المپیک
فصلنامه
سال هفدهم - شماره ۳ (پیاپی ۴۷) پاییز ۱۳۸۸

تاریخ دریافت: ۸۶/۱۲/٤
تاریخ تصویب: ۸۷/٦/۲٦

بیومکانیک اجرای شوت جفت موفق و ناموفق بسکتبالیست‌های مرد نخبه

❖ **دکتر حیدر صادقی؛** دانشیار دانشکدهٔ تربیت‌بدنی و علوم ورزشی دانشگاه تربیت معلم تهران *
❖❖ **محمد شریعت‌زاده جنیدی؛** کارشناس‌ارشد تربیت بدنی و علوم ورزشی
❖❖❖ **زهره برهانی‌کاخکی؛** کارشناس‌ارشد تربیت بدنی و علوم ورزشی
❖❖❖❖ **سمیه احمدآبادی؛** کارشناس‌ارشد تربیت بدنی و علوم ورزشی

چکیده: **شوت جفت یکی از مهم‌ترین راه‌های کسب امتیاز در بازی بسکتبال است. لذا، شناسایی عوامل مؤثر بر موفقیت شوت جفت مورد توجه محققان قرارگرفته است. هدف از انجام این تحقیق، بررسی بیومکانیک اجرای شوت جفت موفق و ناموفق بسکتبالیست‌های مرد نخبه بود. در این تحقیق شش نفر از بهترین شوت‌زن‌های سوپرلیگ با میانگین سنی ۳/۰٤±۲۳/۳۳ سال، قد ۲/۲۱±۱۸۹/٦۷ سانتی‌متر، وزن ۵/۵۸±۸٤ کیلوگرم، و سابقهٔ بازی ۲/۵±۱۰سال شرکت داشتند. هشت مارکر روی نشانگرهای آناتومیکی (برجستگی‌های استخوانی) ویژهٔ آزمودنی‌ها نصب و از آن‌ها خواسته شد از دو مسافت ٤/۲۵ متر و ٦/۲۵ متر شوت جفت ارسال دارند. اطلاعات کینماتیکی (زاویهٔ مفاصل، دیاگرم زاویه‌به‌زاویه) و کینتیکی (جابه‌جایی و محل قرارگیری مرکز فشار) مربوط به شوت‌های موفق و ناموفق با استفاده از دو دوربین فیلمبرداری و صفحهٔ نیرو ثبت و پردازش شد. برای تجزیه و تحلیل آماری بین دو اجرای موفق و ناموفق آزمون ناپارامتری ویلکاکسون و مدل رگرسیون لجستیک در سطح ($p\leq ۰/۰۵$) به کار رفت. در شوت جفت دو امتیازی اختلاف بین میانگین زوایای مفاصل در شوت موفق و ناموفق به ترتیب در مفاصل مچ پا، مچ دست، و ران و در شوت جفت سه امتیازی در مفاصل ران و مچ پا معنادار بود. نتایج به‌دست آمده نشان داد تغییرات زاویه‌ای مفاصل در لحظهٔ رهایی و موقعیت قرارگیری مرکز فشار در وضعیت خمیدگی بر نتیجهٔ شوت جفت تأثیر دارند.**

واژگان کلیدی: بسکتبال، شوت جفت، کینتیک، کینماتیک زاویه‌ای

* **E.mail: adeghih@yahoo.com**

مقدمه

شوت جفت یکی امتیازآورترین، مهم‌ترین، و کاربردی‌ترین پرتاب‌ها در بازی بسکتبال است (۶، ۴، ۲۳، ۸). از همین‌رو، یافتن عوامل مؤثر بر موفقیت یا عدم موفقیت آن، بسیار مورد توجه مربیان و بازیکنان این رشته است. در تحقیقات بیومکانیکی بر جنبه‌های مختلفی همچون تکنیک شوت پایه (۱۳،۷)، تفاوت بین جنسیت‌ها در اجرای بازی بسکتبال (۲۵)، و ویژگی‌های بازیکنان در سطوح مختلف (۱۵) تأکید شده است.

