Sport Medicine Studies

Sport Sciences Research Institute of Iran

Winter 2024/ Vol. 15/ No. 38/ Pages 109-124

The Effect of Kinesiotape on Electromyography Activity of Selected Lower Limb Muscles during Leg Stance Time and Star Excursion Balance Tests in Athletes with Chronic Ankle Instability

Seyed Hossein Hosseinimehr[1*], Mehrdad Anbarian [2], Hassan Rahimi[3]

1,3. Department of Physical Education and Sport Sciences, Faculty of Humanities and Social Sciences, University of Kurdistan, Sanandaj, Kurdistan, Iran

2. Department of Sport Biomechanics, Faculty of Sport Sciences, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran

Received: 2024/01/06

Accepted: 2024/05/14

Hosseinimehr, S.H; Anbarian, M; Rahimi, H. (2024). The Effect of Kinesiotape on Electromyography Activity of Selected Lower Limb Muscles during Leg Stance Time and Star Excursion Balance Tests in Athletes with Chronic Ankle Instability. *Sport Medicine Studies*, 15(37), 109-124. In Persian. DOI: 10.22089/SMJ.2024.16206.1735

Abstract

Recently, kinesiotape has received attention for improving joint position sense, balance, and gait, but existing studies have conflicting findings. The purpose of this study was to investigate the effect of kinesiotape on the electromyographic activity of selected lower limb muscles of athletes with and without chronic ankle instability during balance tests. The activity of tibialis anterior, proneous longus, gastrocnemius medialis and lateralis, soleus, vastus medialis and lateralis and biceps femoris muscles in 12 athletes with chronic ankle instability and 12 healthy athletes during leg stance time and star excursion balance tests to check the level of activity and co-contraction was recorded. The analysis of variance tests with repeated measurements were used to investigate within and between group effects. The findings showed that the kinesiotape had no significant effect on the level of activity and the co-contraction ratio during the leg stance time test, and there wasn't also any significant difference between the two groups in the level of activity and the co-contraction ratio during leg stance time test ($p>0.05$). In contrast, kensiotype had a significant effect on the co-contraction ratio during the star excursion balance test, but the results between the two groups were not significant ($F=2.27$, $P=0.14$). Considering the effect of kensiotype on the co-contraction ratio of muscles during the performance of the star excursion balance test, it is suggested to use it to improve dynamic balance.

Keywords: Kinesiotape, Level of Activity, Co-contraction Ratio, Single Leg Stance Time, Star Excursion BalanceT

* Corresponding Author: Seyed Hossein Hosseinimehr, Tel: 09173034237, E-mail: hosseinimehrhossein@gmail.com, https://orcid.org/0000-0003-0005-8483

Copyright: © 2023 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Extended Abstract

Background and Purpose

Recently, kinesiotape has received attention for improving joint position sense, balance, and gait, but existing studies have conflicting findings. A study on healthy subjects showed that kinesiotype had a useful effect on neuromuscular activity in the lower limb (1). Shin and Kim (2017) reported that kinesiotype increases and improves ankle balance and stability (2). Kodesh and Dar (2015) showed that kinesiotype does not have a significant effect on static balance by examining the peroneus longus, tibialis anterior, gastrocnemius and vestus muscles (3). In order to understand how a kinesiotype affects the level of activity and co-contraction ratio of muscles, a research is needed to use functional tests related to exercise by examining the electrical activity of muscles. Therefore, due to the fact that there is a dearth of research on the feeling of the joint position in the ankle after applying kinesiotype and checking the level of activity and co-contraction ratio of the muscles. Moreover, given that ankle sprain injuries are one of the most common injuries among athletes and there is a possibility of its reoccurrence in active athletes up to 70%, as well as a huge cost to treat these injuries (two billion dollars per year) is spent, the purpose of this study was to investigate the effect of kinesiotape on electromyography activity of selected lower limb muscles of athletes with and without chronic ankle instability during balance tests.

Materials and Methods

In a quasi-experimental study, 24 athletes (12 athletes with chronic ankle instability and 12 healthy athletes) voluntarily participated in this research. The static balance task in this research was the single leg stance time and the dynamic balance task was the star excursion balance test which was pre-test in the natural state and post-test with applying kinesiotype. In the test session, first the details of the tests were explained to the subjects and the subjects were introduced to two balance tasks (static and dynamic) and kinesiotype tape. Afterwards, the subject started to warm up for 5 minutes and did stretching exercises that were specific to the hamstrings, quadriceps, anterior leg muscles, gastrocnemiuos and soles muscles. Then, a pre-test of one of the balance tasks was performed randomly. After performing the pre-test of the selected motor task (randomly), the pre-test of next motor task was performed. Then, for the post-test, kinesiotype was applied and electromyography data were recorded while performing motor tasks (randomly). Electrical activity of eight muscles tibialis anterior, peroneus longus, gastrocnemius medialis and lateralis, vastus lateralis and vastus medialis, soleus, and biceps femoris muscles while performing balance tests to check the level of activity and co-contraction ratio was recorded.

Findings

The results of the analysis of variance with repeated measure tests showed the kinesiotape had no significant effect on the level of activity (Table.1) and the co-contraction ratio during the leg stance time test, and there wasn't also any significant difference between the two groups in the level of activity (Table.2) and the co-contraction ratio during leg stance time test ($p>0.05$). In contrast, kensiotype had a significant effect on the co-contraction ratio during the star excursion balance test ($p<0.05$), however, the results between the two groups were not significant ($p>0.05$).

Table1- The results of analysis of variance test with repeated measurement regarding the kinesiotape effect on level of activity of muscles during performing single leg stance time test

P-Value	F	Degrees of Freedom	Mean Square	Factor
0.3	1.08	1	50.08	Kinsiotape
0.09	3.05	1	140.6	Kinsiotape×Group
0.000	43.06	2.49	27715.48	Muscles
0.005	5.1	2.49	3297.98	Muscles× Group
0.28	1.27	2.02	118/16	Kinsiotape× Muscles
0.38	0.97	2.02	90.29	Kinsiotape× Muscles× Group

Table2- Comparing results between groups about kinesiotape effect on level of activity of muscles during performing single leg stance time test

P-Value	F	Degrees of Freedom	Mean Square	
0.07	179.07	1	100025.27	Group

Conclusion

The purpose of this study was to investigate the effect of kinesiotape on electromyography activity of selected lower limb muscles of athletes with and without chronic ankle instability during balance tests. In general, the kinesiotape had no significant effect on the level of activity and the co-contraction ratio during the leg stance time test, and there wasn't also any significant difference between the two groups in the level of activity and the co-contraction ratio during leg stance time test. In contrast, kensiotype had a significant effect on the co-contraction ratio during the star excursion balance test, but the results between the two groups were not significant. Considering the effect of kensiotype on the co-contraction ratio of muscles during the performance of the star excursion balance test, it is suggested to use it to improve dynamic balance.

Keywords: Kinesiotape, Level of Activity, Co-Contraction Ratio, Single Leg Stance Time, Star Excursion balance Test.

References

1. Fereydounnia S, Shadmehr A, Moghadam BA, Moghadam ST, Mir SM, Salemi P, Pourkazemi F. The effects of lower extremity kinesio taping on temporal and spatial parameters of gait initiation in semi-professional soccer players with and without functional ankle instabilit. Journal of Modern Rehabilitation. 2021; 15(4), 253-64.
2. Shin YJ, Kim MK. Immediate effect of ankle balance taping on dynamic and static balance of soccer players with acute ankle sprain. Journal of Physical Therapy Science. 2017; 29(4), 622-4.
3. Kodesh E, Dar G. The effect of kinesiotape on dynamic balance following muscle fatigue in individuals with chronic ankle instability. Research in Sports Medicine. 2015; 23(4), 367-78.

