مجله علوم پزشکی رازی دوره ۲۷، شماره ۷، مهر ۱۳۹۹ http://rjms.iums.ac.ir

مقاله پژوهشی

آثار حاد کشش ایستا وتسهیل عصبی–عضلانی گیرنده های عمقی بر حداکثر گشتاور نیرو و عملکـرد چـابکی مردان فعال فوتسالیست

زینب ریاضی: دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران

امیرعباس منظمی: استادیار، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران (* نویسنده مسئول) A.monazzami@razi.ac.ir

وحید تادیبی: دانشیار، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران

سعیدکاظمی: دکتری حرفه‌ای، مرکز پزشکی ورزشی استان کرمانشاه، کرمانشاه، ایران

چکیده

زمینه و هدف: هدف از تحقیق حاضر تعیین آثار حاد کشش ایستا و تسهیل عصبی–عضلانی گیرنده‌های عمقی PNF بر حداکثر گشتاور نیرو و عملکرد چابکی مردان فوتسالیست بود.

روش کار: بدین منظور ۱۲ مرد تمرین کرده که حداقل دو سال سابقه تمرین داشتند با میانگین سنی (۰/۸۸±۲۲/۳۳ سال)، قـد (۶/۲۱±۱۷۵/۷۵ سانتی‌متر)، وزن (۳/۶۴±۶۸/۷۵ کیلوگرم)، شاخص توده بدنی (۱/۲۳±۲۲/۵۷ کیلـوگرم بـر مجـذور مترمربـع) و چربی بدن (۳/۵۸±۱۵/۶۵درصد) به طور تصادفی در ۴ پروتکـل تمرینـی متفـاوت قـرار گرفتنـد. پروتکـل‌هـای تمرینـی شـامل کشش‌های ایستای (۵s×۳) و (۱۵s×۳)، کشش PNF (۶s×۱۵s×۳۰) و شرایط کنترل بودند. از دستگاه ایزوکینتیک دینـامومتر جیم نکس مدل ISO-1 با سرعت ۶۰ درجه بر ثانیه و آزمون بالسوم به ترتیب جهت اندازه‌گیری حداکثر گشتاور نیرو و چابکی و از آزمون تحلیل واریانس دو راهه با اندازه‌های تکراری با سطح اطمینان ($p<۰/۰۵$) جهت مقایسه تفاوت میانگین‌ها استفاده شد.

یافته‌ها: نتایج کاهش معنی‌دار حداکثر گشتاور نیرو را به دنبال کشش PNF نشان داد ($p<۰/۰۵$) اما، تغییر معنی‌داری در مقادیر چابکی و حداکثر گشتاور نیرو به دنبال دیگر پروتکل‌های کشش ایستا دیده نشد ($p>۰/۰۵$).

نتیجه‌گیری: در مجموع به نظر می‌رسد کشش‌های ایستا اگر در مدت کوتاهی اجرا شوند اثـر تخریبـی بـر عملکـرد ندارنـد امـا کشش‌های PNF بالاتر از ۹۰ ثانیه اثر تخریبی بر عملکرد دارند.

تعارض منافع: گزارش نشده است.

منبع حمایت کننده: دانشگاه رازی، کرمانشاه

کلیدواژه‌ها

کشش ایستا،

کشش PNF،

حداکثر گشتاور،

چابکی

تاریخ دریافت: ۹۹/۰۴/۲۳

تاریخ چاپ: ۹۹/۰۷/۲۲

شیوه استناد به این مقاله:

Riazi Z, Monazzami A, Tadibi V, Kazemi S. The Acute effects of static and proprioceptive neuromuscular facilitation (PNF) stretching on maximum torque and agility of male active futsal players. Razi J Med Sci. 2020;27(7):140-153.

*انتشار این مقاله به‌صورت دسترسی آزاد مطابق با CC BY-NC-SA 3.0 صورت گرفته است.

Razi Journal of Medical Sciences. 2020;27(7):140-153. http://rjms.iums.ac.ir

Original Article

The Acute effects of static and proprioceptive neuromuscular facilitation (PNF) stretching on maximum torque and agility of male active futsal players

Zynab Riazi: MA Student, Department of Sport Physiology, Faculty of Sport Science, Razi University, Kermanshah, Iran
Amirabbas Monazzami: Assistant Professor, Department of Sport Physiology, Faculty of Sport Science, Razi University, Kermanshah, Iran (* Corresponding author) A.monazzami@razi.ac.ir
Vahid Tadibi: Associate Professor, Department of Sport Physiology, Faculty of Sport Science, Razi University, Kermanshah, Iran
Saeid Kazemi: Medical Doctor at Sports Medicine, Board of Kermanshah Province, Kermashah, Iran

Abstract

Background: The correct execution of sports movements depends on the method of warming up and the type of stretching. That is why it is very important to warm up properly to prevent any damage to the body and improve performance, appropriate to the type of exercise. In addition, the main reason for warming is the increase in core body temperature, which in turn leads to more blood flow to the active muscles and increases the rate of transmission of nerve impulses and chemical reactions. Although there are different debates about which stretch should be used with what intensity and volume before exercise, but usually static stretch before training and sports competition in warming up section is used. PNF stretching is thought to be superior to other stretch methods in developing range of motion due to the activation of the golgy tendon organ by the Autogenic Inhibition method and the facilitation of muscle inhibitory receptors, but the effects of PNF stretch on the performance is very controversial. Therefore, The current study aimed to determine the effects of static and PNF stretching on maximum torque and agility of male futsal players.

Methods: Having at least 2 years of training experiences, twelve trained male Futsal players with a mean age (22.33±0.88 years), height (175.75±6.21 cm), weight (68.75±3.64 kg), BMI (22.57±1.23 kg/m^2) and body fat (15.65±3.58 %) were randomly selected. They were divided into four training protocols, including static stretches (3×5 s and 3×15 s), PNF stretch (30s×6s×15 s) and control condition. The SECA1 height measurement device with a measurement accuracy of one millimeter (made in Germany) was used to measure height. The Buerer digital weight measurement device with an accuracy of 0.1 kg (made in Germany) was also used to measure the body weight of the subjects. In addition, the yo-yo recovery test was used to determine the subjects' aerobic capacity (VO_2max), and the Zeus 9.9 body analyzer was used to measure body composition and fat percentage. Isokenitic dynamometer Gymnex model ISO-1 with the speed of 60 degrees per second and Balsom agility test were applied to measure maximum force torque and agility respectively. Furthermore, two-way ANOVA with repeated measures was used to compare the mean difference. Bonferroni post hoc test was applied when the differences were significant and interval confidence of $p<0.05$ considered at all stages of the test. Code of Ethics was IR.SSRC.REC.139.039.

Results: The results of data analysis with repeated measures test in comparison

Keywords
Agility,
Peak torque,
PNF stretching,
Static stretching

Received: 13/07/2020
Published: 13/10/2020

between the type of stretches with the control condition in the variable of maximum torque at a speed of 60 degrees per second showed that the effect of the type of stretch(group) was significant (p=0.024, F=2.061). These results show that only the PNF stretch protocol was different from the control condition (p<0.05) and the static stretch protocols 3 × 5 s (p= 0.17) and 3 × 15 s (p=0.34) were not significantly different from the control condition. In addition, the results of the present study showed that the interaction between the type of stretch(group) and time was significant (p=0.009; F=4.59). On the other hand, The results of data analysis with repeated measures test in comparison between the type of stretches with the control condition in the variable of agility showed that the effect of the type of stretch (group) was significant (p=0.039, F=5.23).The results showed that only the PNF stretch protocol was different from the control condition (p<0.05) and the static stretch protocols 3 × 5 s (p=0.35) and 3 × 15 s (p=0.57) were not significantly different from the control ondition. In addition, the results of the present study showed that the interaction between the type of stretch(group) and time was significant (p=0.044; F=4.45).

Conclusion: Overall, the results show that the implementation of static stretching protocols and PNF above 90 seconds has a destructive effect on the performance of torque and agility of futsal players. Among the most important mechanisms affecting performance can be the destruction of muscle tendon features, involved neural mechanisms (decrease in firing frequency, increase in nervous fatigue and decrease in concentration), mechanical properties and muscle elasticity, duration, intensity and type of stretch, gender and level of fitness of the athlete employed were mentioned. Therefore, to reduce the destructive effects of this type of stretching and on the other hand increase the efficiency of muscles to improve performance in the warm-up phase, it is recommended to futsal players, If using static and PNF stretches, do not use times longer than 90 seconds.

