Research in Sport Medicine and Technology, Volume 13 - Issue 25 / 2023

Research in Sport Medicine and Technology

Print ISSN: 2252 - 0708 Online ISSN: 2588 - 3925

Homepage: https://jsmt.khu.ac.ir

Comparison of electrical activity of the quadriceps muscle, during implementing some selected soccer kick

Mostafa Haj Lotfalian [1]| Heydar Sadeghi [2]| Soroosh Bagheri[3]

1. Ph.D., Center of Excellence for Support Systems in Health Development, Yazd University, Yazd, Iran
2. Professor, Faculty of Physical education and Sport Sciences, University of Kharazmi
3. M. Sc. Faculty of Physical education and Sport Sciences, University of Isfahan

corresponding author: **Mostafa Haj Lotfalian,** mostafa.h.lotfalian@gmail.com

ARTICLE INFO

Article type:
Research Article

Article history:
Received: 21/07/2019
Revised: 11/12/2019
Accepted: 28/12/2019

Keywords:
Electromyography, Quadriceps Muscle Group, Inside Kick, Outside Kick, Toe Foot Kick, Cheap Kick

How to Cite:
Haj Lotfalian, M., Sadeghi H., Bagheri S. Comparison of electrical activity of the quadriceps muscle, during implementing some selected soccer kick. *Research In Sport Medicine and Technology*, 2023: 13(25): 168-177

ABSTRACT

The purpose of this study was to examine and compare the difference between inside kick, outside kick, toe foot kick and cheap kick with maximum effort, in some parameters associated with the electromyographic activity of the quadriceps muscle. Eight skilled collegiate soccer players volunteered as subjects in the study. These variables were included the average and maximum activation, activation time (AT), the time which the muscles reached to zenith activity (ZAT) and work (W). In order to calculate electromyography of selected muscles contain, RectusFemuris, VastusMedialis and VastusLateralis, ME6000 apparatus with 1080 Hz sample rate was used. Paired sample t-test was used to analyze data. The results indicate similarity between outside and toe foot kicks in average and maximum activity, activation time and work. thus there was no significant difference in electromyographic activity of the quadriceps muscles between these two kicks. But in many parameters, these two kicks were different with inside and cheap kicks. In a nutshell, according to the results, it can be said, quadriceps muscles during various kicks, adapting different trend of contraction which are dependent on the position of the muscles and limbs interaction during soccer kick. And outside kick could be created maximum stimulation in quadriceps.

Published by Kharazmi University, Tehran, Iran. Copyright(c) The author(s) This is an open access article under e: CC BY-NC license (https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-06-24]
[DOR: 20.1001.1.22520708.1402.21.25.12.6]
[DOI: 10.61186/jsmt.21.25.168]

پژوهش در طب ورزشی و فناوری
شاپا چاپی: ۰۷۰۸-۲۲۵۲ شاپا الکترونیکی: ۳۹۲۵-۲۵۸۸
Homepage: https://jsmt.khu.ac.ir

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-06-24]
[DOR: 20.1001.1.22520708.1402.21.25.12.6]
[DOI: 10.61186/jsmt.21.25.168]

مقایسه‌ی فعالیت الکتریکی عضله‌ی چهارسر ران، در اجرای با حداکثر تلاشِ منتخبی از شوت‌های فوتبال

مصطفی حاج لطفعلیان [۱*] | حیدر صادقی [۲] | سروش باقری [۳]

۱. دکتری رشته بیومکانیک ورزش، هسته سامانه های پشتیبان در توسعه سلامت، دانشگاه یزد، یزد، ایران.
۲. استاد گروه آسیب شناسی ورزشی و بیومکانیک ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران.
۳. کارشناس ارشد رشته بیومکانیک ورزش، دانشکده تربیت بدنی وعلوم ورزشی، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران.

نویسنده مسئول: مصطفی حاج لطفعلیان: Mostafa.h.lotfalian@gmail.com

اطلاعات مقاله:

نوع مقاله: مقاله پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/٤/۳۰
تاریخ ویرایش: ۱۳۹۸/۹/۲۰
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۱۰/۷

واژه‌های کلیدی:
فوتبال، عملکرد عضله چهارسر ران، شوت بغل‌پا، شوت بیرون‌پا، شوت نوک‌پا، شوت چیپ

ارجاع: مصطفی حاج لطفعلیان، حیدر صادقی، سروش باقری. مقایسه‌ی فعالیت الکتریکی عضله‌ی چهارسر ران، در اجرای با حداکثر تلاشِ منتخبی از شوت‌های فوتبال. پژوهش در طب ورزشی و فناوری. ۱٤۰۲،۱۳ (۲۵):