مطالعات طب ورزشی

پژوهشگاه تربیت‌بدنی

زمستان ۱۴۰۲، دوره ۱۵، شماره ۳۸، صفحه‌های ۱۲۴-۱۰۹

اثر کنزیوتیپ بر فعالیت الکترومیوگرافی منتخبی از عضلات اندام تحتانی ورزشکاران با ناپایداری مزمن مچ‌پا در حین اجرای آزمون زمان ایستادن روی یک‌پا و آزمون تعادل ستاره‌ای

سید حسین حسینی‌مهر[1*]، مهرداد عنبریان[2]، حسن رحیمی[3]

۱،۳. گروه تربیت‌بدنی و علوم ورزشی، دانشکده علوم انسانی و اجتماعی، دانشگاه کردستان، سنندج، ایران

۲. گروه بیومکانیک ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران

Hosseinimehr, S.H; Anbarian, M; Rahimi, H. (2024). The Effect of Kinesiotape on Electromyography Activity of Selected Lower Limb Muscles during Leg Stance Time and Star Excursion Balance Tests in Athletes with Chronic Ankle Instability. *Sport Medicine Studies*, 15(37), 109-124. In Persian. DOI: 10.22089/SMJ.2024.16206.1735

دریافت مقاله: ۱۴۰۲/۱۰/۱۶

پذیرش مقاله: ۱۴۰۳/۰۲/۲۵

چکیده

اخیراً نوار کینزیوتیپ برای بهبود حس وضعیت مفصل، تعادل و راه رفتن مورد توجه قرار گرفته است، اما مطالعات موجود یافته‌های متناقضی دارند. هدف از مطالعه حاضر بررسی اثر کنزیوتیپ بر فعالیت الکترومیوگرافی منتخبی از عضلات اندام تحتانی ورزشکاران با و بدون ناپایداری مزمن مچ‌پا در حین اجرای آزمون‌های تعادلی بود. فعالیت عضلات تیبیالیس قدامی، نازک‌نی طویل، دوقلوی داخلی و خارجی، نعلی، پهن داخلی و خارجی و عضله دو سررانی ۱۲ ورزشکار با ناپایداری مزمن مچ‌پا و ۱۲ ورزشکار سالم در حین انجام آزمون زمان ایستادن روی یک‌پا و آزمون تعادل ستاره‌ای ثبت شد. از آزمون تحلیل واریانس آمیخته با اندازه‌گیری تکراری برای بررسی اثرات درون و بین‌گروهی استفاده شد. نتایج تحقیق نشان داد که کنزیوتیپ اثری روی سطح فعالیت عضلات و نسبت هم‌انقباضی عضلات در حین اجرای آزمون زمان ایستادن روی یک‌پا ندارد همچنین تفاوت معنی‌داری بین دو گروه در سطح فعالیت عضلات و نسبت هم انقباضی عضلات در حین اجرای آزمون ایستادن روی یک‌پا وجود ندارد($p > ۰/۰۵$). در مقابل کنزیوتیپ تاثیر معنی‌داری بر نسبت هم انقباضی عضلات در حین اجرای آزمون تعادلی ستاره‌ای دارد اما نتایج بین دو گروه معنی‌دار نبود ($P= ۰/۱۴$، $F=۲/۲۷$). با توجه به تاثیر کنزیوتیپ بر نسبت هم انقباضی عضلات حین اجرای آزمون تعادل ستاره‌ای پیشنهاد می‌شود که از آن جهت بهبود تعادل پویا استفاده گردد.

کلید واژگان: کنزیوتیپ، سطح فعالیت، آزمون زمان ایستادن روی یک‌پا، آزمون تعادل ستاره‌ای

* Corresponding Author: Seyed Hossein Hosseinimehr, Tel: 09173034237, E-mail: hosseinimehrhossein@gmail.com, https://orcid.org/0000-0003-0005-8483

Copyright: © 2023 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

مقدمه

پیچ‌خوردگی مچ‌پا از شایع‌ترین آسیب‌های مرتبط با ورزش، از جمله موضوعاتی است که بسیار مورد توجه محققین قرار گرفته است. مطالعات گزارش کرده‌اند پیچ‌خوردگی مچ‌پا اغلب هنگام چرخش یا پرش- فرود و تغییر جهت‌های ناگهانی در فعالیت‌های مختلف رخ می‌دهد (۱). آسیب‌های مچ‌پا نه تنها به رباط بلکه به ساختارهای عصبی ـ عضلانی اطراف مفصل نیز آسیب وارد می‌کند. نقص حسی و موضعی مفصل و احساس درد در افراد با بی‌ثباتی عملکردی مچ‌پا ناشی از آسیب به گیرنده‌های مکانیکی عضلات اطراف مچ‌پا می‌باشد و متعاقباً توانایی فرد در تأمین نیروی لازم برای تثبیت مفصل را در شرایط پویا مختل می‌کند (۲). همچنین مطالعات گزارش کردند که بی‌ثباتی عملکردی مچ‌پا می‌تواند به اختلال در تعادل، زمان واکنش عضلات پرونئال، قدرت عضلات و دامنه حرکتی مفصل مربوط باشد (۳). به طورکلی افرادی که دچار اسپرین شدید مچ‌پا می‌شوند به علت درد دچار محدودیت حرکتی و افزایش ناپایداری مچ‌پا در هنگام اجرای یک تکلیف حرکتی می‌شوند که از شایع‌ترین علایم آن اختلال در تعادل و حس‌عمقی می‌باشد که بی‌ثباتی مچ‌پا را افزایش می‌دهد و بر تعادل پویا و ایستا تاثیر گذار می‌باشد (۴). بیش از ۷۳ درصد از افرادی که دچار اسپرین مچ پا می‌شوند، علائم باقی مانده از جمله درد، رگ به رگ شدن‌های مکرر و ناپایداری را دارند این علایم اگر درمان نشوند می‌تواند منجر به ناپایداری مزمن گردد. طبیعتا مچ پایی که دچار ناپایداری مزمن شده به دلیل اختلال و نقص در اطلاعات حس عمقی، ممکن است کارایی بهینه خود را در انجام تکالیف حرکتی از جمله تعادل ایستا و پویا را از دست بدهد (۵).

اخیراً نوار کینزیوتیپ برای بهبود حس وضعیت مفصل، تعادل و راه رفتن مورد توجه قرار گرفته است، اما مطالعات موجود در این زمینه یافته‌های متناقضی دارند. مطالعه‌ای بر روی آزمودنی‌های سالم نشان داد که کینزیوتیپ بر فعالیت عصبی عضلانی در اندام تحتانی تأثیر گذار بود (۵). شین و کیم[1] گزارش کردند که کینزیوتیپ باعث افزایش و بهبود تعادل در مچ‌پا و ثبات و بهبود ناپایداری می‌شود (۶). کدش و دار[2] (۲۰۱۵) با بررسی عضلات پرنئوس، تیبیالیس قدامی، گاستروکینموس و وستوس نشان دادند که کینزیوتیپ بر تعادل ایستا تاثیر معنی‌داری ندارد (۷). در مطالعه‌ای دیگر لین و همکاران[3] (۲۰۱۶) گزارش کردند که کینزیوتیپ در افراد سالم هیچ تاثیری بر تعادل ایستا و سطح فعالیت عضله چهار سر ران نداشت (۸). همچنین هاپکینز و همکاران[4] (۲۰۰۹) در مطالعه خود گزارش کردند که افراد دارای بی‌ثباتی عملکردی مچ پا نقص‌هایی را در تاخیر فعالیت عضلات پرونئال در مچ‌پای ناپایدار (پای آسیب دیده) در مقایسه با پای سالم داشتند اما کینزیوتیپ هیچ ارتباطی بر سطح فعالیت عضلات نداشت (۹).

