Qom University of Medical Sciences Journal

June 2022. Volume 16. Number 3

Research Paper

Comparing the Effects of Cold Spray and Ice Pack on Static and Dynamic Balances in Healthy People

Mojtaba Heshmatipour[1], Mehdi Raei[2], Seyedeh Omolbanin Seyedrezaei[3], *Shabnam Talebi[1]

1. Department of Physical Therapy, Faculty of Rehabilitation Sciences, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran.
2. Health Research Center, Life Style Institute, Baqiyatallah University of Medical Sciences, Tehran, Iran.
3. Department of Emergency Medicine, School of Medicine, Shahroud University of Medical Sciences, Shahroud, Iran.

Use your device to scan and read the article online

Citation Heshmatipour M,Raei M, Seyedrezaei SO, Talebi Sh. [Comparing Effects Of Cold Spray And Ice Pack On Static And Dynamic Balance In Healthy Subjects (Persian)]. Qom University of Medical Sciences Journal. 2022; 16(3):E2532.1. https://doi.org/10.32598/qums.16.3.2532.1

https://doi.org/10.32598/qums.16.3.2532.1

CC BY NC

Received: 19 Des 2021

Accepted: 15 Aug 2022

Available Online: 01 Jun 2022

Keywords:
Cold therapy, Ice pack, Postural balance, Skin

ABSTRACT

Background and Objectives: Cold therapy is a method for treating injuries mostly in athletes. Although this method has some advantages, it can impair balance. This study aims to compare the effects of cold spray and ice pack on static and dynamic balances in healthy people.

Methods It this interventional study, 68 subjects were randomly assigned into two groups. The first group received 20 minutes of ice pack therapy, while the second group received 5 seconds of cold spray on the ankle joint. Before, immediately after, 30 and 60 minutes after intervention, the single leg test and the star excursion balance test (SEBT) at three directions were conducted and the skin temperature was measured.

Results The mean ankle skin temperature, the mean time duration in the single leg test, and the mean score of SEBT at anterior, posteromedial and posterolateral directions were significantly higher in the group who received cold spray immediately after cold therapy ($P<0.05$). No significant differences between two groups were reported in other time points. The means of all five variables were significantly different between different times of evaluation in the group who received ice pack therapy ($P<0.001$), but only the mean ankle skin temperature and the mean score of SEBT at anterior and posteromedial directions were significantly different in the group received cold spray.

Conclusion Ice pack therapy can reduce ankle temperature and impair static and dynamic balances more than cold spray.

**** Corresponding Author:***
Shabnam Talebi
Address: Department of Physical Therapy, Faculty of Rehabilitation Sciences, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran.
Tel: +98 (913) 1099185
E-Mail: talebishabnam62@gmail.com

Qom University of Medical Sciences Journal

Extended Abstract

Introduction

Balance is one of the basic needs in humans which is essential for their functional activity. Balance has two types of static and dynamic. Static balance is defined as the ability to maintain posture in static state, while dynamic balance is the ability to maintain posture during different activities. The ability to maintain balance during functional activities depends on sensory and motor elements which are affected by cold weather. Cold therapy can reduce nervous conduction velocity in the afferents of mechanoreceptors and the sensitivity of muscle spindles. Studies have demonstrated that cold therapy can reduce pain, inflammation, edema, and muscular spasm. There are various ways for cold therapy including cold water immersion, gel and cold compress, ice pack, and cold spray. These methods have similar use but different effects on tissue temperature, area of affected tissue, and the depth of cold penetration.

Limited studies have evaluated the effects of cold therapy over the ankle joint on the individual's function such as balance and jumping. In addition, there have been scant research on the effects of cold therapy on balance in humans. Given the widespread use of ice pack and cold spray for short-term cold therapy and the role of ankle joint in balance, and low amount of subcutaneous fat in this area, this study aims to compare the effects of cold spray and ice pack on static and dynamic balances of healthy people.

Methods

This study was conducted in 2017 in Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran. The sample size was determined 68. The participants were divided into two groups. First group received 20 minutes of ice pack therapy and the second group received 5 seconds of cold spray on the ankle joint. Their static and dynamic balances were assessed by Single Leg Test and Star Excursion Balance Test (SEBT), respectively. Balance tests and measurement of ankle skin temperature were done before, immediately after, 30 minutes after, and 1 hour after cold therapy. The SEBT was carried out at three directions of anterior, posteromedial and posterolateral. To calculate the lower extremity length, the distance between anterior superior iliac spine and internal malleolus was measured in supine position. Participants performed the test randomly in three directions and they rested 15 second between each set. For Single Leg Test, the participant stood on the dominant foot with hands on the hips and the non-dominant foot behind of knee of the dominant foot. They maintained the position with eyes closed and the time was recorded. The test was over when the toes or heel were raised from the ground, hands were removed from the hips, or the non-dominant foot were moved from the line. For analyzing data, independent T test, repeated measure ANOVA and the least significant difference (LSD) Post Hoc test were used in SPSS software, version 22.

Results

Participants were 68 healthy people with a mean age of 26.45±3.65 years (ranged 18- 30 years), of whom 94.11% (n=64) were female. The mean ankle skin temperature, the mean time duration in the single leg test, and the mean score of SEBT at anterior, posteromedial and posterolateral directions before intervention were not statistically significant between the two groups. Immediately after cold therapy, the mean values of all five variables were significantly increased in the group who received cold spray ($P<0.05$). No significant differences between two groups were reported 30 minutes and 1 hour after cold therapy ($P>0.05$).

Repeated measures ANOVA results showed that the means of all five variables were significantly different between different times of evaluation in the group who received ice pack therapy ($P<0.001$), but the mean time duration in the single leg test and the mean score of SEBT at posterolateral direction were not significantly different in the group received cold spray. The LSD post hoc test results showed that in all cases, the means of all study variables were significantly lower immediately after the intervention ($P<0.05$) compared to other three time points.

Conclusion

In this study, the mean reduced ankle skin temperature was lower in the group received cold spray than in the group received ice pack therapy. Perhaps, the decrease of ankle skin temperature by using ice pack is due to the existence of low subcutaneous fat in this joint. Moreover, the ice pack was put on the tissue for 20 minutes, while cold spray was done for just 5 seconds which maybe another reason for why the skin temperature reduction was more in the ice pack group.

This study showed that participants who received cold spray had better static and dynamic balances immediately after interventions than those who received ice pack therapy, and there were no differences between these two modalities 30 and 60 minutes after interventions. The more

reduction of skin temperature in the ice pack group can cause changes in afferents of joints receptors, all of which can affect the balance. In both groups, short-term static and dynamic balance were reduced after cold therapy regardless of the type of modality. In order to find the exact mechanisms of the two cold therapy modalities, further research is needed to evaluate them separately by considering confounding variables. Moreover, emotional and mental states as well as laboratory and agility tests should be carried out in future research.

Ice pack therapy reduces ankle temperature and impairs static and dynamic balances more than cold spray. Therefore, for treating injuries in people who need immediate care, it is better to use cold spray instead of ice pack.

