مقایسه تأثیر تمرین پلایومتریک قبل و بعد از بلوغ همراه با تمرین فوتبال بر شاخص الکترومایوگرافی و عملکرد بازیکنان فوتبال

حمید محمودی[۱]، حمید رجبی[۲]، محسن باپیران[*۳]، پژمان معتمدی[٤]

۱. کارشناس ارشد، فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت‌بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران
۲. دانشیار، فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت‌بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران
۳. دانشجوی دوره دکتری، گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت‌بدنی و علوم ورزشی دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران
٤. دانشیار، فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت‌بدنی و علوم ورزشی دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران

مقاله پژوهشی تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۵/۱/۲۷ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۵/۱۰/۲٦ شماره صفحات: **۱ تا ۱۱**

چکیده

هدف از پژوهش حاضر، مقایسه تأثیر تمرین پلایومتریک قبل و بعد از بلوغ همراه با تمرین فوتبال بر شاخص الکترومایوگرافی و عملکرد بازیکنان فوتبال بود. تعداد ۳۰ دانش‌آموز فوتبالیست قبل از بلوغ (وزن ۳۲/۳۸±٦/٥٩ کیلوگرم، سن ۱۰/۳٥±۰/٥۳ سال و قد ۱٤۱±٦ سانتی‌متر) و بعد از بلوغ (وزن ۷۹/٤۳±۹٦/۱۰ کیلوگرم، سن ۱٥/٤۳±۰/۷۲ سال و قد ۱٥٦±۹ سانتی‌متر) از شهرستان دلفان انتخاب شدند. آزمودنی‌ها در دو گروه ۱۵ نفرِ قبل و بعد از بلوغ قرار گرفتند. برای ارزیابی سن از شاخص‌هایی همچون قد، سن دندانی و سن استخوانی (روش پرتونگاری) استفاده شد، سپس جهت همگن‌کردن گروه‌ها از شاخص سن بیولوژیکی توسط رادیولوژیست استفاده شد. قبل و بعد از ٤ هفته تمرین، آزمون‌های عملکردی دو ۲۰ متر سرعت، چابکی، پرش سارجنت و همچنین آمپلی‌تود عضله پهن جانبی گرفته شد. نتایج با استفاده از آزمون t زوجی نشان داد در گروه قبل از بلوغ در پرش عمودی، چابکی و ۲۰ متر سرعت تفاوت معناداری مشاهده شد. در گروه بعد از بلوغ تنها در عملکرد پرش عمودی و چابکی تغییرات معناداری مشاهده شد و در سایر متغیرها تفاوت معناداری مشاهده نشد. در تغییرات بین گروهی آزمونt مستقل نشان داد، تنها در آزمون ۲۰ متر سرعت تفاوت معناداری مشاهده شد و در سایر متغیرها باوجود تفاوت‌های ظاهری، ازنظر آماری تفاوتی نداشت. نتایج پژوهش نشان داد تمرین پلایومتریک در گروه قبل از بلوغ نسبت به گروه بعد از بلوغ اثری بیشتری داشت و این نتایج می‌تواند به مربیان گروه‌های سنی قبل از بلوغ در استفاده از این نوع تمرینات در طراحی تمرین فوتبال کمک شایانی کند.

کلیدواژه‌ها: بازیکنان فوتبال، بلوغ، تمرین پلایومتریک، الکترومایوگرافی، پرش عمودی

Compare the effect of plyometric training pre and post maturity with soccer training on electromyographical index and soccer players performance

Hamid Mahmodi [1]., Hamid Rajabi[2]., Mohsen Bapiran [3*]., Pezhman Motamedi.

1. Master of Science, Sport Physiology, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, kharazmi University, Tehran, Iran
2. Associate Professor, Sport Physiology, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, kharazmi University, Tehran, Iran
3. PhD Student, Sport Physiology, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, kharazmi University, Tehran, Iran
4. Associate Professor, Sport Physiology, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, kharazmi University, Tehran, Iran

Abstract

The purpose of this study was to compare the effect of plyometric training pre and post maturation period with soccer training on electromyographical index and soccer players performance. 30 students of soccer player's pre maturation period (weight 32.38±6.59 kg, age 10.35±0.59 years, and height 141±0.06cm) and post maturation period (weight 43.79±10.96 kg, age 15.43±0.72 years, and height 156.84±0.09 cm) were selected. Subjects in the experimental group were 15 students before and after maturity period. To evaluate the age of the indices such as height, age, dental and bone age (radiographic method) was used. Then, for homogeneous groups of index of biological age radiography was used by radiologists. Before and after 4 weeks of training,, functional tests of two 20 meter speed, agility, vertical jump and also Amplitude for vastus lateralis muscle Were taken. The result by using Paired t-test showed that in pre maturation group in the vertical jump, agility and 20 meters there was a significant difference (P=0.002,P=0.006,P=0.001) and the other variables there was no significant difference. In variations between the groups, independent t-test showed that only significant differences was found in the test 20 meter speed (P = 0.007) and in the other variables not significantly different. The results showed that plyometric training in the Pre maturation group compared to post maturation group were more effect and these results can help in the design training for premature age groups

Keywords: Soccer Players, Maturity, Plyometric Training, Electromyography, Vertical jump

*. mohssenbapiran@Gmail.com

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

[DOR: 20.1001.1.22520708.1400.19.1.1.3]

[DOI: 10.29252/jsmt.19.1.1]

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

[DOR: 20.1001.1.22520708.1400.19.1.1.3]

[DOI: 10.29252/jsmt.19.1.1]