برای درک اینکه چگونه یک نوار کینزیوتیپ بر سطح فعالیت و نسبت هم‌انقباضی عضلات اثر می‌گذارد، تحقیقی نیاز است تا از آزمون‌های عملکردی مرتبط با ورزش با بررسی فعالیت الکتریکی عضلات استفاده کرد. به نظر می‌رسد نیاز است تا تعیین شود که اگر کینزیوتیپ و حرکات هماهنگ درگیر در تمرین‌ها با هم ترکیب شوند و یک سطح متفاوتی از تعادل و ثبات را ایجاد کنند، می‌توانند بر سطح فعالیت و نسبت هم‌انقباضی عضلات در ورزشکاران سالم و با ناپایداری مزمن مچ‌پا تاثیرداشته باشند؟ همچنین با توجه به شیوع آسیب‌های ورزشی در میان ورزشکاران به خصوص در ناحیه مچ‌پا و مستعد بودن ورزشکار

1. Shin & Kim
2. Kodesh & Dar
3. Lins et al
4. Hopkins et al

برای آسیب مجدد، به نظر می‌رسد نیاز به پرداختن به این موضوع با استفاده از نوار کینزیوتیپ و آزمون‌های عملکردی و شبیه به فعالیت تمرینی برای ارزیابی تعادل با بررسی فعالیت عضلات اندام تحتانی، در مورد ورزشکاران با و بدون ناپایداری مزمن مچ‌پا بیشتر مورد نیاز باشد.

بنابراین با توجه به اینکه در رابطه با حس وضعیت مفصلی در مچ‌پا پس از اعمال کینزیوتیپ و بررسی سطح فعالیت و نسبت هم انقباضی عضلات تحقیقات کمی صورت پذیرفته است و در این زمینه تناقض وجود دارد و همچنین با توجه به اینکه آسیب‌های اسپرینی مچ‌پا یکی از رایجترین صدمات در میان ورزشکاران می‌باشد و امکان وقوع مجدد آن در افراد فعال تا بیش از ۷۰ درصد وجود دارد، همچنین هزینه هنگفتی برای درمان این آسیب‌ها (دو بیلیون دلار در سال) هزینه می‌شود (۱،۴)، این تحقیق قصد بررسی این موضوع را دارد. فرض ما در این تحقیق این است که کنزیوتیپ تاثیر معنی‌داری بر سطح فعالیت و نسبت هم انقباضی عضلات در حین اجرای آزمون‌های تعادلی ایستا و پویا در ورزشکاران با و بدون ناپایداری مزمن مچ‌پا دارد و اثرات آن بین دو گروه متفاوت است.

مواد و روش‌ها

جامعه آماری تحقیق حاضر را ورزشکاران رشته‌های والیبال و بسکتبال شهر سنندج که حداقل سه سال سابقه باشگاهی داشتند و نمونه آماری این پژوهش شامل۲۴ نفر که ۱۲ نفر با مچ‌پای سالم و ۱۲ نفر با ناپایداری مزمن مچ‌پا، که به صورت تصادفی هدفدار از جامعه آماری انتخاب شده بودند، تشکیل دادند (۱۱).برای همگن بودن گروه‌های تحقیق در هر گروه ۶ نفر بازیکن بسکتبال و ۶ نفر بازیکن والیبال قرار گرفت. در ابتدا برای انتخاب آزمودنی‌ها، با مراجعه به هیات‌های ورزشی با اطلاعیه‌ای از ورزشکاران دعوت به همکاری در پژوهش شد. در اطلاعیه ویژگی‌های افراد گروه با ناپایداری مزمن مچ پا ذکر شده بود. معیارهای ورود به تحقیق عبارت بودند از: ۱- عدم آسیب یا جراحی مچ‌پا، زانو و ران در طول ۶ ماه گذشته، ۲- توانایی انجام آزمون‌های تعادلی مرتبط با تحقیق، ۳- دامنه سنی ۱۸ تا ۲۵ سال، ۴- عدم آسیب یا نقص در سیستم‌های بینایی، شنوایی، عصبی، ۵- سابقه حداقل سه سال ورزش باشگاهی ۶- حداقل سابقه یک بار اسپرین مچ‌پا (در قسمت خارجی) که منجر به درد، تورم و از دست رفتن عملکرد به نحوی که ورزشکار تا ۷۲ ساعت از فعالیت ورزشی محروم شده باشد (برای گروه با ناپایداری مزمن مچ پا)، ۶- بی‌ثباتی مچ‌پا در پای برتر اتفاق افتاده باشد. ۷- کسب نمره بالای ۲۹ پرسشنامه کامبرلند (روایی ۰/۹۵-۰/۷۰) برای ورزشکاران سالم و نمره کمتر مساوی ۲۴ برای افراد با ناپایداری مزمن مچ‌پا (۱۲).

پس از دریافت پرسشنامه حاوی اطلاعات شخصی، سابقه آسیب و پرسشنامه کامبرلند، افراد برای گروه‌های سالم و گروه با ناپایداری مزمن مچ‌پا انتخاب شدند و همچنین از ورزشکاران انتخاب شده رضایت‌نامه شرکت در پژوهش و اطلاعات در مورد ویژگی‌های آنتروپومتریکی آنها کسب شد. مشخصات آزمودنی‌های تحقیق در جدول ۱ آورده شده است.

جدول ۱- مشخصات آزمودنی‌های تحقیق

Table1- Profile of research subjects

گروه Group	سن(سال) Age(year)	قد(سانتیمتر) Height(cm)	جرم(کیلوگرم) Mass(kg)	شاخص توده بدنی(کیلوگرم بر متر مربع) Body mass index (kg/m^2)	طول پا (سانتیمتر) Leg length(cm)
سالم (۱۲ نفر) Health (n=12)	۲۲/۳±۲/۸۴	۱۷۶/۴±۷/۷۴	±۸/۷۴ ۴/۶۲	۲۴/۱±۱/۳۱	۹۴/۵±۳/۵۴
ناپایداری مزمن مچ پا (۱۲ نفر) Chronic ankle instability (n=12)	۲۳/۳±۱/۳۴	۱۷۶/۴±۷/۲۶	۷۶/۴±۱۱/۸۱	۲۴/۱±۴/۴	۹۲/۳±۵/۶۸