Ethical Considerations

Compliance with ethical guidelines

This study was approved by the Ethics Committee of Isfahan University of Medical Sciences, Iran and was registered by the Iranian Registry of Clinical Trials (ID: IRCT2016102930544N1).

Funding

Vice chancellor for research, Isfahan University of Medical Sciences sponsored this article.

Authors contributions

Conceptualization: Mojtaba Heshmatipour; Software, formal analysis: Shabnam Talebi and Mehdi Raei; Writing original draft: Mojtaba Heshmatipour and Shabnam Talebi; Methodology, review & editing: All authors; Supervision: Mojtaba Heshmatipour; Writing: Seyedeh Omolbanin Seyedrezaei.

Conflicts of interest

The authors have no conflict of interest to declare.

Acknowledgments

The authors would like to thank the Vice-Chancellor for Research of Isfahan University of Medical Sciences and all the participants for their support and cooperation in this study.

مقاله پژوهشی

مقایسه تأثیر سرد کردن موضعی مچ پا به دو طریق اسپری سرما و کیسه یخ بر تعادل ایستا و پویای افراد سالم

مجتبی حشمتی‌پور[۱]، مهدی راعی[۲]، سیده ام‌البنین سیدرضایی[۳]، *شبنم طالبی[۱]

۱. گروه فیزیوتراپی، دانشکده توانبخشی، دانشگاه علوم‌پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران.
۲. مرکز تحقیقات بهداشت نظامی، پژوهشکده سبک زندگی، دانشگاه علوم‌پزشکی بقیه‌الله (عج)، تهران، ایران.
۳. گروه طب اورژانس، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم‌پزشکی شاهرود، شاهرود، ایران.

Use your device to scan and read the article online

Citation Heshmatipour M,Raei M, Seyedrezaei SO, Talebi Sh. [Comparing Effects Of Cold Spray And Ice Pack On Static And Dynamic Balance In Healthy Subjects (Persian)]. Qom University of Medical Sciences Journal. 2022; 16(3):E2532.1. https://doi.org/10.32598/qums.16.3.2532.1

https://doi.org/10.32598/qums.16.3.2532.1

تاریخ دریافت: ۲۸ آذر ۱۴۰۰
تاریخ پذیرش: ۲۴ مرداد ۱۴۰۱
تاریخ انتشار: ۱۱ خرداد ۱۴۰۱

چکیده

زمینه و هدف سرمادرمانی کاربرد سرما و یخ با اهداف بالینی است که معمولاً در آسیب‌های حاد و برای ورزشکاران استفاده می‌شود. اگرچه این روش، مزایایی دارد اما می‌تواند تعادل را نیز مختل کند. این مطالعه با هدف مقایسه اثرات اسپری سرما و کیسه یخ به‌عنوان روش‌های سرمادرمانی بر تعادل ایستا و پویا در افراد سالم انجام‌شد.

روش بررسی در این مطالعه مداخله‌ای، افراد به‌صورت تصادفی به دو گروه ۳۴ نفره تقسیم‌شدند. برای اعمال سرما در گروه اول، کیسه یخ به مدت ۲۰دقیقه روی مچ پایغالب به‌صورت مستقیم بر روی پوست و در گروه دوم اسپری سرما به مدت ۵ ثانیه به فاصله سی‌وپنج سانتی‌متر و زاویه سی‌درجه بر روی سطح بین مالئول‌ها اعمال شد. تست‌های تعادلی شامل تست تغییریافته تعادلی ستاره و تست ایستادن روی یک پا در سه جهت و همچنین اندازه‌گیری دمای پوست مچ پا برای شرکت‌کنندگان قبل از مداخله، بلافاصله، سی‌دقیقه و یک ساعت پس از کاربرد سرما، انجام شد.

یافته‌ها بلافاصله بعد از مداخله، میانگین دمای پوست مچ‌پا، نمره تست تعادل پویا در جهت قدامی، خلفی داخلی و خارجی و مدت‌زمان ایستادن روی یک پا در گروه دریافت‌کننده اسپری سرما به‌طور معناداری بیشتر از گروه استفاده‌کننده از کیسه‌یخ بود (P/۰۵>۰)، اما در سایر زمان‌ها بین دو گروه اختلاف معناداری وجود نداشت. اختلاف میانگین‌های هر ۵ متغیر در گروه کیسه‌یخ و دمای پوست مچ‌پا، نمره تست تعادل پویا در جهت قدامی و خلفی داخلی در گروه اسپری سرما بین زمان‌های مختلف ازنظر آماری معنادار بود (P/۰۰۱>۰).

نتیجه‌گیری استفاده از کیسه‌یخ باعث کاهش دمای مچ پا و اختلال در تعادل ایستا و پویا نسبت به اسپری سرد می‌شود.

کلیدواژه‌ها:
سرمادرمانی، یخ، تعادل وضعیتی، پوست

* **نویسنده مسئول:**
شبنم طالبی
نشانی: اصفهان، دانشگاه علوم‌پزشکی اصفهان، دانشکده توانبخشی، گروه فیزیوتراپی.
تلفن: ۱۰۹۹۱۸۵ (۹۱۳) ۹۸+
رایانامه: talebishabnam62@gmail.com

مقدمه

تعادل یکی از نیازهای اساسی انسان و یکی از عناصر ضروری برای فعالیت‌های عملکردی افراد است. تعادل شامل تعادل ایستا و پویاست. تعادل ایستا، حفظ وضعیت بدن در حالت ایستا برای یک دوره زمانی و تعادل پویا، توانایی حفظ وضعیت مناسب بدن در حین فعالیت‌ها و حرکات مختلف است [۱]. مچ پا از شایع‌ترین مفاصل آسیب‌دیده در آسیب‌های حاد ورزشی است که به‌علت آسیب به گیرنده‌های حس عمقی و کاهش تعادل، خطر بازگشت مجدد آن بالاست. اختلال در قدرت، درک حس عمقی، دامنه حرکتی و تعادل از عوامل خطر مهم در ایجاد آسیب مچ پا هستند. حفظ تعادل در حین فعالیت‌های عملکردی، وابسته به عناصر حسی و حرکتی است که هر ۲ عامل به‌وسیله سرما تحت‌تأثیر قرار می‌گیرد [۲]. صرف‌نظر از روش‌های اعمال سرما، مطالعات بیان کرده است که کاهش دمای یک ناحیه باعث کاهش سرعت هدایت عصبی، توانایی تولید پتانسیل عمل اعصاب حسی و حرکتی، جریان خون موضعی و سرعت انتقال سیناپسی می‌شود [۳].

متعاقب سرمادرمانی، سرعت هدایت عصبی در آوران‌های گیرنده های مکانیکی و حساسیت دوک عضلانی کاهش می‌یابد [۴]. این موضوع باعث کاهش میزان اطلاعات آوران ارسالی به سیستم عصبی مرکزی می‌شود که نتیجه آن اختلال در کنترل عصبی- عضلانی و متعاقب آن تغییر در عملکرد است [۵-۷]. سرمادرمانی کاربرد سرما و یخ با اهداف بالینی است که معمولاً در آسیب‌های حاد و ورزشکاران استفاده می‌شود. در سال‌های اخیر، سرما پس از جلسات تمرینی سنگین و مسابقات، با هدف تسریع زمان احیای ورزشکاران رواج یافته است [۸، ۹].