مقدمه

ماهیت رشته ورزشی فوتبال ازنظر شدت تناوبی است و به عوامل فیزیولوژیکی مختلفی وابسته است (۱). به همین دلیل، ملاحظات فیزیولوژیکی در فوتبال امروزی، برای عملکرد بهینه نه‌تنها در ورزشکاران بزرگ‌سال، بلکه در نوجوانان ضروری به نظر می‌رسد (۲). از متغیرهای پیش‌بینی کننده موفقیت بازیکنان فوتبال، سرعت و توان است و این عوامل نقش کلیدی در افزایش عملکرد بازیکنان دارد (۳). درواقع ظرفیت بازیکنان فوتبال تأثیر زیادی بر اجرای بازی در تولید دامنه مختلفی از عملکردهای انفجاری (دو سرعت، تکل‌زدن، شوت، چرخش و تغییر مکان) و ظرفیت تکرار حرکات توانی و انفجاری دارد (۱,٤). به‌عنوان‌مثال، باوجوداینکه دوهای شدید سرعتی با مسافت کوتاه و کمتر از ۱۰ متر تنها سه درصد از کل مسافت طی شده توسط بازیکن در طول بازی را شامل می‌شود، اما بسیاری از حرکات حیاتی بازی فوتبال همچون کسب مالکیت توپ و توپ‌گیری و گل زدن به آن وابسته است (۵). درمجموع از نتایج تجزیه تحلیل بازی فوتبال چنین برمی‌آید که اعمال انفجاری (اجرای دوی سرعتی، شتاب اولیه، چابکی و پرش) از عناصر جدایی‌ناپذیر و از شاخص‌های کلیدی بازیکنان برای موفقیت در فوتبال هستند و شاید تمرینات فوتبال به‌ویژه در افراد غیر نخبه نتواند به‌تنهایی تمام نیازها را برآورده کند (٤,٦)، بنابراین باید برنامه تمرینی به‌صورت مستقل و مناسب برای آن‌ها طراحی شود. نتایج پژوهش‌ها نشان داده است که یکی از انواع تمریناتی که باهدف افزایش قابلیت‌های سرعت و توان توسط مربیان طراحی می‌شود، تمرینات پلایومتریک است (۳). تمرین پلایومتریک، برنامه تمرینی مناسبی است که توانایی تولید نیروی عضلانی در سرعت‌بالا را حین حرکات پویا بهبود می‌بخشد (۳) این حرکات با یک کشش در عضله و بلافاصله به دنبال آن‌یک انقباض عضلانی انفجاری انجام می‌شود (۳). این الگوی انقباض عضلانی تحت عنوان چرخه کشش-کوتاه شدگی (SSC)[1] شناخته‌شده است (۳). فعالیت‌های انفجاری در فوتبال نیز عمدتاً به انقباض عضلانی درگیر در چرخه کشش-کوتاه شدن نیاز دارند (۷). استفاده از تمرین پلایومتریک پلی میان قدرت و سرعت است و در سنین مختلف نیز کاربرد دارد (۸). مطالعات پیشین نشان داده‌اند تمرین پلایومتریک اعمال انفجاری را در افراد بالغ و نابالغ با هر سطحی از قدرت‌پایه بهبود می‌بخشد؛ بنابراین برخلاف برخی دیدگاه‌ها که پیش‌نیازهایی را برای تمرین پلایومتریک لازم می‌دانند، به دلیل وجود حرکات انفجاری مشابه در بازی فوتبال حتی در سطح نوجوان، سطح قدرت خاصی برای شروع برنامه‌ی پلایومتریک لازم به نظر نمی‌رسد (۳،۲). این تمرینات حتی در دوره‌های قبل، حین و بعد از فصل مسابقه باهدف جلوگیری از آسیب‌دیدگی و بهبود ساختارهای حمایتی (لیگامنت، تاندون و استخوان) انجام می‌گیرد (۹,۱۰). پژوهش‌ها اثرپذیری تمرینات پلایومتریک را به اثبات رسانده‌اند و به نظر می‌رسد، فعالیت‌های توانی و سرعتی توسط کودکان نیز از طریق بهبود فاکتورهای عصبی عضلانی در سطح بالاتری انجام می‌گیرد (۲).

از سازوکارهای احتمالی بهبود اجراهای سرعتی و توانی ناشی از تمرینات پلایومتریک می‌توان به کنترل عصبی مرکزی و محیطی که نقش کلیدی در تولید نیروی بیشتر در چرخه کشش- کوتاه شدگی از طریق پیش

1. Stretch-Shortening Cycle (SSC)

فعال‌سازی عضله و تسهیل رفلکس در مرحله آخر برونگرا و نزدیک درون‌گرا، تغییر در ترتیب موقتی فعال‌سازی عضله، استفاده بهتر از انرژی الاستیکی عضله، کاهش حساسیت اندام وتری گلژی، تغییر روش‌های فراخوانی واحدهای حرکتی (فراخوانی ترجیهی واحدهای حرکتی سریع‌تر) و افزایش سرعت هدایت عصبی اشاره کرد (۱۱،۹،۵). برخی مطالعات پیشنهاد کرده‌اند افزایش عملکرد عضلانی درنتیجه تمرین پلایومتریک مربوط به سازگاری‌های عصبی است تا تغییرات ریخت‌شناسی (۸). در این راستا پژوهش‌های بسیاری انجام‌شده که نتایج متناقضی به‌دست‌آمده است. به‌عنوان‌مثال در پژوهشی که توسط مارکوویچ و همکاران (۲۰۰۷) انجام شد، نشان داد تمرین دوی سرعتی شدید کوتاه در مقایسه با تمرین پلایومتریک موجب بهبود عملکردهای انفجاری و توانی می‌شود (۱۲)؛ اما در مقابل چیمرا و همکاران (۲۰۰٤) نشان دادند به دنبال اجرای پرش‌های عمقی (پلایومتریکی)، نیرو در عضلات چهار سر و سه سر در آزمودنی‌های حین بلوغ افزایش معناداری یافت (۵). همچنین بلانگر و همکاران (۱۹۸۱)، دیالو و همکاران (۲۰۰۱) و کایرولاینن (۲۰۰۵) در پژوهش‌های خود گزارش کردند، میزان فعال‌سازی واحدهای حرکتی بازکننده‌های زانو و عضله پلانتارفلکشن در آزمودنی‌های با دامنه سنی ۷ تا ۱٦ ساله افزایش معناداری داشت (۲،۱۰،۱۳). با توجه به اینکه قابلیت‌هایی مانند سرعت و چابکی و توان انفجاری بیشتر به کیفیت عصبی وابسته هستند به نظر می‌رسد هرگونه تغییر در این قابلیت‌ها به تکامل سیستم عصبی مربوط است. به‌عبارت‌دیگر تغییرات نورولوژیکی در طی فرایند بلوغ (فرآیند میلین‌سازی، افزایش هماهنگی عضلانی همکار و مخالف و افزایش توانایی فعال‌سازی عضلانی) ممکن است که بر کیفیت تولید نیروی عضلانی تأثیر بگذارد (۲) و حتی شاید براثر بخشی تمرین در مراحل قبل و بعد از بلوغ نقش داشته باشد. ازآنجاکه اغلب پژوهش‌های انجام‌شده تأثیر تمرینات پلایومتریکی در ترکیب با تمرینات قدرتی بر اعمال انفجاری ورزشکاران بالغ و نابالغ را به‌صورت مستقل موردبررسی قرار داده‌اند (۱۲،۸،۵،۱۳) و کمتر به مقایسه و ارزیابی تأثیر این‌گونه تمرینات همراه با تمرین فوتبال و تعیین سازوکارهای مؤثر در آن بر عملکرد ورزشکاران قبل و بعد از بلوغ باهم در یک پژوهش پرداخته‌اند. بر همین اساس پژوهشی که به مقایسه تأثیر تمرینات پلایومتریک قبل و بعد از بلوغ به همراه تمرین فوتبال بر فعالیت عصبی عضله و عملکرد بازیکنان فوتبال نوجوان بپردازد، ضروری به نظر رسید.