تکلیف حرکتی تعادل ایستا در این پژوهش، آزمون زمان ایستادن روی یک‌پا (لک لک) و تکلیف حرکتی تعادل پویا، آزمون عملکردی تعادل ستاره‌ای بود که به صورت پیش‌آزمون در حالت طبیعی و پس‌آزمون با اعمال کینزیوتیپ دو بار از هر آزمودنی گرفته شد. درجلسه آزمون، ابتدا جزئیات آزمون برای آزمودنی‌ها شرح داده شد و آزمودنی‌ها با دو تکلیف حرکتی تعادلی (ایستا و پویا) و نوار کینزیوتیپ آشنا شدند. پس از آشنایی با آزمون‌ها، آزمودنی ۵ دقیقه شروع به گرم کردن کرد و تمرینات کششی که مخصوص عضلات همسترینگ، چهارسر، عضلات جلوی ساق پا، دوقلو و نعلی بود، انجام داد. سپس به صورت تصادفی پیش‌آزمون یکی از تکالیف حرکتی تعادلی انجام شد. به منظور تصادفی بودن انجام آزمون ها در مرحله پیش آزمون و پس آزمون، دو فلش کارت تهیه شده بود که آزمودنی در هر مرحله (پیش آزمون و پس آزمون) اقدام به انتخاب می کرد. بعد از انجام پیش‌آزمون تکلیف حرکتی انتخاب شده (به صورت تصادفی)، پیش‌آزمون تکلیف حرکتی بعدی انجام شد. سپس برای انجام پس‌آزمون کینزیوتیپ اعمال و داده‌های الکترومیوگرافی در حین انجام تکالیف حرکتی (به صورت تصادفی) ثبت شد. فعالیت الکتریکی هشت عضله تیبیالیس قدامی، نازک‌نی طویل، دوقلوی داخلی و خارجی، نعلی، پهن داخلی و خارجی و عضله دو سررانی در حین انجام آزمون زمان ایستادن روی یک‌پا و آزمون تعادل ستاره‌ای ثبت شد.

جهت اندازه‌گیری فعالیت الکترومیوگرافی عضلات پس از آماده سازی پوست و تراشیدن موهای زائد و شستشو با الکل طبی برای کاهش مقاومت پوست از یک جفت الکترود سطحی با اندازه(37×37 mm) از جنس نقره/کلرید نقره استفاده و با فاصله مرکز تا مرکز ۲ سانتی‌متر بر روی پوست آزمودنی چسبانده شد (۱۳). در این پژوهش برای تعیین محل قرارگیری الکترودها با استفاده از دستورالعمل SENIAM بعد از انجام یک انقباض ایزومتریک بیشینه در عضله، محل دقیق الکترودگذاری مشخص و در جهت تارهای عضلانی بر روی پوست چسبانده شد. با توجه به اینکه در ورزشکاران آسیب و پیچ‌خوردگی مچ‌پا در پای برتر شیوع بیشتری دارد به همین دلیل برای حفظ زمان و بررسی بهتر عضلات با دستگاه الکترومیوگرافی (سطحی ۸ کاناله (Aktos) کمپانی Myon ساخت کشور ایتالیا با فرکانس نمونه‌برداری ۱۰۰۰ هرتز) ارزیابی بر روی پای برتر صورت گرفت و در حین انجام آزمون‌ها، از نوار کینزیوتیپ بر روی مچ‌پای برتر ورزشکاران استفاده شد (۱۴). لازم به ذکر است که افراد با ناپایداری مزمن مچ‌پا نیز مچ‌پای برتر آنها سابقه آسیب‌دیدگی داشت. برای تجزیه و تحلیل داده‌های EMG از نرم افزار EMGandMotionTools استفاده شد. داده‌های خام الکترومیوگرافی برای تمامی آزمون‌ها توسط فیلتر میان‌گذر ۱۰ تا ۴۵۰ هرتز فیلتر شدند. در ابتدا برای اندازه‌گیری MVIC هر عضله، ریشه میانگین مربع(RMS) بیشترین مقدار ثبت شده محاسبه

شد. همچنین برای هریک از شرایط آزمون RMS داده‌های الکترومیوگرافی هر عضله محاسبه شد. سپس داده‌های الکترومیوگرافی به MVIC نرمال شد تا به عنوان درصدی از بالاترین سطح فعالیت عضلانی بیان شود. لازم به ذکر است که آزمون‌های MVIC مربوط به هر عضله جهت پیشگیری از خستگی بعد از انجام پس‌آزمون برای هر عضله به مدت ۴ ثانیه در دو تکرار انجام شد که میانگین دو تکرار جهت تجزیه و تحلیل استفاده شد. اطلاعات حداکثر انقباض اختیاری عضلات با استفاده از حرکات زیر بدست آمد:

درشت‌نی قدامی: فرد در حالت ایستاده قرار می‌گرفت، از انجام حرکت دورسی فلکشن ممانعت صورت می‌گرفت. دوقلو داخلی و خارجی: فرد درحالت ایستاده روی پنچه پا می‌رود و این حالت را ۵ ثانیه حفظ می‌کرد.

نازک نی بلند: فرد روی صندلی می‌نشست و از انجام اینورشن کف پا، جلوگیری می‌شد.

نعلی: فرد روی صندلی می‌نشست، پنچه پای خود را رو سطح مرتفع قرار می‌داد و از بالا به زانو فشار وارد می‌شد .

پهن داخلی: فرد روی صندلی می-نشست، از انجام حرکت اکستنشن در زاویه ۹۰ یا ۷۰ درجه ممانعت می‌شد .

پهن خارجی: فرد روی صندلی می-نشست، از انجام حرکت اکستنشن در زاویه ۹۰ تا ۷۰ درجه ممانعت می‌شد.

دوسررانی: فرد به شکم دراز می-کشید، از انجام حرکت فلکشن زانو ممانعت می-شد.

برای به‌دست آوردن نسبت هم‌انقباضی عضلات، از فرمول رادولف و همکاران[1] استفاده شد. (۱۳). در این فرمول مقدار نرمالایز شده سطح فعالیت عضله‌ای که کمتر بود بر عضله بیشتر تقسیم و حاصل در مجموع سطح فعالیت دو عضله ضرب می‌شد.

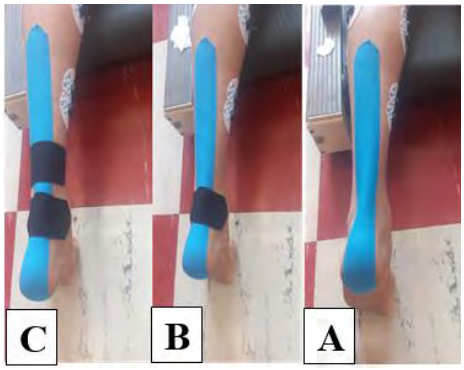
$$\frac{EMG_{Low}}{EMG_{High}} \times (EMG_{Low} + EMG_{High})$$

نسبت‌های هم‌انقباضی بین تیبیالیس قدامی - دوقلوی داخلی، تیبیالیس قدامی - دوقلوی خارجی، تیبیالیس قدامی – نعلی، نازک‌نی طویل - دوقلوی داخلی، نازک‌نی طویل - دوقلوی خارجی، نازک‌نی طویل – نعلی، دو سررانی - پهن داخلی، دو سررانی - پهن خارجی محاسبه شد با توجه به اینکه این زوج‌های عضلانی نقش عضلات اگونیست و آنتاگونیست دارند و تکالیف حرکتی نیز آزمون‌های تعادلی است، محققین این مطالعه به‌دنبال بررسی میزان نسبت‌های هم انقیاضی این زوج‌های عضلانی در حین انجام آزمون‌های تعادلی می‌باشند.

