

تأثیر ده جلسه تمرین ذهنی در مقایسه با تمرین عملی بر دامنه حرکتی مفاصل پا و دقت در ضربه پنالتی فوتبال

آریا فتحی نیازی*، منصور اسلامی**، سمیه نامدار طجری***، مرتضی همایون‌نیا****

* کارشناسی ارشد بیومکانیک دانشگاه مازندران

** دانشیار دانشگاه مازندران

*** استادیار دانشگاه مازندران

**** دانشجوی دکتری رفتار حرکتی دانشگاه تهران

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۳/۱۰/۹

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۶/۳/۱۶

چکیده

هدف پژوهش حاضر بررسی تأثیر تمرین ذهنی در مقایسه با تمرین عملی بر دامنه حرکتی مفاصل پا و دقت در ضربه پنالتی با روی پا در فوتبال است. روش تحقیق از نوع میدانی و نیمه تجربی است. ۳۳ نفر از دانشجویان دانشگاه مازندران به‌منزله آزمودنی انتخاب و به‌طور تصادفی، در سه گروه تمرین ذهنی، تمرین عملی و گروه کنترل (هر گروه شامل ۱۱ نفر) قرار گرفتند. پس از انجام پیش‌آزمون، گروه‌های تمرین ذهنی و عملی به مدت ده جلسه به ترتیب، به تمرین ذهنی و عملی ضربه پنالتی فوتبال پرداختند، و سپس پس‌آزمون اجرا شد. اجرای بازیکنان به وسیله دوربین فیلم‌برداری با سرعت ۲۰۰ HZ ضبط شد. دامنه حرکتی مفاصل لگن، زانو و مچ پا به وسیله نرم‌افزار MATLAB محاسبه شد. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از روش آماری ANOVA و آزمون تعقیبی توکی به وسیله نرم‌افزار SPSS استفاده شد ($P < 0/05$). نتایج نشان داد که دامنه حرکتی مفاصل لگن و مچ پا تأثیر مثبت و معناداری بر دقت دارد (به ترتیب ۰/۴۱۵ = F و ۰/۵۶۲ = F)، اما دامنه حرکتی مفصل زانو تأثیر مثبتی بر دقت ندارد. با توجه به نتایج این پژوهش، می‌توان به مربیان پیشنهاد کرد با توجه به امکانات خود به هریک از این روش‌های تمرینی به یک اندازه اعتماد کنند. واژه‌های کلیدی: ضربه پنالتی فوتبال، پارامترهای بیومکانیکی، دامنه حرکتی، تمرین ذهنی، دقت.

مقدمه

عمل تمرین و آماده سازی ورزشکاران، از علوم متنوع و مختلفی بهره می گیرد، و مریدان با استفاده از اصول علمی، در چند سال گذشته، مقبولیت فزاینده ای کسب کرده اند. بر کاربرد اصول و یافته های روان شناسی نیز برای بهبود و توسعه اجرای مهارت های ورزشی بسیار تأکید شده است. از این رو، امروزه روش های تمرینی مختلفی برای برنامه ریزی ساعت های تمرین به کار گرفته می شود و تمرین ذهنی^۱، به منزله شیوه ای که بدون استفاده از هر وسیله ای در هر زمان و مکانی ممکن است انجام شود، مکمل تمرینات جسمانی و عملی قرار گرفته است. تمرینات ذهنی در برنامه های مختلف تمرینی از جایگاه ویژه ای برخوردارند و در دهه های اخیر، محققان به نقش این تمرینات بر مهارت های ورزشی، به خصوص مهارت های ورزش فوتبال، بیشتر توجه کرده اند (۱). تحقیقات علم بیومکانیک در فوتبال به دنبال تعیین ویژگی های مهارت، فهم کارایی مکانیکی^۲، شناسایی عوامل ضروری و به دنبال آن، اجرای بهینه^۳ در مهارت است. سرعت^۴ و دقت^۵ توپ، دو مؤلفه مهم برای اجرای پناثی موفق هستند به همین دلیل، ضربه پناثی اغلب با روی پا^۶ اجرا می شود تا ترکیبی از سرعت و دقت توپ در آن حفظ شود (۲). اسکور و هال (۲۰۰۹) با بررسی تأثیر زاویه های دورخیز مختلف بر دقت ضربه پناثی بازیکنان مبتدی، به این نتیجه رسیدند که در مرحله ضربه تغییرات معنادار در متغیرهای کینماتیکی^۷ (دورسی فلکشن مج پا،^۸ ابداکشن ساق،^۹ فلکشن زانو^{۱۰} در پای ضربه و تکیه، فلکشن لگن،^{۱۱} ابداکشن ران،^{۱۲} تیلت لگن^{۱۳})، که حاصل زوایای دورخیز مختلف بود، به تغییر در دقت و سرعت ضربه پناثی منجر نشده است. به همین دلیل، تکرار این تحقیق با بازیکنان باتجربه تر را پیشنهاد کردند (۳). طبق اصل دامنه حرکتی^{۱۴} پیش بینی می شود که میان دامنه حرکتی مفاصل اصلی درگیر در اجرای مهارت و دقت اجرا، رابطه وجود داشته باشد (۴). بنابراین، برای شناخت پارامترهای بیومکانیکی مؤثر بر دقت ضربه پناثی، می توان نقش دامنه حرکتی مفاصل لگن، زانو و مج پا راه که از مفاصل اصلی درگیر در اجرای این مهارت است، بررسی کرد. در تحقیقات گذشته، از نسبت سرعت توپ به سرعت پا^{۱۵} نیز به منزله شاخصی برای ضربه موفق استفاده کرده اند که بالاتر بودن این نسبت را به بالاتر بودن سطح اجرای این مهارت مربوط دانسته اند (۳، ۵، ۶).