روش پژوهش

پژوهش حاضر از نوع کاربردی و نیمه تجربی باهدف مقایسه تأثیر تمرینات پلایومتریک قبل و بعد از بلوغ همراه با تمرین فوتبال بر فعالیت الکتریکی عضله و عملکرد بازیکنان فوتبال انجام گرفت. دانش‌آموزان فوتبالیست ۱۰ تا ۱۱ ساله (قبل از بلوغ) و ۱۵ تا ۱٦ ساله (بعد از بلوغ) سالم و بدون سابقه مشکلات مفصلی و استخوانی شهرستان دلفان باسابقه حداقل ۹ ماه تمرین منظم در سطح آموزشگاهی، به‌صورت در دسترس، جامعه آماری این پژوهش را تشکیل دادند. در جدول ۱ برخی از ویژگی‌های آزمودنی‌ها آمده است.

قبل از شروع روند پژوهش، در یک جلسه آشنایی با مراحل پژوهش، رضایت‌نامه کتبی توسط آزمودنی‌ها و والدین آن‌ها امضا شد. به‌منظور اطمینان از سن واقعی بازیکنان، شاخص‌هایی مثل قد، سن دندانی و سن

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]
[DOR: 20.1001.1.22520708.1400.19.1.1.3]
[DOI: 10.29252/jsmt.19.1.1]

استخوانی برای ارزیابی سن وجود داشت. با توجه به اینکه سن استخوانی به خاطر قابلیت اعتماد و عملی بودن نقش ویژه‌ای داشت (١٤–١٦). برای اطمینان از بلوغ آزمودنی‌ها از روش تعیین سن استخوانی استفاده شد. از آنجائی که در سراسر دنیا، اطلس استاندارد[1] (GP) در تعیین شاخص مذکور بیشترین کاربرد را دارد، بر همین اساس با استفاده از رادیوگرافی از استخوان‌های مچ دست چپ به دلیل اینکه کمتر در معرض تغییرات اکتسابی است (به خاطر اینکه دست برتر اغلب افراد، دست راست است)، با کمک متخصص رادیولوژی تعیین شد (١٤–١٦). بعد از ارزیابی‌های انجام‌شده، از بین ٣٠ آزمودنی در گروه سنی بعد از بلوغ، تعداد ١٥ آزمودنی که در این دامنه سن واقعی قرار داشتند، توسط متخصص رادیولوژی انتخاب شدند و سپس به‌منظور همگن کردن گروه‌ها از شاخص سن بیولوژیکی استفاده شد و از بین ٣٠ آزمودنی در گروه سنی قبل از بلوغ، تعداد ١٥ آزمودنی که شرایط موردنظر را داشتند، توسط محقق انتخاب شدند. بعد از مراحل فوق، آزمودنی‌ها در دو گروه ١٥ نفرِ، گروه یک (قبل از بلوغ) و گروه دو (بعد از بلوغ) قرار گرفتند. در این پژوهش، آزمودنی‌های دو گروه در یک دوره چهار هفته تمرین پلایومتریک شرکت کردند و در مرحله پیش از تمرینات و پس‌ازآن، آزمون‌ها (EMG عضله پهن جانبی، پرش عمودی، چابکی،٢٠ متر سرعت) را انجام دادند.

لازم به ذکر است آزمودنی‌های موردپژوهش باوجود تمرینات متداول پرشی و جهشی، تجربه تمرینات پلایومتریک مدون و منظم به‌نحوی‌که در این تحقیق طراحی‌شده است را نداشتند. به‌هرحال در طراحی تمرین پلایومتریک ملاحظات ایمنی رعایت گردید و بی‌خطر بودن این برنامه برای این رده سنی در تحقیقات گذشته تأییدشده بود (١٣,١٧). مدت کل دوره تمرین ٤ هفته با سه جلسه در هفته و زمان هر جلسه ٩٠ دقیقه (شامل ١٠ دقیقه گرم کردن و حرکات کششی، ٢٥ دقیقه انجام تمرینات پلایومتریک و ٤٥ دقیقه تمرین فوتبال و درنهایت ١٠ دقیقه بازی واقعی) بود. جزئیات تمرینات پلایومتریک در جدول ٢ آمده است. پروتکل تمرینی پلایومتریک برگرفته از پژوهش مارکوویچ و همکاران بود و با توجه به شرایط آزمودنی‌ها و مطالعات مقدماتی برای دو گروه تعدیل شد (١٣). بدین‌صورت که حرکات hurdle jump از همان ابتدای دوره تمرینی اجرا شدند، اما تمرین پرش عمقی [2] از هفته سوم شروع شدند (١٧,١٣).

هر دور پرش شامل شش پرش متوالی از روی مانع و با حداکثر ارتفاع و حداقل زمان تماس پا با زمین انجام گرفت. فاصله موانع از یکدیگر ١ متر بود و اندازه ارتفاع موانع ٣٠٪ میانگین قد دو گروه تنظیم شد(١٢). هر دور پرش از حالت ایستاده[3]، شامل شش ریباند بعد از پرش سقوطی از جعبه‌ی ٤٠ سانتی‌متری بود(١٢). مکث بین هر ریباند تقریباً پنج ثانیه و استراحت بین دوره‌ها، نود ثانیه بود(١٢). در تمرین انواع تکنیک‌ها (پاس‌های کوتاه و بلند با قسمت‌های مختلف پا، انواع کنترل توپ با قسمت‌های مختلف بدن، دریبل)، دفاع، جاگیری و تاکتیک توسط بازیکنان بکار گرفته شد(١٢). در طراحی پروتکل تمرینی از پژوهش مارکوویچ و همکاران (٢٠٠٧) استفاده شد و استراحت بین نوبت‌ها ٩٠ ثانیه تعیین شد (١٢).