برخی از این مطالعات، شوت جفت را از منظر پرتاب تجزیه‌وتحلیل کرده‌اند که به ویژگی‌هایی

چون سرعت، زاویه، و ارتفاع رهایی (پارامترهای رهایی) مربوط می‌شود (۲۱، ۲۰، ۱۸، ۱۷، ۱۳). در بین این تحقیقات، برخی نیز تأثیر افزایش مسافت بر اجرای شوت جفت (۱۹،۲۶،۲۸)، تعداد تکنیک‌های شوت جفت مردان (۲۷، ۲۴، ۲۲، ۱۲، ۱۱)، و تعدادی نیز تکنیک‌های شوت جفت زنان (۱۴، ۹) را تجزیه و تحلیل کرده‌اند. اکثر تحقیقات انجام شده فاکتورهایی را عوامل تأثیرگذار بر شوت موفق ذکر کرده‌اند، درحالی که ممکن است این فاکتورها در شوت ناموفق نیز اثرگذار باشند و یا اینکه عوامل دیگری در تعیین موفقیت شوت نقش داشته باشند.

برای مثال، ساتی (۲۰۰۴) در مقایسهٔ دو شوت موفق و ناموفق پرتاب آزاد، مشاهده کرد هیچ فاکتوری به تنهایی مسئول ایجاد یک شوت خوب نیست، بلکه ترکیبی صحیح از هر دو عامل زاویه و سرعت عامل ایجاد آن‌اند (۲۵).

میلر (۱۹۹۶) سرعت زاویه‌ای مفاصل بازوی شوت و سرعت خطی شانهٔ بازوی شوت در لحظهٔ رهایی را از جمله عوامل مؤثر در سرعت رهایی ذکر کرده است (۲۱)، در حالی که کلیرلی (۲۰۰۱) نشان داد دامنهٔ مطلوبی از زوایای رهایی وجود دارد که با موفقیت شوت مرتبط‌اند و دامنهٔ میانی شوت جفت را بین ۱۹-۵۵ درجه توصیه کرد (۸).

اسکوگلند (۲۰۰۴) در مقایسهٔ تکنیک شوت سه گروه ماهر، نیمه‌ماهر، و مبتدی بیان کرد عامل ناهماهنگ شدن شوت جفت در افراد مبتدی، زاویهٔ آرنج است.

از بعد کینتیکی، مطالعات محدودی به بررسی شوت جفت پرداخته‌اند. در تحقیقات یاتس (۱۹۸۲) و هودسون (۱۹۸۲) شوت‌زن‌های بسیار ماهر، در مقایسه با شوت‌زن‌های کمتر ماهر، جابه‌جایی افقی کمی در مرکز ثقلشان در مدت زمان اجرای شوت نشان دادند (۳۰، ۱۶). شهابی‌کاسب (۱۳۸۳) در تحقیقی بیان کرد که بین مقدار میانگین نیروهای عکس‌العمل زمین (نیروی عمودی) و جابه‌جایی مرکز فشار در مؤلفهٔ میانی- کناری، عقبی- جلویی در لحظات بحرانی t_4-t_1 (آمادگی، خمیدگی، پرش، فرود) در شوت‌های ناموفق از نظر آماری تفاوت معناداری وجود ندارد (۲).

در بررسی مطالعات انجام‌شده تحقیقاتی که به مقایسهٔ هم‌زمان فاکتورهای کینتیکی و کینماتیکی شوت جفت موفق و ناموفق پرداخته باشند مشاهده نشد. لذا، با فرض تأثیر تفاوت بین کینماتیک زاویه‌ای مفاصل در اجرای موفق و ناموفق شوت جفت و تأثیر محل قرارگیری مرکز فشار که یکی از پارامترهای مورد توجه برای حفظ ایمنی و تعادل در ورزش‌های توأم با جنبش و پرش (۲۹) است، در دو شوت موفق (ورود به سبد توپ بدون برخورد به تخته و یا لبهٔ حلقه) و ناموفق (عدم ورود توپ به داخل حلقه) تحقیق حاضر با هدف بررسی کینماتیک زاویه‌ای مفاصل و کینتیک شوت جفت در دو مسافت ۴٫۲۵ متر و ۶٫۲۵ متر در بسکتبالیست‌های مرد نخبه انجام گرفت.