چکیده

هدف از انجام این مطالعه، مقایسه‌ی منتخبی از پارامترهای فعالیت الکتریکیِ عضلات چهارسر ران حین اجرای چهار شوت بغل پا، بیرون پا، نوک‌پا و چیپ با حداکثر تلاش بود. در این مطالعه‌ی نیمه تجربی، ۸ نفر ورزشکار ماهرِ دانشگاهی شرکت کردند. الکترودهای سطحی روی عضلات پهن داخلی، پهن خارجی و راست‌رانی نصب و متغییرهای میانگینِ فعالیت، حداکثر فعالیت، ترتیب فعال شدن عضلات، ترتیب رسیدن عضلات به ماکزیمم فعالیت و مشارکت هریک از عضلات با سرعت نمونه‌برداری ۱۰۸۰ هرتز ثبت و محاسبه شد. توزیع داده‌ها به‌کمک آزمون کلموگروف – اسمیرونوف بررسی شد و از آزمون t زوجی برای مقایسه آماریِ متغیرها استفاده شد. نتایج حاکی از شباهت دو شوت بیرون‌پا و نوک‌پا در میانگین، ماکزیمم، زمان فعال شدن و میزان مشارکت عضلات بود. در حالی‌که متغییرهای محاسبه شده در این دو شوت با ضربات بغل‌پا و چیپ که در بسیاری از پارامترهای بررسی شده مشابه بودند، اختلاف داشتند. با توجه به نتایج تحقیق، می‌توان گفت عضله چهارسر ران حین انجام شوت‌های مختلف فوتبال، روندهای انقباضیِ خاصی را در پیش می‌گیرد که بسته به الگوی حرکتی هر شوت می‌تواند متفاوت باشد و الگوی حرکتی شوت بیرون‌پا بیشترین تحریک را در این عضله ایجاد کرد.

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-06-24]

[DOR: 20.1001.1.22520708.1402.21.25.12.6]

[DOI: 10.61186/jsmt.21.25.168]

مقدمه

عضلات با انقباض خود باعث ایجاد گشتاور در مفاصل و بوجود آمدن حرکت در اندام می‌شوند. بررسی نقش و عملکرد عضلات در مهارت‌های مختلف ورزشی اهمیت ویژه‌ای در مطالعات بیومکانیک ورزش دارد. الکترومایوگرافی یکی از رایج‌ترین روش‌ها برای بررسی عملکرد عضلات در مهارت‌های مختلف ورزشی است که به منظور توصیفِ نقش و سطح فعالیت عضله بکار می‌رود (۱). شوت یکی از کاربردی‌ترین مهارت‌ها در بازی فوتبال است که برای انجام آن، تعداد زیادی از عضلات بدن فعال می‌شوند تا بتوانند گشتاور لازم را در مفاصل برای انجام شوت ایجاد کنند (۲). کریکبام و بارتلز (۱۹۸۵)، توالی مناسب برای اجرای شوت را شامل یک چرخش در لگن و سپس چرخش ران، ساق و پا حول محورهایشان دانستند (۳). تحقیقات اخیر نشان می‌دهد، سرعت باز شدن زانو حین شوت مهمترین عامل برای انجام یک شوتِ با کیفیت و پر سرعت است (۲، ٦-٤). بنابراین با وجود اینکه یک شوتِ موفق، حاصل فعالیت تعداد زیادی عضله در سرتاسر بدن است، می‌توان عضلات چهارسر ران را با توجه به نقش موثرشان در خم کردن ران و باز کردن زانو، موثرترین عضلات در شوت فوتبال دانست (۷). شوت‌های روی پا، بغل پا، بیرون‌پا، پانت[1] نوک پا و چیپ[2] انواع مختلف شوت فوتبال هستند که بسته به موقعیت و شرایطِ بازی به‌کار می‌روند (۸). شوت بغل پا در مواقعی که دقت با اهمیت‌تر از سرعت است، مورد استفاده قرار می‌گیرد (۹). ضربه‌ی بیرون‌پا شباهت زیادی با شوت روی‌پا دارد و به کمک آن می‌توان ضرباتِ پر قدرت‌تری نسبت به شوت بغل پا اعمال کرد. بعلاوه مزیت این ضربه نسبت به شوت روی‌پا در این است که ورزشکار می‌تواند بوسیله‌ی آن، شوت کات‌دار بزند و در ضربات ایستگاهی، توپ را از کنار دیوار دفاعی عبور دهد (۱۰). شوت نوک پا به بازیکن کمک می‌کند تا با سرعت بیشتری به توپ ضربه بزند و معمولاً در فوتسال هنگامی که فرد فرصت کافی برای افزایش دامنه‌ی حرکتی پا ندارد، بکار می‌رود. شوت چیپ نیز یکی دیگر از شوت‌های فوتبال است که جدیداً رواج بیشتری در بین مهاجمان پیدا کرده است. در این شوت، ورزشکار طوری به زیر توپ ضربه می‌زند که توپ مقدار زیادی چرخش به عقب[3] پیدا می‌کند و با وجود سرعت کم، ارتفاع زیادی می‌گیرد.