1. Greulich -pyle
2. depth jump
3. drop jump

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]
[DOR: 20.1001.1.22520708.1400.19.1.1.3]
[DOI: 10.29252/jsmt.19.1.1]

جدول ۲. پروتکل تمرینی

هفته	تکرار× نوبت	تمرین قبل از بلوغ	تکرار× نوبت	تمرین بعد از بلوغ
۱	۸ × ٦	40cm hurdle jump	۸ × ٦	40cm hurdle jump
۲	۱۰ × ٦	40cm hurdle jump	۱۰ × ٦	40cm hurdle jump
۳	۱۰ × ٦	40cm hurdle jump	۱۰ × ٦	60cm hurdle jump
	٤ × ٦	40cm depth jump	٤ × ٦	60cm depth jump
٤	۱۰ × ٦	40cm hurdle jump	۱۰ × ٦	60cm hurdle jump
	٤ × ٦	40cm depth jump	٤ × ٦	60cm depth jump

آزمون‌های عملکردی شامل سرعت، توان، چابکی در یک روز با فاصلهٔ ٤٨ ساعت بعد از آخرین جلسه تمرینی و آزمون الکترومایوگرافی ٤٨ ساعت بعدازآن انجام شد. برای آزمون‌های عملکردی هر آزمودنی ۳ تلاش انجام می‌داد (استراحت بین هر تلاش، ۲ دقیقه) که بهترین تلاش برای تجزیه‌وتحلیل مورداستفاده قرار گرفت. به‌منظور بالا بردن انگیزه آزمودنی‌ها در اجرای تلاش حداکثر، تشویق کلامی انجام می‌شد. در حالت ایستاده، آزمودنی‌ها فعالیت با شدت کم را به‌منظور حفظ آمادگی فیزیولوژیکی برای اجرای آزمون بعدی انجام می‌دادند. برای اندازه‌گیری توان از آزمون پرش عمودی توسط دستگاه اندازه‌گیری پرش عمودی [1]استفاده شد. روش اجرای آزمون بدین‌صورت بود که ابتدا آزمودنی در وضعیت ایستاده و حالتی که دست برتر بالای سر (با آرنج باز) قرار داشت، به‌عنوان ارتفاع نقطه اول ثبت شد. پس‌ازآن آزمودنی در حالتی که دست در کمر داشت به حالت چمباتمه قرار گرفت و سپس با حداکثر توان به بالا پرید. بالاترین نقطه‌ای که با نوک انگشتان دست برتر لمس کرد منهای نقطه‌ی اول به‌عنوان ارتفاع پرش عمودی آزمودنی محسوب شد. بهترین عملکردی که پس از سه بار اجرا انجام شد، به‌عنوان ارتفاع پرش عمودی آزمودنی ثبت شد (۷). برای اندازه‌گیری سرعت از آزمون دو سرعت ۲۰ متر از دستگاه running timer[2] کمک گرفته شد. بدین‌صورت چشم الکترونیکی به ارتفاع یک متر در خط شروع و بیست متر قرار گرفت و آزمودنی در پشت خط شروع قرار می‌گرفت و با صدای شلیک با حداکثر تلاش می‌دوید (۱۷). برای اندازه‌گیری چابکی از آزمون ده متر زیگزاک استفاده شد، شامل چهار تغییر ٦۰ درجه‌ای بافاصله دو متری مانع‌ها از هم. زمان چابکی با استفاده از سیستم اندازه‌گیری دو سرعت استفاده شد. این آزمون به این دلیل انتخاب شد که به‌شتاب، کاهش شتاب و کنترل تعادل که شکل اصلی چابکی‌اند، نیاز دارد (۱۰,۱۷).

در آزمون الکترومایوگرافی، فعالیت عصبی عضله هنگام انقباض ایزومتریک بیشینه در ٦۰ درجه فلکشن زانو برای عضلات چهار سر ران با دستگاه اکستنشن زانو که بار دستگاه غیرقابل حرکت بود، انجام شد (۱۹). عمل ایزومتریک عضله به مدت ۳ ثانیه طول می‌کشید و هر آزمودنی ۳ تکرار با استراحت ۱ دقیقه بین تکرارها را انجام می‌داد. هرچند مشابهت فعالیت عضلانی در زمان آزمون و نوع تمرین (اصل ویژگی) می‌تواند در تفسیر

1. jumping testing-JS.D80, ساخت شرکت YAGAMI ژاپن

2. running timer, ساخت شرکت Takiekiki ژاپن

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]
[DOR: 20.1001.1.22520708.1400.19.1.1.3]
[DOI: 10.29252/jsmt.19.1.1]

دقیق سازگاری‌ها کمک‌کننده باشد، اما چون از آزمون‌های متنوع و متداول بازی فوتبال استفاده شد، از حرکت ایزومتریک در زاویه ٦٠ درجه که به نظر می‌رسد در ایجاد حرکت در این آزمون‌ها به‌طور پایه مشارکت دارد، استفاده شد. در این آزمون، بعد از آماده کردن دقیق پوست (تراشیدن مو، سایش و تمیز کردن به‌وسیله الکل) (١٨،٦،٢) الکترود در محور طولی عضلات قرار گرفت (١٩). در این پژوهش از الکترودهای چسبنده یک‌بارمصرف سطحی دوقطبی آلیاژ نقره با کلرید نقره، مدل اسکین تاک F521 ساخت اتریش استفاده شد. الکترود عضله پهن جانبی در یک‌چهارم فاصله از میانه خط جانبی مفصل زانو تا خط فوقانی قدامی لگن خاصره قرار گرفت و برای جلوگیری از احتمال حرکت آن‌ها و ایجاد اغتشاش، الکترودها و آمپلی‌فایرهای متصل توسط باند کشی ثابت شدند. (١٩،١٨). حین ثبت سیگنال عوامل ایجادکننده نویز در محیط مانند لامپ‌های مهتابی یا سایر دستگاه‌های الکتریکی خاموش بودند. فعالیت آمپلی‌تود EMG به‌وسیله دستگاه (E B N s)[1] با پهنای باند ٥-١٠٠٠ هرتز تجزیه‌وتحلیل شد. از یک پنجره ٦٠٠ میلی‌ثانیه‌ای در وسط دوره ٣ ثانیه‌ای سیگنال EMG برای محاسبه میانگین RMS سه انقباض برای نرمال کردن داده‌های عضله استفاده شد. EMG عضلات موردنظر توسط نرم‌افزار MBM ذخیره شد و همچنین برای ثبت داده‌ها از دستگاه MT8 و از نرم‌افزار MYO-DAT3 برای آنالیز داده‌ها استفاده شد. برای حذف نویز احتمالی ناشی از حرکت الکترود، آمپلی‌فایر و یا سیم‌های رابط از فیلتر بالا گذر ٢٠ هرتز و پایین‌گذر ٥٠٠ هرتز استفاده شد (٢١,٢٠)، سپس به‌منظور نرمال‌سازی داده‌های حاصل از امپلی تود EMG، میانگین ریشه دوم (RMS) داده‌ها را در پنجره‌های زمانی ١٠٠ میلی‌ثانیه محاسبه شد (٢١،٢٠،١٧).

به‌منظور بررسی نرمال بودن داده‌ها از آزمون کلموگروف-اسمیرونوف استفاده شد و برای بررسی اثر تمرین بر هریک از متغیرها در پیش‌آزمون و پس‌آزمون هر گروه از T زوجی و برای بررسی اختلاف احتمالی دو گروه در آزمون‌ها از T مستقل استفاده شد. سطح معناداری آماری نیز $P \leq 0.05$ تعیین شد. تمامی عملیات با استفاده از رایانه و نرم‌افزار SPSS16 انجام گرفت.