Conflicts of interest: None
Funding: Razi University

Cite this article as:

Riazi Z, monazzami A, Tadibi V, Kazemi S. The Acute effects of static and proprioceptive neuromuscular facilitation (PNF) stretching on maximum torque and agility of male active futsal players. Razi J Med Sci. 2020;27(7):140-153.

*This work is published under CC BY-NC-SA 3.0 licence.

مقدمه

فوتسال ورزشی هیجان‌انگیز و با تحرک است که امروزه توانسته بین سایر ورزش‌ها، از ویژه‌ای بهره‌مند شود. استفاده از تکنیک‌های علمی مناسب جهت بالا بردن عملکرد ورزشکاران توجه پژوهشگران را به خود جلب کرده است. بازیکنان فوتسال با توجه به ماهیت این ورزش و محیطی که بازی در آن انجام می‌شود، از ویژگی‌های جسمانی ویژه ای برخوردار هستند. شناخت این ویژگی‌ها به طراحان و برنامه‌ریزان علم تمرین کمک می‌کند تا با در نظر گرفتن این ویژگی‌ها، برنامه تمرینی لازم را طراحی کنند. نخستین گام در برنامه ریزی تمرین، آگاهی از نیازهای فیزیولوژیکی هر رشته ورزشی است (۱). به هر حال، ورزشکاران برای دستیابی به اوج اجرای ورزشی مجبور به بالا بردن سطح هماهنگی، استقامت، قدرت، توان، چابکی و سرعت هستند (۲). اجرای صحیح حرکات ورزشی به شیوه گرم کردن و نوع کشش وابسته است. به همین خاطر گرم کردن اصولی برای جلوگیری از هر گونه آسیب به بدن و بهبود عملکرد، متناسب با نوع فعالیت ورزشی بسیار مهم است. افزون بر این، دلیل اصلی گرم کردن افزایش دمای مرکزی بدن است که به تبع آن جریان خون بیشتری به سمت عضلات فعال می‌رود و سرعت انتقال تکانه‌های عصبی و واکنش‌های شیمیایی افزایش می‌یابد (۳). همچنین گرم کردن با فوایدی همچون افزایش انعطاف پذیری عضلات (۴)، آمادگی ذهن، قلب و مفاصل جهت شروع فعالیت بدنی همراه است (۵). به علاوه، دانشکده آمریکایی طب ورزش (American College of Sport Medicine)و همچنین انجمن ملی قدرت و آمادگی (National Strength and Conditioning Association)گرم کردن عمومی، شامل فعالیت زیر بیشینه هوازی، کشش سبک و انجام حرکات ویژه را قبل از هر فعالیت جهت بهبود عملکرد پیشنهاد می‌کنند (۶).

تاکنون فعالیت های کششی گوناگون به منظور سازماندهی یا حفظ انعطاف‌پذیری عضله شناخته شده‌اند که اجتناب از آن‌ها کاهش دامنه حرکتی را به دنبال دارد (۱۰-۷). از این روست که نقش تمرینات کششی در گستره دامنه حرکت مفاصل بدن و تأثیر آن بر اجرای نهایی ورزشکار در حد بسیار زیادی مورد توجه پژوهشگران بوده است. بدین منظور تحقیقات زیادی در این زمینه انجام گرفته است. کشش‌های رایج در میان ورزشکاران شامل کشش ایستا، پویا وPNF (Proprioceptive neuromuscular facilitation) است. هر چند بحث‌های متفاوتی در ارتباط با اینکه کدام کشش با چه شدت و حجمی قبل از فعالیت ورزشی باید مورد استفاده قرار گیرد، مطرح است، اما به طور معمول کشش ایستا قبل از تمرین (۱۲-۱۱) و رقابت ورزشی (۱۴-۱۳) مورد استفاده قرار می‌گیرد. افزون بر کشش ایستا، کشش PNF را نیز در گرم کردن می‌توان استفاده نمود. کششPNF در افزایش دامنه حرکتی نقش دارد. تصور می‌شود کشش PNF به علت فعال سازی اندام وتری گلژی (GolgyTendon Organ) به روش مهار خودزا (Autogenic Inhibition) و تسهیل گیرنده‌های مهاری عضله نسبت به دیگر روش‌های کششی در توسعه دامنه حرکتی برتری داشته باشد اما اثرات کشش PNF بر روی عملکرد بسیار بحث برانگیز است.PNF عضله را بیشتر کشش می‌دهد که به دنبال آن نیروی تولیدی عضله کاهش می‌یابد. کاهش ناشی از کشش PNF به عوامل فیزیولوژیکی بیشتر از عوامل مکانیکی مرتبط است (۱۱).

در یک مطالعه، نیکبخت و همکاران در سال ۲۰۱۲ به بررسی اثر ۸ هفته کشش PNF بر توان انفجاری و چابکی دختران تمرین کرده پرداختند. در این پژوهش از روش نگه داشتن- انقباض (Hold-Contract) استفاده شد که مرحله نگه داشتن به مدت ۱۰ ثانیه به طول انجامید. کشش ۳ بار تکرار شد و میان هر تکرار ۳۰ ثانیه استراحت قرار داشت. نتایج پژوهش نشان داد که کشش PNF اثر منفی بر توان انفجاری دارد ($p<۰/۰۵$) اما بر چابکی اثر معنی‌داری نداشت ($p>۰/۰۵$) (۱۲). از طرف دیگر Cramer و همکاران در سال ۲۰۰۵ در پژوهشی به ارزیابی حداکثر گشتاورنیروی عضلات اکستنسور زانو در دو سرعت ۶۰ و ۲۴۰ درجه بر ثانیه پرداختند. عضلات باز کننده زانو تحت ۴ کشش حاد ایستای ۳۰ ثانیه‌ای قرار گرفتند. در ضمن، میان هر تکرار ۲۰ ثانیه استراحت وجود داشت. نتایج به دست آمده نشان داد که حداکثر گشتاور نیرو در سرعت ۲۴۰ درجه بر ثانیه نسبت به ۶۰ درجه بر ثانیه کاهش معنی‌داری داشته است ($p<۰/۰۵$) (۱۳). از طرفی دیگر،

Zakas و همکاران در سال ۲۰۰۶ جهت ارزیابی حداکثر گشتاور نیرو، ۳۰ ثانیه کشش ایستا را بر عضلات باز کننده زانوی مردان فوتبالیست اعمال کردند. نتایج حاکی از آن بود که حداکثر گشتاور نیرو در سرعت‌های ۶۰، ۹۰، ۱۵۰، ۲۱۰ و ۲۷۰ درجه بر ثانیه تغییر معنی‌داری نداشته است (p>۰/۰۵) (۱۴). Marek و همکاران در سال ۲۰۰۵ به بررسی اثرات حاد کشش ایستا و PNF بر حداکثر گشتاورنیروی عضله چهارسر ران پای غالب در دو سرعت ۶۰ و ۳۰۰ درجه بر ثانیه پرداختند. ۴ کشش PNF به روش انقباض-آرامش (Contract-relax) (۶ ثانیه انقباض ایزومتریک و ۳۰ ثانیه کشش غیر فعال) و۴ کشش ایستای فعال به مدت ۳۰ ثانیه بر عضلات ران اعمال شد.همچنین میان هر تکرار ۲۰ ثانیه استراحت قرار داشت. نتایج نشان داد که حداکثر گشتاور نیرو در دو سرعت ۶۰ و ۳۰۰ درجه بر ثانیه کاهش معنی‌داری داشته است (p<۰/۰۵) و این کاهش در سرعت ۳۰۰ درجه بیشتر از ۶۰ درجه بر ثانیه بوده است (۱۵).

