

مقایسه نیروهای عکس‌العمل زمین در اجرای شوت جفت موفق و ناموفق بسکتبالیست‌های مرد نخبه

زهره برهانی کاخکی^۱، حیدر صادقی^۲، محمد شریعت‌زاده جنیدی^۳، برار پورا ابراهیم^۴

تاریخ دریافت مقاله: ۸۹/۱/۳۱

تاریخ پذیرش مقاله: ۸۹/۹/۱۶

چکیده

شوت جفت به دلایلی همچون درگیری کمتر با بازیکنان حریف، امکان کسب امتیاز از فواصل مختلف، مشکل بودن دفاع از آن، سریع‌ترین نوع شوت، پیش‌بینی ناپذیر بودن زمان و جهت جهیدن قدرتمندترین و کاربردی‌ترین ابزار کسب امتیاز است (۱). هدف از انجام تحقیق حاضر، بررسی نیروهای عکس‌العمل زمین حین اجرای شوت جفت موفق و ناموفق بسکتبال در دو مسافت ۴/۲۵ متر (خط پرتاب آزاد، دو امتیازی) و مسافت ۶/۲۵ متر (خط پرتاب سه امتیازی) است. شش نفر از بهترین شوت‌کننده‌های مرد حاضر در سوپر لیگ بسکتبال باشگاه‌های کشور با میانگین و انحراف استاندارد سنی (۲۳/۳۳±۳/۰۴ سال)، قد (۱۸۹/۶۷±۲/۲۱ سانتی‌متر)، وزن (۸۴±۵/۵۸ کیلوگرم)، سابقه بازی (۱۰±۲/۵ سال) که همگی راست دست بوده و سابقه عضویت در تیم ملی را داشتند در این تحقیق شرکت کردند. پس از تکمیل فرم رضایت‌نامه، از آزمودنی‌ها خواسته شد روی صفحه نیرو قرار گرفته، از دو مسافت ۴/۲۵ متر و ۶/۲۵ متر اقدام به پرتاب شوت جفت کنند. اطلاعات مربوط به نیروهای عکس‌العمل زمین، یک شوت موفق (ورود توپ به درون حلقه بدون برخورد به تخته یا لبه حلقه) و یک شوت ناموفق (برخورد توپ به حلقه یا تخته و اوت شدن) ثبت و توسط نرم‌افزار وین آنالیز^۵ تجزیه و تحلیل شد. مقایسه میانگین و انحراف استاندارد مربوط به نیروهای عکس‌العمل زمین در چهار وضعیت آمادگی، خمیدگی، پرش و فرود (T₁، T₂، T₃ و T₄) در محور z برای دو شوت جفت موفق و ناموفق، با استفاده از نرم‌افزار SPSS و به‌کارگیری روش آماری ویلکاکسون (p≤۰/۰۵) محاسبه شد. با وجود افزایش مقادیر نیروهای عکس‌العمل زمین در شوت جفت موفق نتایج تحقیق، بین میزان نیروهای عکس‌العمل زمین در شوت جفت موفق و ناموفق در چهار وضعیت فوق تفاوت معنی‌داری نشان نداد. نتیجه‌گیری نهایی این است که ارتفاع رهایی و نیروهای عکس‌العمل زمین بر موفقیت شوت جفت اثرگذارند.

کلیدواژه‌های فارسی: بیومکانیک، کینتیک، نیروهای عکس‌العمل زمین، بسکتبال، شوت جفت.

۱. مربی دانشگاه سیستان و بلوچستان (نویسنده مسئول)