در سالیان اخیر محققان زیادی خصوصیات بیومکانیکی انواع مختلف شوت را با یکدیگر مقایسه کرده‌اند (۱۲-۱۰). بر این اساس کلیز و کاتیز (۲۰۱۰)، خصوصیات بیومکانیکی دو شوت بغل‌پا و روی‌پا و دورج و همکاران (۲۰۰۲)، اجرای شوت روی‌پا را با پای برتر و غیر برتر با یکدیگر مقایسه کردند (۱۰، ۱۱). همچنین تحقیقات متعددی وجود دارد که در آن با استفاده از الکترومایوگرام، فعالیت الکتریکی عضلات درگیر در شوت بررسی شده است (۱۸- ۱۳). قابل ذکر است که در اکثر مطالعاتی که در این حوزه انجام شده، شوت روی‌پا مدنظر بوده است (۱٦، ۱۸، ۲۰). بنابراین این نیاز وجود

1. Punt
2. Cheap
3. Backswing

دارد که فعالیت الکتریکی عضلات موثر در سایر شوت‌های پر کاربرد در بازی فوتبال نیز مورد بررسی قرار گیرد. اسکور و همکاران (۲۰۱۱) نشان دادند که سه سر سطحی عضله‌ی چهارسر ران، حین انجام شوت روی‌پا در شرایط مختلف، روندهای انقباضی متفاوتی دارند (۱۸)؛ بنابراین این سوال مطرح است که آیا این تفاوت در سایر شوت‌های فوتبال نیز وجود دارد و اگر پاسخ مثبت است، مقدار و ترتیب آن چگونه است. لذا در این مطالعه فعالیت میوالکتریکی عضله‌ی چهارسر ران، به‌عنوان موثرترین عنصر انقباضی حین انجام چهار شوت بغل پا، بیرون پا، نوک پا و چیپ، از جنبه‌ها و فاکتورهای مختلفی مورد بررسی و مقایسه قرار گرفت و تلاش شد از سایر نتایجی که امکان دریافت آن از سیگنال ای-ام‌جی وجود دارد، استنباط‌هایی در مورد عملکرد عضلات و مکانیک حرکت بیان شود.

روش شناسی

جامعه‌ی آماری این مطالعه‌ی نیمه تجربی را دانشجویان پسر دانشگاه اصفهان تشکیل دادند. به دلیل اینکه در بسیاری از مطالعات مشابه، از ٦ تا ١٣ آزمودنی استفاده شد (۵، ۷، ۱۱، ۱۳)؛ از ۸ فوتبالیست دانشگاهی با مشخصات جسمانی و فردی سن: ٢/٤± ٢٦/١٦ سال، جرم: ٥/٦±٧١/٨ کیلوگرم و قد: ٦/٥±١٧٣ سانتی‌متر با بیش از ۸ سال سابقه‌ی انجام ورزش فوتبال، به صورت نمونه در دسترس، استفاده شد. از آزمودنی‌ها رضایت‌نامه کتبی گرفته شد، کلیه‌ی تست‌ها در محیط آزمایشگاه و در یک فضای مشخص شده انجام گرفت. آزمودنی‌ها تنها پس از دو گام به سمت هدفی با طول و عرض یک متر که در فاصله‌ی پنج متری توپ قرار داشت (۵) به‌صورت بغل پا، بیرون پا، چیپ و نوک‌پا با حداکثر توان ضربه می‌زدند. با توجه به آگاهی آزمودنی‌ها از پروتکل تحقیق، نیازی به آموزش نوع ضربات وجود نداشت. تمامی افراد از پای برتر خود که راست بود، استفاده کردند. از توپ سایز ۵ که مطابق با استانداردهای فیفا بود استفاده شد.