نحوه چسباندن کینزیوتیپ

در تحقیق حاضر نحوه چسباندن کینزیوتیپ به این صورت بود که آزمودنی به صورت دمر دراز کشیده و مچ پا در حالت دورسی فلکشن و عضلات ساق در حالت کشش قرار می‌گرفت. یک نوار به شکل I از کف پاشنه محل اتصال تاندون آشیل تا عضله سه‌سر ساق اندازه‌گیری می‌شد و هنگامی که پا در همان حالت کشش قرار داشت انتهای نوار را بدون هیچ کششی به انتهای دیستال تاندون در پاشنه پا چسبانده و در ادامه با یک کشش ۵۰ درصد نوار را روی تاندون از دیستال به پروگزیمال قرارگرفته و در انتهای پروگزیمال نوار بدون هیچ کششی چسبانده می‌شد. همچنین برای حمایت کینزیوتیپ دو نوار موازی با یک دیگر یکی از قوزک داخلی تا قوزک خارجی و یکی با فاصله ۲ سانتی‌متر بالاتر موازی با آن با کشش ۵۰ درصد چسبانده شد. برای کارکرد بهتر کینزیوتیپ به مدت ۱۰ ثانیه روی نوار مالش داده شد (۱۴). (شکل۱)

1. Rudolph et al



شکل۱- نحوه چسباندن نوار کنزیوتیپ

Figure 1- The method of stick the konsiotype tape

آزمون زمان ایستادن روی یک‌پا

برای انجام این آزمون، آزمودنی کفش‌های خود را بیرون آورده و دست‌هایش را به بغل کمر چسبانده، سپس پای دیگر خود را از ناحیه زانو خم کرده و سینه‌پای خود را به قسمت داخلی زانوی پای دیگر قرار می‌دهد. سپس پاشنه پای دیگر که بر روی زمین است را بالا آورده و بر روی سینه‌پا، تعادل خود را حفظ می‌کند. همچنین از وی خواسته می‌شد تا به هدفی که در راستای چشم او تنظیم شده بود نگاه کند. از زمانی که پاشنه پا از زمین بلند می‌شود، زمان با استفاده از زمان‌سنج محاسبه می‌شود. زمان سنج زمانی متوقف می‌شود که یکی از این موارد اتفاق بیفتد:۱- دست‌ها از بغل کمر جدا شود.۲- پایی که بر بغل زانوی پای دیگر است، جدا شود. ۳- پایی که وزن بدن را تحمل می کند تعادلش بر هم بخورد۴-پاشنه پای تحمل کننده وزن با زمین تماس پیدا کند (۱۵). لازم به ذکر است که آزمودنی دو بار این تکلیف را با حداکثر تلاش ممکن انجام می‌داد و بهترین رکورد جهت تجزیه و تحلیل الکترومیوگرافی استفاده می‌شد (شکل۲). لازم به ذکر است که در این تحقیق با توجه به اینکه فقط فعالیت الکتریکی پای برتر در حین انجام آزمون زمان ایستادن روی یک‌پا اندازه‌گیری می‌شد، پای برتر وزن را تحمل می‌کرد.

شکل۲- آزمودنی در حال اجرای آزمون تعادل زمان ایستادن روی یک‌پا

Figure 2-The subject performing the single leg stance time test

آزمون عملکردی تعادل ستاره‌ای

آزمون عملکردی است که از یک پای ایستاده و بیشترین فاصله دست‌یابی با پای دیگر تشکیل شده است. این آزمون از ۸ جهت که جهت‌ها نسبت به یکدیگر زاویه ۴۵ درجه می‌سازند، تشکیل شده است. جهت‌ها از طرف مرکز دایره به سمت خارج می‌باشند. ۸ خطی که روی دایره قرار دارند بر اساس جهت گردش نسبت به پای برتر تقسیم‌بندی شده‌اند (۱۵). قطر دایره ۲۸۰ سانتی‌متر و روی زمین سخت قرار گرفته است. عرض هر یک از خطوط ۵ سانتی‌متر می باشد. هر آزمودنی ۶ جهت تمرینی را در هر کدام از ۸ جهت برای آشنایی با آزمون و کاهش تاثیر یادگیری انجام می‌دهد. آزمودنی‌ها در وسط دایره ایستاده و پای برتر خود را در مرکز قرار دادند و با پای دیگر اقدام به عمل رسش تا دورترین نقطه ممکن کردند. از آزمودنی خواسته می‌شود که دورترین نقطه را با انتهایی‌ترین قسمت پا (نوک انگشت شست) و با کنترل و به آرامی انجام دهد، تا اطمینان حاصل شود که عمل انجام شده توسط کنترل عصبی عضلانی کافی و مناسب صورت گرفته است. سپس وی به وضعیت ابتدایی باز می‌گردد و محل تماس با توجه به اندازه‌هایی که از قبل بر روی خطوط کشیده شده است، ثبت شد. در خلال رسش‌ها ۳ ثانیه استراحت مورد نظر قرار گرفته می‌شود. نحوه گردش با توجه به پای رسش (پای برتر) در جهت خلاف عقربه‌های ساعت می‌باشد . رسش‌ها در صورتی مورد قبول واقع نمی‌شود که پای رسش خط را لمس نکند، در صورتی‌که وزن بر روی پای رسش حمل گردد، پای تکیه‌گاه از مرکز دایره بلند شود یا اینکه تعادل در هر نقطه از رسش مختل گردد (۱۷). از این آزمون به عنوان تکلیف حرکتی تعادل پویا استفاده شد. (شکل۳). پای برتر (با ناپایداری مزمن مچ پا) در مرکز قرار می‌گرفت و آزمودنی با پای دیگر عمل رسش را انجام می‌داد. جهت کنترل ریتم حرکت با استفاده از مترونوم، حرکت رفت و برگشت را هر کدام یک ثانیه انجام می‌داد و هر جهت را دو بار با حداکثر تلاش ممکن انجام می‌داد و بهترین نتیجه (رسش) جهت تجزیه و تحلیل الکترومیوگرافی استفاده می‌شد.

شکل ۳- تصویری از آزمودنی در حین اجرای آزمون تعادل ستاره‌ای

Figure 3-The subject performing the star excursion balance test

آزمون‌های آماری

برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از آمار توصیفی جهت توصیف میانگین و انحراف استاندارد داده‌ها و آزمون شاپیروویلک برای تعیین توزیع طبیعی داده‌ها و آزمون لون برای بررسی تجانس واریانس و همچنین آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌گیری مکرر برای تعیین اختلاف معنی‌دار درون و بین گروهی استفاده شد. سطح معنی‌داری برای تمامی آزمونها ۰/۰۵ در نظر گرفته شد.

یافته‌ها

نتایج آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌گیری مکرر در مورد اثرات خالص و تعاملی تاثیر کنزیوتیپ بر سطح فعالیت عضلات اندام تحتانی در حین اجرای آزمون تعادلی زمان ایستادن روی یک‌پا در جدول ۲ آورده شده است. به طور خلاصه نتایج آزمون نشان داد که کنزیوتیپ تاثیر معنی‌داری بر سطح فعالیت عضلات در حین اجرای آزمون زمان ایستادن روی یک‌پا ندارد.