مطالعات نشان داده است که کاربرد سرما باعث کاهش درد، التهاب، ادم و اسپاسم عضلانی می‌شود [۱۰]. سرمادرمانی به روش‌های متفاوتی انجام می‌شود که رایج‌ترین آن‌ها شامل غوطه‌وری در آب و یخ، کیف ژلی سرما، کیسه یخ و اسپری سرما است [۱۰، ۱۱]. این روش‌ها کاربرد مشابهی دارند، اما ممکن است تأثیرات متفاوتی در میزان کاهش دمای بافت، مساحت بافت سرد شده و عمق نفوذ سرما به دنبال داشته باشد [۱۲]. تأثیر سرما بر روی بدن به‌وسیله روش‌های هدایت، همرفت و تبخیر ایجاد می‌شود. در انتقال هدایتی سرما، تماس مستقیم با عوامل سردکننده مثل کیسه یخ و ماساژ الزامی است [۱۲]. عملی که در آن انتقال سرما ازطریق حرکت مولکول‌ها صورت می‌گیرد همرفت نامیده می‌شود. در مایعات و گازها که حرکت مولکول‌ها به آسانی صورت می‌گیرد، انتقال سرما به این روش است. تبخیر ازطریق گرفتن گرما از بافت بدن جهت فرایند تبخیر باعث ایجاد سرما می‌شود [۴].

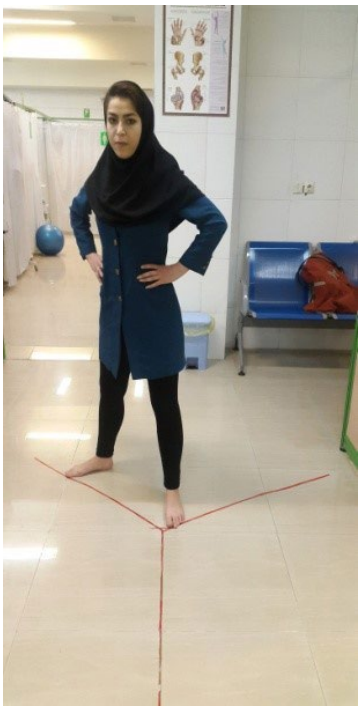
کاربرد سرما با کیسه یخ مستلزم استفاده از آن به مدت ۵ تا ۲۰ دقیقه است، اما اسپری‌های سردکننده ابزاری رایج برای اعمال سرما به‌صورت کوتاه‌مدت است [۱۳]. استفاده وسیع از سرمادرمانی و تأثیر آن بر روی سیستم‌های فیزیولوژیکی باعث نگرانی فعالان عرصه سلامت در زمینه تأثیر سرما بر روی فعالیت‌های حرکتی شده است [۱]. متأسفانه مطالعات کمی به بررسی تأثیر فوری و تأخیری انواع روش‌های درمانی در مفاصل اندام تحتانی به‌خصوص مچ پا بر عملکرد افراد مثل تعادل و پرش در افراد فعال پرداخته‌اند [۱۴]. این درحالی است که مچ پا نقش مهمی در حفظ تعادل افراد در فعالیت های روزمره دارد. هم چنین به‌علت میزان کم چربی زیرپوستی مچ پا بیشتر از سایر نواحی تحت‌تأثیر سرما قرار خواهد گرفت. بااین‌حال، مطالعات کمی در مورد تأثیر کاربرد سرما بر روی تعادل منتشرشده است [۱۵، ۱۶].

باتوجه‌به آنکه عوامل مختلفی برای سردکردن بافت وجود دارد و مطالعاتی در این زمینه وجود ندارد لذا پژوهش حاضر درصدد بررسی تأثیر فوری و تأخیری عوامل سرمازای مختلف را بر روی تعادل و اسپری سرما و کیسه یخ بر مچ پاست. هدف این مطالعه بررسی و مقایسه تأثیر استفاده از ۲ روش کاربرد سرما به‌صورت کیسه یخ و اسپری سرما بر روی مچ پا بر تعادل ایستا و پویای افراد سالم بود.

روش بررسی

این پژوهش یک مطالعه مداخله‌ای پیش‌آزمون پس‌آزمون بود که بر روی مچ پای ۶۸ نفر از افراد سالم انجام شد. جامعه پژوهش شامل افراد سالم دامنه ۱۸ تا ۳۰ سال بدون سابقه آسیب مچ پا و بدون سابقه آسیب‌ها و بیماری‌های اندام تحتانی بود. شرکت‌کنندگان به‌صورت روش نمونه‌گیری دردسترس از بین افراد واجد شرایط براساس و معیارهای ورود و خروج انتخاب شدند و سپس به‌طور کاملاً تصادفی در ۲ گروه قرار گرفتند. دعوت از افراد واجد شرایط برای شرکت در این مطالعه به‌وسیله فراخوان انجام شده و افراد داوطلب براساس گرفتن شرح‌حال از آن‌ها و معاینات تخصصی توسط پزشک تحت بررسی قرار گرفته و نهایتاً برای شرکت در این مطالعه انتخاب شدند. حجم نمونه این مطالعه براساس مطالعات مشابه و سطح اطمینان ۱/۹۶، توان آزمون ۸۴ درصد، انحراف‌معیار ۱/۱۷ و حداقل تفاوت معناداری بین دو گروه ۸ درصد، برابر با ۶۸ نفر محاسبه شده است [۱۷]. پژوهش حاضر توسط کمیته اخلاق در پژوهش دانشگاه علوم‌پزشکی اصفهان با شماره (۳۹۵۵۲۷) تأیید شده است.

معیارهای ورود به مطالعه: ۱. سن ۱۸ تا ۳۰ سال؛ ۲. داشتن شاخص توده بدنی بین ۱۸ تا ۲۵ و ۳. رضایت به شرکت در این مطالعه. معیارهای خروج: ۱. وجود هرگونه علائم پاتولوژیک، سابقه شکستگی، جراحی یا بیماری مفصلی در اندام تحتانی؛ ۲. سابقه آسیب لیگامان مچ‌پا؛ ۳. سابقه اختلال حسی و حرکتی؛ ۴.



تصویر ۱. تست تغییریافته تعادلی ستاره

مجله
دانشگاه علوم پزشکی قـــم

حساسیت به سرما شامل بیماری رینود؛ ۵. ورزشکاران حرفه‌ای؛ ۶. اختلال بینایی؛ ۷. وجود هرگونه ضایعه پوستی، مشکلات عروقی، مشکلات پاتولوژیک ستون‌فقرات، مشکلات پا، مشکلات سیستم عصبی مرکزی تأثیرگذار بر تعادل بود [۹، ۱۶، ۱۸، ۱۹].