همان طور که گفته شد، در ضربات پناثی، مؤلفه دقت اهمیت زیادی دارد؛ با وجود این در تحقیقات انجام شده به تجزیه و تحلیل دقت ضربه، در مقایسه با سرعت ضربه، کمتر پرداخته شده است (۵). با توجه به اهمیت دقت ضربه پناثی در این ورزش، بهبود این مهارت یکی از مهم ترین اهداف برنامه های تمرینی در بازیکنان است (۷). همانند مهارت های دیگر در ورزش، برای بهبود اجرای این مهارت نیز بازیکنان فوتبال به تمرین نیاز دارند. بهبود حرکتی می تواند از طریق تمرین های عملی و ذهنی حاصل شود (۸، ۹). نظریه های متفاوتی در زمینه تشریح اثر تمرین ذهنی بیان شده است. در این زمینه، سه نظریه اصلی وجود دارد که عبارتند از: مدل عصبی - عضلانی^{۱۶}، توضیح شناختی^{۱۷} یا نمادین، و نظریه اطلاعات زیستی^{۱۸}. نظریه عصبی - زیستی بیان می کند که وقتی ورزشکار حرکت های خاصی را تصویربرداری می کند، از گذرگاهی عصبی شبیه آنچه که در حرکت های واقعی درگیر است استفاده می کند. سپس، به واسطه تمرین ذهنی، بدن می پذیرد که شخص تمرینات واقعی را انجام دهد. بنابراین، فرد برای عضلاتش برنامه ریزی می کند و بدن را برای اجرای واقعی آماده می کند (۱۰). در توضیح شناختی اثر تمرین ذهنی، به کدگذاری و مرور ذهنی عناصر مهم و کلیدی مهارت اشاره شده است. به این ترتیب، تمرین ذهنی در اجرای مهارت هایی که طبیعت آنها شناختی باشد، نسبت به آنهایی که صرفاً حرکتی باشد مؤثرتر است (۱۱). در نظریه اطلاعات زیستی تمرین ذهنی، اشاره شده است که تصویرسازی صرفاً انجام اعمال در موقعیت فرضی نیست، بلکه به تغییرات روانی-فیزیولوژیک سنجیدنی به همراه اطلاعات معنایی و اطلاعات پاسخ مربوط به موقعیت مجسم شده نیز می انجامد (۱۲).

اهمیت ضربه پناثی برای کسانی که با بازی فوتبال آشنا هستند مشخص است (۱۳). نتایج بسیاری از مسابقات فوتبال در بازی های مهم (برای مثال جام جهانی و جام ملت های اروپا) با ضربات پناثی تعیین شده است (۱۳، ۱۴). با آنکه دقت نیز یکی از عناصر اصلی در اجرای ضربه به توپ و به خصوص ضربه پناثی است، اکثر تحقیقات انجام شده به سرعت ضربه زده شده مربوط می شود

1. Mental practice
2. Mechanical effectiveness
3. Optimal performance
4. Velocity
5. Accuracy
6. Instep kick

7. Kinematic Variables
8. Ankle dorsiflexion
9. Shank abduction
10. Knee flexion
11. Hip flexion
12. Thigh abduction

13. Pelvic tilt
14. Range of motion principle
15. Ball/foot speed ratio
16. Neuromuscular model
17. Cognitive
18. Bio- informational theory

و دقت ضربه کمتر در کانون توجه محققان قرار گرفته است (۵). همچنین، با اجرای ضربات دقیق به سمت دروازه، احتمال برنده شدن یک تیم افزایش می‌یابد (۱). از این رو، بهبود مهارت شوت زدن (دقت و سرعت توپ) یکی از مهم‌ترین اهداف در برنامه‌های تمرینی بازیکنان نوجوان است (۲). سهرابی (۱۳۸۲) اثر تمرین جسمانی و تصویرسازی ذهنی تصادفی و قالبی را بر عملکرد و یادگیری تکلیف ردیابی ارزیابی کرد و نشان داد که بین عملکرد گروه‌های تصویرسازی ذهنی قالبی و تصادفی با گروه‌های تمرین جسمانی تصادفی قالبی در مرحله اکتساب تفاوت معناداری وجود دارد. به عبارت دیگر، گروه‌های تمرین جسمانی عملکرد بهتری داشتند، ولی در مرحله یادداری، گروه‌های تصویرسازی ذهنی و قالبی -در مقایسه با گروه‌های تمرین جسمانی و گروه‌های تلفیقی- عملکرد بهتری داشتند، که البته این برتری در گروه تصویرسازی تصادفی بیشتر بود. با این حال، تفاوت بین گروه‌های تلفیقی معنی‌دار نبود؛ یعنی نوع ترکیب تمرین جسمانی و تصویرسازی ذهنی با دو آرایش تصادفی و قالبی اهمیتی ندارد (۱۵).