نتایج

نتایج آزمون‌های آماری در متغیر فعالیت الکتریکی عضله نشان داد، تمرینات پلایومتریک همراه با تمرین فوتبال اثر معناداری بر فعالیت الکتریکی عضله پهن جانبی (EMGMVIC)[2] بازیکنان فوتبال در قبل و بعد از بلوغ ندارد (جدول ٣).

جدول ٣. نتایج آزمون الکترمایوگرافی قبل و بعد از تمرینات در دو گروه برحسب میکروولت

گروه	متغیر	پیش‌آزمون	پس‌آزمون	ارزش P	درصد تغییرات
قبل از بلوغ	EMG عضله پهن جانبی	٢٩٨/٢٣±١٩٢	٣٠٠/٣٨±١٧٨/٤٣	٠/٦٤٩	٪٠/٧٢
بعد از بلوغ	EMG عضله پهن جانبی	٤٧٢/٨٦±٩٧/٣٧	٤٧٦/٥٢±٨٨/٨٤	٠/٣٣	٪٠/٧٩

1 . E B Neuro system, ساخت کشور ایتالیا

2. Electromyography Maximal Voluntary Isometric Contraction (EMGMVIC)

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]
[DOR: 20.1001.1.22520708.1400.19.1.1.3]
[DOI: 10.29252/jsmt.19.1.1]

از طرفی نتایج آماری نشان داد که تمرینات پلایومتریک همراه با تمرین فوتبال موجب افزایش معنادار عملکرد ۲۰ متر سرعت در گروه قبل از بلوغ می‌شود، همچنین این نتایج نشان داد که بین دو گروه نیز تفاوت معناداری وجود دارد (جدول ٤). همانگونه که مشاهده می‌شود، در سایر متغیرها (عملکردی پرش عمودی و چابکی) باوجود تفاوت معنادار پس‌آزمون با پیش‌آزمون در هر دو گروه، تفاوت معناداری بین دو گروه مشاهده نشد.

جدول ۴. نتایج آزمون‌های عملکردی قبل و بعد از تمرینات در دو گروه

متغیر	گروه	پیش‌آزمون	پس‌آزمون	ارزش P درون‌گروهی	ارزش P بین‌گروهی
پرش عمودی (سانتی‌متر)	قبل از بلوغ	۲۸/۱۸±۳/۷۰	۳۰/۷۲±٤/٦۷	۰/۰۰۲	۰/۲۹
	بعد از بلوغ	۳۳/۱۸±٥/۸۲	۳٤/٤٥±٥/٥۲	۰/۰۳۱	
چابکی (ثانیه)	قبل از بلوغ	٤/۳۳±۰/۳۳	٤/۲۳±۰/۳۷	۰/۰۰٦	۰/۸۷٥
	بعد از بلوغ	٤/۱۰±/٥۹	٤/۰۰۱±۰/٦۰	۰/۰۰۲	
سرعت ۲۰ متر (ثانیه)	قبل از بلوغ	۳/٦٤±۰/٤۸	۳/۳۲±۰/٤۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۷
	بعد از بلوغ	۳/۰۹±۰/۳۸	۳/۰۲±۰/۳۹	۰/۰٦٦	

بحث

هدف از پژوهش حاضر مقایسه تأثیر تمرینات پلایومتریک قبل و بعد از بلوغ همراه با تمرین فوتبال بر شاخص الکترومایوگرافی و عملکرد بازیکنان فوتبال بود. نتایج نشان داد، در عملکرد دو سرعت ۲۰ متر بین دو گروه بعد از انجام تمرینات تفاوت معناداری وجود داشت. این بدین معناست که چهار هفته تمرین پلایومتریکی همراه با تمرین فوتبال موجب بهبود عملکرد سرعت در گروه قبل از بلوغ در مقایسه با گروه بعد از بلوغ شده است. این نتایج با یافته‌های دی‌ویلاریال و همکاران (۲۰۱۲)، مک‌دونالد و همکاران (۲۰۱۲) و همچنین ابوذر کاوه‌ای و همکاران (۱۳۹۱) که نشان دادند زمان دو سرعت ده متر بازیکنان نزدیک به بلوغ فوتبال به دنبال هشت هفته تمرین پلایومتریک بهبود داشت، هم‌راستا بود (۲۳،۲۲،۱۷). آن‌ها پیشنهاد دادند، تمرینات پلایومتریک در آزمودنی‌های قبل از بلوغ ممکن است به دلیل تجربه تمرینی کمتر و یا به دلیل آشنایی کمتر با این‌گونه حرکات در مقایسه با گروه دوران بلوغ موجب بهبود در عملکرد سرعت آن‌ها شود و همچنین به دلیل توانایی مهارتی پایین بازیکنان نوجوان، فشار جسمانی زیادی در زمان بازی به آن‌ها وارد نمی‌شود (۱۷)، بنابراین به نظر می‌رسد که تمرینات پلایومتریکی اثر بیشتری بر عملکرد سرعت بازیکنان داشته باشد. از سازوکارهای احتمالی بهبود عملکرد می‌توان به فاکتورهای عصبی اشاره نمود که موجب فراخوانی واحدهای حرکتی بیشتر و شلیک عصبی سریع‌تر شود (٢٤). همچنین نیروی عضلانی به قابلیت سیستم عصبی-عضلانی در تولید ایمپالس قوی‌تر در مدت‌زمان کوتاه‌تر بستگی دارد که می‌تواند به میلین‌دار شدن عصب که جزئی از تغییرات دوران بلوغ است، مربوط باشد (۹). از طرفی خود تمرینات پلایومتریک باعث افزایش قدرت و توان پاها از طریق فعال شدن واحدهای حرکتی بیشتر در انقباض شدید و پرتوان می‌شود و همچنین استفاده از چرخه کشش-کوتاه شدن می‌تواند توانایی دویدن سریع را افزایش دهد (۱۷،۸،٥). نتایج پژوهش حاضر نشان داد که تمرینات پلایومتریک تأثیر معناداری بر عملکرد ۲۰ متر سرعت گروه بالغ ندارد که با نتایج پژوهش‌های توماس

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]
[DOR: 20.1001.1.22520708.1400.19.1.1.3]
[DOI: 10.29252/jsmt.19.1.1]

کی و همکاران (۲۰۰۹)، سائزدی ویلاریال و همکاران (۲۰۱۲) و مارکوویچ و همکاران (۲۰۰۷) هم‌راستا بود. آن‌ها در پژوهش‌های خود بیان کردند که احتمالاً به دلیل تجربه تمرینی بیشتر و کاهش تأثیر تمرینات بر فاکتورهای سرعت مانند تغییرات عصبی (میلین دار شدن و هماهنگی عصبی عضلانی) در دوران بلوغ، تقریباً به اوج خود می‌رسد، درنتیجه تمرینات پلایومتریک نتوانسته بر سرعت این افراد تأثیر معناداری داشته باشد. پروتکل تمرینی و شیوه آزمون گیری به کار گرفته‌شده در این پژوهش با پژوهش‌های ذکرشده یکسان بود (۲۶،۲۵،۱۲).