در ابتدا کلیه شرکت‌کنندگان با استفاده از بلوک‌های تصادفی ۲ تایی به ۲ گروه مساوی تقسیم شدند که در گروه اول اعمال سرما با استفاده از کیسه یخ و درگروه دوم ازطریق اسپری سرما انجام شد. در هر ۲ گروه از مچ پای غالب شرکت‌کنندگان استفاده شد.

تصویر۲. تست ایستادن روی یک پا

مجله
دانشگاه علوم پزشکی قـــم

برای شناسایی پای غالب در شرکت‌کنندگان از آن‌ها درخواست شد تا توپی را که در جلوی پای آن‌ها قرار داشت شوت کنند؛ بر این اساس، پای شوت‌کننده در این افراد، پای غالب درنظرگرفته شد [۱۸].

قبل از شروع مداخله، قد، وزن و طول اندام تحتانی شرکت‌کنندگان محاسبه شد. برای محاسبه قد و وزن از ابزار استاندارد استفاده شد. پس از آن، تمرین‌های لازم جهت آشنایی با تست‌های تعادلی استفاده‌شده در این مطالعه، انجام شد. شرکت‌کنندگان قبل از انجام تست‌ها، ۱۰ دقیقه استراحت کردند. پس از آن، ارزیابی تست‌های تعادلی ایستا و پویا قبل از انجام مداخله برای کلیه شرکت‌کنندگان انجام شد. وضعیت تعادل پویای شرکت‌کنندگان به‌وسیله تست تغییریافته تعادلی ستاره[1] (تصویر شماره ۱) و وضعیت تعادل ایستا به‌وسیله تست ایستادن روی یک پا[2] (تصویر شماره ۲) انجام شد. تست‌های تعادلی و همچنین اندازه‌گیری دمای پوست مچ پا برای شرکت‌کنندگان قبل از مداخله، بلافاصله بعد از کاربرد سرما، سی دقیقه و یک ساعت پس از کاربرد سرما انجام شده و نمرات کسب‌شده از آن برای هر بیمار ثبت شد. برای محاسبه دمای پوست مچ پا از دماسنج نورای استفاده می‌شود که در سطح قدامی مچ پا چسبانده می‌شود. هم‌چنین در محل مطالعه در هر دو گروه دماسنجی در محیط نصب شده تا بود تا اثرات دمای محیط بر کاهش دمای مچ پا درنظر گرفته شود.

تست تغییریافته تعادلی ستاره در ۳ جهت قدامی، خلفی داخلی و خلفی خارجی انجام شد. در این تست شرکت‌کننده در مرکز شبکه روی پای غالب خود می‌ایستد و دستهایش را روی لگن قرار می‌دهد و پای دیگر را به دورترین فاصله درجهت مربوطه می‌رساند.بیشترین فاصله با تماس نوک پا، فشار حداقل و حفظ تعادل به‌وسیله متر نواری استاندارد توسط محقق از محل تماس نوک پا تا مرکز شبکه اندازه‌گیری خواهد شد. در این مطالعه، این ارزیابی در هر جهت، سه نوبت بررسی شده و میانگین سه فاصله اندازه‌گیری‌شده در هر جهت گزارش شد. برای حذف اثر تفاوت، طول اندام تحتانی در شرکت‌کنندگان به طول پای غالب نرمالیزه شد. برای اندازه‌گیری طول اندام تحتانی، فاصله از خار خاصره‌ای قدامی فوقانی تا قوزک داخلی در حالت خوابیده به پشت محاسبه شد [۲۰]. ترتیب انجام تست در ۳ جهت، تصادفی بود و بعد از هر مرحله شرکت‌کننده به مدت ۱۵ ثانیه استراحت داشت [۱۴]. درصورت به‌هم خوردن تعادل، مجدداً تست تکرار می‌شد. هیچ‌گونه کمک کلامی یا تشویقی برای درست انجام دادن تست توسط آزمون‌گر وجود نداشت. پایایی آزمون بازآزمون این تست ۰/۸۴ تا ۰/۹۲ و خطای آن ۲/۲۱ تا ۲/۹۴ محاسبه شده است [۲۱].

در تست ایستادن روی یک پا شرکت‌کننده روی پای غالب ایستاده و دست‌ها روی لگن قرار دارد و پای مقابل پشت زانوی پای تکیه‌گاه قرار می‌گیرد. شرکت‌کننده چشم‌ها را بسته و زمان حفظ این وضعیت به‌عنوان نمره تعادل ایستا ثبت می‌شود. درصورت بلندشدن انگشتان پا و یا پاشنه پا از روی زمین، برداشتن دست‌ها از روی لگن یا جابه‌جایی پای مقابل از پشت زانوی پای تکیه‌گاه، زمان تست به پایان می‌رسد [۲۲]. پایایی آزمون پس‌آزمون این تست ۸۲ درصد گزارش شده است [۲۳].

برای اعمال سرما در گروه اول، کیسه یخ به مدت ۲۰ دقیقه روی مچ پای غالب به‌صورت مستقیم بر روی پوست بین مالئول‌ها اعمال شد [۱۴]. در گروه دوم، اسپری سرمای Cramer® ساخت کشور فرانسه به مدت ۵ ثانیه به فاصله ۳۵ سانتی‌متر و زاویه ۳۰ درجه بر روی سطح بین مالئول‌ها اعمال شد [۲۴].

1. Star Excursion Balance Test (SEBT)
2. Single Leg Test

جدول ۱. میانگین سن، قد، وزن، شاخص توده بدن، طول پا و دمای محیط در ۲ گروه تحت مطالعه

متغیر	گروه‌ها		P
	کیسه یخ	اسپری سرما	
	میانگین±انحراف‌معیار		
سن	۲۶/۳±۵/۷	۲۶/۳±۴/۶	۰/۹۱
قد	۱۶۲/۲±۳/۸	۱۶۲/۴±۵/۱	۰/۷۷
وزن	۵۶/۲±۴/۶	۵۶/۴±۵/۴	۰/۹۳
شاخص توده بدن	۲۱/۰±۴/۸	۲۱/۱±۴/۴	۰/۸۹
طول پا	۸۳/۱±۹/۵	۸۴/۲±۹/۲	۰/۱۵
دمای محیط	۲۵/۱±۶/۱	۲۵/۱±۲/۰۳	۰/۱۷

جدول ۲. میانگین دمای پوست، مدت‌زمان ایستادن در تست تغییریافته تعادلی ستاره و نمره تست تغییریافته تعادلی ستاره در ۳ جهت قدامی، خلفی داخلی و خلفی خارجی در ۲ گروه تحت مطالعه در زمان‌های مختلف