روش‌شناسی

شش نفر از بهترین شوت‌زن‌های تیم ملی بزرگسالان، با میانگین سنی ۳٫۰۴±۲۳٫۳۳ سال، قد ۲٫۲۱±۱۸۹٫۶۷سانتی‌متر، وزن ۵٫۵۸±۸۴ کیلوگرم، سابقهٔ بازی ۲٫۵±۱۰ سال که همگی راست‌دست بودند و در دو پست گارد رأس و فوروارد بازی می‌کردند در این تحقیق شرکت کردند. از آزمودنی‌ها رضایت‌نامه نیز گرفته شد.

اطلاعات مربوط به اجرای شوت جفت از دو مسافت ۴٫۲۵ متر (شوت دو امتیازی) و ۶٫۲۵ متر

(شوت سه امتیازی) از روی **صفحهٔ نیرو**[1] نسبت به تخته (رو به مرکز حلقه) جمع‌آوری شد. اطلاعات مربوط به اجرای موفق و ناموفق از فواصل ذکر شده تجزیه و تحلیل شدند. هشت مارکر منعکس‌کننده روی مراکز آناتومیکی نشان‌دار ویژه شامل پنجمین استخوان کف پا، قوزک خارجی مچ پا، کندیل خارجی زانو، برجستگی استخوان ران، زایدهٔ آخرومی شانه، کندیل خارجی آرنج، بخش خارجی مچ دست، و پنجمین استخوان کف دست نصب شد. با استفاده از دو دوربین فیلمبرداری کداک با سرعت ۶۰ هرتز که در فاصلهٔ ۴٫۲۶ متر از یکدیگر و ۱۱٫۵ متر از محل قرارگیری آزمودنی‌ها در سمت راست قرار داشتند اطلاعات مربوط به تغییرات وضعیت مارکرهای نصب شده بر مراکز آناتومیکی به صورت دو بعدی به دست‌آمد. فیلم شوت‌های جفت موفق و ناموفق هر بازیکن در هر دو مسافت با **نرم‌افزار وین آنالیز**[2] تجزیه و تحلیل شد.

نمایش گرافیکی و تعیین ارزش‌های عددی و مقادیر زوایای مفاصل بازیکنان در لحظهٔ رهایی و میزان جابه‌جایی و محل قرارگیری مرکز فشار بدن در چهار وضعیت آمادگی، خمیدگی، پرش، و فرود (t_1، t_2، t_3، t_4) در دو محور x و y در دو شوت جفت موفق و ناموفق در هر دو مسافت (۴٫۲۵ و ۶٫۲۵ متر) محاسبه شد. برای تحلیل اطلاعات به دلیل کم بودن تعداد نمونه‌ها و عدم رعایت پیش‌فرض‌های آزمون‌های پارامتریک، آزمون ناپارامتری ویلکاکسون و مدل آماری رگرسیون لجستیک با استفاده از نرم‌افزارspss در سطح $p\leq ۰٫۰۵$ به کار رفت.

یافته‌ها

در مسافت ۴٫۲۵ متر تنها میانگین زوایای دو مفصل ران و زانو در شوت ناموفق از شوت موفق بیشتر است (جدول ۱). همچنین، با افزایش مسافت به ۶٫۲۵ متر، میانگین زوایای تمامی مفاصل در لحظهٔ رهایی به‌جز مفصل مچ پا در شوت موفق افزایش یافت.

جدول ۱. میانگین و انحراف معیار زوایای مفاصل در لحظهٔ رهایی (بر حسب درجه)