ساندرا و مارتین (۲۰۰۵) تفاوت اعتماد بالا و پایین به وظایف تصویرسازی را در بازیکنان فوتبال بررسی کردند. هدف این تحقیق، بررسی نسبت بین استفاده از تصویرسازی و افزایش اعتمادبه‌نفس در ورزشکاران فوتبال بود. ۷۹ مرد فوتبالیست از بازیکنان فوتبال دانشگاه داکوتای شمالی در این تحقیق مشارکت داشتند. برای این منظور، یک پرسش‌نامه تصویرسازی ورزشی در اختیار آزمون-شوندگان قرار گرفت که چند تکلیف مختلف را در این ورزشکاران ارزیابی می‌کرد. نتایج این تحقیق نشان داد ورزشکارانی که اعتمادبه‌نفس بالایی در ورزش فوتبال داشتند معمولاً از تصویرسازی برای افزایش عملکرد در تکنیک‌ها و افزایش اعتمادبه‌نفس استفاده می‌کردند (۱۶).

آوردورف و پیچ (۲۰۰۴) اثر برنامه تمرین ذهنی و عملی را در به دست آوردن و حفظ مهارت‌های زمانی تازه بررسی کردند. ۳۰ نفر دانشجو (۱۵ مرد و ۱۵ زن) از دانشگاه ویلیام پترسون آمریکا به‌طور تصادفی در چهار گروه ترکیب تمرین عملی و تصویرسازی قرار گرفته‌اند. نتایج نشان داد که استفاده از تمرین ذهنی همراه با تمرین‌های عملی، یادگیری مهارت‌های حرکتی را تسریع می‌کند و بهتر از بی‌تمرینی است. همچنین، تمرین‌های عملی تصادفی (نامنظم) از یک مهارت حرکتی، اثر یادگیری بلندمدت را بیشتر از تمرین بسته افزایش می‌دهد (۱۷). شون و وستروپ (۲۰۰۵) در تحقیق خود با عنوان «بررسی ویژگی‌های پارامتری بیومکانیکی بازیکنان مرد فوتبالیست» نشان دادند که بازیکنانی که تمرین ذهنی انجام داده‌اند نسبت به گروه کنترل عملکرد بهتری در دامنه حرکتی مفاصل پای خود داشتند، اما گروه تمرین ذهنی نسبت به تمرین عملی، عملکرد ضعیف‌تری نشان دادند (۱۸).

آوانزینو و همکاران (۲۰۰۹) تأثیر تصویرسازی حرکتی را بر حرکت متقابل انگشتان دست بررسی کردند. آزمودنی‌های این تحقیق را ۲۸ نفر (۱۶ مرد و ۱۲ زن) راست دست تشکیل می‌دادند. وظیفه حرکتی آزمودنی‌ها حرکت متقابل انگشتان دست بود. آنها نتیجه گرفتند گروهی که تکلیف حرکتی را به صورت عملی و ذهنی تمرین کردند، با سرعت بیشتری نسبت به گروهی که فقط تمرین عملی داشته‌اند این تکلیف را انجام داده‌اند (۱۹).

معمولاً برای اجرای پناستی موفق، دو نوع راه‌کار پیش روی مربیان قرار دارد: تمرین ذهنی و عملی، اما تاکنون نتیجه این تمرین‌ها از نظر بیومکانیکی بررسی نشده است. هدف این تحقیق نشان دادن تأثیر تمرینات ذهنی و عملی بر ضربه پناستی در فوتبال از لحاظ بیومکانیکی است.

روش تحقیق

پژوهش حاضر از نوع میدانی و نیمه تجربی است. جامعه آماری تحقیق را دانشجویان در دسترس دانشگاه مازندران تشکیل داده‌اند. از این دانشجویان، ۳۳ نفر انتخاب شدند و به‌طور تصادفی در سه گروه ۱۱ نفری قرار گرفتند: گروه کنترل، که هیچ‌گونه فعالیت ورزشی در زمینه رشته ورزشی فوتبال در بین اجرای پروتکل تمرینی انجام نمی‌داد. گروه تمرین عملی که ده جلسه تمرین عملی داشت و گروه تمرین ذهنی که ده جلسه تمرین ذهنی انجام می‌داد.