از دستگاه Mega-ME6000 با ١٦ کانال به همراه نرم افزار مِگاوین[4]با سرعت نمونه‌برداری ۱۰۸۰ هرتز، برای بررسی پتانسیل الکتریکی عضلاتِ چهارسر ران آزمودنی‌ها استفاده شد. همانطور که بیان شد انتخاب این عضله به این دلیل بود که در خم شدن ران، باز شدن زانو و افزایش سرعت شوت نقش موثری داشت (۱۹). محل قرارگیری الکترودهای سطحی در سه عضله‌ی مورد بررسی در این تحقیق، بر اساس پیشنهاد SENIAM[5] که یک استاندارد بین‌المللی است تعیین گردید. ضمن اینکه کلیه‌ی توصیه‌های لازم برای الکترومایوگرافی مانند آماده سازی پوست[6] اجرا شد.

حداکثر انقباض ارادی یک محدودیت فیزیولوژی است که مقدار ثابتی دارد و معمولاً شدت فعالیت عضله، به صورت درصدی از آن بیان می‌شود (۲۰). برای محاسبه‌ی حداکثر انقباض ایزومتریک ارادی MVIC، پس از ۱۰ دقیقه گرم کردن

4. MegaWin
5. Surface Electromyography for Non-Inverse Assessment of Muscle
6. Skin Preparation

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-06-24]
[DOR: 20.1001.1.22520708.1402.21.25.12.6]
[DOI: 10.61186/jsmt.21.25.168]

عمومی بدن، از آزمودنی‌ها خواسته شد که زانوها را در حالت نشسته در فلکشن ۹۰ درجه قرار دهند، سپس به مدت ۳۰ ثانیه زانوها را به حالت اکستنشن کامل در آورند و با ۳ تا ۵ دقیقه استراحت، این عمل را ۳ بار تکرار کنند. در انتها با میانگین‌گیری از ماکزیمم فعالیت عضلات، مقدار MVIC محاسبه شد. در ادامه پنج دقیقه زمان برای استراحت به افراد داده شد. سپس آزمودنی‌ها برای هر تکنیک دو بار تمرین کردند تا در نهایت برای انجام آزمون اصلی آماده شوند. در هنگام آزمون اصلی دو تکرار برای هریک از شوت‌ها که با دقت کافی و حداکثر تلاش انجام شد، ثبت و پردازش شد.

به منظور هموارسازی اطلاعات مربوط به الکترومایوگرام، از داده‌های خام، جذر میانگین مربعات[۷](RMS) گرفته شد و داده‌ها هموار و نویز آن بوسیله‌ی فیلتر میان گذر[۸] ۱۰ تا ۵۰۰ هرتز کاهش یافت (۲۱). سپس تعداد داده‌ها بوسیله تابع SPLINE در نرم‌افزار متلب نرمال شد. به‌کمک قسمت انتخاب نشانه‌ی[۹]نرم‌افزار مِگاوین، حد فاصل زمان بین حرکت پا به سمت جلو تا انتهای حرکت بریده و برای تجزیه و تحلیل مجدداً وارد نرم‌افزار متلب شد. سپس شاخص‌هایی که می‌توانستند اختلاف فعالیت الکتریکی را در شوت‌ها نشان دهند، شامل میانگین و ماکزیمم فعالیت الکتریکی، لحظه‌ی شروع فعالیت عضلات، لحظه‌ی رسیدن به اوج فعالیت و درصد مشارکت هر عضله، محاسبه شدند. پس از استخراج اطلاعات حاصل از الکترومایوگرام، وضعیت توزیع داده‌ها با استفاده از آزمون کلموگروف – اسمیرونوف بررسی شد. از آزمون t زوجی برای مقایسه آماریِ متغیرها بین شوت‌ها به‌صورت دو به دو در سطح معنی‌داری $P \leq 0/05$ استفاده شد.