از طرف دیگر، برخی مطالعات نشان می‌دهند که کشش ایستا توان، نیروی تولیدی و حداکثر گشتاور نیرو را کاهش می‌دهد در حالی که، اثر معنی‌داری بر چابکی ندارد (۱۶). همچنین، بیشتر نتایج نشان دادند که کشش PNF اثر منفی بر توان دارد (۱۷) اما در پژوهشی دیگر پژوهشگران بیان کردند که کشش PNF بر حداکثر گشتاور و چابکی اثر معنی‌داری ندارد (۱۸). به هر حال، از آن جایی که حداکثر گشتاور و چابکی به عوامل متعددی ازجمله عملکرد صحیح سیستم عصبی عضلانی وابسته است و عملکرد این سیستم ممکن است تحت تأثیر تمرینات کششی قرارگیرد و با در نظر گرفتن اهمیت نقش حداکثر گشتاور و چابکی در فعالیت فوتسال، این مطالعه باهدف بررسی اثر حاد ۳ کشش ایستای ۵ ثانیه‌ای، ۳ کشش ایستای ۱۵ ثانیه‌ای و ۳ کشش PNF به روش انقباض-آرامش به صورت ۶ ثانیه انقباض ایزوتونیک و ۳۰ ثانیه کشش غیر فعال بر شاخص‌های حداکثر گشتاور و عملکرد چابکی بازیکنان فوتسال طراحی گردیده است. در نتیجه با توجه به تحقیقات محدود در زمینه اثر تکرار و مدت زمان کوتاه کشش ایستا و PNF بر حداکثر گشتاور نیروی درون گردان و چابکی در این پژوهش اینکه آیا کشش ایستای ۵ ثانیه (s5×تکرار۳)، کشش ایستای ۱۵ ثانیه (s15×تکرار۳) و کشش PNF (s30×s6×s15) اثری بر گشتاور نیروی درون گردان و چابکی دارد یا خیر مورد بررسی قرار گرفت تا از این طریق تکرار، زمان مطلوب و روش های موثر کشش قبل از گرم کردن جهت بالا بردن عملکرد در فوتسالیست ها معین گردد.

روش کار

این پژوهش از نوع نیمه تجربی و کاربردی بوده و با توجه به اهداف تحقیق به صورت پیش آزمون و پس آزمون و اجرای ۴ پروتکل تمرینی در حالت های مختلف و شرایط کنترل به انجام رسید. جامعه آماری این پژوهش تعداد ۲۰ نفر از بازیکنان مرد جوان فعال در رشته فوتسال بودند. معیارهای ورود به تحقیق شامل داشتن حداقل دو سال فعالیت در رشته فوتسال و حداقل سه تا چهار جلسه تمرین در هفته و همچنین شرکت در تمامی جلسات تمرین و اندازه گیری متغیرهای تحقیق بود. بدیهی است آزمودنی‌هایی که این شرایط را نداشتند و یا در حین اجرای مراحل تحقیق در تمرین یا اندازه گیری متغیر ها شرکت نمی کردند و یا آسیب می دیدند از روند تحقیق حذف می شدند. از این بین ۸ نفر به دلیل مصدومیت، عدم شرکت در اندازه گیری ها و یا انصراف در زمان های اندازه گیری متغیر ها از پژوهش خارج شدند. بدین ترتیب با توجه به شرایط تحقیق از بین آزمودنی های موجود ۱۲ نفر به عنوان نمونه آماری انتخاب شدند (جدول ۱). همچنین آزمودنی ها از نظر مصدومیتی که عملکرد آن ها را تحت تاثیر قرار می داد، کنترل شدند. از دستگاه قدسنج سکا۱ (SECA) با دقت اندازه‌گیری یک میلی‌متر (ساخت کشور آلمان) برای اندازه‌گیری قد استفاده شد. همچنین از ترازوی دیجیتال بیورر (Buerer) با دقت ۰/۱ کیلوگرم (ساخت کشور آلمان) برای اندازه‌گیری وزن بدن آزمودنی‌ها استفاده شد. افزون براین از آزمون یو-یو (beep test) جهت تعیین توان هوازی آزمودنی ها (VO_2max) استفاده شد. برای اندازه گیری ترکیب بدن و درصد چربی از دستگاه بادی آنالایزر (ترکیب بدن) مدل Zeus ۹/۹ استفاده شد. قبل از اجرای پروتکل های پژوهش از آزمودنی ها رضایت نامه کتبی و شفاهی گرفته شد. این پژوهش بر اساس

جدول ۱- ویژگی های آزمودنی‌ها

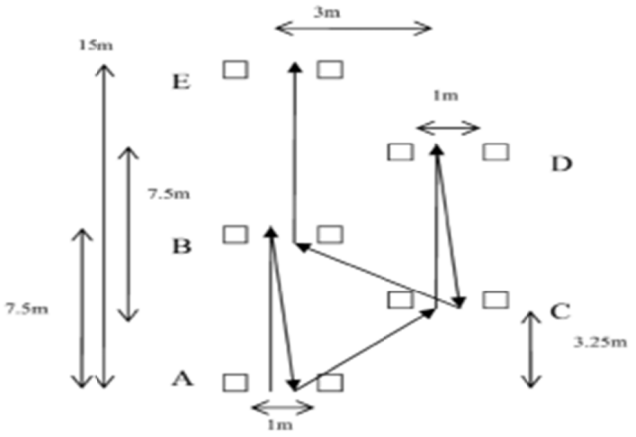
ویژگی آزمودنی ها	میانگین و انحراف معیار
سن (سال)	۲۲ /۰۰±۲/۹۵
قد (سانتی متر)	۱۶۵ /۴۲±۵/۳۵
وزن (کیلوگرم)	۵۷/۳۳±۹/۱۵
شاخص توده بدنی (کیلوگرم برمجذورمتر مربع)	۲۱/۰۷±۱/۲۳
چربی بدن (درصد)	۱۴/۷۵±۲/۴۸
حداکثر اکسیژن مصرفی VO_2max (میلی لیتر کیلوگرم در دقیقه)	۴۷/۵۴±۴/۸۲

اصول اخلاق در پژوهش بیانیه هلسینکی انجام گرفته است و دارای کد اخلاق IR.SSRC.REC.139.039 می‌باشد.

پروتکل تمرینی: جهت کاهش اثرات یادگیری (Learning effects)همه آزمودنی های این مطالعه ۴ نوبت آزمون های حداکثر گشتاور نیروی درون گردان (Peak torque)و تست چابکی بالسوم (balsom Agility test) را اجرا کردند. هر نوبت به صورت جداگانه و با فاصله ۴۸ ساعت ریکاوری اجرا می شد. بدین صورت که در روز اول فقط آزمون حداکثر گشتاور نیرو (در دو نوبت اول و دوم) اجرا می شد و در روز های بعدی با (فاصله ۴۸ ساعت) ابتدا پیش آزمون حداکثر گشتاور نیرو (نوبت سوم) و سپس پروتکل کششی مربوطه کشش های ایستا (۳×۵s و ۳×۱۵s) و PNF (۳۰s×۶s×۱۵s) و بدون فاصله پس از آن پس آزمون حداکثر گشتاور نیرو (نوبت چهارم) گرفته می شد. اجرای این روند برای کلیه متغیر های پژوهش (حداکثر گشتاور نیرو و تست چابکی بالسوم) به ترتیب و با فاصله یکسان اجرا می شد. جهت اجرای شرایط کنترل، آزمودنی ها فقط به اجرای پیش آزمون و پس آزمون در روز های مختلف می پرداختند و فقط پروتکل‌های کششی را انجام نمی دادند. همچنین با استفاده از یک طرح نیمه تجربی با اندازه گیری تکراری همه آزمودنی‌ها به صورت تصادفی بین نوبت های سوم و چهارم پروتکل های کششی را انجام می دادند. قبل از اجرای نوبت سوم و چهارم همه آزمودنی ها یک پروتکل گرم کردن استاندارد را انجام دادند. این پروتکل شامل گرم کردن در تمامی گروه‌ها شامل ۵ دقیقه دویدن زیر بیشینه با دامنه ضربان قلب ۱۲۰ تا ۱۴۰ضربه در دقیقه یعنی حدوداً معادل ۳۰-۴۰ درصد حداکثر اکسیژن مصرفی بود . همچنین، آغاز و پایان اجرای گرم کردن توسط زمان‌سنج کنترل شد. پس از آن بلافاصله نوبت سوم اندازه گیری اجرا می شد که شامل تست حداکثر گشتاور نیرو و تست چابکی بود. بلافاصله پس از اجرای پیش آزمون (نوبت سوم)، آزمودنی ها کشش های ایستا و PNF را بر روی عضلات همسترینگ، چهار سر ران و عضلات سه سر ساق (دوقلو و نعلی) اجرا می کردند. بعد از اجرای پروتکل کششی آزمودنی‌ها بدون فاصله به اجرای پس آزمون (نوبت چهارم اندازه گیری) می‌پرداختند (۱۹).