پس از قرارداد تصادفی آزمودنی‌ها در گروه، ادامه کار به سه مرحله تقسیم می‌شود:

مرحله اول: پیش‌آزمون

در جلسه پیش‌آزمون، از اعضای هر سه گروه آزمون گرفته شد. ابتدا، آزمودنی‌ها به مدت ده دقیقه خود را گرم کردند و سپس روی آزمودنی‌ها، نشانه‌گذاری انجام شد. آزمودنی‌ها به‌طور آزمایشی از روی نقطه پناستی سه ضربه با روی پا به سمت دروازه خالی

امتیازبندی شده (شکل ۳-۱) اجرا کردند. در ادامه، از آزمودنی‌ها خواسته شد که پنج ضربه با روی پا از نقطه پنالتی به سمت دروازه خالی امتیازبندی شده اجرا کنند تا با ضبط تصویر از اجرای مهارت، اطلاعات لازم درباره دامنه حرکتی مفصل لگن، زانو و ران، و نسبت سرعت توپ به پا و دقت ضربه زده شده جمع‌آوری شود. محقق به نام لی (۲۰۰۲) این روش امتیازدهی و نوع آزمون را ضریب پایایی ۰/۸۵ را برای آن گزارش کرده است (۲۴).

۸	۴	۸
۶	۴	۶
۸	۴	۸

شکل ۱. نحوه امتیازبندی دروازه فوتبال جهت آزمون دقت ضربه

مرحله دوم: تمرین

پس از اجرای پیش‌آزمون، گروه‌های تمرین عملی و ذهنی به مدت ده جلسه برنامه تمرینی خود را انجام دادند، و در پایان پس-آزمون گرفته شد.

برنامه تمرین‌ها به شرح ذیل بود:

برنامه تمرینی این گروه‌ها به صورت ذیل است:

الف) گروه تمرین عملی:

● گرم کردن (۱۰ دقیقه)

- نمایش فیلمی که در آن الگوی ماهر ضربه پنالتی را با روی پا، به گوشه بالای سمت راست دروازه هدایت می‌کرد.
- آزمودنی ضربه پنالتی را با روی پا، به گوشه بالای سمت راست دروازه اجرا می‌کرد (۵ کوشش)
- نمایش فیلمی که در آن الگوی ماهر ضربه پنالتی را با روی پا، به گوشه پایین سمت چپ دروازه هدایت می‌کرد.
- آزمودنی ضربه پنالتی را با روی پا، به گوشه پایین سمت چپ دروازه اجرا می‌کرد (۵ کوشش)
- نمایش فیلمی که در آن الگوی ماهر ضربه پنالتی را با روی پا، به گوشه پایین سمت راست دروازه هدایت می‌کرد.
- آزمودنی ضربه پنالتی را با روی پا، به گوشه پایین سمت راست دروازه اجرا می‌کرد (۵ کوشش)
- نمایش فیلمی که در آن الگوی ماهر ضربه پنالتی را با روی پا، به گوشه بالای سمت چپ دروازه هدایت می‌کرد.
- آزمودنی ضربه پنالتی را با روی پا، به گوشه بالای سمت چپ دروازه اجرا می‌کرد (۵ کوشش)
- بازگشت به حالت اولیه (۵ دقیقه)

ب) تمرین ذهنی:

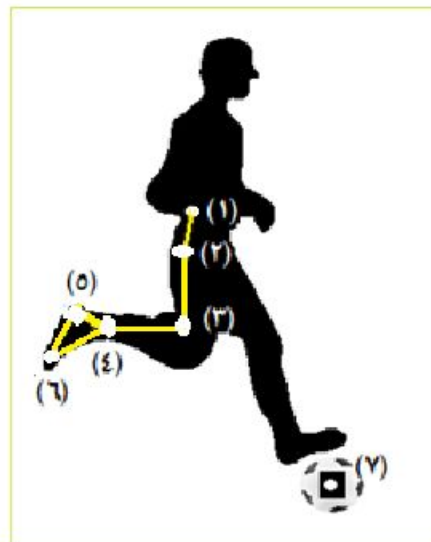
- نمایش فیلمی که در آن الگوی ماهر ضربه پنالتی را با روی پا، به گوشه بالای سمت راست دروازه هدایت می‌کرد.
- آزمودنی تمرین ذهنی ضربه پنالتی با روی پا را، به طرف گوشه بالای سمت راست دروازه انجام می‌دهد (۵ کوشش)
- نمایش فیلمی که در آن الگوی ماهر ضربه پنالتی با روی پا، به گوشه پایین سمت چپ دروازه هدایت می‌کند
- آزمودنی تمرین ذهنی ضربه پنالتی با روی پا، را به گوشه پایین سمت چپ دروازه انجام می‌دهد (۵ کوشش)
- نمایش فیلمی که در آن الگوی ماهر ضربه پنالتی با روی پا، به گوشه پایین سمت راست دروازه هدایت می‌کند.
- آزمودنی تمرین ذهنی ضربه پنالتی با روی پا، را به گوشه پایین سمت راست دروازه انجام می‌دهد (۵ کوشش)
- نمایش فیلمی که در آن الگوی ماهر ضربه پنالتی را با روی پا، به گوشه بالای سمت چپ دروازه هدایت می‌کند.
- آزمودنی تمرین ذهنی ضربه پنالتی با روی پا، را به گوشه بالای سمت چپ دروازه انجام می‌دهد (۵ کوشش)

برای جمع‌آوری داده‌های کینماتیک این پژوهش از یک دوربین با سرعت فیلم‌برداری ۲۰۰۰ HZ و هفت نشانه غیرفعال با قطر ۲ سانتی‌متر استفاده شد. دوربین به صورت عمود بر نقطه پنالتی کاشته شد. شکل ۳-۲ به صورت شماتیک تصویری از نحوه دریافت اطلاعات را نشان می‌دهد.