مفصل	مسافت ۴٫۲۵ متر		مسافت۶٫۲۵ متر	
	موفق	ناموفق	موفق	ناموفق
شانه	۱۲۰٫۴۰ (۱۴٫۴۳)	۱۱۸٫۲۳ (۱۳٫۴۵)	۱۲۰٫۸۸ (۱۷٫۴۷)	۱۲۷٫۷۱ (۱۷٫۹۲)
آرنج	۱۲۷٫۷۲ (۱۷٫۷۸)	۱۲۴٫۸۱ (۲۰٫۰۴)	۱۴۴٫۴۹ (۱۵٫۶۵)	۱۵۰٫۳۳ (۱۷٫۴۱)
مچ دست	۱۶۷٫۲۵ (۴٫۴۶)	۱۵۹٫۶۵ (۵٫۲۹)	۱۷۲٫۰۷ (۵٫۷۲)	۱۷۳٫۶۷ (۱۶٫۲۴)
ران	۱۶۸٫۶۲ (۱۱٫۰۳)	۱۸۴٫۴۱ (۱۳٫۰۷)	۱۶۴٫۷۵ (۱۰٫۵۲)	۱۷۰٫۵۲ (۱۴٫۳۹)
زانو	۱۵۷٫۰۴ (۷٫۲۲)	۱۶۰٫۴۱ (۵٫۹۴)	۱۵۹٫۸۲ (۴٫۶۰)	۱۶۰٫۶۱ (۸٫۰۵)
مچ پا	۱۲۱٫۷۶ (۱۰٫۰۳)	۱۱۶٫۲۷ (۱۰٫۲۳)	۱۱۹٫۵۰ (۵٫۱۹)	۱۲۶٫۹۴ (۹٫۹۳)

زمان صرف‌شده در مرحلهٔ پرش تا رهایی در شوت موفق کمتر از شوت ناموفق است که نشان می‌دهد آزمودنی‌ها مرحلهٔ پرش تا رهایی را با سرعت بیشتری انجام دادند (جدول ۲). اما مرحلهٔ رهایی تا فرود در شوت موفق، در مقایسه با شوت ناموفق، مدت زمان بیشتری را به خود اختصاص داد. نتایج آزمون غیرپارامتریک ویلکاکسون در بررسی مدت زمان صرف‌شده در شوت موفق و ناموفق در

1. Force plate
2. Win Analysis

دو حالت پرش تا رهایی و رهایی تا فرود در هر دو مسافت نشان‌دهندهٔ اختلاف معنادار بین میانگین مدت زمان صرف‌شده در لحظهٔ رهایی تا فرود بین شوت موفق و ناموفق با افزایش فاصله است.

همان‌طور که در جدول ۳ مشاهده می‌کنید، در شوت دو امتیازی اختلاف بین میانگین زاویهٔ شوت موفق و ناموفق، به ترتیب در مفاصل مچ پا، مچ دست، و ران و در شوت سه امتیازی اختلاف بین میانگین زاویهٔ مفاصل ران و مچ پا در شوت موفق و ناموفق معنادار است. البته این دو مفصل در فاصلهٔ ۴٫۲۵ متر نیز معنادار بودند. استفاده از آزمون رگرسیون لجستیک نشان می‌دهد که تنها زاویهٔ مفصل ران در هر دو فاصله نقش مهمی در موفقیت و عدم موفقیت شوت جفت داشته است ($p\leq ۰٫۰۵$).

جدول ۲. مدت زمان بین لحظات پرش تا رهایی و رهایی تا فرود (بر حسب درصد) و نتایج مربوط به آزمون ویلکاکسون

شوت / لحظه	مسافت ۴٫۲۵		مسافت ۶٫۲۵		نتایج آزمون شوت موفق و ناموفق		نتایج آزمون شوت موفق ۴٫۲۵ و ۶٫۲۵
	موفق	ناموفق	موفق	ناموفق	مسافت ۴٫۲۵	مسافت ۶٫۲۵	
پرش تا رهایی	۴۹٫۵۰	۵۲٫۸۶	۳۲٫۷۲	۴۲	۰٫۱۳	۰٫۱۹	۰٫۰۸
رهایی تا فرود	۵۰٫۵۰	۴۷٫۱۴	۶۷٫۲۸	۵۸	۰٫۱۹	۰٫۸۹	*۰٫۰۴

* تفاوت معنادار ($p\leq ۰٫۰۵$)