آزمون حداکثر گشتاور نیروی درون گردان: در رابطه با اندازه‌گیری حداکثر گشتاور نیرو، آزمون‌گر در طول مرحله گرم کردن آزمودنی به ترتیب، اطلاعات فردی آزمودنی از قبیل قد و وزن، نوع پای غالب (راست یا چپ) و سرعت ۶۰ درجه بر ثانیه را در نرم افزار دستگاه دینامومتر جیم نکس (Isokenitic gymnex ISO-1 dynamometer) گزینش کرد. بعد از ۵ دقیقه گرم کردن آزمودنی بدون فاصله بر روی صندلی دستگاه دینامومتر ایزوکنتیک جیم نکس ISO-1 نشست. وقتی پای آزمودنی در دینامومتر قرار می‌گرفت با صدای فرمان رو توسط آزمون‌گر، نخست ۳ حرکت قدرت زیر بیشینه باز شدن زانو برای آماده‌سازی و بدون فاصله، ۳ حرکت قدرت بیشینه باز شدن زانو را اجرا می‌کرد. دینامومتر توسط قدرتی که فرد به بالشتک دینامومتر وارد می‌کرد با سرعت ثابتی حول یک محور دوران می‌کرد و بعد از ۶ تکرار باز شدن زانو حداکثر گشتاور درون‌گرا در سیستم ثبت و چاپ می‌شد. همچنین، پایایی این تست بر اساس نتایج منتشر شده ۰/۹ و روایی آن بالا و ۰/۹۹گزارش شده است (۱۴).

آزمون عملکرد چابکی بالسوم: اجرای آزمون چابکی بالسوم به این صورت بود که هر آزمودنی، در پشت خط استارت قرار می گرفت و با گفتن کلمات حاضر – رو



شکل ۱- محوطه اجرای تست چابکی بالسوم را نشان می دهد.

کرنومتر شروع و آزمودنی حرکت می کرد. آزمودنی‌ها باید در مناطقی که علامت گذاری شده از نقطه A به نقطه B (رفت و برگشت)، از نقطه A به C و از C به D (رفت و برگشت) در نهایت از نقطه C به B و از B به E و با گذشتن از نقطه E، کرنومتر متوقف و زمان گرفته شده در فرمی که از قبل تهیه شده ثبت می‌شد (۱) (شکل ۱).

پروتکل های کششی: اولین کشش، کشش ایستا بود که شامل اجرای کشش ایستا تا آستانه درد و سپس نگه داشتن پا در همان زاویه به مدت ۵ ثانیه ، سه بار و بر روی هر دوپا و هر دو گروه عضلانی بود . دومین کشش، کشش ایستا بود که شامل اجرای کشش ایستا تا آستانه درد و سپس نگه داشتن پا در همان زاویه به مدت ۱۵ ثانیه، سه بار و بر روی هر دوپا و هر دو گروه عضلانی بود. سومین کشش، کشش PNF بود. این کشش با استفاده از روش نگه داشتن - آرامش اجرا شد. بدین صورت که ابتدا ۳۰ ثانیه کشش غیر فعال تا آستانه درد سپس یک انقباض ایزومتریک به مدت ۶ ثانیه و در انتها با ۱۵ ثانیه کشش غیر فعال خاتمه می یافت. این تکنیک کششی نیز سه بار و بر روی هر دوپا و هر دو گروه عضلانی اعمال گردید. آزمودنی‌ها در شرایط کنترل نیز هیچ نوع کششی را انجام نمی‌دادند و فقط آزمون های نوبت سوم و چهارم را انجام می‌دادند (۲۰-۲۲).

در اعمال کشش ایستا بر روی عضله چهار سر ران، زمان کشش توسط آزمون‌گر و زمان استراحت توسط فرد کمکی با استفاده از زمان‌سنج گرفته شد. آزمودنی رو به دیوار می‌ایستاد و دست خود را به دیوار تکیه می‌داد. پای راست خود را از زانو خم می‌کرد تا جایی که به آستانه درد عضله چهار سر ران رسید. بعد از تعیین آستانه درد عضله و با اعلام فرمان رو توسط آزمون‌گر، زمان‌سنج برای اعمال ۳ کشش ایستای ۵ و برای پروتکل ۱۵ثانیه‌ای استارت زده شد و میان هر نوبت ۱۵ ثانیه استراحت قرار داشت. با پایان کشش چهار سر ران پای راست، پای چپ تحت کشش قرار می‌گرفت. همچنین در اعمال کشش ایستا بر عضلات همسترینگ و دوقلو زمان کشش توسط آزمون‌گر و زمان استراحت توسط فرد کمکی گرفته شد. برای اجرای کشش ایستا بر روی عضله همسترینگ آزمودنی پای راست را کمی جلوتر از بدن و بر روی پاشنه قرار داد تا جایی که مفصل زانو به طور کامل باز شد. سپس، کمر خود را اندکی خم کرد و دو دست خود را بر روی کمر قرار داد. وقتی آزمودنی به آستانه درد عضله همسترینگ رسید، آزمون‌گر با فرمان رو، زمان‌سنج را استارت زد و عضله همسترینگ و دوقلو آزمودنی به مدت ۵ و برای پروتکل ۱۵ثانیه‌ای تحت کشش قرار گرفت و میان هر نوبت ۱۵ ثانیه استراحت قرار داشت. کشش بعد از پای راست بر پای چپ اعمال شد (۲۲-۲۰).

از طرف دیگر در اعمال کشش PNF به روش contract-relax بر روی عضله چهار سر ران زمان کشش توسط آزمون‌گر و زمان استراحت توسط فرد

کمکی گرفته شد. آزمودنی به شکم خوابید و پای راست آزمودنی از مفصل زانو تا آستانه درد عضله چهار سر ران توسط آزمون‌گر خم شد. پای آزمودنی به مدت ۳۰ ثانیه تحت کشش غیر فعال ایزومتریک قرار گرفت. بلافاصله بعد از زمان کشش، آزمون‌گر با ایجاد مقاومت علیه باز شدن زانوی آزمودنی، سرعت آن را در مدت ۶ ثانیه کنترل کرد. میان هر نوبت ۱۵ ثانیه استراحت وجود داشت. برای اندازه‌گیری آزمون چابکی کشش بعد از پای راست بر پای چپ و برای اندازه‌گیری حداکثر گشتاور کشش PNF فقط بر پای غالب اعمال می‌شد. افزون بر این، در اعمال کشش PNF به روش contract-relax بر روی عضله همسترینگ و دوقلو زمان کشش توسط آزمون‌گر و زمان استراحت توسط فرد کمکی گرفته شد. آزمودنی به پشت دراز کشید و آزمون‌گر پای آزمودنی را از مفصل ران خم کرد و با رسیدن به آستانه درد عضله و با زدن استارت زمان‌سنج به مدت ۳۰ ثانیه عضله را تحت کشش قرار داد. بدون فاصله بعد از زمان کشش، آزمون‌گر با ایجاد مقاومت علیه باز شدن ران آزمودنی، سرعت آن را در مدت ۶ ثانیه کنترل کرد. میان هر نوبت، ۱۵ ثانیه استراحت وجود داشت. برای اندازه‌گیری آزمون چابکی کشش، بعد از پای راست بر پای چپ و برای اندازه‌گیری حداکثر گشتاور کشش PNF، فقط بر پای غالب اعمال می‌شد (۲۲-۲۰).

در هر آزمون بدون فاصله بعد از اعمال کشش مورد نظر پس آزمون گرفته و اطلاعات ثبت شد. همچنین، زمان استراحت برای گروه کنترل متشکل از زمانی است که برای اعمال ۳ کشش ایستای ۵ و ۱۵ ثانیه‌ای و کشش PNF در هر متغیر وابسته به‌کار گرفته شده بود (۲۲-۲۰).