در آزمون چابکی نتایج نشان داد، در مقایسه بین گروهی تفاوت معناداری در عملکرد چابکی به دنبال اجرای پروتکل تمرینی وجود نداشت. به عبارتی عامل بلوغ یا سن تأثیری بر چابکی ندارد (۲۵،۱۷). از طرفی نتایج نشان داد، اجرای چهار هفته تمرینات پلایومتریک موجب افزایش معنادار در عملکرد چابکی در هر دو گروه پژوهشی می‌شود؛ بنابراین با توجه به عدم تفاوت بین گروهی و افزایش معنادار در هر دو گروه می‌توان نتیجه گرفت که این نوع تمرینات پلایومتریکی تأثیر یکسانی بر عملکرد چابکی در افراد بالغ و نابالغ می‌گذارد. این نتایج با یافته‌های میلان و همکاران (۲۰۰۹) و مارکوویچ و همکاران (۲۰۱۰) که در پژوهش‌های خود نشان دادند، به دنبال انجام تمرینات پلایومتریکی بهبود معناداری در چابکی آزمودنی‌های فوتبالیست مشاهده کردند، هم‌راستا بود (۱۷،۸،۷). از دلایل بهبود عملکرد می‌توان به مواردی همچون تشابه شیوه آزمون‌گیری (چهارتا پنج ثانیه نزدیک به ویژگی فوتبال) و وضعیت تمرینی، سن، ویژگی آزمودنی‌ها و اثر تمرین مهارت‌های فوتبال (اثر یادگیری) باشد، چون چابکی به‌غیراز جنبه جسمانی یک جنبه شناختی (فرایند تصمیم‌گیری) را نیز شامل می‌شود (۲۵). ازجمله سازوکارهای احتمالی بهبود عملکرد چابکی، به انتقال سریع عمل درون‌گرا در عضلات بازکننده پا (عملکرد چرخه کشش-کوتاه شدن عضله) نیاز دارد، بنابراین اظهارشده است که تمرینات پلایومتریکی می‌توانند زمان تماس پا با زمین را از طریق برون ده نیروی عضلانی و کارایی حرکت، کاهش دهد. ازاین‌رو تأثیر مثبتی بر اجرای چابکی دارد (۲۳). در مقابل نتایج پژوهش حاضر با یافته‌های موجیکا و همکاران (۲۰۰۹) که نشان دادند، انجام ده هفته تمرین بهبود معناداری در عملکرد چابکی نشد، متناقض بود (۲۷). علت متناقض بودن نتایج می‌تواند به تفاوت در شیوهٔ تمرین‌دهی (اختلاف در شدت و حجم پروتکل‌های تمرینی)، نوع آزمون چابکی (استفاده از آزمون هفت تا نوزده ثانیه‌ای که حدود ٤٠ تا ٥٠ متر است و برای فوتبالیست‌ها مناسب به نظر نمی‌رسد) و آمادگی آزمودنی‌ها مربوط باشد (۲۵،۱۷).

در عملکرد پرش عمودی نتایج نشان داد، باوجود افزایش معنادار عملکرد پرش عمودی در دو گروه، تفاوت معنادار بین گروهی مشاهده نشد. علت استفاده از آزمون پرش عمودی به این دلیل بود که چون تمرینات پلایومتریکی منحصراً بر چرخه کشش-کوتاه شدن عضله استرس وارد می‌کند و فعالیت‌های انفجاری در فوتبال اغلب به انقباض عضلانی درگیر چرخه کشش-کوتاه شدن نیاز دارند، ازاین‌رو در پژوهش حاضر آزمون توانی که این چرخه را درگیر می‌کند استفاده شد (۱۸،۱۷). از دلایل معنادار نشدن عملکرد پرش عمودی بین دو گروه می‌توان به این نکته اشاره کرد که چون ویژگی تمرینات با نوع آزمون مشابه بوده است و همچنین عوامل عصبی

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]
[DOR: 20.1001.1.22520708.1400.19.1.1.3]
[DOI: 10.29252/jsmt.19.1.1]

(در افراد نابالغ)، سرعت، قدرت (فراخوانی واحدهای حرکتی بیشتر در افراد بالغ) و اثر یادگیری هرکدام به‌نوعی بر عملکرد توانی به دنبال اجرای تمرینات در هر دو گروه تأثیر می‌گذارد، بر این اساس تمرینات بر توان و عملکرد انفجاری هر دو گروه اثر مشابهی می‌گذارد.

ازآنجایی‌که عملکرد توان به دو عامل سرعت و قدرت وابسته است و در گروه نابالغ سرعت به‌طور قابل‌توجهی افزایش‌یافته است (۸/۷ –درصد) (P=0.001)، بنابراین توان نیز تحت تأثیر این عامل به‌طور قابل‌توجهی معنادار شد (۹/۰۱ درصد) (P=0.002)؛ اما در گروه بالغ به دلیل اینکه عملکرد سرعت آن‌ها کمتر تحت تأثیر این نوع از تمرینات قرار گرفت، بنابراین باوجود معنادار شدن عملکرد توانی به دنبال اجرای تمرینات پلایومتریکی مانند گروه نابالغ قابل‌توجه نشد (۳/۸۲ درصد) (P=0.031). نتایج پژوهش حاضر با یافته‌های مارکوویچ و همکاران (۲۰۱۰)، جانسون و همکاران (۲۰۱۱)، مک‌کی‌دیو هنسچک (۲۰۱۲) که نشان دادند تمرینات پلایومتریک موجب بهبود ارتفاع پرش بازیکنان نابالغ می‌شود، همسو بود (۲۹،۲۸،۸). از دلایل احتمالی بهبود عملکرد می‌توان به مشابه بودن روش تمرینی با آزمون توان، افزایش عملکرد به‌واسطه فاکتورهای عصبی (به دلیل رخ ندادن هایپرتروفی عضلانی در سنین زیر بلوغ) اشاره کرد و اثر این نوع تمرینات بر تقویت سیستم سوخت‌وسازی اشاره کرد (۸). توماس کی و همکاران (۲۰۰۹) در پژوهشی اثر دو تکنیک تمرینی پلایومتریک بر پرش عمودی در بازیکنان جوان فوتبال را بررسی کردند، آن‌ها تغییرات معنی‌داری در بهبود عملکرد پرش عمودی آزمودنی‌ها بالغ مشاهده نمودند که با نتایج یافته‌های پژوهش حاضر هم‌راستا بود. علت همسو بودن نتایج، یکسان بودن نوع آزمودنی‌های موردپژوهش، وضعیت تمرینی و سن آزمودنی‌ها بود (۲۵). از سازوکارهای احتمالی افزایش ارتفاع پرش عمودی در بازیکنان بالغ می‌تواند به مشابه بودن آزمون توان با شیوه تمرینی (ویژگی تمرینی) و همچنین مربوط به فاکتورهای عصبی–عضلانی از طریق فراخوانی واحدهای حرکتی بیشتر و شلیک عصبی سریع‌تر باشد (۲٤).

