/02640414.2018.1462001] [PMID]

[3] Ojomo OW, Olomojobi OT. Viewing the game textually: Online consumption of live text commentary as alternate spectatorship among nigerian football fans. Communication & Sport. 2019; 9(3):496-521.[DOI:10.1177/2167479519872721]

[4] Klein C, Luig P, Henke T, Platen P. Injury burden differs considerably between single teams from German professional male football (soccer): Surveillance of three consecutive seasons. Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy. 2019; 28(5):1656–64. [DOI:10.1007/s00167-019-05623-y]

[5] Chebbi S, Chamari K, Van Dyk N, Gabbett T, Tabben M. Hamstring injury prevention for elite soccer players: A real-world prevention program showing the effect of players' compliance on the outcome. The Journal of Strength & Conditioning Research. 2022; 36(5):1383–8. [DOI:10.1519/JSC.0000000000003505] [PMID]

[6] Huygaerts Sh, Cos F, Cohen DD, Calleja-González J, Guitart M, Blazevich AJ, et al. Mechanisms of hamstring strain injury: Interactions between fatigue, muscle activation and function. Sports (Basel, Switzerland). 2020; 8(5):65. [DOI:10.3390/sports8050065] [PMID] [PMCID]

[7] Heiderscheit BC, Sherry MA, Silder A, Chumanov ES, Thelen DG. Hamstring strain injuries: Recommendations for diagnosis, rehabilitation, and injury prevention. Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy. 2010; 40(2):67-81. [DOI:10.2519/jospt.2010.3047] [PMID] [PMCID]

[8] Scott M, Dobbin N, Peter G. Predictors of time to return to play and reinjury following hamstring strain injuries with and without tendon involvement in professional football. Paper presented at: IOC Word Conference on Prevention of Injury and Illness in Sport. 12 March 2020 - 14 March 2020; Monaco. [Link]

[9] Krommes K, Petersen J, Nielsen MB, Aagaard P, Hölmich P, Thorborg K. Sprint and jump performance in elite male soccer players following a 10-week Nordic Hamstring exercise Protocol: A randomised pilot study. BMC Research Notes. 2017; 10(1):669. [DOI:10.1186/s13104-017-2986-x] [PMID] [PMCID]

[10] Hegyi A, Lahti J, Giacomo JP, Gerus P, Cronin NJ, Morin JB. Impact of hip flexion angle on unilateral and bilateral Nordic hamstring exercise torque and high-density electromyography activity. Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy. 2019; 49(8):584-92. [DOI:10.2519/jospt.2019.8801] [PMID]

[11] Ribeiro-Alvares JB, Marques VB, Vaz MA, Baroni BM. Four weeks of Nordic hamstring exercise reduce muscle injury risk factors in young adults. The Journal of Strength & Conditioning Research. 2018; 32(5):1254-62. [DOI:10.1519/JSC.0000000000001975] [PMID]

[12] Lee JW, Mok KM, Chan HC, Yung PS, Chan KM. Eccentric hamstring strength deficit and poor hamstring-to-quadriceps ratio are risk factors for hamstring strain injury in football: A prospective study of 146 professional players. Journal of Science and Medicine in Sport. 2018; 21(8):789-93. [DOI:10.1016/j.jsams.2017.11.017] [PMID]

[13] Freeman BW, Young WB, Talpey SW, Smyth AM, Pane CL, Carlon TA. The effects of sprint training and the nordic hamstring exercise on eccentric hamstring strength and sprint performance in adolescent athletes. The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness. 2019; 59(7):1119-25. [DOI:10.23736/S0022-4707.18.08703-0] [PMID]

[14] Park SY, Kim SH, Park DJ. Effect of slope angle on muscle activity during variations of the Nordic exercise. Journal of Exercise Rehabilitation. 2019; 15(6):832-8. [DOI:10.12965/jer.1938670.335] [PMID] [PMCID]

[15] Narouei S, Imai A, Akuzawa H, Hasebe K, Kaneoka K. Hip and trunk muscles activity during nordic hamstring exercise. Journal of Exercise Rehabilitation. 2018; 14(2):231-8. [DOI:10.12965//jer.1835200.600] [PMID] [PMCID]

[16] Nikolaidis P, Ruano M, de Oliveira N, Portes L, Freiwald J, Leprêtre P, et al. Who runs the fastest? Anthropometric and physiological correlates of 20 m sprint performance in male soccer players. Research in Sports Medicine. 2016; 24(4):341-51. [DOI:10.1080/15438627.2016.1222281]