روش آماری: از آمار توصیفی جهت توصیف ویژگی‌های آزمودنی‌ها و از روش آماری آنووای (ANOVA) دو راهه با اندازه گیری های تکراری جهت تعیین تفاوت بین متغیرهای کشش های ایستا و PNF با شرایط کنترل استفاده شد. در صورت معنا دار بودن تفاوت ها، از آزمون تعقیبی بونفرونی (Bonferroni post hoc) استفاده شد. همچنین سطح معناداری جهت آنالیزداده‌ها با انتخاب آلفای ۰/۰۵ اجرا شد. کلیه محاسبات آماری توسط نرم افزار SPSS نسخه ۲۲ انجام گردید.

یافته‌ها

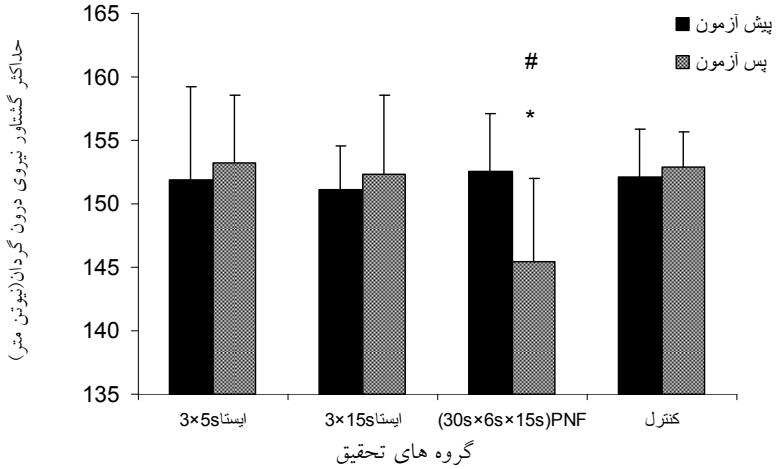
نتایج آزمون آنالیز داده‌ها با اندازه‌های تکراری در مقایسه بین نوع کشش با شرایط کنترل در متغیر حداکثر گشتاور نیرو با سرعت ۶۰ درجه بر ثانیه نشان داد که اثر نوع کشش معنی‌دار بوده است (p=۰/۰۲۴، F=۲/۰۶۱). این نتایج نشان می دهد که تنها پروتکل کششی PNF با شرایط کنترل تفاوت داشت (p<۰/۰۵) و پروتکل های کششی ایستا (۳×۵sو۳×۱۵s) با شرایط کنترل تفاوت معنا داری نداشت(p>۰/۰۵). افزون بر این، نتایج پژوهش حاضر نشان داد که اثر متقابل نوع کشش و زمان، معنی‌دار بوده است (p=۰/۰۰۹؛ F=۴/۵۶۹).

همچنین نتایج آزمون آنالیز واریانس با اندازه‌های تکراری برای متغیر حداکثر گشتاور نیرو با سرعت ۶۰ درجه بر ثانیه نشان داد که اثر زمان معنی‌دار بود (F=۶/۴۷۱؛ p=۰/۰۲۷). نتایج آنالیز داده های این پژوهش نشان داد که پروتکل های کششی ایستا (۳×۵sو۳×۱۵s)، در مقایسه پیش آزمون به پس آزمون، (۷/۳۳± ۱۵۱/۸۳ به ۵/۳۲±۱۵۳/۲۵ نیوتن بر متر در پروتکل کششی ۵ ثانیه ای) و (۴/۷۵±۱۴۹/۳۳ به ۶/۲۱±۱۵۲/۳۳ نیوتن بر متر در پروتکل کششی ۱۵

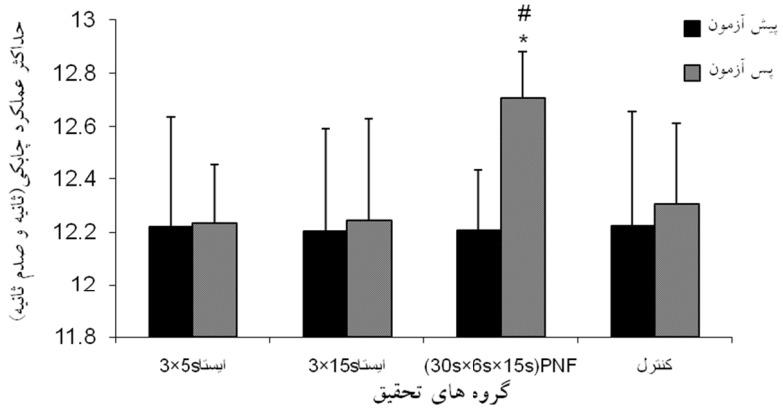
جدول ۲- نتایج متغیر های عملکردی آزمودنی ها با استفاده از آنووای دو راهه پس از اعمال پروتکل های کششی مختلف

متغیرها نوع کشش	حداکثر گشتاور نیروی درون گردان (نیوتن بر متر) پیش آزمون، پس آزمون، تغییرات	چابکی (ثانیه و صدم ثانیه ثانیه) پیش آزمون، پس آزمون، تغییرات
کشش ایستا (۳×۵s)	↑ ۱۵۳/۲۵±۵/۳۲، ۱۵۱ /۸۳ ±۷/۳۳	↓ ۱۲/۲۳±۰/۲۱، ۱۲/۲۲ ±۰/۴۱
کشش ایستا (۳×۱۵s)	↑ ۱۵۲/۳۳±۶/۲۱، ۱۵۱/۱۶±۳/۳۷	↑۱۲/۲۴±۰/۳۸، ۱۲/۲۰±۰/۳۸
کشش PNF (۳۰s×۶s×۱۵s)	#*↓ ۱۴۵/۴۱±۶/۵۵،۱۵۲/۵۸±۵/۲۴	#*↑ ۱۲/۷۱±۰/۱۷،۱۲/۲۰±۰/۲۲
شرایط کنترل	—۱۵۲/۸۳±۲/۱۵۲،۸۰/۰۰±۳/۸۳	—۱۲/۳۰±۰/۳۰،۱۲/۲۲ ±۰/۴۳

* تفاوت معنا دار با پیش آزمون، # تفاوت معنا دار با شرایط کنترل، ↑افزایش، ↓کاهش، — بدون تغییر



شکل ۲– نمودار تغییرات در عملکرد حداکثر گشتاور نیروی درون گردان در شرایط مختلف پژوهش را نشان می‌دهد.
* تفاوت با پیش آزمون (P<۰/۰۵)، # تفاوت با شرایط کنترل (P<۰/۰۵)



شکل ۳– نمودار تغییرات در حداکثر عملکرد چابکی در شرایط مختلف پژوهش را نشان می‌دهد.
* تفاوت با پیش آزمون (P<۰/۰۵)، # تفاوت با شرایط کنترل (P<۰/۰۵)

ثانیه ای) با استفاده از دستگاه دینامومتر ایزوکنتیک جیم نکس، با وجود افزایش عملکرد، در پس آزمون، تغییر معناداری در حداکثر گشتاور نیروی درونگردان ایجاد نکرده اند (شکل ۲) (p>۰/۰۵). از طرف دیگر پروتکل کشش PNF درمقایسه پیش آزمون به پس آزمون (۵/۲۴±۱۵۴/۰۸به ۶/۵۵±۱۴۵/۴۱ نیوتن بر متر در پروتکل کششPNF) موجب کاهش عملکرد حداکثر گشتاور نیروی درون گردان در این پروتکل شده است و این کاهش معنادار بوده است (شکل ۲) (p<۰/۰۵).

از طرف دیگر نتایج آنالیز داده ها در مقایسه بین نوع کشش با شرایط کنترل در متغیر چابکی نشان داد که اثر نوع کشش معنی‌دار بوده است (p=۰/۰۳۹؛ F=۵/۲۳۸). این نتایج نشان داد که تنها پروتکل کششی PNF با شرایط کنترل تفاوت داشت (p<۰/۰۵) و پروتکل های کششی ایستا (۳×۵s و۳×۱۵s) با شرایط کنترل تفاوت معنا داری نداشتند (p>۰/۰۵). افزون بر این، نتایج این مطالعه نشان داد که اثر متقابل نوع کشش و زمان، معنی‌دار بوده است (p =۰/۰۴۴؛ F=۴/۴۵۸). خلاصه نتایج در جدول ۲ نشان داه شده

است.