جدول ۲- نتایج آزمون آماری تحلیل واریانس با اندازه‌گیری مکرر در مورد تاثیر کنزیوتیپ بر سطح فعالیت عضلات در حین اجرای آزمون زمان ایستادن روی یک‌پا

Table2- The results of analysis of variance test with repeated measurement regarding the kinesiotape effect on level of activity of muscles during performing single leg stance time test

عامل Factor	میانگین مجذورات Mean Square	درجه آزا دی Degrees of Freedom	F F	معنی‌داری P-Value
کنزیوتیپ Kinsiotape	۵۰/۰۸	۱	۱/۰۸	۰/۳
کنزیوتیپ ×گروه Kinsiotape×Group	۱۴۰/۶	۱	۳/۰۵	۰/۰۹
عضلات Muscles	۲۷۷۱۵/۴۸	۲/۴۹	۴۳/۰۶	۰/۰۰۰
عضلات × گروه Muscles× Group	۳۲۹۷/۹۸	۲/۴۹	۵/۱	۰/۰۰۵
کنزیوتیپ × عضله Kinsiotape× Muscles	۱۱۸/۱۶	۲/۰۲	۱/۲۷	۰/۲۸
کنزیوتیپ ×عضله×گروه Kinsiotape× Muscles× Group	۹۰/۲۹	۲/۰۲	۰/۹۷	۰/۳۸

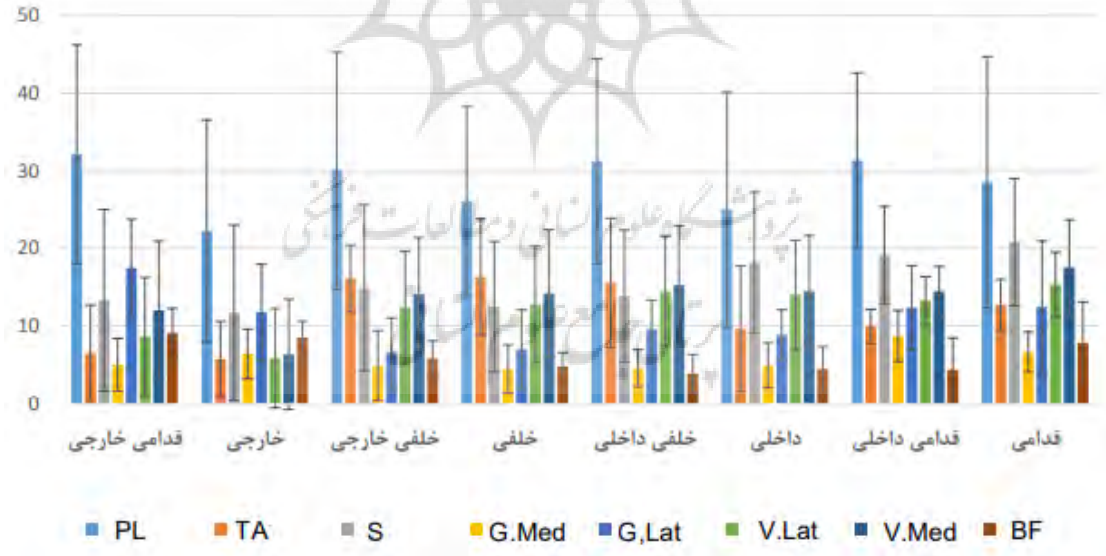
همچنین نتایج آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌گیری مکرر نشان داد که اثرات کنزیوتیپ بر سطح فعالیت عضلات اندام تحتانی در حین اجرای آزمون زمان ایستادن بر روی یک‌پا بین دو گروه تفاوت معنی‌داری ندارد (جدول۳).

جدول ۳- مقایسه نتایج بین‌گروهی در مورد تاثیر کنزیوتیپ بر سطح فعالیت عضلات در حین اجرای آزمون زمان ایستادن روی یک‌پا

Table3- Comparing results between groups about kinesiotape effect on level of activity of muscles during performing single leg stance time test

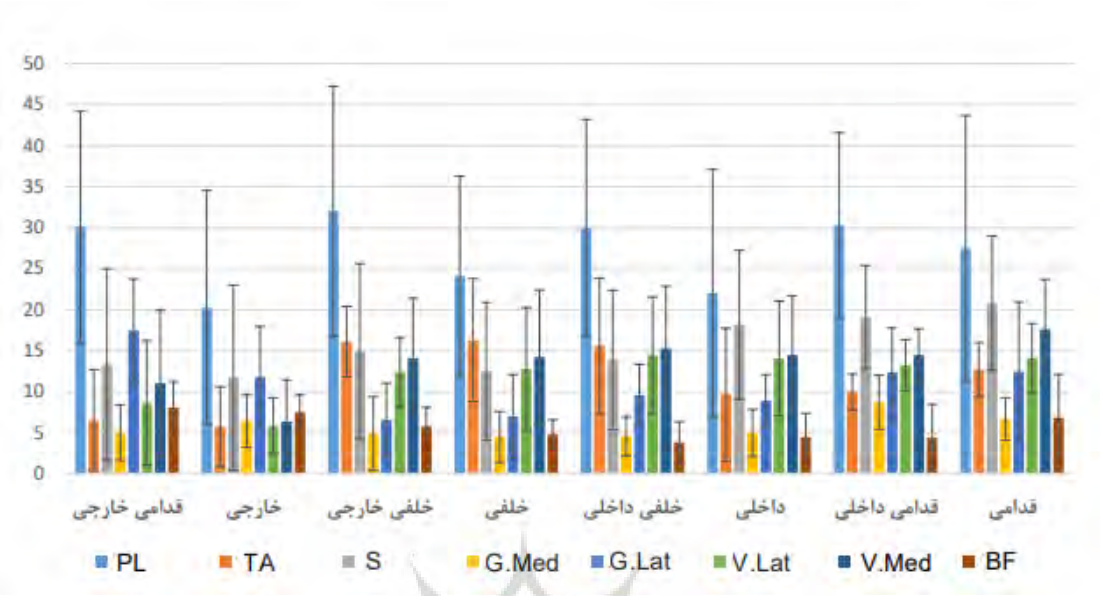
	میانگین مجذورات Mean Square	درجه آزادی Degrees of Freedom	F F	معنی‌داری P-Value
گروه Group	۱۰۰۰۲۵/۲۷	۱	۱۷۹/۰۷	۰/۰۷

تصویر ۴و ۵ میانگین و انحراف استاندارد سطح فعلیت نرمالایز شده هشت عضله نازک‌نی طرفی(PL)، تیبیالیس قدامی(TA)، نعلی (S)، دوقلوی داخلی(G.Med)، دوقلوی خارجی(G.Lat)، پهن خارجی (V.Lat)، پهن داخلی(V.Med) و دوسر رانی(BF) را قبل و بعد از اعمال کنزیوتیپ در حین اجرای ۸ جهت آزمون تعادل ستاره‌ای را در افراد با ناپایداری مزمن مچ پا نشان می‌دهد. نتایج مطالعه در این قسمت نشان داد که کنزیوتیپ تاثیری بر سطح فعالیت عضلات اندام تحتانی در حین اجرای آزمون تعادل ستاره‌ای ندارد و این تفاوت بین دو گروه معنی‌دار نیست (F=۲/۲۷ ،P= ۰/۱۴). از طرف دیگر نتایج مطالعه نشان داد که کنزیوتیپ تاثیر معنی‌داری بر نسبت هم انقباضی عضلات اندام تحتانی در حین اجرای آزمون زمان ایستادن روی یک‌پا ندارد و این تفاوت بین دو گروه معنی‌دار نیست (F=۳/۱ ،P= ۰/۰۹) اما کنزیوتیپ تاثیر معنی‌داری بر نسبت هم انقباضی عضلات اندام تحتانی در حین اجرای آزمون تعادل ستاره‌ای داشت اما این تاثیر بین دو گروه معنی‌دار نبود (F=۲/۲۷ ،P= ۰/۱۴).