در پژوهش حاضر، به دنبال اجرای تمرینات پلایومتریکی همراه با تمرین فوتبال، تغییرات در فعالیت الکتریکی عضله پهن جانبی در هر دو گروه ازنظر آماری معنادار نشد. آمپلی‌تود سیگنال EMG در گروه قبل از بلوغ ۰/۷۲ درصد و در گروه بالغ ۰/۷۹ درصد نسبت به قبل از انجام تمرینات افزایش داشت. نتایج ما با یافته‌های قبلی که گزارش کردند تمرینات پلایومتریکی موجب افزایش معناداری در فعالیت بازکننده‌ی عضله پا در حداکثر انقباض ارادی ایزومتریکی می‌شود، متناقض بود (۳۱،۳۰،۱۸)؛ اما با یافته‌های کایرولاینن و همکاران (۲۰۰۵) که نشان دادند تمرینات پلایومتریکی به‌طور معناداری حداکثر انقباض ارادی و فعالیت عضلانی پلانتارفلکشن ها را افزایش می‌دهد، اما بر بازکننده‌های زانو تأثیری ندارد، هم‌راستا بود (۱۰). مهم‌ترین دلیل تناقض در نتایج می‌توان به نوع آزمودنی (تمرین نکرده در مقابل تمرین کرده) اشاره کرد. در پژوهش حاضر از آزمودنی‌های تمرین کرده استفاده شده است که این امر موجب سطح آمادگی اولیه آزمودنی‌ها بالا باشد و این مدت و ماهیت پروتکل تمرینی نتوانسته است که بر فعالیت عصبی این نوع انقباض تأثیرگذار باشد (۳۱،۱۸). همچنین مدت تمرین این پژوهش نیز در مقایسه با پژوهش‌های ذکرشده متفاوت بود که این عامل می‌تواند از علت‌های همسو

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]
[DOR: 20.1001.1.22520708.1400.19.1.1.3]
[DOI: 10.29252/jsmt.19.1.1]

نبودن نتایج با پژوهش‌های ذکرشده باشد و این‌که تمرینات تا چه حد توانسته‌اند عضله پهن جانبی را درگیر کنند و واحدهای حرکتی بیشتری را فراخوانی نماید و همچنین می‌تواند مربوط به تغییر در تحریک اعصاب مرکزی یا فاکتورهای عضلانی باشد و احتمالاً این تغییرات موجب تحریک عصبی به عضله را موجب شود. توضیح ساده در مورد تأثیر تمرین بر آمپلی‌تود EMG این‌گونه به نظر می‌رسد که تمرین احتمالاً باعث فراخوانی واحدهای حرکتی بیشتر یا شلیک عصبی سریع‌تری شده است (۲،۳۰،۳۱). در پژوهش حاضر علت همسو نبودن نتایج سرعت، چابکی و توان با فعالیت الکتریکی عضله پهن جانبی احتمالاً به این سبب است که برای اندازه‌گیری آمپلی‌تود EMG از انقباض ارادی ایزومتریکی استفاده‌شده است، درصورتی‌که در سایر آزمون‌ها (پرش عمودی، چابکی و سرعت) انقباضات پویا وجود دارد که به نظر می‌رسد عوامل مختلف عصبی دیگری همچون کاهش مهار پیش سیناپسی، افزایش رفلکس هافمن در بهبود عملکرد آن‌ها دخیل بوده است (۱۸). از طرفی ممکن است تعداد عضلانی درگیر و میزان درگیری عضله در الگوی انقباضی مؤثر باشد به‌عنوان نمونه در پرش عمودی و چابکی علاوه بر عضلات چهار سر عضلات ساق پا نقش تعیین‌کننده‌ای دارند (۵،۱۷،۱۸).

نتیجه‌گیری

درمجموع باوجودی که پژوهش‌های بیشتری در آینده باهدف اطمینان از تأثیر این‌گونه تمرینات بر بهبود عملکردهای توانی و سرعتی و همچنین روشن شدن بهتر سازوکارهای بهبود عملکرد در ورزشکاران نابالغ و کودکان نیاز است؛ اما با توجه به نتایج به‌دست‌آمده، پژوهش حاضر پیشنهاد می‌کند مربیان می‌توانند از تمرینات پلایومتریکی تعدیل‌شده همراه با تمرین فوتبال برای گروه سنی کودکان و ورزشکاران قبل از بلوغ به‌منظور بهبود در عملکردهای توانی و سرعتی استفاده نمایند.