همچنین نتایج آنالیز واریانس با اندازه های تکراری برای متغیر چابکی با استفاده از آزمون چابکی بالسوم نشان داد که اثر زمان معنی دار بود (p=۰/۰۴۶؛ F= ۴/۰۰۵). نتایج آنالیز داده های تحقیق نشان داد که پروتکل های کششی ایستا (۵s×۳و۱۵s×۳) در مقایسه پیش آزمون به پس آزمون (۰/۴۱ ± ۱۲/۲۲ به ۰/۲۱±۱۲/۲۳ ثانیه در پروتکل کششی ۵ ثانیه‌ای) و (۰/۳۸±۱۲/۲۰به ۰/۳۸±۱۲/۲۴ ثانیه در پروتکل کششی ۱۵ ثانیه ای) با استفاده از آزمون چابکی بالسوم، علی رغم افزایش در رکورد آزمودنی ها در پس آزمون، تغییر معناداری در عملکرد چابکی آزمودنی ها ایجاد نکرده‌اند (شکل ۳) (p>۰/۰۵). از طرف دیگر پروتکل کشش PNF درمقایسه پیش آزمون به پس آزمون (۰/۲۷±۱۲/۱۸به ۰/۱۸±۱۳/۵۳ ثانیه در پروتکل کششPNF) موجب کاهش رکورد آزمودنی ها در این پروتکل شده است و این کاهش رکورد معنادار بوده است (شکل۳) (p<۰/۰۵).

بحث و نتیجه‌گیری

هدف از پژوهش حاضر این بود که آیا نوع و زمان‌های متفاوت کشش تاثیر معناداری بر عملکرد حداکثر گشتاور نیروی درون گردان و عملکرد چابکی بازیکنان جوان فوتسالیست دارد یا خیر؟ بدین منظور ۳ پروتکل کششی مختلف که شامل پروتکل‌های کششی ایستا (۵s×۳ و۱۵s×۳) وPNF (۳۰s×۶s×۱۵s) بود، طراحی گردید. مهمترین یافته های پژوهش حاضر آن بود که کششPNF (۱۰s×۶s×۱۵s) در مقایسه اثر زمان کشش موجب کاهش معنادار در حداکثر عملکرد گشتاور نیروی درون گردان آزمودنی ها می گردد اما کشش‌های ایستا (۵s×۳ و۱۵s×۳) با وجود افزایش نتوانستند موجب تغییر معنا دار در حداکثر عملکرد گشتاور نیروی درون گردان شوند. همچنین در مقایسه اثر نوع کشش در حداکثر عملکرد گشتاور نیروی درون گردان نتایج نشان داد که تنها پروتکل کششیPNF (۳۰s×۶s×۱۵s) با شرایط کنترل تفاوت معناداری ایجاد نموده است و تفاوت معنادار در دیگر پروتکل های کششی با شرایط کنترل وجود نداشت. از طرف دیگر در مقایسه اثر زمان کشش در عملکرد چابکی آزمودنی ها نتایج نشان داد که کشش‌های ایستا (۵s×۳ و ۱۵s×۳) با وجود افزایش زمان رکورد در عملکرد چابکی، این افزایش معنا دار نبوده است اما کشش PNF (۳۰s×۶s×۱۵s) موجب کاهش عملکرد (افزایش زمان) آزمودنی‌ها در عملکرد چابکی گردید و این کاهش عملکرد (افزایش زمان) معنادار بود. همچنین در مقایسه اثر نوع کشش در عملکرد چابکی نتایج نشان داد که تنها پروتکل کششی PNF (۳۰s×۶s×۱۵s) با شرایط کنترل تفاوت معناداری ایجاد نموده است و تفاوت معنادار در دیگر پروتکل‌های کششی با شرایط کنترل وجود نداشت.

در تحلیل آزمون آنالیز واریانس با اندازه‌های تکراری بر حداکثر عملکرد گشتاور نیروی درون گردان آزمودنی ها نتایج نشان داد که اثر زمان، اثر نوع کشش و اثر متقابل کشش و زمان معنی‌دار شدند. پس در نتیجه نتایج نشان می‌دهد که زمان، کشش و اثر متقابل کشش و زمان اثر معنی‌داری بر عملکرد گشتاور نیرو دارند (p<۰/۰۵). در بررسی مقایسه میانگین های پیش آزمون به پس آزمون در حداکثر گشتاور نیروی درون گردان نتایج نشان داد که کشش‌های ایستا (۵s×۳ و ۱۵s×۳)، با وجود افزایش در مقادیر عملکرد گشتاور نیرو، این افزایش معنا دار نبوده است اما در مقابل کشش PNF (۳۰s×۶s×۱۵s) موجب کاهش معنادار در عملکرد گشتاور نیرو گردیده است . میزان تغییرات حداکثر گشتاور نیرو در کشش ایستا (۵s×۳) و کشش ایستا (۱۵s×۳) و کششPNF (۳۰s×۶s×۱۵s) به ترتیب (۱/ ۴۵ نیوتن متر افزایش،۱/۱۷ نیوتن متر افزایش و ۷/۱۷ نیوتن متر کاهش) بود. نتایج این پژوهش با یافته‌های Cramer و همکاران در سال ۲۰۰۴ با اعمال ۴ نوبت کشش ایستای ۳۰ ثانیه بر عضلات بازکننده زانو در دو سرعت ۶۰ و ۲۴۰ درجه بر ثانیه ، مارک و همکاران در سال ۲۰۰۵ با اعمال کشش PNF به روش H-R (۶ ثانیه انقباض ایزومتریک و ۳۰ ثانیه کشش غیر فعال) و۴ کشش ایستای فعال به مدت ۳۰ ثانیه بر عضلات ران در دو سرعت ۶۰ و ۳۰۰ درجه بر ثانیه و همچنین با نتایج پژوهش Cramer و همکاران (۱۳) در سال ۲۰۰۵ با اعمال ۴ نوبت کشش ایستای ۳۰ ثانیه‌ای بر حداکثر گشتاور عضلات اکستنسور در دو سرعت ۶۰ و ۲۴۰ درجه بر ثانیه همسو بود (۱۵،۲۳). همچنین در حمایت از این یافته ها، می توان به

تحقیقات Bradley و همکاران، Power و همکاران اشاره کرد که در آن پژوهش‌ها کاهش معنادار در گشتاور نیرو، متعاقب کشش PNF گزارش شده است. این پژوهشگران دلایل این کاهش را به اجرای پروتکل کششی در مدت زمان طولانی نسبت داده اند (۲۵-۲۴). Bradley و همکاران نشان دادند که PNF موجب کاهش سفتی عضله در واحد عضله – تاندون MTU (muscle tendon unit) می شود و این عامل موجب تخریب تولید نیرو در نتیجه تغییرات در سرعت تولید نیرو و ارتباط بین طول و تنش عضله می شود. بنابراین ممکن است در این پژوهش، کاهش در سفتی تاندون عضله (MTU) دلیل کاهش گشتاور نیروی ناشی از کشش PNF باشد. همچنین نتایج این پژوهش نشان داد که در مقایسه بین گروهی تنها کشش PNF با گروه کنترل معنا دار بود. Samson و همکاران Cornwel و همکاران، ۲۰۰۲ سازوکارهای عصبی که حساسیت بازتاب‌ها و فعال سازی واحد حرکتی را تغییر می‌دهند به عنوان عواملی که موجب کاهش عملکرد پس از کشش می شوند را پیشنهاد کرده‌اند (۲۷-۲۶).

Manoel و همکاران نشان دادند، کشش ایستا موجب تولید بازتاب میوتاتیک می شود در حالی که کشش PNF موجب مهار خودزا و مهار دوجانبه می شود که در نهایت موجب کاهش فعالیت عصبی پس از کشش مورد نظر می‌گردد (۳).