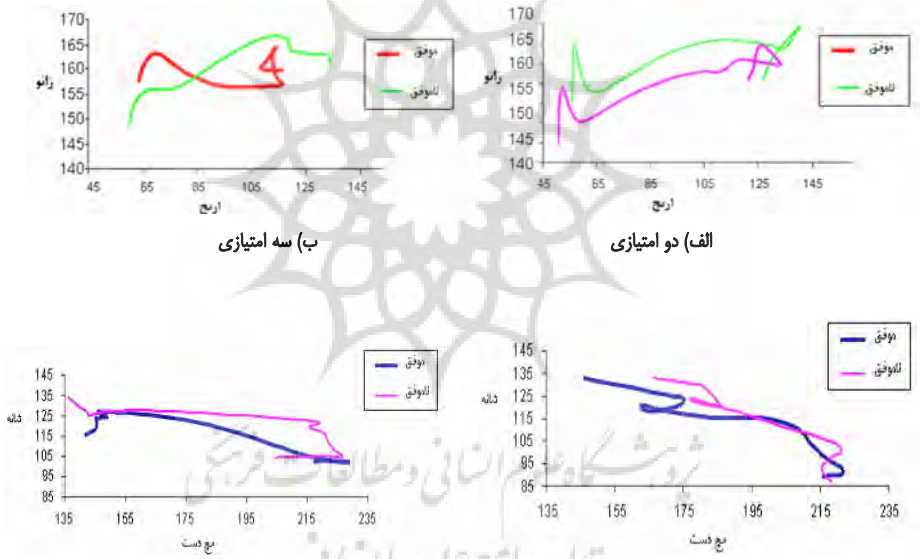
جدول ۳. نتایج آزمون ویلکاکسون و تحلیل رگرسیون لجستیک در بررسی هم‌زمان زوایای مفاصل

مسافت / مفصل	مقادیر آزمون ویلکاکسون در شوت موفق و ناموفق		مقادیر آزمون تحلیل رگرسیون لجستیک در شوت موفق ۴٫۲۵ و ۶٫۲۵ متر
	۴٫۲۵ متر	۶٫۲۵ متر	
شانه	۰٫۴۶	۰٫۱۷	۰٫۱۷
آرنج	۰٫۶۰	۰٫۳۴	۰٫۶۲
مچ دست	*۰٫۰۴	۰٫۳۴	۰٫۱۵
ران	*۰٫۰۲	*۰٫۰۴	*۰٫۰۲
زانو	۰٫۱۷	۰٫۹۱	۰٫۰۶
مچ پا	*۰٫۰۲	*۰٫۰۲	۰٫۰۹

* تفاوت معنادار ($p\leq ۰٫۰۵$)

شکل‌های الف تا د دیاگرام‌های زاویه‌به‌زاویه در دو شوت موفق و ناموفق در دو فاصلهٔ ۴٫۲۵ و ۶٫۲۵ متر را نشان می‌دهند. این نمودارها نمونه‌ای از یک آزمودنی‌اند. اگر چه در سایر آزمودنی‌ها شکل‌ها از الگوی یکسانی تبعیت می‌کردند، مشاهده شد که در شوت موفق میانگین زوایای مچ دست به شانه از شوت ناموفق بیشتر است و میزان زاویه، در مقایسه با شوت ناموفق، تا انتهای حرکت در سطح بالاتری باقی می‌ماند (شکل ۱ الف). در هر دو فاصله، الگوی تغییرات زاویه‌ای دو مفصل نسبت به یکدیگر در شوت موفق و ناموفق تقریباً مشابه است (شکل‌های ج و د) و فقط میانگین زوایای مفاصل باعث شده است که در هر دو فاصله شوت ناموفق با زوایای بازتر (اکستنشن بیشتر) نسبت به شوت موفق انجام شود (شکل ناموفق بالاتر از شکل موفق رسم شده است).

اطلاعات مربوط به میانگین و انحراف استاندارد موقعیت قرارگیری مرکز فشار بدن نسبت به مبدأ (مرکز صفحهٔ نیرو) در چهار وضعیت (t_1، t_2، t_3، t_4) در دو محور x و y برای دو شوت جفت موفق و ناموفق در دو مسافت ۴٫۲۵ و ۶٫۲۵ در جدول ۴ ارائه شده است.