یافته‌ها

در جدول ۱ میانگین فعالیتِ عضلات چهارسرران در شوت‌های منتخب فوتبال دو به دو به صورت آماری با یکدیگر مقایسه شده‌اند. همانطور که از نتایج جدول ۱ و شکل ۱ قابل مشاهده است، میانگین فعالیت الکتریکی عضلات پهن خارجی و پهن داخلی در دو شوت نوک‌پا و بیرون‌پا به‌مانند دو شوت بغل‌پا و چیپ نسبتاً مشابه بود. به‌طوری که دو شوت نوک‌پا و بیرون‌پا با یکدیگر اختلاف آماری نداشتند ولی با شوت‌های بغل‌پا و چیپ تفاوت معنی‌داری زیادی داشتند. از بین شش مقایسه‌ی انجام شده در عضله‌ی راست‌رانی، تنها بین دو شوت بغل‌پا و بیرون‌پا اختلاف معنی‌دار مشاهده شد (P = ۰/۰۱۰). همچنین طبق شکل ۱، عضله‌ی پهن داخلی در تمامی شوت‌ها بیشترین فعالیت را داشت. در این مطالعه زمان فعال شدن عضلات در شوت‌های فوتبال نیز مورد بررسی قرار گرفت که در تمامی شوت‌ها عضله‌ی راست رانی سریع‌تر فعال شد (نمودار ۱). قابل ذکر است که در این مطالعه شروع فعالیت، لحظه‌ای در نظر گرفته شد که مقدار پتانسیل الکتریکی عضله، سه برابر انحراف معیارِ میانگین فعالیتِ خط پایه[۱۰]در دامنه‌ی زمانی قبل از شروع فعالیت

7. Root Mean Square
8. Band Pass Filter
9. Set Marker
1 . Base line 0

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-06-24]
[DOR: 20.1001.1.22520708.1402.21.25.12.6]
[DOI: 10.61186/jsmt.21.25.168]

عضلات بود (۲۲). متغیرهای دیگری که مورد بررسی قرار گرفت، لحظه رسیدن به ماکزیمم فعالیت الکتریکی و در صد مشارکت هریک از عضلاتِ راست‌رانی، پهن خارجی و پهن داخلی از مجموع فعالیت الکتریکی ثبت شده برای عضلات چهارسر ران بود که نتایج حاصل از آن در نمودار ۱ قابل مشاهده است.

نمودار ۱. مقایسه منتخبی از پارامترهای مرتبط با فعالیت الکتریکی عضلات چهارسر

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-06-24]
[DOR: 20.1001.1.22520708.1402.21.25.12.6]
[DOI: 10.61186/jsmt.21.25.168]

جدول ۱. مقدار p بدست آمده از مقایسه‌ی میانگین فعالیت الکتریکی عضلات چهارسر ران (MVIC%) در شوت‌های منتخب قوتبال

شوت ۱	Vs	شوت ۲	عضله پهن داخلی	عضله پهن خارجی	عضله راست رانی
بغل‌پا	Vs	بیرون‌پا	۰/۰۰۱**	۰/۰۲٤*	۰/۱٤۳
بغل‌پا	Vs	نوک‌پا	۰/۰۰۱**	۰/۰۰٤**	۰/۰۱۰*
بغل‌پا	Vs	چیپ	۰/۷۷۷	۰/٤٦۰	۰/۱٦٥
بیرون‌پا	Vs	نوک‌پا	۰/۰۷۱	۰/۳۰٦	۰/۹۲۷
بیرون‌پا	Vs	چیپ	۰/۰۰۰**	۰/۰۰۰**	۰/۳٦۰
نوک‌پا	Vs	چیپ	۰/۰۰۰**	۰/۰۰۰**	۰/۲٥٤

* اختلاف در سطح معناداری p≤0/05، ** اختلاف در سطح معناداری p≤0/01،

بحث و نتیجه‌گیری

هدف از انجام این مطالعه، مقایسه‌ی متغیرهای عملکردی عضله‌ی چهارسر رانِ پای ضربه در اجرای شوت‌های بغل‌پا، بیرون‌پا، نوک‌پا و چیپ فوتبال بود. اکثر مطالعاتی که در سالیان اخیر فعالیت الکتریکی عضلات را بررسی کردند، عضلات پای ضربه را در شوتِ روی پا به عنوان کاربردی‌ترین ضربه در بازی فوتبال مورد بررسی قرار دادند (۱، ۱۳)، اما مطالعه‌ای که فعالیت الکتریکی عضلاتِ چهارسر ران را در سایر شوت‌ها بیان کند، بسیار محدود است (۲۳، ۲٤). دورج و همکاران (۱۹۹۹)، دی‌پروف و همکاران (۱۹۸۷) و مونولوپولس و همکاران (۲۰۰٦) از جمله محققانی بودند که به بررسی فعالیت الکتریکی عضلاتِ پای ضربه، حین انجام شوتِ فوتبال پرداختند (۱، ۱۳، ۱٥). در این پژوهش، میانگین فعالیت الکتریکی عضلات در کلِ دامنه‌ی رو به جلو حرکت مورد بررسی قرار گرفت و نتایج بدست آمده برای میانگین فعالیتِ عضلاتِ چهارسر ران حین شوت بیرون‌پا و نوک‌پا، قرابت زیادی با نتایج تحقیق دورج و همکاران که شوت روی پا را مورد بررسی قرار داده بود، داشت، اما با نتایج تحقیقات دی‌پروف و همکاران (۱۹۸۷) و مونولوپولس و همکاران (۲۰۰٦)، اختلاف قابل توجهی داشت. همچنین ماکزیمم فعالیت الکتریکی عضلات چهارسر ران در شوت بغل پا با نتایج بدست آمده از تحقیق شان (۲۰۰۹) که فعالیت الکتریکی عضلات چهارسر را در بین چهارگروه زن و مردِ ماهر و تازه‌کار مورد بررسی قرار داد، تفاوت قابل ملاحظه‌ای داشت (۲۰).