در مقابل Samuel و همکاران کاهش معنا دار در عملکرد گشتاور نیرو ناشی از کشش ایستا مشاهده نکردند. دلایل این تناقض را می توان به شدت و مدت پروتکل‌ها در مطالعه ها نسبت داد (۱۸). برخی پژوهشگران (Robbins و همکاران، Unick و همکاران، Yuktasirو همکاران، افزایش عملکرد و یا عدم تغییر در عملکرد گشتاور نیرو را به فاکتورهایی مثل فعالیت عضله قبل از اجرای پروتکل و کاهش زمان کشش (۵s×۳و ۱۵s×۳) که موجب عدم تخریب واحد تاندون عضله (MTU) شده است، نسبت داده‌اند (۳۰-۲۸). همچنین مقدار حداکثر گشتاور به توانایی تولید قدرت و نیروی عضله وابسته است. عوامل زیادی بر تولید نیرو در عضله مؤثر هستند که می‌توان به رابطه طول-نیرو و اثر کشش بر خصوصیات عصب عضله اشاره کرد. کشش ایستا و PNF به مقدار زیاد باعث افزایش طول سارکومرها وکاهش سفتی واحد عضله تاندون شده که تولید نیرو را کاهش می‌دهند. از دیدگاه عصبی، کشش ایستا و PNF به مدت زیاد موجب کاهش فرکانس شلیک، کاهش تمرکز و خستگی عصبی شده و باز هم تولید نیرو کاهش می‌یابد. با توجه به مدارک ارائه شده می‌توان نتیجه گرفت که دلیل کاهش حداکثر گشتاور نیرو زیاد بودن مدت کشش PNF می‌باشد. همچنین نتایج این پژوهش، نشان از عدم تخریب عملکرد گشتاور نیرو توسط کشش‌های ایستا (۵s×۳و ۱۵s×۳) داشته است. از دلایل این یافته ها می توان به زمان کشش ایستای به کار گرفته شده در این پژوهش اشاره کرد که به اندازه ای نبوده است تا بتواند موجب تخریب واحد تاندون- عضله و کاهش سفتی و طول عضله گردد .

همچنین در تحلیل آزمون آنالیز واریانس با اندازه‌های تکراری بر حداکثر عملکرد چابکی آزمودنی ها، نتایج نشان داد که اثر زمان، اثر نوع کشش و اثر متقابل کشش و زمان معنی‌دار شدند. پس در نتیجه نتایج نشان می‌دهد که زمان، کشش و اثر متقابل کشش و زمان اثر معنی‌داری بر حداکثر عملکرد چابکی دارند ($p<۰/۰۵$). مقایسه میانگین های پیش آزمون به پس آزمون در عملکرد چابکی آزمودنی ها نتایج نشان داد که کشش‌های ایستا (۵s×۳ و ۱۵s×۳) با وجود کاهش (افزایش زمان) در مقادیر عملکرد چابکی آزمودنی ها، این کاهش معنا دار نبوده است اما در مقابل کشش PNF (۳۰s×۶s×۱۵s) موجب کاهش معنادار (افزایش زمان) در عملکرد چابکی آزمودنی ها گردیده است. میزان تغییرات حداکثر عملکرد چابکی در کشش ایستا (۵s×۳) و کشش ایستا (۱۵s×۳) و کشش PNF به ترتیب (۰۱۵ /۰ ثانیه و صدم ثانیه افزایش، ۰/۰۴ ثانیه و صدم ثانیه افزایش و ۰/۴۹ ثانیه و صدم ثانیه افزایش) بود. یافته‌های این پژوهش با تحقیق جردن و همکاران (۱۶) در سال ۲۰۱۲ با اعمال اثر حاد ۲ نوبت کشش PNF به صورت H-R شامل ۱۰ ثانیه نگه داشتن و ۶ ثانیه انقباض ایزومتریک و همچنین ۳۰ ثانیه کشش ایستا بر گروه های عضلانی ران بود هم راستا بود که تغییر معنی‌داری در آزمون چابکی بالسوم مشاهده نشد. همچنین، نیکبخت و همکاران در سال ۲۰۱۲، هشت هفته کشش PNF، به صورت ۳ نوبت با اعمال ۱۰ ثانیه نگه داشتن و ۶ ثانیه انقباض ایزومتریک بر گروه

عضلات رانی، را جهت بررسی عملکرد چابکی اعمال کردند که تغییر معنی‌داری مشاهده نشد (۱۲). نتایج پژوهش Rees و همکاران، Jordan و همکاران و نیکبخت و همکاران که نشان دادند کشش PNF، نقش منفی در عملکرد چابکی ندارد که با نتایج تحقیق ما هم راستا نمی‌باشد (۱،۱۲،۱۶). از دلایل این تناقض می توان به مدت زمان کشش، جنس، سن و سطح آمادگی آزمودنی ها اشاره کرد. با توجه به اینکه این پژوهشگران از فوتسالیست های حرفه ای استفاده کرده اند که اثرات تخریبی این نوع کشش ها بر این ورزشکاران کمتر است و می تواند یکی از دلایل این تناقض باشد اما در این تحقیق از فوتسالیست‌های فعال جوان استفاده شده است که یکی از محدویت‌های پژوهش حاضر بود. همچنین از دیگرمحدودیت های این پژوهش تعداد آزمودنی‌های آن بود که ۱۲ نفر بودند، بنابراین نمی توان قطع به یقین به اثرات کشش ناشی این نوع پروتکل ها اتکاء کرد. هرچند پژوهش های بیشتری در این زمینه سطح آمادگی آزمودنی ها، زمان های کشش کوتاه تر (۴۵ثانیه) و نوع کشش (بالستیک) مورد نیاز هست. از طرفی، عامل عصبی و عامل مکانیکی دو سازو کار اصلی در تولید نیرو و توان می‌باشند. در طول گرم کردن کشش زیاد باعث کاهش تمرکز فرد در اجرای حرکت، کاهش فرکانس شلیک و در نهایت خستگی عصبی می‌شود. از نظر مکانیکی کشش طولانی مدت باعث افزایش طول سارکومر شده و اثری مخرب بر سفتی واحد تاندون عضله دارد. در نتیجه تولید نیرو کاهش می‌یابد. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که عدم تغییر معنادار چابکی در این پژوهش در پروتکل های کششی ایستا (۳×۵s و ۳×۱۵s)، به کوتاه بودن زمان این نوع کشش ها مرتبط است. در مقابل، افزایش معنا دار رکورد ها در پروتکل کششی PNF (۳×۶s×۱۵s)را می توان به زیاد بودن زمان در این نوع کشش نسبت داد. محققان بیان کردند که اگر مدت کشش ایستا بیشتر از ۹۰ ثانیه باشد، اجرای عملکرد کاهش می‌یابد. بنابراین بهترین زمان برای اعمال کشش ایستا زیر ۹۰ ثانیه است (۲۰). در این پژوهش، کشش ایستا کم‌تر از ۹۰ ثانیه می‌باشد که اثر معنی‌داری بر این دو عملکرد نداشته است. نتایج پژوهش Fletcher و دیگران، Little و همکاران، Sayers و همکاران و Gelen و همکاران نشان داد که کشش های ایستا بالاتر از ۶۰ ثانیه موجب کاهش عملکرد چابکی گردیده است. نتایج این پژوهش‌ها با نتایج پژوهش حاضر هم راستا است؛ هرچند که پروتکل کششی آنها بالاتر از ۶۰ ثانیه بوده است. از طرف دیگر مدت زمان کم به کار رفته در کشش های ایستا در پژوهش حاضر موجب کاهش اثرات مخرب این نوع پروتکل های کششی گشته است (۳۰-۳۴).

نتیجه گیری: در مجموع نتایج تحقیق نشان می دهد که اجرای پروتکل های کششی ایستا و PNF بالاتر از ۹۰ ثانیه اثر تخریبی بر اجرا و عملکرد گشتاور نیرو و چابکی بازیکنان فوتسال دارد. از جمله مهمترین سازوکارهای اثر گذار بر عملکرد را می توان به تخریب ویژگی های تاندون عضله، سازوکارهای عصبی درگیر (کاهش فرکانس شلیک عصبی، افزایش خستگی عصبی و کاهش تمرکز)، ویژگی های مکانیکی و الاستسیته عضله، مدت زمان، شدت و نوع کشش به کار گرفته شده، جنس و سطح آمادگی ورزشکار اشاره کرد. بنابراین برای کاهش اثرات تخریبی این نوع کشش ها و از طرف دیگر بالابردن کارایی عضلات جهت بهبود عملکرد در مرحله گرم کردن به بازیکنان فوتسال پیشنهاد می‌شود، در صورت استفاده از کشش ایستا و PNF، از زمان‌های بالاتر از ۹۰ ثانیه این نوع کشش‌ها استفاده نکنند.