الف) دو امتیازی ب) سه امتیازی

ج) سه امتیازی د) دو امتیازی

شکل ۱. دیاگرام زاویه‌ای مفاصل در شوت موفق و ناموفق دو و سه امتیازی

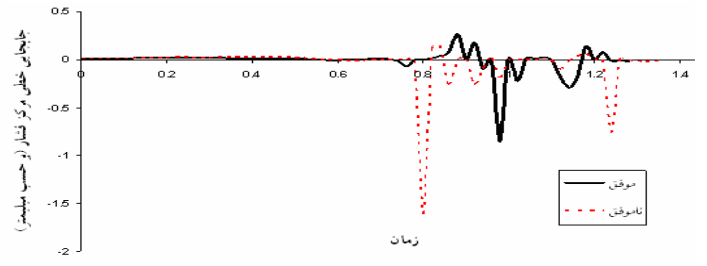
جدول ۴. محل قرارگیری مرکز فشار نسبت به مبدأ (مرکز صفحهٔ نیرو) روی محور x و y در چهار وضعیت آمادگی، خمیدگی، پرش، و فرود (بر حسب میلی‌متر)

نوع شوت / وضعیت	محور x				محور y			
	دو امتیازی		سه امتیازی		دو امتیازی		سه امتیازی	
	موفق	ناموفق	موفق	ناموفق	موفق	ناموفق	موفق	ناموفق
	Mean (SD)	Mean (SD)	Mean (SD)	Mean (SD)	Mean (SD)	Mean (SD)	Mean (SD)	Mean (SD)
t_1 (آمادگی)	۶ (۲۷)	۳ (۱۲)	−۱۲ (۲۲)	−۵ (۲۲)	۵۸ (۳۶)	۶۴ (۵۸)	۷۰ (۳۴)	۸۶ (۱۸)
t_2 (خمیدگی)	۴ (۲۷)	−۴ (۱۵)	−۱۱ (۷۰)	−۲ (۷۲)	۱۱۰ (۵۵)	۹۵ (۵۲)	۹۷ (۴۸)	۱۲۷ (۳۴)
t_3 (پرش)	−۸ (۴)	−۳ (۵)	−۱۳ (۴)	−۸ (۱۶)	−۲۲ (۹)	−۹ (۳۶)	−۲۶ (۴۷)	−۷ (۴۹)
t_4 (فرود)	−۳۶ (۲۴)	−۳۹ (۳۶)	−۵۶ (۲۲)	−۶ (۹۴)	−۵۳ (۷۷)	−۴۲ (۹۳)	−۱۲۳ (۸۴)	−۸۷ (۵۹)

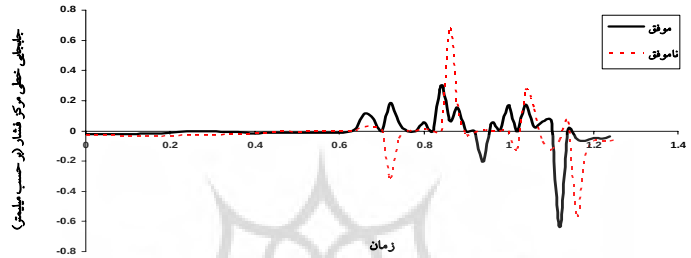
شکل‌های الف و ب نشان می‌دهند در ابتدای حرکت تا قبل از زمان پرش (۰/۷ ثانیه) تغییرات محل قرارگیری مرکز فشار در هر دو شوت موفق و ناموفق دو و سه امتیازی تقریباً یکسان است، اما در ادامه (یعنی از مرحلهٔ پرش تا فرود) نوسانات مرکز فشار در شوت ناموفق بیشتر از شوت موفق است که به نوعی نشان‌دهندهٔ عدم هماهنگی و تعادل آزمودنی‌ها در شوت ناموفق است.

در شکل‌های ج و د مشاهده می‌شود که تا قبل از لحظهٔ پرش نوسانات محل قرارگیری مرکز فشار در دو شوت موفق و ناموفق دو و سه امتیازی در محور y همانند محور x یکسان است، اما پس از آن میزان نوسانات محل قرارگیری مرکز فشار در شوت ناموفق (به‌خصوص شوت دو امتیازی) بیشتر از شوت موفق است.