۲. دانشیار دانشگاه تربیت معلم تهران

۳ و ۴. دانشجوی دکتری دانشگاه تهران

مقدمه

ورزشکاران همیشه در صددند مهارت‌ها و توانایی‌های حرکتی‌شان را برای کسب رکوردها و موفقیت‌های بیشتر بهبود بخشند. با توجه به اینکه توانایی‌های فیزیکی، مهارتی و روانی از جمله عوامل تعیین‌کننده رسیدن به نقطه اوج ورزشکاران در اجرای مهارت‌های ورزشی می‌باشند (۱)، شناسایی میزان تأثیر هر کدام از این عوامل، مورد توجه استعدادیاب‌ها، محققان، مربیان، ورزشکاران و دست‌اندرکاران امور ورزش حرفه‌ای است. امروزه، با بهره‌گیری از علم بیومکانیک شاهد پیشرفت و بهبود رکوردها، تکنیک‌ها و تاکتیک‌ها در رشته‌های مختلف ورزشی هستیم که این نشانگر گسترش زیربنای علمی و دانش کاربردی محققان، مربیان و معلمان تربیت بدنی است که به نحوی در طراحی و اجرای برنامه‌های تمرینی قهرمانان نقش ویژه‌ای داشته‌اند (۱۶). بسکتبال از رایج‌ترین ورزش‌های گروهی به‌شمار می‌رود که در ۷۵ کشور جهان و توسط حدود ۴۵ میلیون بازیکن انجام می‌شود (۲). در بازی بسکتبال کسب امتیاز، با استفاده از مهارتی به نام «شوت» انجام می‌شود. از انواع مختلف شوت (هوک، سه‌گام، جفت و ...)، شوت جفت مؤثرترین راه کسب امتیاز (۸۰٪ شوت‌ها) است که اجرای ماهرانه آن مورد توجه و تأکید مربیان و بازیکنان این رشته قرار دارد (۴،۵). شناسایی عوامل مؤثر بر موفقیت یا عدم موفقیت شوت جفت و آموزش اصولی و اجرای صحیح آن توسط بازیکنان می‌تواند در تضمین پیروزی تیم‌ها مؤثر باشد. تجزیه و تحلیل حرکات انسان و مهارت‌های ورزشی که ابزاری کارآمد در درک بهتر و بهبود اجرای حرکات و مهارت‌های ورزشی تلقی می‌شود، نقشی مهم در رشد عملکرد جسمانی ورزشکاران دارد (۱). بیومکانیک به‌عنوان علمی که به مطالعه سیستم‌های بیولوژیک موجود زنده از دیدگاه قوانین فیزیکی حاکم بر سیستم می‌پردازد، در عصر حاضر جایگاه ویژه‌ای در پیشبرد اهداف ورزشی مربیان، ورزشکاران و اجرای صحیح و ایده‌آل مهارت‌های ورزشی یافته است. یکی از شاخه‌های علم بیومکانیک، کینتیک است که با عامل یا عوامل ایجادکننده و تغییر دهنده حرکت در ارتباط است. با بهره‌گیری از نتایج بررسی پارامترهای کینتیکی می‌توان انتظار داشت که مربیان در وظایف خود (تجزیه و تحلیل مهارت، اصلاح حرکات نادرست، ارائه تکنیک‌های بهتر)، همراه با هدایت و پرورش ورزشکاران نخبه و قهرمان به موفقیت‌های چشمگیری نائل شوند (۱۶).

نیروی عکس‌العمل زمین از پارامترهای مورد توجه در مباحث کینتیک است. طبق قانون سوم نیوتن، در ازای هر نیرویی، نیروی برابر دیگری وجود دارد که در جهت مخالف بر جسم اعمال می‌شود. توجه به میزان نیروی اعمال شده از سمت زمین بر بدن ورزشکار در طول اجرای

مهارت در مورد حفظ ایمنی، تعادل و اجرای صحیح حرکت اهمیت ویژه‌ای (به‌ویژه در ورزش‌هایی مانند بسکتبال که با جنبش و پرش همراه‌اند) دارد (۱).