از آنجایی‌که در فاز قبل از ضربه در شوت بغل‌پا، مفصل ران در وضعیت بازشده و چرخیده به خارج قرار می‌گیرد (۱۰)، خط عملکرد عضلات چهارسر ران از مسیر تابِ پا خارج می‌شود؛ بنابراین انتظار می‌رود که این عضلات، انقباض ضعیف‌تری را نسبت به دو شوتِ بیرون‌پا و نوک‌پا ایجاد کنند. همانطور که در شکل۱ قابل مشاهده است، میانگین و ماکزیمم فعالیت عضلاتِ چهارسر ران در شوت بیرون‌پا و نوک‌پا به طور قابل توجهی بیشتر از شوت بغل‌پا بود.

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-06-24]
[DOR: 20.1001.1.22520708.1402.21.25.12.6]
[DOI: 10.61186/jsmt.21.25.168]

دورج و همکاران (۱۹۹۹) بیان کردند، تمامی عضلات موافق و مخالف، ماکزیمم تنش را در پایان فاز رو به جلوی حرکت و در لحظه‌ی ضربه به توپ وارد می‌کنند (۱۳). همانطور که در شکل ۱ قابل مشاهده است، هر سه عضله‌ی پهن داخلی، پهن خارجی و راست‌رانی تقریباً در زمان مشابه‌ای در هریک از چهار شوت به اوج فعالیت خود می‌رسند که با توجه به تحقیق دورج و همکاران (۱۹۹۹)، می‌توان این لحظه را لحظه‌ی ضربه قلمداد کرد. نتایج حاصل از تحقیق نشان می‌دهد که عضلات در شوت نوک‌پا دیرتر از سایر شوت‌ها به اوج فعالیت خود رسیده‌اند؛ اما قابل ذکر است که طبق اطلاعات تجربی و پیشینه‌ی تحقیق، شوت نوک‌پا فازِ قبل از ضربه‌ی کوتاهی دارد. دلیل این تناقض، استاندارد شدن زمان حرکت در شوت‌ها است. بنابراین باید دقت داشت که در زمان‌های استاندارد شده به هیچ وجه نمی‌توان تحلیل زمانی انجام داد.

ترتیب فعال شدن عضلات، پارامتر دیگری بود که در بین شوت‌های منتخب بررسی شد. از آنجایی‌که در حین انجام شوتِ فوتبال، عضلات از یک الگوی نزدیک‌تنه – دور از تنه پیروی می‌کنند (۱۳، ۲۳، ۲۵)، به این معنی که ابتدا عضلاتِ نزدیک‌تنه منقبض می‌شوند و سپس عضلات دور از تنه، می‌بایست ابتدا عضله‌ی راست‌رانی که در خم‌کردن ران نیز نقش دارد منقبض شود. همان‌طور که از نتایج حاصل از تحقیق برمی‌آید، در هر چهار شوت بغل‌پا و بیرون‌پا، نوک پا و چیپ ابتدا عضله‌ی راست‌رانی فعال شد که با نتایج تحقیقِ دورج و همکاران (۱۹۹۹)، اورچارد (۲۰۰۱) و وود و همکاران (۲۰۰۲) همخوانی داشت. پس از عضله‌ی راست‌رانی در شوت بغل‌پا، چون در فاز قبل از ضربه، مفصل ران مقداری چرخش خارجی و آبداکشن دارد؛ عضله‌ی پهن خارجی سریع‌تر از پهن داخلی شروع به فعالیت کرد اما در شوت‌های بیرون‌پا، نوک‌پا و چیپ بعلت عدم وجود چنین چرخشی در روند حرکت، ابتدا پهن داخلی فعال شد؛ قابل ذکر است که در شوت بیرون پا و در فاز قبل از ضربه، مفصل ران مقداری چرخش داخلی دارد و شاید این موضوع، سریع‌تر فعال شدن عضله‌ی پهن داخلی را نسبت به خارجی توجیه کند. بعلاوه در شوت چیپ عضله‌ی پهن داخلی تقریباً همزمان با عضله‌ی راست‌رانی فعال شد که نشاندهنده‌ی روند متفاوت این شوت نسبت به سایر شوت‌ها بود.