متغیر		گروه‌ها		P
		کیسه یخ	اسپری سرما	
		میانگین±انحراف‌معیار		
میانگین دمای پوست	قبل از مداخله	۳۲/۹۰±۰/۷	۳۲/۱±۴/۳	۰/۱۴
	بلافاصله بعد از مداخله	۲۰/۲±۶/۶	۲۶/۳±۰۲/۹	۰>*/۰۰۱
	۳۰ دقیقه بعد از مداخله	۳۱/۱±۷/۰۳	۳۱/۱±۹/۱	۰/۴۲
	۶۰ دقیقه بعد از مداخله	۳۲/۰±۸/۷	۳۲/۱±۵/۱	۰/۱۶
	P-value	۰>**/۰۰۱	۰>**/۰۰۱	
میانگین مدت‌زمان ایستادن در تست ایستادن روی یک پا	قبل از مداخله	۱۹/۶±۴/۷	۱۹/۵±۱/۷	۰/۸۹
	بلافاصله بعد از مداخله	۱۳/۶±۶/۴	۱۸/۶±۶/۳	۰*/۰۰۱
	۳۰ دقیقه بعد از مداخله	۱۷/۵±۰۳/۲	۱۹/۶±۴/۱	۰/۰۹
	۶۰ دقیقه بعد از مداخله	۱۹/۴±۷/۶	۱۹/۵±۵/۶	۰/۸۸
	P-value	۰/۰۰۱ >**	۰/۳۵	
نمره تست تعادل پویا در جهت قدامی	قبل از مداخله	۱/۰±۲۵/۰۹	۱/۰±۲۶/۱۸	۰/۸۳
	بلافاصله بعد از مداخله	۱/۰±۱۶/۰۷	۱/۰±۲۴/۱۹	۰*/۰۲
	۳۰ دقیقه بعد از مداخله	۱/۰±۲۷/۱	۱/۰±۲۶/۱۷	۰/۸۳
	۶۰ دقیقه بعد از مداخله	۱/۰±۲۸/۰۸	۱/۰±۲۷/۱۸	۰/۹۶
	P-value	۰>**/۰۰۱	۰>**/۰۰۱	
نمره تست تعادل پویا در جهت خلفی داخلی	قبل از مداخله	۱/۰±۰۲/۰۶	۱/۰±۰۱/۱۳	۰/۶۱
	بلافاصله بعد از مداخله	۰/۰±۹/۰۶	۰/۰±۹۹/۱۳	۰>*/۰۰۱
	۳۰ دقیقه بعد از مداخله	۱/۰±۰۲/۰۶	۱/۰±۰۴/۱۱	۰/۲۸
	۶۰ دقیقه بعد از مداخله	۱/۰± ۰۵/۰۶	۱/۰±۰۷/۱	۰/۳۵
	P-value	۰>**/۰۰۱	۰>**/۰۰۱	
نمره تست تعادل پویا در جهت خلفی خارجی	قبل از مداخله	۱/۰±۳۴/۰۹	۱/۰±۳۳/۱۷	۰/۷۵
	بلافاصله بعد از مداخله	۱/۰±۲۰/۰۸	۱/۰±۳۲/۱۸	۰*/۰۰۱
	۳۰ دقیقه بعد از مداخله	۱/۰±۳۳/۰۸	۱/۰±۳۲/۱۶	۰/۸۷
	۶۰ دقیقه بعد از مداخله	۱/۰±۳۶/۰۸	۱/۰±۳۴/۱۸	۰/۴۹
	P-value	۰>**/۰۰۱	۰/۳۵	

مجله
دانشگاه علوم پزشکی قـــم

*آزمون تی مستقل نشان داده است که میانگین دمای پوست، میانگین مدت‌زمان ایستادن روی پا، و نمره تست تعادل پویا در ۳ جهت قدامی، خلفی داخلی و خلفی خارجی بلافاصله بعد از سرمادرمانی در گروه استفاده کننده از کیسه یخ به‌صورت معناداری کمتر از این مقادیر در گروه استفاده‌کننده از اسپری سرما بوده است.
**آزمون تعقیبی کمترین تفاوت معنی‌دار نشان داده است که میانگین دمای پوست، نمره تست تعادل پویا در جهت قدامی و خلفی داخلی در دو گروه، و مدت‌زمان ایستادن روی ۱ پا و نمره تست تعادل پویا درجهت خلفی خارجی در گروه کیسه یخ بلافاصله بعد از کاربرد سرما به‌صورت معناداری کمتر از ۳ زمان دیگر بوده است.

اطلاعات مربوط به کلیه شرکت‌کنندگان در مطالعه وارد نرم‌افزار[3] SPSS نسخه ۲۲ شده و تحت آنالیز قرار گرفت. برای گزارش داده‌های کمی از میانگین و انحراف‌معیار و برای گزارش داده‌های کیفی از عدد و درصد استفاده شده است. برای آنالیز داده‌ها و بررسی تفاوت آنها در دو گروه از آزمون‌های تی مستقل، آنالیز واریانس با تکرار مشاهدات و آزمون تعقیبی کمترین تفاوت معنی‌دار[4] استفاده و (P>۰/۰۵) معنادار در نظر گرفته شد.

یافته‌ها

در این مطالعه، ۶۸ فرد سالم تحت بررسی قرار گرفتند که میانگین سنی ۴۵/۶۵±۲۶/۳ سال (از ۱۸ تا ۳۰ سال) بوده است و ۹۴/۱۱ (۶۴ نفر) زن بودند. در کلیه افراد در گروه کیسه یخ، آزمون بر روی پای راست (پای غالب) و در گروه اسپری سرما مداخله در ۹۷/۱ (۳۳ نفر) بر روی پای راست انجام شد. با توجه به جدول شماره ۱، اختلاف میانگین سن، قد، وزن، شاخص توده ادبی، طول پا و دمای محیط در ۲ گروه استفاده‌کننده از کیسه یخ و اسپری سرما ازنظر آماری معنادار نبود (P>۰/۰۵).

میانگین دمای پوست مچ پا (P=۰/۱۴)، میانگین مدت‌زمان ایستادن روی یک پا (P=۰/۸۹)، میانگین نمره تست تعادل پویا در جهت قدامی (P=۰/۸۳) و میانگین نمره تست تعادل پویا در جهت خلفی داخلی (P=۰/۶۱) و خارجی (P=۰/۷۵) قبل از مداخله بین دو گروه، تفاوت معناداری با یکدیگر نداشتند. بلافاصله بعد از کاربرد سرما بر روی مچ پای سالم، میانگین مقادیر هر ۵ متغیر در گروه دریافت کننده اسپری سرما به طور معناداری بیشتر از گروه استفاده کننده از کیسه یخ بود (P>۰/۰۵)، اما در سایر زمان‌ها بین ۲ گروه اختلاف معناداری وجود نداشت (P<۰/۰۵).

آنالیز واریانس با تکرار مشاهدات نشان داد که اختلاف میانگین‌های دمای پوست مچ پا، مدت‌زمان ایستادن روی یک پا، نمره تست تعادل پویا در جهت قدامی و نمره تست تعادل پویا در جهت خلفی داخلی و خارجی در گروه کیسه یخ، بین زمان‌های مختلف ازنظر آماری معنادار بوده است (P>۰/۰۰۱). همچنین میانگین‌های دمای پوست مچ پا، نمره تست تعادل پویا در جهت قدامی و نمره تست تعادل پویا درجهت خلفی داخلی در گروه اسپری سرما بین زمان‌های مختلف تفاوت معنادار داشت. آزمون تعقیبی کمترین تفاوت معنی‌دار نشان داد که در تمامی موارد، میانگین متغیرها بلافاصله بعد از مداخله به‌طور معناداری (P>۰/۰۵) کمتر از ۳ زمان دیگر بوده است (جدول شماره ۲).