یکی از مهارت‌های همراه با پرش در بسکتبال شوت جفت است. چهار وضعیت اصلی شوت جفت شامل وضعیت آمادگی، خمیدگی، پرش و فرود است و وضعیت بدن و حتی حرکات کوچک در این مراحل می‌تواند تا حد زیادی، شوت جفت را تحت تأثیر قرار دهد. در تحقیقات بیومکانیکی بر جنبه‌های مختلفی همچون تکنیک شوت پایه (۱۲، ۱۳)، تفاوت‌های بین جنسیت‌ها در اجرای بسکتبال (۱۴) و ویژگی‌های بازیکنان در سطوح مختلف (۱۵) تأکید شده است. برخی از این مطالعات، شوت جفت را از منظر پرتابه که تجزیه و تحلیل کرده‌اند به ویژگی‌هایی چون سرعت، زاویه و ارتفاع رهایی (پارامترهای رهایی) مربوط می‌شود (۱۶، ۱۳). در میان این تحقیقات، برخی نیز تأثیر افزایش مسافت بر اجرای شوت جفت (۱۶)، برخی تکنیک‌های شوت جفت مردان (۲-۷) و بعضی نیز تکنیک‌های شوت جفت زنان (۲) را تجزیه و تحلیل کرده‌اند، اما از بُعد کینتیکی، مطالعات محدودی انجام شده است؛ به‌عنوان نمونه در تحقیقات یاتس (۱۹۸۲) و هادسون (۱۹۸۲) شوت‌کننده‌های بسیار ماهر، در مقایسه با شوت‌کننده‌های مبتدی، در مدت زمان اجرای شوت جابه‌جایی افقی کمی در مرکز ثقلشان داشتند. همچنین هادسون بیان کرد که جنبش و نوسان زیاد در محور x ها در حین اجرا می‌تواند در موفقیت شوت جفت اختلال ایجاد کند و میزان نوسانات و محل قرارگیری مرکز فشار (به‌ویژه در محور y ها) رابطه نزدیکی با پایداری و تعادل در هنگام انجام شوت جفت دارد (۹، ۸). الیوت و وایت (۱۹۸۹) در تحقیقی با عنوان «تجزیه و تحلیل کینماتیکی و کینتیکی شوت جفت دو و سه امتیازی زنان بسکتبالیست» بیان کردند که با افزایش فاصله از سبد میزان نیروهای عکس‌العمل زمین افزایش می‌یابد (۲). شهابی کاسب (۱۳۸۳) در تحقیقی بیان کرد که بین مقدار میانگین نیروهای عکس‌العمل زمین و جابه‌جایی مرکز فشار در مؤلفه میانی-کناری، عقبی-جلویی و عمودی در لحظات بحرانی (T_1, T_2, T_3) در شوت‌های ناموفق از نظر آماری تفاوت معنی‌داری وجود ندارد (۱). در تحقیقات انجام شده، تکنیک شوت جفت و عوامل تعیین‌کننده در میزان موفقیت آن مطالعه شده است، در حالی که با توجه به مرور تحقیقات انجام شده، تحقیقی مشاهده نشد که به مقایسه بیومکانیکی موفقیت و عدم موفقیت شوت جفت پرداخته باشد. با فرض وجود تفاوت معنی‌دار بین میزان نیروهای عکس‌العمل زمین در دو شوت موفق و ناموفق، هدف از انجام تحقیق حاضر بررسی مقایسه‌ای نیروهای عکس‌العمل زمین در حین اجرای شوت جفت موفق و ناموفق بسکتبال در دو مسافت ۴/۲۵ متر و مسافت ۶/۲۵ متر است.