شکل ۲. نحوه دریافت اطلاعات

برای نشانه‌گذاری، از هفت نشانه استفاده شد که شش نشانه روی بازیکن و یک نشانه نیز روی توپ قرار گرفت. در جلسه‌های آزمون، پس از گرم کردن آزمودنی‌ها، نشانه‌ها روی نقاط آناتومیکی نصب شدند. این نقاط عبارت‌اند از: بالاترین نقطه تاج خاصره^۱، تروکانتر بزرگ ران^۲، اپی‌کندیل خارجی ران^۳، قوزک خارجی پا^۴، پاشنه^۵ و سر پنجمین استخوان کف پای^۶ (۲۰). شکل ۳-۳ موقعیت قرار گرفتن نشانه‌ها را نشان می‌دهد.



شکل ۳. موقعیت قرار گرفتن نشانه‌ها روی بازیکن: (۱) بالاترین نقطه تاج خاصره، (۲) تروکانتر بزرگ ران، (۳) اپی‌کندیل خارجی ران، (۴) قوزک خارجی پا، (۵) پاشنه، (۶) سر پنجمین استخوان کف پای و (۷) توپ.

داده‌های کینماتیک به صورت دوی بعدی از طریق دوربین و نشانه‌ها جمع‌آوری شدند. سپس، با فیلتر پایین‌گذر و فرکانس برشی HZ ۱۵ فیلتر شدند. برای محاسبه متغیرها از داده‌های فیلتر شده استفاده شد. اطلاعات به وسیله نرم‌افزار آماری SPSS مورد تجزیه و تحلیل شد و با توجه به سطح سنجش متغیرهای تحت بررسی در آمار توصیفی، از جدول‌ها، میانگین و انحراف معیار و در آمار استنباطی از روش آماری آزمون ANOVA و توکی استفاده شد.

1. Iliac crest
2. Major trochanter

3. Lateral epicondyle of the femur
4. Medial malleolus

5. Heel
6. Head of fifth metatarsal

یافته‌ها

در این قسمت، به توصیف و تجزیه و تحلیل اطلاعات حاصل از داده‌ها می‌پردازیم. جدول ۱ یافته‌های توصیفی دامنه حرکتی مفاصل لگن، زانو و مچ پا را در پیش‌آزمون نشان می‌دهد.

جدول ۱. یافته‌های توصیفی دامنه حرکتی مفاصل لگن، زانو و مچ پا در پیش‌آزمون

انحراف استاندارد	میانگین	تعداد	گروه	شاخص آماری
				متغیر
۵/۴۶	۸۵/۳۹	۱۱	تمرین عملی	دامنه حرکتی مفصل لگن (درجه)
۳/۶۱	۸۴/۰۰	۱۱	تمرین ذهنی	
۵/۰۵	۸۳/۶۲	۱۱	کنترل	
۱۲/۰۳	۱۰۲/۱۳	۱۱	تمرین عملی	دامنه حرکتی مفصل زانو (درجه)
۷/۸۷	۱۰۵/۷۱	۱۱	تمرین ذهنی	
۱۱/۲۷	۱۰۴/۱۳	۱۱	کنترل	
۴/۶۱	۳۴/۹۰	۱۱	تمرین عملی	دامنه حرکتی مفصل مچ پا (درجه)
۴/۶۴	۳۱/۲	۱۱	تمرین ذهنی	
۳/۵۰	۳۲/۶	۱۱	کنترل	
۶/۱۳	۲۴/۵۰	۱۱	تمرین عملی	دقت ضربه پناستی
۶/۶۵	۲۵/۱۲	۱۱	تمرین ذهنی	

جدول ۱ نتایج آزمون ANOVA را برای تغییرات دامنه حرکتی مفصل لگن، زانو و مچ پا نشان می‌دهد. با توجه به نتایج، تغییرات پیش‌آزمون و پس‌آزمون دامنه حرکتی مفاصل لگن و مچ پا در سه گروه تمرین عملی، تمرین ذهنی و گروه کنترل اختلاف معناداری دارد.