3. SPSS Crop., Chicago, IL, USA
4. Least Significant Difference (LSD)

بحث

این مطالعه بر روی ۶۸ فرد سالم انجام شده و اثرات ۲ روش سرمادرمانی استفاده از کیسه یخ و اسپری سرما بر روی مچ پای افراد بر وضعیت تعادل ایستا و پویای آن‌ها را مقایسه کرد. این مطالعه نشان داده است که میانگین کاهش دمای پوست در افراد دریافت‌کننده اسپری سرما کمتر از گروه کیسه یخ بوده است. همچنین در این مطالعه نتایج مربوط به تست‌های تعادلی نشان داد که بلافاصله بعد از اعمال سرما، روش کیسه یخ به میزان معناداری تعادل فرد را کاهش می‌دهد.

سال‌هاست که سرمادرمانی در درمان آسیب‌های حاد استفاده می‌شود که در درمان این آسیب‌ها نیز بسیار سودمند بوده است. اثرات سرما بر عضلات و رفلکس‌های میوتاتیک ارزش بسیار بالایی دارد. زمانی که دمای بافت داخل عضلانی کاهش می‌یابد، دیسشارژ نورونی و حساسیت عضلات نیز کاهش می‌یابد [۲۵]. سرما موجب کاهش سرعت هدایت عصبی، سرکوب گیرنده درد، کاهش اسپاسم عضلانی، کاهش التهاب، افزایش سفتی بافتی و کاهش فعالیت آنزیم‌های متابولیکی می‌شود [۲۶]. هم چنین کاربرد سرما باعث کاهش پاسخ‌گویی سیستم عصبی عضلانی شده و سرعت انقباض عضلانی و ظرفیت تولید نیرو نیز کاهش پیدا می‌کند [۷].

در این مطالعه میزان کاهش دمای مچ پا در گروه تحت دریافت اسپری سرما کمتر از گروه دریافت‌کننده کیسه یخ بوده است. در جست و جو های انجام شده در مطالعات قبلی مطالعه ای که دقیقا تاثیر دو روش اسپری سرما و کیسه یخ را بر روی کاهش دمای بافتی با یکدیگر مقایسه کند یافت نشد اما مطالعاتی وجود دارد که اثرات این دو عامل سرما زا را به‌صورت جداگانه تحت بررسی قرار داده است. مطالعه‌ای که اثرات استفاده از کیسه یخ را بر روی بافت‌ها بررسی کرده است، نشان داده است که استفاده از کیسه یخ موجب می‌شود تا عمق بافت نیز دچار کاهش دما شود که حتی تا یک سانتی‌متری بافت عضلانی نیز پیش می‌رود [۲۷].

مطالعه دیگری نیز وجود دارد که بیان کرده به دنبال استفاده از کیسه یخ عمق نفوذ سرما از ۱ تا ۳ سانتی‌متر بوده است و میزان کاهش دمای بافت به میزان بافت ساب کوتانئوس بین کیسه یخ و عضله بستگی دارد [۲۸]. در این مطالعه باتوجه‌به آنکه اثر روش‌های مختلف کاربرد سرما در مچ پا بررسی شده و این قسمت از بدن دارای بافت ساب کوتانئوس کمی است، شاید این کاهش دمای بیشتر در گروه کیسه یخ به همین دلیل باشد. همچنین در این مطالعه کیسه یخ به مدت ۲۰ دقیقه بر روی بافت قرار گرفته است. در مقایسه با اسپری سرما که تنها ۵ ثانیه استفاده شده است، توانسته است کاهش دمای بیشتری اعمال کند [۲۹].

این مطالعه نشان داده است که به‌طور معناداری وضعیت تعادل ایستا و پویا بلافاصله پس از کاربرد سرما در استفاده از اسپری سرما بهتر از استفاده از کیسه یخ حفظ می‌شود اما ۳۰ دقیقه و ۶۰ دقیقه پس از کاربرد سرما تفاوت چندانی بین این دو مودالیته وجود ندارد. علی‌رغم آنکه سودمندی‌های سرمادرمانی بسیار بیان شده است، اما می‌تواند موجب کاهش در متغیرهای عملکردی شود خصوصاً زمانی که فرد بلافاصله پس از سرمادرمانی به فعالیت می‌پردازد [۳۰] . مطالعاتی نیز که در گذشته انجام شده است نشان می‌دهد که به دنبال سرمادرمانی تعادل ایستایی کاهش می‌یابد [۱]. به‌طورکلی مطالعات بسیاری بر روی اثرات مودالیته‌های مختلف سرمادرمانی بر روی تعادل افراد وزشکار و غیر ورزشکار و هم‌چنین افراد آسیب دیده و سالم وجود دارد که برخی آن‌ها نشان‌دهنده ارتباط بین این مودالیته‌ها با کاهش تعادل بوده و برخی از آن‌ها، تغییرات واضحی را نشان نداده است. مطالعه بر روی مقایسه مودالیته‌های مختلف سرمادرمانی بسیار محدود است و در دامنه اطلاعات ما مطالعه‌ای که تاکنون دو روش درمانی اسپری سرما و کیسه یخ را که از متداولترین روش‌ها در سرمادرمانی هستند مقایسه نکرده است.

شاید علت کاهش بیشتر تعادل به دنبال استفاده از کیسه یخ به دلیل کاهش دمای بیشتری باشد که بر روی بافت تحت سرمادرمانی ایجاد می‌شود. این کاهش دمای بیشتر موجب افزایش سفتی مفصل، کاهش الاستیسیته عضله، تاندون و لیگامان، تغییر در اطلاعات آوران سطح پلنتار یا تغییر در پاسخ فیزیولوژیک و نوروماسکولار باشد [۵]. شاید این کاهش دمای بیشتر موجب تغییر در پیام‌های آوران پوست و رسپتورهای مفصلی شده و از این طریق تعادل را تحت تاثیر قرار دهد. باتوجه‌به آنکه مطالعات در زمینه مقایسه این مودالیته بسیار محدود است مطالعات بیشتری در این زمینه نیاز است تا شواهد لازم برای تعمیم نتایج این مطالعه به کل جامعه را فراهم کند.