روش‌شناسی پژوهش

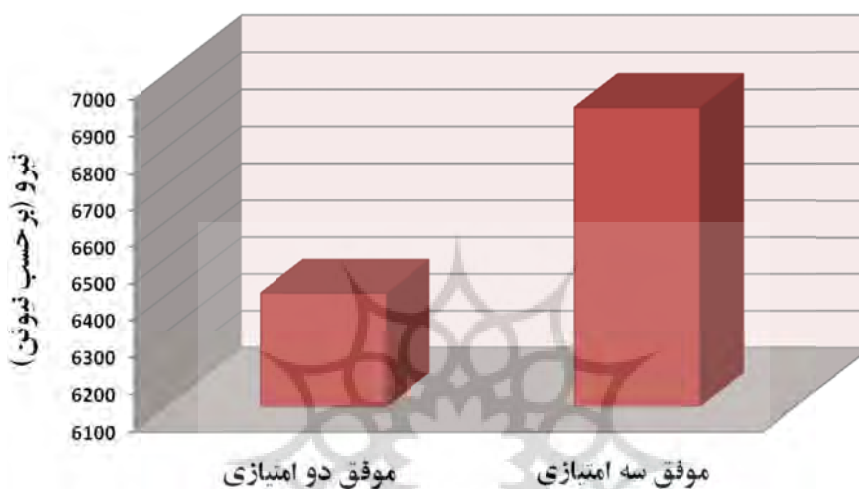
شش نفر از بهترین بسکتبالیست‌های مرد حاضر در سوپر لیگ بسکتبال باشگاه‌های کشور با میانگین سنی ($23/33 \pm 3/04$ سال)، قد ($189/67 \pm 2/21$ سانتی‌متر)، وزن ($84 \pm 5/58$ کیلوگرم) و سابقه بازی ($10 \pm 2/5$ سال) که همگی راست دست بودند و در دو پست گارد رأس و فوروارد بازی می‌کردند و سابقه عضویت در تیم‌های ملی را داشتند، در این تحقیق شرکت کردند. ابتدا، در مورد هدف تحقیق توضیح لازم به بازیکنان داده شد، ولی در مورد موفق و ناموفق بودن شوت جفت توضیحی برای آن‌ها بیان نشد. هر بازیکن فرم رضایت‌نامه و مشخصات فردی را تکمیل کرد. ابزار تحقیق شامل صفحه نیرو، مانیتور، نرم‌افزار وین آنالیز^۱، حلقه بسکتبال و توپ بسکتبال ۶۵۰ گرمی بود. حلقه بسکتبال در مکان مناسب قرار داده شد و سپس، با توجه به مکان قرارگیری صفحه نیرو دو مسافت ۴/۲۵ متر و ۶/۲۵ متر نسبت به مرکز حلقه روی زمین مشخص شد. قبل از انجام آزمون برای گرم کردن و تمرین شوت در هر مسافت به بازیکنان فرصت دلخواه داده شد. سپس، به آن‌ها توضیح داده شد که به صورت ثابت و بدون دریبل، روی صفحه نیرو^۲ قرار بگیرند و از دو مسافت ۴/۲۵ متر (خط پرتاب آزاد) و ۶/۲۵ متر (خط پرتاب سه امتیازی) اقدام به شوت کنند. از زمان اعلام آمادگی بازیکن و قرار گرفتن وی روی صفحه نیرو، ثبت اطلاعات آغاز و تا ۱۰ فریم پس از تعیین نتیجه شوت ادامه یافت. اطلاعات مربوط به یک شوت موفق (ورود توپ به درون حلقه بدون برخورد به تخته یا لبه حلقه) و یک شوت ناموفق (برخورد توپ به حلقه و یا تخته و اوت شدن) هر بازیکن برای هر دو مسافت در چهار وضعیت آمادگی (T_1)، خمیدگی (T_2)، پرش (T_3) و فرود (T_4)، در محور z با فرکانس ۳۶۰ هرتز و فیلتر پایین‌گذر^۳ ذخیره شد. پس از پایان یافتن آزمون، اطلاعات، با استفاده از نرم‌افزار وین آنالیز تجزیه و تحلیل شد. مقایسه میانگین میزان نیروهای عکس‌العمل زمین در دو شوت جفت موفق و ناموفق و در دو فاصله ۴/۲۵ و ۶/۲۵ متر، با استفاده از نرم‌افزار SPSS و به‌کارگیری روش آماری ویلکاکسون ($p \leq 0.05$) محاسبه شد.

یافته‌های پژوهش

اطلاعات مربوط به میزان p و نیروهای عکس‌العمل زمین در چهار وضعیت آمادگی، خمیدگی و پرش و فرود (T_1, T_2, T_3 و T_4) در محور z برای دو شوت جفت موفق و ناموفق در دو مسافت

1. Win Analyze
2. Force Plate
3. Low pass filter

۴/۲۵ و ۶/۲۵ در نمودار ۱ و جدول ۱ ارائه شده است. با توجه به یافته‌های تحقیق، در محور z بین میانگین نیروهای عکس‌العمل زمین در شوت جفت دو و سه امتیازی موفق و ناموفق در چهار وضعیت (T_1, T_2, T_3 و T_4) تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد.