تقدیر و تشکر

در پایان بر خود لازم می‌دانیم از رییس و دبیر هیئت پزشکی ورزشی استان کرمانشاه، مسئول آزمایشگاه دانشکده تربیت بدنی دانشگاه رازی، مربیان و بازیکنان فوتسال باشگاهی کرمانشاه به خاطر همکاری در این پژوهش صمیمانه تشکر و قدردانی کنیم.

References

1. Rees SS, Murphy AJ, Watsford ML, McLachlan KA, Coutts AJ. Effects of proprioceptive neuromuscular facilitation stretching on stiffness and force-producing characteristics of the ankle in active women. J Strength Cond Res.2007;21(2):72-75.

2. Little T ,Williams AG. Specificity of acceleration, maximum speed, and agility in professional soccer players. J Strength Cond Res.

2005;`9(1):76-78.
3. Manoel ME, Harris-Love MO, Danoff JV, Miller TA. Acute effects of static, dynamic, and proprioceptive neuromuscular facilitation stretching on muscle power in women. J Strength Cond Res. 2008;22(5):1528-34.
4. Hwang WT, Chung SH, Chung MS, Lee KH, Kim T. Effect of proprioceptive neuromuscular facilitation D2 flexion and breathing exercises on lymphedema without a short stretch compression bandage. J Phys Ther Sci. 2015;27(10):3341-3
5. Cabido CE, Bergamini JC, Andrade AG, Lima FV, Menzel HJ, Chagas MH. Acute effect of constant torque and angle stretching on range of motion, muscle passive properties, and stretch discomfort perception. J Strength Cond Res. 2014;28(4):1050-7
6. Kistler BM, Walsh MS, Horn TS, Cox RH. The acute effects of static stretching on the sprint performance of collegiate men in the ۶۰- and ۱۰۰-m dash after a dynamic warm-up. J Strength Cond Res. 2010;24(9):2280-4.
7. Levenez M, Theunissen S, Bottero A, Snoeck T, Bruyere A, Tinlot A, et al. The effect of a passive stretch training protocol on performance during a drop jump in humans. J Sports Med Phys Fitness. 2013;53(3):319-26
8. Amiri-Khorasani M, Sahebozamani M, Tabrizi KG, Yusof AB. Acute effect of different stretching methods on Illinois agility test in soccer players. J Strength Cond Res. 2010;24(10):2698-704.
9. Vetter RE. Effects of six warm-up protocols on sprint and jump performance. J Strength Cond Res. 2007;21(3):819-23.
10. Kay AD, Blazevich AJ. Effect of acute static stretch on maximal muscle performance: a systematic review. Med Sci Sports Exerc. 2012;44(1):154-64
11. Amiri-Khorasani M, Sotoodeh V. The acute effects of combined static and dynamic stretch protocols on fitness performances in soccer players. J Sports Med Phys Fitness. 2013;53(5):559-65.
12. Nikbakht H, Amirtash A, Hossini F, Masoudinezhad M. The effects of proprioceptive neuromuscular facilitation stretching on agility and explosive power. Ann Biol Res. 2012;3(4):1904-8.
13. Cramer JT, Housh TJ, Weir JP, Johnson GO, Coburn JW, Beck TW. The acute effects of static stretching on peak torque, mean power output, electromyography, and mechanomyography. Eur J Appl Physiol. 2005;93(5-6):530-9.
14. Zakas A, Doganis A, Galazoulas G, Vamvakoudis. Effect of Acute Static Stretching Duration on Isokinetic Peak Torque in Pubescent Soccer Players. Pediatr Exerc Sci. 2006;252:18-61.
15. Marek SM, Cramer JT, Fincher AL, Massey LL, Dangelmaier SM, Purkayastha S, et al. Acute Effects of Static and Proprioceptive Neuromuscular Facilitation Stretching on Muscle Strength and Power Output. J Athl Train. 2005;40(2):94-103.
16. Jordan JB, Qorqaokar AD, Farely RS, Caputo JL. Acute effects of static and proprioceptive neuromuscular facilitation stretching on agility performance in elith youth soccer player. Int J Exerc Sci. 2012;5(2):97-105.
17. Franco BL, Signorelli GR, Trajano GS, Costa PB, de Oliveira CG. Acute effects of three different stretching protocols on the wingate test performance. J Sports Sci Med. 2012;11(1):1-7.
18. Samuel MN, Holcomb WR, Guadagnoli MA, Rubley MD, Wallmann H. Acute effects of static and ballistic stretching on measures of strength and power. J Strength Cond Res. 2008;22(5):1422-8.
19. Fletcher IM, Anness R. The acute effects of combined static and dynamic stretch protocols on fifty-meter sprint performance in track-and-field athletes. J Strength Cond Res. 2007;21(3):784-7.
20. Christensen BK, Nordstrom BJ. The effects of proprioceptive neuromuscular facilitation and dynamic stretching techniques on vertical jump performance. J Strength Cond Res. 2008;22(6):1826-31.
21. Fletcher IM, Monte-Colombo MM. An investigation into the effects of different warm-up modalities on specific motor skills related to soccer performance. J Strength Cond Res. 2010;24(8):2096-102.
22. Fletcher IM, Monte-Colombo MM. An investigation into the possible physiological mechanisms associated with changes in performance related to acute responses to different preactivity stretch modalities. Appl Physiol Nutretab. 2010;35(1):27-34.
23. Cramer JT, Housh TJ, Johnson GO, Miller JM, Coburn JW, Beck TW. Acute effects of static stretching on peak torque in women. J Strength Cond Res. 2004;18(2):236-41.
24. Bradley PS, Olsen PD ,Portas MD. The effect of static, ballistic, and proprioceptive neuromuscular facilitation stretching on vertical jump performance. J Strength Cond Res. 2007;21(1):223-6.
25. Power K, Behm D, Cahill F, Carroll M, Young W. An acute bout of static stretching: effects on force and jumping performance. Med Sci Sports Exerc. 2004;36(8):1389-96.
26. Samson M, Button D, Chaouachi A, Behm D. Effects of Dynamic and Static Stretching Within General and Activity Specific Warm-Up Protocols. J Sports Sci Med. 2012;279:11-85.
27. Avloniti A, Chatzinikolaou A, Fatouros IG, Avloniti C, Protopapa M, Draganidis D, et al. The Acute Effects of Static Stretching on Speed and Agility Performance Depend on Stretch Duration and Conditioning Level. J Strength Cond Res. 2016;30(10):2767-73.
28. Robbins JW, Scheuermann BW. Varying amounts of acute static stretching and its effect on

vertical jump performance. J Strength Cond Res. 20008;22(3):781-6.

29. Unick J, Kieffer HS, Cheesman W, Feeney A. The acute effects of static and ballistic stretching on vertical jump performance in trained women. J Strength Cond Res. 2005;19(1):206-12.

30. Yuktasir B, Kaya F. Investigation into the long-term effects of static and PNF stretching exercises on range of motion and jump performance. J Bodyw Mov Ther. 2009;13(1):11-21.

31. Sayers AL, Farley RS, Fuller DK, Jubenville CB, Caputo JL. The effect of static stretching on phases of sprint performance in elite soccer players. J Strength Cond Res. 2008;22(5):1416-21.

32. Gelen E. Acute effects of different warm-up methods on sprint, slalom dribbling, and penalty kick performance in soccer players. J Strength Cond Res. 2010;24(4):950-6.

33. Ayala F, de Baranda Andujar PS. Effect of 3 different active stretch durations on hip flexion range of motion. J Strength Cond Res. 2010;24(2):430-6

34. Caplan N, Rogers R, Parr MK, Hayes PR. The effect of proprioceptive neuromuscular facilitation and static stretch training on running mechanics. J Strength Cond Res. 2009;23(4):1175-80