سطح زیر نمودار مربوط به سیگنال یکسو شده‌ی الکترومایوگرام، به‌صورت درصدی از کلِ ای‌ام‌جی ثبت شده را درصد مشارکتِ عضلات گویند. در این مطالعه همانطورکه در شکل ۱ قابل مشاهده است، به استثنای شوت چیپ که در آن عضله‌ی راست‌رانی به‌طور قابل ملاحظه‌ای بیشتر از سایر عضلات چهارسر ران فعالیت داشت، در هر سه شوت دیگر، عضله‌ی پهن داخلی فعالترین عضله‌ی چهارسران بود و پس از آن عضله‌ی پهن خارجی مشارکتِ بیشتری داشت. پیش از این اسکور (۲۰۱۱)، به نقش و اهمیت عضلاتِ داخلی و خارجی چهارسر ران، نسبت به عضلات میانی، حین انجام شوتِ فوتبال اشاره کرده بود که با نتایجِ این مطالعه در سه شوت بغل‌پا، بیرون‌پا و نوک‌پا نیز مطابقت داشت (۱۸). با توجه به اهمیت انقباض قدرتمندِ عضلات چهارسر ران بویژه عضلات

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-06-24]
[DOR: 20.1001.1.22520708.1402.21.25.12.6]
[DOI: 10.61186/jsmt.21.25.168]

جانبی پا در افزایشِ سرعتِ شوت (۵، ۷، ۱۸) و نتایج دریافتی از شکل۱ می‌توان به‌صورت کیفی گفت که از بین شوت-های بررسی شده، به استثنای شوت چیپ که در آن نوع برخورد پا به توپ و مسیر حرکت توپ با اهمیت‌تر از سرعت شوت بود، در ضربات ایستگاهی و مواقعی که لازم است ضرباتی پر سرعت اعمال شود، شوت بیرون‌پا می‌تواند انتخاب مناسبتری نسبت به سایرین باشد. بعلاوه تقویت سرهای جانبی عضله‌ی چهارسر ران، بویژه عضله‌ی پهن داخلی می‌تواند به افزایش سرعت شوت کمک کند.

نتیجه گیری

در نهایت باید گفت این مطالعه با هدف گسترش دانش موجود در حیطه‌های کمتر کار شده‌ی فوتبال انجام شد، بنابراین این قابلیت را دارد که به‌عنوان یک مطالعه‌ی پایه و مقدماتی در اختیار سایر محققین قرار گیرد تا در مطالعات آینده زوایای بیشتری از آن بررسی شود و اطلاعات حاصل از آن جهت بهبود کیفیت این شوت‌ها، در اختیار مربیان و ورزشکاران قرار گیرد. پیشنهاد می‌شود در مطالعات آینده، تعداد بیشتری عضله در بین افراد با سطوح مختلف مهارتی بررسی شود و شوت‌های مختلف فوتبال از منظر کینماتیک و کینتیک نیز مورد بررسی قرار گیرند.