یکی دیگر از یافته‌های این مطالعه نیز این است که وضعیت تعادل ایستا و پویای شرکت‌کنندگان در هر ۲ روش خصوصاً در کوتاه‌مدت، صرف‌نظر از مقایسه با یکدیگر کاهش یافته است. مطالعاتی وجود دارند که اثرات استفاده از اسپری سرما را بر روی وضعیت تعادل بررسی کرده است و بیان می‌کند استفاده از اسپری سرما به‌علت کوتاه بودن مدت‌زمان پروتکل سرمادهی موجب عدم تأثیرگذاری بر روی تارهای عصبی گیرنده‌های حس عمقی شده و شاید به این دلیل است که کمتر از روش‌های دیگر تعادل را تحت‌تأثیر قرار می‌دهد [۴]. مطالعه دیگری نیز که بر روی مچ پایسالم ۳۰ فوتبالیست انجام شده است گزارش کرده است که استفاده از اسپری سرما برای سرمادهی موضعی مچ پا اثر معناداری بر پوسچر وضعیتی و تعادل ورزشکاران نداشته است [۳۱]. مطالعات در استفاده از کیسه یخ با هدف سرمادرمانی بیان کرده است که استفاده از یخ به‌عنوان سرمادرمانی باعث افزایش اختلال در نوسان وضعیتی در افرادی شده است که دچار آسیب قوزک پا شده بودند [۳۲]. مطالعه دیگری بر روی مچ پای افراد سالم نشان داده است که استفاده از ۱۵ دقیقه یخ بر روی مچ پایاین افراد تعادل ایستایی را تحت‌تأثیر قرار می‌دهد [۹]. متناقض با نتایج حاصل از این مطالعه، مطالعات دیگری نیز وجود دارد که گزارش کرده است استفاده از یخ بر روی مچ پای افراد در شاخص ثبات کلی، قدامی خلفی و طرفی تغییرات قابل‌توجهی ایجاد نکرده است [۳۳]. همچنین دیگر مطالعات بیان کرده است غوطه وری مچ پا و ساق پا در آب و یخ نتوانسته است تعادل پویا را تحت‌تأثیر قرار دهد [۳۴]. به‌طور کلی مشابه با بیشتر مطالعاتی که بر روی دو مودالیته اسپری سرما و کیسه یخ انجام شده است، هر دو روش می‌توانند تا حدودی تعادل ایستا و پویا را در افراد سالم تحت‌تأثیر قرار دهند. برای دست‌یابی به مکانیسم دقیق این دو روش، بهتر است در مطالعات بعدی هر یک از این روش‌ها به‌صورت جداگانه و با در نظرگرفتن عوامل تأثیرگذار بر اثرات آن‌ها بررسی شوند.

نتیجه‌گیری

به‌طورکلی استفاده از روش سرمادرمانی اسپری سرما کمتر از استفاده از کیسه یخ، دمای مفصل مچ پا را کاهش داده و کمتر تعادل ایستا و پویا را تحت‌تأثیر قرار می‌دهد. بنابراین بهتر است در درمان آسیب‌هایی که فرد نیازمند فعالیت بلافاصله پس از سرمادرمانی است، از اسپری سرما به‌جای کیسه یخ استفاده شود. این مطالعه نشان داد هر ۲ روش بلافاصله باعث کاهش تعادل می‌شوند.

این پژوهش نیز مانند دیگر مطالعات، محدودیت‌ها و نقاط قوتی داشته است. مهم‌ترین نقطه قوت این مطالعه این است که برای اولین‌بار دو مودالیته شایع سرمادرمانی را مقایسه کرده است. هم‌چنین تمام آزمودنی‌ها از ناحیه مچ پا سالم بودند و ازآنجایی‌که فرایندهای التهابی حاد و یا آسیب‌ها ممکن است نتایج را تحت‌تأثیر قرار دهد، باید درخصوص تعمیم یافته‌ها به جمعیت‌های آسیب‌دیده احتیاط کرد. بنابراین مطالعات بیشتری نیاز است تا اثرات این دو عمل سرمادرمانی را بر روی افراد آسیب‌دیده مانند افرادی که دچار پیچ‌خوردگی در ناحیه مچ پا شده‌اند، نیز بررسی کند. همچنین در این مطالعه شرایط روحی و روانی آزمودنی‌ها درنظر گرفته نشده است که ممکن است بر روی نتایج مطالعه اثرگذار باشد. در این مطالعه همچنین از روش‌های آزمایشگاهی و تست‌های چابکی استفاده نشده بود که بهتر است در مطالعات آینده برای بررسی دقیق‌تر این اثرات، این نوع تست‌ها نیز در نظر گرفته شود.

ملاحظات اخلاقی

پیروی از اصول اخلاق پژوهش

این پژوهش توسط کمیته اخلاق دانشگاه علوم‌پزشکی اصفهان تأییدشده‌وباکدکارآزمایی‌بالینی(IRCT2016102930544N1) در سامانه کارآزمایی‌های بالینی ایران ثبت شده است.

حامی مالی

این مطالعه با حمایت مالی دانشگاه علوم‌پزشکی اصفهان انجام پذیرفته است.

مشارکت‌نویسندگان

مفهوم‌سازی: مجتبی حشمتی‌پور؛ نرم‌افزار، تحلیل صوری: شبنم طالبی و مهدی راعی؛ نگارش پیش‌نویس اولیه: مجتبی حشمتی‌پور و شبنم طالبی؛ روش‌شناسی، بررسی و ویرایش: همه نویسندگان؛ نظارت: مجتبی حشمتی‌پور؛ نگارش: سیده ام‌البنین سیدرضایی.

تعارض منافع

بنابر اظهارنظر نویسندگان، این مقاله تعارض منافع ندارد.

تشکر و قدردانی

نویسندگان از معاونت پژوهش دانشگاه علوم‌پزشکی اصفهان و تمامی افراد شرکت‌کننده در این پژوهش، قدردانی می‌کنند.

[1] Cross KM, Wilson RW, Perrin DH. Functional performance following an ice immersion to the lower extremity. J Athl Train. 1996; 31(2):113-6. [PMID] [PMCID]

[2] Algafly AA, George KP. The effect of cryotherapy on nerve conduction velocity, pain threshold and pain tolerance. Br J Sports Med. 2007; 41(6):365-9. [DOI:10.1136/bjsm.2006.031237] [PMID] [PMCID]

[3] Mattacola CG, Perrin DH. Effects of cold water application on isokinetic strength of the plantar flexors. Isokinet Exerc Sci. 1993; 3(3):152-4. [DOI:10.3233/IES-1993-3305]

[4] Beyranvand R, Seidi F, Rajabi R, Moradi A. [The immediate effect of short-term use of cold spray on ankle joint position sense in healthy individuals (Persian)]. J Res Rehabil Sci. 2013; 9(5):889-98. [Link]

[5] Costello JT, Donnelly AE. Cryotherapy and joint position sense in healthy participants: A systematic review. J Athl Train. 2010; 45(3):306-16. [DOI:10.4085/1062-6050-45.3.306] [PMID] [PMCID]

[6] Wassinger CA, Myers JB, Gatti JM, Conley KM, Lephart SM. Proprioception and throwing accuracy in the dominant shoulder after cryotherapy. J Athl Train. 2007; 42(1):84-9. [PMID] [PMCID]

[7] Richendollar ML, Darby LA, Brown TM. Ice bag application, active warm-up, and 3 measures of maximal functional performance. J Athl Train. 2006; 41(4): 364-70. [PMID] [PMCID]