شکل ۴- سطح فعالیت نرمالایز عضلات در ۸ جهت آزمون تعادل ستاره‌ای در مرحله پیش آزمون

Figure 4-The muscles level of activity normalized in 8 directions of the star balance test in the pre-test stage



شکل ۵- سطح فعالیت نرمالایز عضلات در ۸ جهت آزمون تعادل ستاره‌ای در مرحله پس آزمون

Figure 5- The muscles level of activity normalized in 8 directions of the star balance test in the post-test stage

بحث و نتیجه‌گیری

هدف از مطالعه حاضر بررسی اثر کنزیوتیپ بر فعالیت الکترومیوگرافی (سطح فعالیت و نسبت هم‌انقباضی) منتخبی از عضلات اندام تحتانی ورزشکاران با و بدون ناپایداری مزمن مچ‌پا در حین اجرای آزمون‌های تعادلی بود. نتایج مطالعه نشان داد که کنزیوتیپ تاثیری بر سطح فعالیت عضلات در حین اجرای آزمون زمان ایستادن روی یک پا ندارد، همچنین تفاوتی بین دو گروه، در سطح فعالیت عضلات در حین اجرای زمان ایستادن روی یک پا وجود ندارد. در مطالعات قبلی گزارش شده که استفاده از کنزیوتیپ به حس لامسه اجازه می‌دهد تا فعال‌سازی انعکاسی و اختیاری عضلات را بهبود بخشد و منجر به کاهش فعالیت عضلانی شود. بر اساس این تئوری، نوار کینزیوتیپ ممکن است اثر مفیدی بر فعالیت عضلانی داشته باشد. با این حال طبق نتیجه تحقیق حاضر کینزیوتیپ هیچگونه تاثیری بر سطح فعالیت عضلات در حین اجرای آزمون زمان ایستادن روی یک‌پا ندارد که دلیل آن ممکن است تکنیک نواری منتخب مطالعه باشد که سطح بزرگ عضلات اندام تحتانی را پوشش نمی‌دهد و تعامل بین عضلات و کنزیوتیپ ایجاد نمی‌شود (۱۸). نتایج این بخش از مطالعه حاضر با نتایج کدش و دار ، لین و همکاران و هاپکینز و همکاران همسو بود. مان و همکاران[1] در مطالعه خود با بررسی شواهد نقص حسی حرکتی در بی‌ثباتی عملکردی مچ پا، نتیجه گرفتند که کنزیوتیپ ممکن است با برطرف کردن نقص‌های حس عمقی منجر به ثبات بیشتر مچ پا گردد (۱۸) در مطالعه دیگری سایمون و همکاران[2] (۲۰۱۴)، بر روی افراد با بی‌ثباتی در مچ‌پا تأیید کردند که استفاده از کنزیوتیپ به مدت ۷۲ ساعت ممکن است نقایص حس‌عمقی را در ناحیه ناپایدار مچ‌پا بهبود بخشدکه در نهایت باعث بهبود

1. Munn et al
2. Simon et al

تعادل می‌شود (۱۹). علاوه بر این، شیلدز و همکاران[1] (۲۰۱۳) متوجه تغییرات مربوطه در عملکرد شرکت‌کنندگان با بی‌ثباتی مچ‌پا در وضعیت ایستادن تک‌پا روی پای آسیب دیده بلافاصله پس از اعمال کنزیوتیپ و ۲۴ ساعت بعد از آن هم نشدند (۲۰).

نتایج مطالعه حاضر همچنین نشان داد که کنزیوتیپ بر سطح فعالیت عضلات در حین اجرای آزمون تعادلی ستاره‌ای تاثیر ندارد، همچنین تفاوتی بین دو گروه در سطح فعالیت عضلات در حین اجرای آزمون تعادلی ستاره‌ای وجود ندارد. در مطالعه لی و لی (۲۰۱۵) اثر فوری کنزیوتیپ را در عملکرد آزمون تعادل ستاره‌ای در آزمودنی‌های با بی‌ثباتی مزمن مچ‌پا باعث بهبود در عملکرد افراد شد (۲۱). در مقابل در مطالعه دیگری نشان داد که کینزیوتیپ بر فعالیت افراد در وضعیت ایستا روی سطوح مختلف تاثیرگذار بود هر دو مطالعه استدلال کردند که کنزیوتیپ با خاصیت ارتجاعی خود، ممکن است با افزایش حس‌عمقی در ناحیه مچ‌پا به جای محدود کردن ساختارهای مفصل مچ‌پا، به کنترل وضعیتی کمک کند (۲۲). همچنین هتل و همکاران[2] ، با استفاده از نمرات در آزمون تعادل ستاره‌ای به عنوان اندازه‌گیری، هیچ اثر فوری کنزیوتیپ بر روی مچ‌پای ناپایدار شرکت کنندگان خود پیدا نکردند (۲۳). صومعه و همکاران[3] (۲۰۱۴) در نتایج به دست آمده از پژوهشی در ورزشکاران با ناپایداری مچ‌پا، نشان دادند که کنزیوتیپ باعث افزایش معنادار میزان دستیابی در جهات داخلی، قدامی-داخلی و خلفی- داخلی شد. اما میانگین دستیابی فقط در جهت قدامی-داخلی درگروه سالم بعد از انجام کنزیوتیپ افزایش یافت، اما این افزایش در تجزیه و تحلیل آماری معنادار نبود (۲۴). لازم به ذکر است که مطالعات ذکر شده فقط به بررسی اثر کنزیوتیپ بر میزان رسش آزمون تعادل ستاره‌ای بوده و مطالعه‌ای در این راستا با اندازه‌گیری سطح فعالیت عضلات محقق پیدا نکرد. همچنین از موارد تناقض نتایج این مطالعه با مطالعه حاضر ممکن است مربوط به جنس و مارک تیپ‌های استفاده شده و همچنین روش تیپ زدن بتوان اشاره کرد. نتایج مطالعه حاضر نشان داد که کنزیوتیپ تاثیر معنی‌داری بر نسبت هم انقباضی عضلات در حین اجرای آزمون زمان ایستادن روی یک‌پا نداشت.

در پایان نتایج مطالعه حاضر نشان داد که کنزیوتیپ بر نسبت هم انقباضی عضلات در حین اجرای آزمون تعادل ستاره‌ای تاثیر داشت، اما تفاوتی بین دو گروه در نسبت هم انقباضی عضلات در حین اجرای تعادل ستاره‌ای وجود نداشت. نتایج مطالعه‌ای با بررسی اثر نوار کنزیوتیپ بر پرش عمودی و کنترل پوسچرال پویا اثرات آماری معنی‌دار کنزیوتیپ را بر کنترل پوسچر پویا نشان داد، اما نتایج بسیار محدود بود. نتایج نشان داد که زنان از نظر آماری بهبود قابل‌توجهی در کنترل پوسچر در دو جهت حرکت در پیگیری ۲۴ ساعته داشتند، اما هیچ بهبودی در شرکت‌کنندگان مرد در هیچ یک از جهت‌های دیگر مشاهده نشد (۲۵،۲۶). ممکن است دلیل معنی‌دار شدن نتایج مطالعه حاضر در مورد تاثیر کنزیوتیپ بر نسبت هم‌انقباضی عضلات در حین اجرای آزمون تعادل ستاره‌ای به دلیل ماهیت این تکلیف حرکتی باشد. به طوری‌که نتایج نشان داد زمانی‌که کنزیوتیپ اعمال شد نسبت هم‌انقباضی در حین اجرای آزمون تعادل ستاره‌ای کاهش یافت و این مورد نشانگر تاثیر کنزیوتیپ در ایجاد ثبات و پایداری می‌باشد. با توجه به نتایج مطالعه به نظر می‌رسد که شاید کنزیوتیپ در تکالیف ایستا تاثیر کمتری داشته باشد اما در تکالیف پویا ممکن است نتایج متفاوت باشد. از محدودیت‌های تحقیق حاضر تعداد کم ازمودنی‌ها می‌توان

1. Shields et al
2. Hettle et al
3. Someeh et al

اشاره کرد که به محققیان آینده توصیه می‌شود تحقیقی در این زمینه با تعداد آزمودنی‌های بیشتر (از دو جنس مرد و زن) و تکالیف پویاتر استفاده کنند و با نتایج مطالعه حاضر مقایسه کنند.