نمودار ۱. مقایسه کل نیروهای عکس‌العمل زمین طی اجرای شوت جفت دو و سه امتیازی موفق در محور z (بر حسب نیوتن)

جدول ۱. مقایسه مقادیر p بین نیروهای عکس‌العمل زمین در دو شوت جفت موفق و ناموفق برای چهار وضعیت (T_1, T_2, T_3 و T_4)

وضعیت‌ها	T_1	T_2	T_3	T_4	مسافت
شوت	P	P	P	P	
موفق	۰/۰۷	۰/۱	۰/۰۷	۰/۰۶	۴/۲۵ متر
ناموفق					
موفق	۰/۰۶	۰/۰۸	۰/۰۸	۰/۱۸	۶/۲۵ متر
ناموفق					

* سطح معنی‌داری ($p < 0.05$)

بحث و نتیجه‌گیری

هدف از انجام این تحقیق بررسی نیروهای عکس‌العمل زمین حین اجرای شوت جفت موفق و ناموفق بسکتبال در دو مسافت ۴/۲۵ متر و مسافت ۶/۲۵ متر در میان بسکتبالیست‌های مرد

تیم ملی بود. در هر دو مسافت، در وضعیت‌های آمادگی و خمیدگی، میانگین نیروهای عکس‌العمل زمین، به ترتیب در شوت جفت ناموفق دو امتیازی در وضعیت آمادگی (۱۳/۵۱ نیوتن)، در وضعیت خمیدگی (۶۵/۷۴ نیوتن) و در شوت جفت ناموفق سه امتیازی در وضعیت آمادگی (۰/۱۴ نیوتن) و در وضعیت خمیدگی (۲۵/۰۶ نیوتن) بیشتر از شوت جفت موفق است، اما در وضعیت پرش، میانگین نیروهای عکس‌العمل زمین در مسافت ۴/۲۵ متری در شوت جفت موفق دو امتیازی (۹۹/۸۰ نیوتن) و در مسافت ۶/۲۵ متری در شوت جفت موفق سه امتیازی (۷۰ نیوتن) بیشتر از شوت جفت ناموفق است. این یافته مؤید این مطلب است که در شوت جفت موفق، آزمودنی‌ها در وضعیت پرش، برای کسب ارتفاع رهایی بیشتر (یکی از فاکتورهای مؤثر بر نتیجه شوت (۶-۹)) نیروی بیشتری به سطح صفحه نیرو وارد کرده‌اند. در وضعیت فرود نیز میانگین نیروهای عکس‌العمل زمین، به ترتیب در مسافت ۴/۲۵ متری (۵۰/۵ نیوتن) و در مسافت ۶/۲۵ متری (۳۵۳/۵ نیوتن) در شوت موفق بیشتر از شوت ناموفق است که احتمالاً بیانگر این مطلب است که در شوت موفق بازیکنان با وارد کردن نیروی بیشتر به زمین در لحظه پرش (به‌ویژه در مسافت ۶/۲۵ متری، شوت جفت سه امتیازی برای کاهش فاصله تا سبد و افزایش دامنه دید)، ارتفاع بیشتری برای رهایی توپ کسب کرده‌اند؛ در نتیجه میزان نیروی لحظه فرود آن‌ها بر زمین (صفحه نیرو) در شوت جفت موفق بیشتر از شوت جفت ناموفق شده است. همچنین میانگین کل نیروهای عکس‌العمل زمین طی اجرای شوت جفت دو امتیازی موفق (مسافت ۴/۲۵ متر) از شوت جفت سه امتیازی موفق (مسافت ۶/۲۵ متر) بیشتر شد که با نتایج تحقیق الیوت و وایت (۱۹۸۹) هم‌خوانی داشت که بیان کردند با افزایش فاصله از سبد میزان نیروهای عکس‌العمل زمین افزایش می‌یابد (۲). البته، بررسی آماری، بین میزان نیروهای عکس‌العمل زمین در دو شوت جفت موفق و ناموفق اختلاف معنی‌داری نشان نداد که با یافته‌های الیوت و وایت (۱۹۸۹) و شهابی کاسب (۱) هم‌خوانی دارد. با توجه به بررسی انجام شده، بیشتر تحقیقات این حوزه به بررسی کینماتیکی شوت جفت پرداخته‌اند و به نظر می‌رسد این پژوهش از اولین مطالعاتی می‌باشد که به بررسی شوت جفت در چهار مرحله از جنبه کینماتیکی پرداخته است؛ بنابراین امکان مقایسه مستقیم و دقیق نتایج این تحقیق با تحقیقات دیگر وجود نداشت، به‌علاوه، محدود تحقیقات انجام شده نیز تنها به بررسی شوت جفت موفق پرداخته‌اند که در بالا به آن‌ها اشاره شده است.