References

1. Manolopoulos, E., C. Papadopoulos, and E. Kellis .(2006). Effects of combined strength and kick coordination training on soccer kick biomechanics in amateur players. Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports. 16(2) : p. 102-110.
2. Barfield, W.R., D.T. Kirkendall, and B. Yu. (2002). Kinematic instep kicking differences between elite female and male soccer players. Journal of Sports Science and Medicine.1(3) : p. 72-79.
3. Kreighbaum, E., & Barthels, K. M. (1985). A qualitative approach for studying human movement (2nd ed.). Minneapolis, MN: Burgess.
4. Naito, K., Y. Fukui, and T. Maruyama. (2010). Multijoint kinetic chain analysis of knee extension during the soccer instep kick. Human Movement Science. 29(2): p. 259-276.
5. Hajlotfalian, M., Lenjannejadian, Sh, Mojtahedi, H. (2013). Investigate Kick Speed Through to Compare the Biomechanical Characteristics of the Knee Joint in Low Drive and High Drive Soccer Instep Kick. Studies in Sport Medicine. 5(13): p.109-122.
6. Gheydi, N., Sadeghi, H. (2011) . Principal component analysis of kinematic parameters during acurate soccer instep kick. Studies in Sport Medicine. 5(11): p. 21-34.
7. Kellis, E. and A. Katis, (2007). The relationship between isokinetic knee extension and flexion strength with soccer kick kinematics: an electromyographic evaluation. Journal of Sports Medicine and Physical Fitness, The. 47(4): p. 385.
8. Lees, A., & Nolan, L. (1998). The biomechanics of soccer: a review. Journal of Sports Sciences, 16(3), 211-234.
9. Nunome, H., et al. (2002). Three-dimensional kinetic analysis of side-foot and instep soccer kicks. Medicine and Science in Sports and Exercise. 34(12): p. 2028-2036.
10. Katis, A., & Kellis, E. (2010). Three-dimensional kinematics and ground reaction forces during the instep and outstep soccer kicks in pubertal players. Journal of Sports Sciences, 28(11), 1233-1241.

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-06-24]
[DOR: 20.1001.1.22520708.1402.21.25.12.6]
[DOI: 10.61186/jsmt.21.25.168]

11. Dörge, H. C., Andersen, T. B., SØrensen, H., & Simonsen, E. B. (2002). Biomechanical differences in soccer kicking with the preferred and the non-preferred leg. Journal of Sports Sciences, 20(4), 293-299.
12. Giagazoglou, P., Katis, A., Kellis, E., & Natsikas, C. (2011). Differences in soccer kick kinematics between blind players and controls. Adapted Physical Activity Quarterly: APAQ, 28(3), 251.
13. Dörge, H.C., et al. (1999). EMG activity of the iliopsoas muscle and leg kinetics during the soccer place kick. Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports. 9(4) : p. 195-200.
14. Kellis, E., Katis, A., & Gissis, I. (2004). Knee biomechanics of the support leg in soccer kicks from three angles of approach. Medicine and Science in Sports and Exercise, 36, 1017–1028.
15. Bollens, E., E. De Proft, and J. Clarys. (1987). The accuracy and muscle monitoring in soccer kicking. Biomechanics XA. p. 283-288.
16. Young, W. B., & Rath, D. A. (2011). Enhancing Foot Velocity in Football Kicking: The Role of Strength Training. The Journal of Strength & Conditioning Research, 25(2), 561.
17. McDonald, M. (2002). Relative timing of EMG profiles for novice and elite soccer players. In: Science and Football IV. Eds: Sprinks, W., Reilly, T. and Murphy, A. London: Taylor and Francis. 22-26.
18. Scurr, J. C., Abbott, V., & Ball, N. (2011). Quadriceps EMG muscle activation during accurate soccer instep kicking. Journal of Sports Sciences, 29(3), 247-251.
19. Ball, K. (2008). Biomechanical considerations of distance kicking in Australian Rules football. Sports Biomechanics. 7(1) : p. 10-23.
20. Shan, G. (2009). Influence of gender and experience on the maximal instep soccer kick. European Journal of Sport Science, 9(2), 107-114.
21. Oliveira, A. S. C., & Gonçalves, M. (2009). EMG amplitude and frequency parameters of muscular activity: effect of resistance training based on electromyographic fatigue threshold. Journal of Electromyography and Kinesiology, 19(2), 295-303
22. Moretti, D., Babiloni, F., Carducci, F., Cincotti, F., Remondini, E., Rossini, P., Babiloni, C. (2003). Computerized processing of EEG–EOG–EMG artifacts for multi-centric studies in EEG oscillations and event-related potentials. International Journal of Psychophysiology, 47(3), 199-216.
23. Orchard, J., Walt, S., McIntosh, A., & Garlick, D. (2002). Muscle activity during the drop punt kick. Science and Football IV, 32-43.
24. Brophy, R. H., Backus, S. I., Pansy, B. S., Lyman, S., & Williams, R. J. (2007). Lower extremity muscle activation and alignment during the soccer instep and side-foot kicks. The Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy, 37(5), 260-268.
25. Woods, C., et al. (2002). The Football Association Medical Research Programme: an audit of injuries in professional football—analysis of preseason injuries. British Journal of Sports Medicine. 36(6) : p. 436-441.

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-06-24]
[DOR: 20.1001.1.22520708.1402.21.25.12.6]
[DOI: 10.61186/jsmt.21.25.168]