[8] Bleakley C, McDonough S, MacAuley D. The use of ice in the treatment of acute soft-tissue injury: A systematic review of randomized controlled trials. Am J Sports Med. 2004; 32(1):251-61. [DOI:10.1177/0363546503260757] [PMID]

[9] Douglas M, Bivens S, Pesterfield J, Clemson N, Castle W, Sole G, Wassinger CA. Immediate effects of cryotherapy on static and dynamic balance. Int J Sports Phys Ther. 2013; 8(1):9-14. [PMID]

[10] Nadler SF, Weingand K, Kruse RJ. The physiologic basis and clinical applications of cryotherapy and thermotherapy for the pain practitioner. Pain Physician. 2004; 7(3):395-9. [DOI:10.36076/ppj.2004/7/395] [PMID]

[11] Dykstra JH, Hill HM, Miller MG, Cheatham CC, Michael TJ, Baker RJ. Comparisons of cubed ice, crushed ice, and wetted ice on intramuscular and surface temperature changes. J Athl Train. 2009; 44(2):136–41. [PMID] [PMCID]

[12] Janwantanakul P. Different rate of cooling time and magnitude of cooling temperature during ice bag treatment with and without damp towel wrap. Phys Ther Sport. 2004; 5(3):156-61. [DOI:10.1016/j.ptsp.2004.02.004]

[13] Sajedi-Monfared Z, Rooddehghan Z, Haghani H, Bakhshandeh AR, Monfared LS. Cold therapy and respiratory relaxation exercise on pain and anxiety related to chest tube removal: A clinical trial. IIran J Nurs Midwifery Res. 2021; 26(1):54-9. [DOI:10.4103/ijnmr.IJNMR_228_19] [PMID] [PMCID]

[14] Williams EE, Miller III SJ, Sebastianelli WJ, Vairo GL. Comparative immediate functional outcomes among cryotherapeutic interventions at the ankle. Int J Sports Phys Ther. 2013; 8(6):828. [PMID] [PMCID]

[15] Furmanek MP, Słomka K, Juras G. The effects of cryotherapy on proprioception system. Biomed Res Int. 2014; 2014: 696397. [DOI:10.1155/2014/696397] [PMID] [PMCID]

[16] Michell TB, Ross SE, Blackburn JT, Hirth CJ, Guskiewicz KM. Functional balance training, with or without exercise sandals, for subjects with stable or unstable ankles. J Athl Train. 2006; 41(4):393-8. [PMID] [PMCID]

[17] Khanmohammadi R, Someh M, Ghafarinejad F. The effect of cryotherapy on the normal ankle joint position sense. Asian J Sports Med. 2011; 2(2):91-8. [DOI:10.5812/asjsm.34785] [PMID] [PMCID]

[18] Bressel E, Yonker JC, Kras J, Heath EM. Comparison of static and dynamic balance in female collegiate soccer, basketball, nd gymnastics athletes. J Athl Train. 2007; 42(1):42-6. [PMID] [PMCID]

[19] Panics G, Tallay A, Pavlik A, Berkes I. Effect of proprioception training on knee joint position sense in female team handball players. Br J Sports Med. 2008; 42(6):472-6. [DOI:10.1136/bjsm.2008.046516] [PMID]

[20] Gribble PA, Hertel J. Considerations for normalizing measures of the star excursion balance test. Meas Phys Educ Exerc Sci. 2003; 7(2):89-100. [DOI:10.1207/S15327841MPEE0702_3]

[21] Munro AG, Herrington LC. Between-session reliability of the star excursion balance test. Phys Ther Sport. 2010; 11(4):128-32. [DOI:10.1016/j.ptsp.2010.07.002] [PMID]

[22] Ingersoll CD, Knight KL, Merrick MA. Sensory perception of the foot and ankle following therapeutic applications of heat and cold. J Athl Train. 1992; 27(3):231-4. [PMID] [PMCID]

[23] Piedrahita H, Oksa J, Rintamäki H, Malm C. Effect of local leg cooling on upper limb trajectories and muscle function and whole body dynamic balance. Eur J Appl Physiol. 2009; 105(3):429-38. [DOI:10.1007/s00421-008-0920-6] [PMID]

[24] Cameron MH. Physical agents in rehabilitation: From research to practice. Philadelphia: Saunders/Elsevier; 2009. [Link]

[25] Halvorson GA. Therapeutic heat and cold for athletic injuries. Phys Sportsmed. 1990; 18(5):87-94. [DOI:10.1080/00913847.1990.11710045] [PMID]

[26] Airaksinen OV, Kyrklund N, Latvala K, Kouri JP, Grönblad M, Kolari P. Efficacy of cold gel for soft tissue injuries a prospective randomized double-blinded trial. Am J Sports Med. 2003; 31(5):680-4. [DOI:10.1177/03635465030310050801] [PMID]

[27] Enwemeka CS, Allen C, Avila P, Bina J, Konrade J, Munns S. Soft tissue thermodynamics before, during, and after cold pack therapy. Med Sci Sports Exerc. 2002; 34(1):45-50. [DOI:10.1097/00005768-200201000-00008] [PMID]

[28] Myrer JW, Myrer KA, Measom GJ, Fellingham GW, Evers SL. Muscle temperature is affected by overlying adipose when

cryotherapy is administered. J Athl Train. 2001; 36(1):32–6. [PMID] [PMCID]

[29] Zemke JE, Andersen J, Guion WK, McMillan J, Joyner AB. Intramuscular temperature responses in the human leg to two forms of cryotherapy: Ice massage and ice bag. J Orthop Sports Phys Ther. 1998; 27(4):301-7. [DOI:10.2519/jospt.1998.27.4.301] [PMID]

[30] Bleakley CM, Costello JT, Glasgow PD. Should athletes return to sport after applying ice? Sports Med. 2012; 42(1):69-87. [DOI:10.2165/11595970-000000000-00000] [PMID]

[31] Beyranvand R, Seidi F, Rajabi R. [The immediate effects of applying the cold spray on postural sway in male college soccer players (Persian). Sci J Rehabil Med. 2016; 5(1):50-9. [DOI:10.22037/JRM.2016.1100259]

[32] Kernozek TW, Greany JF, Anderson DR, Van Heel D, Youngdahl RL, Benesh BG, et al. The effect of immersion cryotherapy on medial-lateral postural sway variability in individuals with a lateral ankle sprain. Physiother Res Int. 2008; 13(2):107-18. [DOI:10.1002/pri.393] [PMID]

[33] Salehi R, Zarei M, Alizadeh MH, Karimi N. Effect of lower leg cold immersion on dynamic balance of athletes and non-athlete. J Rehabil. 2016; 17(2):148-57. [DOI:10.21859/jreehab-1702148]

[34] Saam F, Leidinger B, Tibesku C. [The influence of cryotherapy of the ankle on static balance (German)]. Sportverletz Sportschaden. 2008; 22(1):45-51. [DOI:10.1055/s-2007-963601] [PMID]