جدول ۲. نتایج آزمون ANOVA برای تغییرات دامنه حرکتی مفصل لگن، زانو و مچ پا

دامنه حرکتی (درجه)	پیش‌آزمون			پس‌آزمون			P
	میانگین گروه کنترل (SD)	میانگین گروه ذهنی (SD)	میانگین گروه عملی (SD)	میانگین گروه کنترل (SD)	میانگین گروه ذهنی (SD)	میانگین گروه عملی (SD)	
مفصل لگن	۸۳/۶۲ (۵/۰۵)	۸۴/۰۰ (۳/۶۱)	۸۵/۳۹ (۵/۴۶)	۸۶/۵۷ (۳/۱۱)	۹۳/۳۲ (۵/۰۱)	۹۴/۱۶ (۴/۱۳)	<۰/۰۰۱
مفصل زانو	۱۰۴/۱۳ (۱۱/۲۷)	۱۰۵/۷۱ (۷/۸۷)	۱۰۲/۱۳ (۱۲/۰۳)	۱۰۶/۴۳ (۹/۶۴)	۱۰۸/۵۴ (۶/۴۳)	۱۰۵/۵۷ (۹/۷۸)	۰/۱۰۴
مفصل مچ پا	۳۲/۶۰ (۳/۵۰)	۳۱/۲۰ (۴/۶۴)	۳۴/۹۰ (۴/۶۱)	۳۵/۱۹ (۳/۸۷)	۳۹/۱۹ (۴/۱۲)	۴۲/۹۹ (۵/۰۳)	<۰/۰۰۱

با توجه به معنادار بودن تغییرات دامنه حرکتی مفاصل لگن و مچ پا، از آزمون تعقیبی توکی برای تعیین اختلاف بین گروه‌ها استفاده شد. جدول ۲، نتایج آزمون تعقیبی توکی را برای تغییرات دامنه حرکتی مفاصل لگن و مچ پا بین سه گروه تمرین عملی، تمرین ذهنی و کنترل نشان می‌دهد. با توجه به نتایج، اختلاف تغییرات پیش‌آزمون و پس‌آزمون در مفصل لگن بین گروه عملی و کنترل ($P < 0/001$) و گروه ذهنی و کنترل ($P < 0/001$) معنادار است. همچنین، اختلاف تغییرات پیش‌آزمون و پس‌آزمون در مفصل مچ پا بین گروه عملی و کنترل ($P < 0/001$) و گروه ذهنی و کنترل ($P < 0/001$) معنادار است.

بحث و نتیجه‌گیری

به دلیل اهمیت کسب پیروزی در مسابقات فوتبال، تحقیقات زیادی در زمینه این رشته انجام شده است. ضربه‌زدن با روی پا اصلی‌ترین ترفند مهاجمان برای به‌ثمررساندن گل است. همچنین، بازیکنان از این نوع ضربه برای اجرای پنالتی نیز استفاده می‌کنند. این مهارت نیز همانند مهارت‌های دیگر با تمرین بهبود می‌یابد. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که اختلاف دامنه حرکتی در مفصل لگن و مچ پا بین سه گروه آزمودنی در پیش‌آزمون و پس‌آزمون معنادار بوده است. برای تعیین اختلاف بین گروه‌ها از آزمون توکی استفاده شد (جدول ۳). نتایج جدول ۳ نشان می‌دهد که گروه‌های تمرین ذهنی و عملی، در مقایسه با گروه کنترل، در مفاصل لگن و مچ پا، تغییرات دامنه حرکتی بیشتری بین پیش‌آزمون و پس‌آزمون داشته‌اند. با وجود این، بین دو گروه تمرین ذهنی و عملی اختلاف معناداری مشاهده نشد و تمرین ذهنی اثر معناداری بر دامنه حرکتی مفاصل لگن، زانو و مچ پا نشان نداد.

پژوهش‌ها نشان می‌دهند که هنگام اجرای ضربه پنالتی، افراد حرفه‌ای در مقایسه با افراد مبتدی دامنه حرکتی بیشتری در مفاصل اندام تحتانی دارند. این نتایج با تحقیق لس و نولن (۲۰۰۲) هم‌سو است، که به بررسی ابعاد کینماتیک شوت فوتبال پرداختند و به این نتیجه رسیدند که تمرین ذهنی اثر قابل توجهی نسبت به تمرین عملی در دامنه حرکتی مفاصل لگن و زانو ندارد (۲)، اما با تحقیقات شون و وستروف (۲۰۰۵) ناهم‌سو بود، که در تحقیقی با عنوان «بررسی ویژگی‌های پارامتری بیومکانیکی بازیکنان مرد فوتبالیست» نشان دادند بازیکنانی که تمرین ذهنی انجام می‌دهند، نسبت به گروه کنترل عملکرد بهتری در دامنه حرکتی مفاصل پای خود دارند اما گروه تمرین ذهنی نسبت به تمرین عملی عملکرد ضعیف‌تری نشان دادند. ایشان حتی به این نتیجه رسیدند که گروهی که هم تمرین عملی و هم تمرین ذهنی انجام داده‌اند نسبت به گروهی که فقط تمرین ذهنی یا فقط تمرین عملی انجام داده‌اند، عملکرد بهتری دارند. محققان علت این امر را این‌گونه بیان کردند که گروهی که هم تمرین ذهنی و هم تمرین عملی انجام می‌دهند احاطه بیشتر و پیش‌بینی بهتری از موقعیت مفاصل خود و توپ در محیط داشته‌اند (۱۸). همچنین، شاون (۲۰۰۹) در تحقیقی به این نتیجه رسید که مردانی که از تمرین ذهنی در شوت فوتبال استفاده می‌کنند عملکرد بهتری در زدن پنالتی نسبت به دیگر گروه‌ها دارند. او بیان کرد که هرچه تجربه فرد کمتر باشد، تمرین ذهنی نقش مؤثرتری در زدن پنالتی ایفا می‌کند و مردان آماتور نسبت به بازیکنان حرفه‌ای از تمرین ذهنی بهره بیشتری می‌برند (۲۱). بروزینی و مولینارو (۲۰۰۵) اثر تصویرسازی ذهنی راه همراه با تمرین عملی، بر ضربه‌های با برد کم برای مبتدیان گلف بررسی کرد. نتایج نشان داد که عملکرد پیش‌گفته در گروهی که از ترکیب تمرین عملی و تصویرسازی ذهنی استفاده کرده‌اند، به‌طور معناداری بهبود پیدا کرد و در نهایت نتیجه گرفته شد، که تمرین ذهنی می‌تواند به‌طور مؤثری عملکرد ورزشکار را ترقی دهد، حتی عملکرد نوآموزان و مبتدیان (۲۲).