پیام مقاله

به طور کلی کنزیوتیپ بر سطح فعالیت عضلات در حین اجرای آزمون‌های تعادلی زمان ایستادن روی یک پا و آزمون تعادل ستاره‌ای نداشت اما با توجه به تاثیر کنزیوتیپ بر نسبت هم انقباضی عضلات (کاهش نسبت هم انقباضی) در حین اجرای آزمون تعادل ستاره‌ای پیشنهاد می‌شود که از آن جهت بهبود تعادل پویا استفاده گردد.

تشکر و قدردانی

محققین این مطالعه بر خود لازم می‌دارند که از تمامی آزمودنی‌هایی که در این تحقیق همکاری نمودند و همچنین از دانشگاه کردستان جهت حمایت مالی از این مطالعه تشکر و قدردانی نمایند.

منابع

1. Yoshida T, Suzuki T. Relationship between chronic ankle sprain instability and ultrasonographic evaluation of the peroneus during a single-leg standing task. Journal of Physical Therapy Science. 2020; 32(1), 33-7.
2. Docherty CL, Arnold BL. Force sense deficits in functionally unstable ankles. Journal of Orthopaedic Research. 2008;26(11):1489-1493.
3. Hertel J, Corbett RO. An updated model of chronic ankle instability. Journal of athletic training. 2019; 54(6), 572-88.
4. Brown CN, Mynark R. Balance deficits in recreational athletes with chronic ankle instability. Journal of Athletic Training. 2007;42(3):367-373.
5. Hintermann B, Boss A, Schafer D. Arthroscopic findings in patients with chronic ankle instability. The American Journal of Sports Medicine. 2002;30:402–409.
6. Shin YJ, Kim MK. Immediate effect of ankle balance taping on dynamic and static balance of soccer players with acute ankle sprain. Journal of Physical Therapy Science. 2017; 29(4), 622-4.
7. Kodesh E, Dar G. The effect of kinesiotape on dynamic balance following muscle fatigue in individuals with chronic ankle instability. Research in Sports Medicine. 2015; 23(4), 367-78.
8. Lins CA, Borges DT, Macedo LB, Costa KS, Brasileiro JS. Delayed effect of Kinesio Taping on neuromuscular performance, balance, and lower limb function in healthy individuals: a randomized controlled trial. Brazilian journal of physical therapy.2016; 20, 231-9.
9. Hopkins JT, Brown TN, Christensen L, Palmieri Smith R M. Deficits in peroneal latency and electromechanical delay in patients with functional ankle instability. Journal of Orthopaedic Research. 2009; 27(12), 1541-6.
10. Tashiro T, Maeda N, Sasadai J, Kotoshiba S, Sakai S, Suzuki Y, Fujishita H, Urabe Y. Tensiomyographic Neuromuscular Response of the Peroneus Longus and Tibialis Anterior with Chronic Ankle Instability. Healthcare.2021.
11. Kim K.M, Estudillo-Martínez MD, Castellote-Caballero Y, Estepa-Gallego A, Cruz-Díaz D. Short-Term effects of balance training with Stroboscopic vision for patients with chronic ankle instability: a single-blinded randomized controlled trial. International Journal of Environmental Research and Public Health. 2021; 18(10), 5364.
12. Terada M, Kosik KB, McCann RS, Drinkard C, Gribble PA. Corticospinal activity during a single-leg stance in people with chronic ankle instability. Journal of sport and health science. 2022; 11(1), 58-66.

13. Rudolph K, Axe M, Snyder-Mackler L. Dynamic stability after ACL injury: who can hop? Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy. 2000; 8(5), 262. MacDowall I, Sanzo P, Zerpa C. The effect of kinesio taping on vertical jump height and muscle electromyographic activity of the gastrocnemius and soleus in varsity athletes. Pain. 2015: 40.
14. Moffa S, Perna A, Candela G, Cattolico A, Sellitto C, De Blasiis P, Guerra G, Tafuri D, Lucariello A. Effects of Hoverboard on Balance in Young Soccer Athletes. Journal of Functional Morphology and Kinesiology. 2020; 5(3), 60.
15. Forsyth L, Bonacci J, Childs C. A pilot randomised control trial of the efficacy of stability-based training with visualisation for people with chronic ankle instability. Medical & Biological Engineering & Computing. 2022; 60(4), 1199-209.
16. Lowell RK, Conner NO, Derby H, Hill CM, Gillen ZM, Burch R, Knight AC, Reneker JC, Chander H. Quick on Your Feet: Modifying the Star Excursion Balance Test with a Cognitive Motor Response Time Task. International Journal of Environmental Research and Public Health. 2023; 20(2), 1204.
17. Fayson SD, Needle AR, Kaminski TW. The effect of ankle Kinesio tape on ankle muscle activity during a drop landing. Journal of sport rehabilitation. 2015; 24(4), 391-7.
18. Munn J, Sullivan SJ, Schneiders AG. Evidence of sensorimotor deficits in functional ankle instability: a systematic review with meta-analysis. Journal of Science and Medicine in Sport. 2010; 13(1), 2-12.
19. Simon J, Garcia W, Docherty CL. The effect of kinesio tape on force sense in people with functional ankle instability. Clinical Journal of Sport Medicine. 2014; 24(4), 289-94.
20. Shields CA, Needle AR, Rose WC, Swanik CB, Kaminski TW. Effect of elastic taping on postural control deficits in subjects with healthy ankles, copers, and individuals with functional ankle instability. Foot & ankle international. 2013; 34(10), 1427-35.
21. Lee BG, Lee JH. Immediate effects of ankle balance taping with kinesiology tape on the dynamic balance of young players with functional ankle instability. Technology and Health Care. 2015; 23(3), 333-41.
22. Kim MK, Shin YJ. Immediate effects of ankle balance taping with kinesiology tape for amateur soccer players with lateral ankle sprain: a randomized cross-over design. Medical science monitor: international medical journal of experimental and clinical research. 2017; 23, 5534.
23. Hettle D, Linton L, Baker JS, Donoghue O. The effect of kinesiotaping on functional performance in chronic ankle instability-preliminary study. Clin Res Foot Ankle. 2013; 1(1), 1-5.
24. Someeh M, AsgharNorasteh A, Daneshmandi H, Pourkhani T. The influence of Mulligan ankle taping on dynamic balance in the athletes with and without chronic ankle instability. Archives of Rehabilitation. 2014; 15(1), 70-7.
25. Nakajima MA, Baldridge C. The effect of kinesio® tape on vertical jump and dynamic postural control. International journal of sports physical therapy. 2013; 8(4), 393.
26. Koelewijn AD, Van Den Bogert AJ. Antagonistic co-contraction can minimize muscular effort in systems with uncertainty. PeerJ. 2022; 10, e13085.

پرتال جامع علوم انسانی