با توجه به یافته‌های تحقیق نقش ارتفاع رهایی بر موفقیت شوت جفت به عنوان عاملی اثرگذار مشخص شد و مشاهده شد که با افزایش فاصله از حلقه، میزان نیروهای عکس‌العمل زمین افزایش می‌یابد.

منابع:

۱. شهبایی کاسب، محمدرضا، (۱۳۸۳). بررسی نیروهای عکس‌العمل زمین و مسیر حرکت مرکز فشار بی‌دقتی در شوت جفت بسکتبال. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه شهید بهشتی تهران.
2. Elliott, B., White, E. (1989). A kinematic and kinetic Analysis of the Female Two Point and Three Point Jump Shots in Basketball. *The Australian J Sci Med Sport*, 21: 7-11.
3. Miller, S., Bartlett, R. (1996). The Relationship between Basketball Shooting Kinematics, Distance and Playing Position. *J Sport Sci*, 14: 243-253.
4. Indeman, B., Libkuman, T., King, D. (2000). Development of an Instrument to Assess Jump Shooting Form in Basketball. *J Sport Beh*.
5. Hay, J.G. (1994). *The Biomechanics of Sports Techniques* (Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall).
6. Satern, M.N. (1988). Basketball: shooting the jump shot. *Strategies*, 1(4): 9- 11.
7. Kudson, D. (1993). Biomechanics of the Basketball Jump Shot-Six Key Teaching Points. *Journal of physical Education, Recreation and dance*, 64(2): 67-73.
8. Yates, G., Holt, L.E. (1982). The development of multiple linear regression equations to predict accuracy in basketball jump shooting, in J. Terauds (ed.) *Biomechanics in Sports* (Del Mar, CA: Academic Publications), p: 103-109. 1660 F. J. Rojas et al.
9. Hudson, J.L. (1982). A biomechanical analysis by skill level of free throw shooting in basketball. In: *Biomechanics in Sports* (edited by J. Terauds and J. Barham), pp: 95-102. Del Mar. Academic Publishers.
10. Winter, D. (1990). *Biomechanics and Motor control of Human movement*. (2nded).
۱۱. صادقی، حیدر، (۱۳۸۴). «مقدمات بیومکانیکی ورزشی». تهران: سمت.
12. Cleary, M.A., Timothy, D.A. (2001). Biomechanical Analysis of Fatigue Compensation in Skilled Basketball Jump Shooters. *J Biomechanics in Sports*.
13. Raoul, R.D., Oudijanse, R., Van de langenberg, R.I. (2002). Aiming at a far target under different viewing condition: visual control in basketball jump shooting. *J Hum Mov Sci*, 21: 457- 80.

14. Naylor, W.C. (1970). Effects of Wrist and Elbow Power on Jump Shot Accuracy. Unpublished Doctoral Dissertation. University of Southern Mississippi.
15. Miller, S., Bartlett, R. (1993). The effects of increased shooting distance in the basketball jump shot. *Journal of Sports Sciences*, 11: 285- 293.
۱۶. احمدآبادی، سمیه، (۱۳۸۶). ارتباط برخی پارامترهای کینماتیکی بدن انسان با نتیجه شوت جفت در مردان بسکتبالیست نخبه. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه تربیت مدرس.