[17] Fílter A, Olivares J, Santalla A, Nakamura FY, Loturco I, Requena B. New curve sprint test for soccer players: Reliability and relationship with linear sprint. Journal of Sports Sciences. 2020; 38(11-12):1320–5. [DOI:10.1080/02640414.2019.1677391] [PMID]

[18] Cohen J. Statistical power analysis for the behavioral sciences. New York: Routledge; 1988. [DOI:10.4324/9780203771587]

[19] Shams S, Asif M, Hussain S. Muscle mechanics and electromyography. In: Taiar R, editor. Recent advances in biomechanics. London: IntechOpen; 2020. [DOI:10.5772/intechopen.93282]

[20] De Luca CJ. Surface electromyography: Detection and recording. Natick: DelSys Incorporated; 2002. [Link]

[21] Konrad P. The abc of emg. A practical introduction to kinesiological electromyography. Arizona: Noraxon U.S.A. Inc.; 2006. [Link]

[22] Cuthbert M, Ripley N, McMahon JJ, Evans M, Haff GG, Comfort P. The effect of Nordic Hamstring Exercise intervention volume on eccentric strength and muscle architecture adaptations: A systematic review and meta-analyses. Sports Medicine. 2019; 50:83–99. [DOI:10.1007/s40279-019-01178-7] [PMID] [PMCID]

[23] Delahunt E, McGroarty M, De Vito G, Ditroilo M. Nordic hamstring exercise training alters knee joint kinematics and hamstring activation patterns in young men. European Journal of Applied Physiology. 2016; 116(4):663-72. [DOI:10.1007/s00421-015-3325-3] [PMID]

[24] Pollard CW, Opar DA, Williams MD, Bourne MN, Timmins RG. Razor hamstring curl and Nordic hamstring exercise architectural adaptations: Impact of exercise selection and intensity. Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports. 2019; 29(5):706-15. [DOI:10.1111/sms.13381] [PMID]

[25] Sole G, Milosavljevic S, Nicholson H, Sullivan SJ. Selective strength loss and decreased muscle activity in hamstring injury. Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy. 2011; 41(5):354-63. [DOI:10.2519/jospt.2011.3268] [PMID]

[26] Li H, Zhao G, Zhou Y, Chen X, Ji Z, Wang L. Relationship of EMG/SMG features and muscle strength level: An exploratory study on tibialis anterior muscles during plantar-flexion among hemiplegia patients. Biomedical Engineering Online. 2014; 13:5. [DOI:10.1186/1475-925X-13-5] [PMID] [PMCID]

[27] Watanabe K, Kouzaki M, Ogawa M, Akima H, Moritani T. Relationships between muscle strength and multi-channel surface EMG parameters in eighty-eight elderly. European Review of Aging and Physical Activity. 2018; 15:3. [DOI:10.1186/s11556-018-0192-z] [PMID] [PMCID]

[28] Akuzawa H, Imai A, Iizuka S, Matsunaga N, Kaneoka K. The influence of foot position on lower leg muscle activity during a heel raise exercise measured with fine-wire and surface EMG. Physical Therapy in Sport. 2017; 28:23-8. [DOI:10.1016/j.ptsp.2017.08.077] [PMID]

[29] Park SY, Yoo WG. Effects of hand and knee positions on muscular activity during trunk extension exercise with the Roman chair. Journal of Electromyography and Kinesiology. 2014; 24(6):972-6. [DOI:10.1016/j.jelekin.2014.08.012] [PMID]

[30] Czaprowski D, Afeltowicz A, Gębicka A, Pawłowska P, Kędra A, Barrios C, et al. Abdominal muscle EMG-activity during bridge exercises on stable and unstable surfaces. Physical Therapy in Sport. 2014; 15(3):162-8. [DOI:10.1016/j.ptsp.2013.09.003] [PMID]

[31] Djaoui L, Chamari K, Owen AL, Dellal A. Maximal sprinting speed of elite soccer players during training and matches. The Journal of Strength & Conditioning Research. 2017; 31(6):1509-17. [DOI:10.1519/JSC.0000000000001642] [PMID]

[32] Mendiguchia J, Martinez-Ruiz E, Morin JB, Samozino P, Edouard P, Alcaraz PE, et al. Effects of hamstring-emphasized neuromuscular training on strength and sprinting mechanics in football players. Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports. 2015; 25(6):e621-9. [DOI:10.1111/sms.12388] [PMID]

[33] Mendiguchia J, Conceição F, Edouard P, Fonseca M, Pereira R, Lopes H, et al. Sprint versus isolated eccentric training: Comparative effects on hamstring architecture and performance in soccer players. Plos One. 2020; 15(2):e0228283. [DOI:10.1371/journal.pone.0228283] [PMID] [PMCID]

This Page Intentionally Left Blank