با این وصف، می‌توان گفت هر دو نوع تمرین به‌کارگرفته‌شده در این پژوهش اثر مثبتی بر اجرای آزمودنی‌ها داشته است. با وجود این، معنادار نبودن اختلاف بین دو گروه تمرین ذهنی و عملی روشن می‌کند که تمرین ذهنی به‌اندازه تمرین عملی مؤثر بوده است. عبوضی در سال ۱۳۸۰، در پژوهشی که درباره بازیکنان فوتبال دبیرستانی انجام داد، به این نتیجه رسید، که هم تمرین ذهنی و هم تمرین عملی در افزایش دامنه حرکتی مفاصل در زدن پنالتی مؤثر است (۲۳).

آزمودنی‌های این پژوهش دانشجویان دانشگاه مازندران بودند که از نظر مهارت، ماهر محسوب نمی‌شوند. افراد حرفه‌ای در اجرای ضربات و دقت ضربه ثبات و یک‌دستی بیشتری نشان می‌دهند که این امر می‌تواند ضریب هم‌بستگی بین دامنه حرکتی و دقت در این گروه از افراد را افزایش دهد. احتمالاً، اختلاف بین اجرای افراد غیرحرفه‌ای و نتایج مربوط به دقت حرکت باعث کاهش ضریب هم‌بستگی بین این دو متغیر شده است. پژوهش مشابهی در زمینه ارتباط بین دامنه حرکتی مفاصل اندام‌های تحتانی و دقت ضربه

یافت نشد. با وجود این، پژوهش‌هایی در زمینه اثر بقیه تغییرهای بیومکانیکی بر دقت ضربه انجام شده است. اصل مبادله سرعت و دقت در اجرای مهارت‌های ورزشی و نیز ضربه به توپ در فوتبال وجود دارد. نتایج این تحقیقات نشان دادند که زمانی که بازیکنان یک ضربه روی پای سریع را به سمت هدف اجرا می‌کنند، سرعت دورخیز و توپ کاهش و زمان اجرای حرکت افزایش می‌یابد (در مقایسه با اجرای ضربه با روی پا با حداکثر سرعت و بدون هدف مشخص) (تکسیرا، ۱۹۹۸، لس، ۲۰۰۲). لس و نولان در سال ۱۹۹۸ نشان دادند در ضرباتی که دقت در آنها اهمیت دارد، از سرعت توپ کاسته می‌شود (لس و نولان، ۱۹۹۸). هوگس و ولز در سال ۲۰۰۲ نیز به این نتیجه رسیدند که بازیکنان ماهر، اگر بخواهند ضربه پنالتی را با سرعت بیشتری اجرا کنند، احتمال اینکه ضربه آنها به گل تبدیل نشود بیشتر است؛ بنابراین، اگر بازیکنان دقت خود را بهبود بخشند می‌توانند ضربه موفق‌تری اجرا کنند (هوگس و ولز، ۲۰۰۲). اندرسون و دورگ در سال ۲۰۱۱ نشان دادند که بین زوایای نزدیک‌شدن به توپ با دقت ضربه اختلاف معناداری وجود ندارد (اندرسون و دورگ، ۲۰۱۱).

هر چند پژوهش‌های مشابهی در زمینه اثر تمرینات ذهنی و عملی بر دامنه حرکتی مفصل یافت نشد، می‌توان گفت نتایج پژوهش‌های پیشین با نتایج پژوهش حاضر هم‌سو است. میان افزایش اختلاف دامنه حرکتی در دو گروه تمرین ذهنی و عملی اختلاف معناداری مشاهده نشد. از این رو، می‌توان به مربیان پیشنهاد داد که برای افزایش سطح مهارت بازیکنان در اجرای ضربه پنالتی با روی پا، هر دو نوع تمرین ذهنی و عملی را اعمال کنند. به مربیان نیز می‌توان توصیه کرد که در مواقعی که بازی به ضربات پنالتی می‌کشد، از آنجایی که امکان تمرین عملی وجود ندارد، می‌توانند از بازیکنان خود بخواهند که به تمرین این مهارت در ذهن خود بپردازند.