منابع

1. Kurdi, M.R., Ebrahimi, I., Qarakhanlu, R., Gaini, A.A. (2003). Evaluation and comparison of three methods of deep jumps on performance, muscle injury and electromyographic and electronographic indicators in 16-18 year old club athletes. Olympic Journal. 2: 35-21. (Persian)
2. Belanger, A.Y., McComas , A.J. (1981). Extent of motor unit activation during effort. Journal of Applied Physiology: Respiratory, Environmental and Exercise Physiology. 51:1-14.
3. Aagaard, P., Simonsen, E.B., Andersen, J.L., Magnusson, P., Dyhre-Poulsen, P. (2002). Neural adaptation to resistance training. Changes in evoked V-wave and H-reflex responses. Journal of Applied Physiology. 92: 2309-2318.
4. Chelly, M.S., Ghenem, M.A., Abid, K., Hermassi, S., Tabka, Z., Shephard, R.J. (2010). Effects of in-season short-term plyometric training program on leg power, jump-and sprint performance of soccer players. Journal of Strength & Conditioning Research. 24: 2670-2676.
5. Chimera, N.J., Swanik, K.A., Swanik, C.B., Straub, S.J. (2004). Effects of Plyometric Training on Muscle-Activation Strategies and Performance in Female Athletes. Journal of Athletic Training. 39: 24-31.
6. Konrad, P. (2006). The ABC of EMG. 1thed. Champaign: Noraxon INC. USA.
7. Meylan, C., Malatesta, D. (2009). Effects of in-season plyometric training within soccer practice on explosive actions of young players. Journal of Strength & Conditioning Research. 23: 2605-2613.
8. Markovic, G., Mikulic, P. (2010). Neuro-musculoskeletal and performance adaptations to lower-extremity plyometric training. Journal of Sports Mdicine and Pphysical Fitness. 40: 859-895.
9. Bosco, C., Luhtanen, P., Komi, P.V. (1983). A simple method for measurement of mechanical power in jumping. European Journal of Applied Physiology. 50: 273-2782.
10. Kyröläinen, H., Avela, J., McBride, J.M ., Koskinen, S., Andersen, J.L., Sipilä, S. (2005). Effects of power training on muscle structure and neuromuscular performance. Scandinavian Sports Medicine and Science Associations. 15: 58-64.
11. Rimmer, E., Sleivert, G. (2000). Effects of a Plyometrics Intervention Program on Sprint Performance. Journal of Strength & Conditioning Research.14:295-301.
12. Markovic, G,. Jukic. I,. Milanovic, D,. Metikos, D.(2007). Effects of sprint and plyometric training on muscle function and athletic performance. The Journal of Strength & Conditioning Research. 21(2): 543-549.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]
[DOR: 20.1001.1.22520708.1400.19.1.1.3]
[DOI: 10.29252/jsmt.19.1.1]

13. Diallo, O., Dore, E., Duche, P. (2001). Effects of plyometric training followed by a reduced training program on physical performance in prepubescent soccer players. Journal of Sports Medicine and Physical Fitness. 41: 342-348.
14. Hsieh, C.W., Jong, T.L., Chou, Y.H., et al. (2007). Computerized geometric features of carpal bone for bone age estimation. Chinese Medical Journal. 20: 767-780.
15. Hedayati, Z., Shahidi, S., Golabi Nejad, M. (2005). Evaluation of the degree of alignment of the cervical vertebral development index in cephalometric radiology with hand and wrist radiography. Journal of Medical Science, Shiraz University. 3: 305-294. (persian)
16. Vogelsang, F., Kohnen, M., Schneider, H., Weiler, F., Kilbinger, M.W., Wein, B.B., Gunther, R.W. (2000) Skeletalmaturity determination from hand radiograph by model based analysis. Society of Photo-optical Instrumentation Engineers. 39: 294–305.
17. 17. Kavehhai, A., Qarakhanlu, R., Rajabi, H. (2012). The effect of plyometric training on some neural and functional adaptations of adolescent football players. Olympic Journal. 3: 43-31. (persian)
18. Urabe, Y., Kobayashi, R., Sumida, S., Tanaka, K., Yoshida, N., Nishiwaki, G.A., et al. (2005). Electromyographic analysis of the knee during jump landing in male and female athletes. The knee. 12: 129-134.
19. Fauth ,M.L., Petushek, E.J., Feldmann, C.R., Hsu, B.E., Garceau, L.R., Lutsch, B.N., et al. (2010). Reliability of surface electromyography during maximal voluntary isometric contractions, jump landings, and cutting. Journal of Strength & Conditioning Research. 24: 1131-1147.
20. Carcia C.R., Martin R.L. (2007). The influence of gender on gluteus medius activity during a drop jump. Physical Therapy in Sport. 8 (4):169-76.
21. Hermens H.J., Biomedical Cd.Ce., Programme H.R.(1999) SENIAM: European recommendations for surface electromyography. Netherlands: Roessingh Research and Development.
22. De Villarreal E.S., Requena B., Cronin J.B. (2012). The effects of plyometric training on sprint performance. A meta-analysis. Journal of Strength &Conditioning Research. 26(2): 575-584.
23. MacDonald, C.J., Lamont, H.S., Garner, J.C. (2012). A comparison of the effects of 6 weeks of traditional resistance training, plyometric training, and complex training on measures of strength and anthropometrics. Journal of Strength & Conditioning Research. l26: 422-431.
24. Aagaard, P. (2004). Making muscles stronger: Exercise, nutrition, drugs. Journal of Musculoskeletal and Neuronal Interactions. 4: 165-174.
25. Thomas, K., French, D., Hayes, P.R. (2009). The effect of two plyometric training techniques on muscular power and agility in youth soccer players. Journal of Strength & Conditioning Research. 23: 332-345.
26. Sáez de Villarreal, E., Requena, B., Izquierdo, M., Gonzalez-Badillo, J.J. (2013). Enhancing sprint and strength performance: Combined versus maximal power, traditional heavy-resistance and plyometric training. Journal of Science and Medicine in Sport.16:146-150.
27. Mujika, I., santisteban, J., Castagna, C. (2009). effect of short-term sprint and power training program on elite junior soccer players. Journal of Strength & Conditioning Research. 23: 2581-2587.
28. Johnson, B.A., Salzberg, C.L., Stevenson, D.A. (2011). A systematic review: Plyometric training programs for young children. Journal of Strength & Conditioning Research. 25: 2623-2633.
29. McKay, D., Henschke, N. (2012). Plyometric training programmes improve motor performance in prepubertal children. British Journal of Sports Medicine. 46: 727-738.
30. Hakkinen, K., Komi, P.V., Alen, M. (1985). Effect of explosive type strength training on isometric forceand relaxation-time, electromyographic and muscle bre characteristics of leg extensor muscles. Acta Physiologica Scandinavica. 125: 587-600.
31. Hakkinen, K., Pakarinen, A., Kyrolainen, H., Cheng, S., Kim, D.H., Komi, P.V. (1990). Neuromuscular adaptations and serum hormones in females during prolonged power training. International Journal of Sports Medicine. 11: 91-98.

نحوه درج مقاله: حمید محمودی، حمید رجبی، محسن باپیران، پژمان معتمدی، (۱٤۰۰). مقایسه تأثیر تمرین پلایومتریک قبل و بعد از بلوغ همراه با تمرین فوتبال بر شاخص الکترومایوگرافی و عملکرد بازیکنان فوتبال. پژوهش در طب ورزشی و فناوری. ۱۹(۱):۱۱-۱. دی او آی ۱۰.۲۹۲۵۲/jsmt.۱۹.۱.۱

How to cite this article: Hamid Mahmodi., Hmid Rajabi., Mohsen Bapiran., Pezhman Motamedi. (2021). Compare the effect of plyometric training pre and post maturity with soccer training on electromyographical index and soccer players' performance. 19(1):1-11. (In Persian). DOI: 10.29252/jsmt.19.1.1.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

[DOR: 20.1001.1.22520708.1400.19.1.1.3]

[DOI: 10.29252/jsmt.19.1.1]