منابع

1. Malouin, F., & Richards, C.L. (2010). Mental Practice for Relearning Locomotor Skills. *Physical Therapy*, 2, 240-25.
2. Lees, A., & Nolan, L. (1998). The biomechanics of soccer: A review. *Journal of Sports Sciences*, 16, 211-234.
3. Scurr, J., & Hall, B. (2009). The effects of approach angle on penalty kick accuracy and kick kinematics with recreational soccer players. *Journal of Sports Science and Medicine*, 8, 230-234.
4. Knudson, D. (2006). *Biomechanical Principles of Tennis Technique: Using Science to Improve Your Strokes*. Racquet Tech Publishing.
5. Kellis, E., & Katis, A. (2007). Biomechanical characteristics and determinants of instep soccer kick. *Journal of Sports Science and Medicine*, 6, 154-165.
6. Kellis, E., Katis, A., & Vrabas I.S. (2006). Effects of an intermittent exercise fatigue protocol on biomechanics of soccer kick performance. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 16, 334-344.
7. Bjelica, D., Georgiev, G., & Popovic, S. (2011). Comparison of instep kicking by non-preferred leg among various states and intensities in young football players. *Acta Kinesiologica* 5, 1, 79-82.
8. Malouin, F., & Richards, C.L. (2010). Mental Practice for Relearning Locomotor Skills. *Physical Therapy*, 2, 240-25.
9. Lotze, M., & Halsband, U. (2006). Motor imagery. *Journal of Physiology- Paris*, 99, 386-395.
10. Weinberg, R.S., & Gould, D. (1995). *Foundations of Sport and Exercise Psychology*. Human Kinetics Publishers.
11. Feltz, D.L., & Landers, D.M. (1983). The effect of mental practice on motor skill learning and performance: A meta-analysis. *Journal of Sport Psychology*, 5, 25-57.
12. ویلیامز، مارک، لاراله، دیوید، کریمر، جان، و پی موران، آیدان. (۲۰۰۷). ترجمه حمایت طلب، رسول، اکبری یزدی، حسین، رجب زاده، اعظم، و جعفری، مسعود. (۱۳۹۰). انتشارات عصر انتظار. ص: ۶۴.
13. Bar-Eli, M., & Azar, O.H. (2007). Penalty kicks in soccer: an empirical analysis of shooting strategies and goalkeepers' preferences. *Soccer & Society*, 2, 183-191.
14. Wood, G., & Wilson, M.R. (2010). A moving goalkeeper distracts penalty takers and impairs shooting accuracy. *Journal of Sports Sciences*, 28(9), 937-946.
15. سهیلی، مهدی، فرخی، احمد، بهرام، عباس، ارفانی، ناصر رضا. (۱۳۸۳). مقایسه اثر تمرین جسمانی و تصویرسازی ذهنی تصادفی و قالبی بر عملکرد و یادگیری تکلیف ردیابی. علم حرکتی و ورزش، ۴(۱)، ۶۱-۷۶.
16. Sandra, E., & Martin, W. (2005). Differences Between High and Low Confident Football Players on Imagery Functions: A Consideration of the Athletes Perceptions. *Journal of Applied Sport Psychology*, 3, 197-208.
17. Overdorf, V., & Page, S.J. (2004). Mental and physical practice schedules in acquisition and retention of novel timing skills. *Perceptual Motor Skills*, 99(1), 51-62.
18. Shan, G. and Westerhoff, P. (2005). Full-body kinematic characteristics of the maximal instep soccer kick by male soccer players and parameters related to kick quality. *Sports Biomechanics*, 4(1), 59-72.

19. Avanzino, L., & et al. (2009). Motor imagery influences the execution of repetitive finger opposition movements. *Neuroscience Letters*, 466, 11–15.
20. Dorge, H. C., Andersen, T. B., Sorensen, H. & Simonsen, E. B. (2002). Biomechanical differences in soccer kicking with the preferred and the non-preferred leg. *Journal of Sports Sciences*, 20, 293-299.
21. Shan, G. (2009). Influence of gender and experience on the maximal instep soccer kick. *European Journal of Sports Science*, 9(2), 107-114.
22. Brouzine, M., & Molinaro, C. (2005). Mental imagery combined with physical practice of approach shots for golf beginners. *Perceptual motor skills*, 101 (1), 203-211.
۲۳. عبوضی، ایرج. (۱۳۸۰). تأثیر تمرین ذهنی بر دقت پناستی فوتبال. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه شهید بهشتی تهران.
24. Teixeira, L. A. (1999). Kinematics of kicking as a function of different sources of constraint on accuracy. *Perceptual and Motor Skills*, 88, 785-789.
25. Lees, A., & Nolan, L. (2002). Three dimensional kinematic analysis of the instep kick under speed and accuracy conditions. *Science and football*, 4, 16–21.
26. Hughes, M., & Wells, J. (2002). Analysis of penalties taken in shoot-outs. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 2, 55-72.
27. Katis, A., & Giannadakis, E., Kannas, T., Amiridis, I., Kellis, E., Lees, A. (2013). Mechanisms that influence accuracy of the soccer kick. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 23, 125–131.