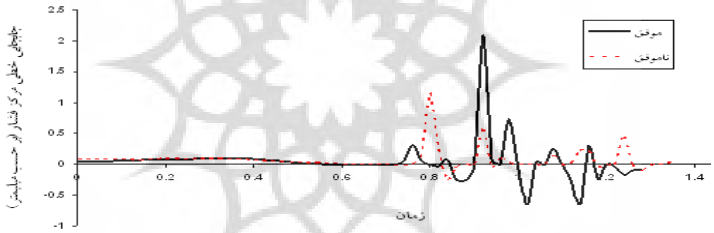
با توجه به یافته‌های تحقیق در رابطه با میانگین موقعیت قرارگیری مرکز فشار در شوت جفت دو و سه امتیازی موفق با ناموفق در چهار وضعیت آمادگی، خمیدگی، پرش، و فرود تنها در محور y در وضعیت خمیدگی برای شوت جفت سه امتیازی تفاوت معناداری مشاهده شد ($p\leq ۰/۰۵$).



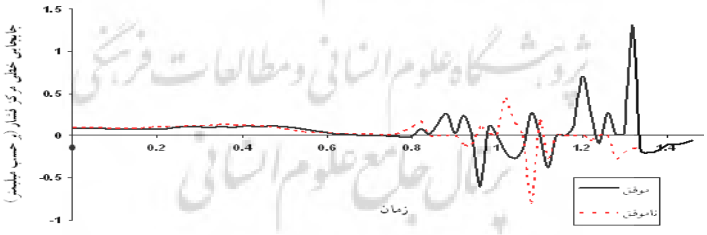
(الف)



(ب)



(ج)



(د)

شکل ۲. موقعیت مرکز فشار نسبت به مبدأ (مرکز صفحهٔ نیرو) روی محور x در شوت جفت دو و سه امتیازی طی اجرا (از وضعیت آمادگی تا فرود)

بحث و نتیجه‌گیری

هدف از انجام این تحقیق عبارت بود از بررسی کینماتیک زاویه‌ای مفاصل بدن و برخی پارامترهای کینتیکی مؤثر بر اجرای شوت جفت موفق و ناموفق از دو فاصلهٔ ۴٫۲۵ و ۶٫۲۵ متر. الیوت (۱۱) و میلر (۲۱) لحظهٔ رهایی را مهم‌ترین لحظه طی مراحل انجام شوت جفت نام برده‌اند. در لحظهٔ رهایی در مسافت ۴٫۲۵ متر میانگین زوایای مفاصل شانه، آرنج، مچ دست، و مچ پا در شوت موفق بیشتر و در فاصلهٔ ۶٫۲۵ متر کمتر بود. از طرفی، با افزایش مسافت، میانگین زوایای تمامی مفاصل در لحظهٔ رهایی، به‌جز مفصل مچ پا، در شوت موفق افزایش یافت.

با توجه به اینکه تحقیقی یافت نشد که به بررسی هم‌زمان زوایای مفاصل در دو شوت موفق و ناموفق بپردازد، فقط توانستیم نتایج شوت موفق و اثر افزایش فاصله بر آن‌ها را بررسی کنیم. نتایج این مطالعه با یافته‌های الیوت (۱۰) که نشان داد در مقایسهٔ شوت سه امتیازی با شوت دو امتیازی زاویهٔ مچ دست در شوت موفق افزایش پیدا می‌کند همخوانی دارد اما با نتایج تحقیق اسکوگلند (۲۷) که افزایش پلانتار فلکشن مچ پا را با افزایش فاصلهٔ در شوت موفق مرتبط می‌داند (۱۲۱٫۷۶ درجه در شوت دو امتیازی و ۱۱۹٫۵۰ در شوت سه امتیازی) مغایرت دارد. یافتهٔ مذکور نشان می‌دهد آزمودنی‌ها مرحلهٔ پرش تا رهایی را برای انجام مهارت با سرعت بیشتری انجام داده‌اند (مدت زمان کوتاه‌تری را هم صرف کرده‌اند). از طرفی، در هر دو مسافت مرحلهٔ رهایی تا فرود در شوت موفق مدت زمان بیشتری نسبت به شوت ناموفق برده است که نشان می‌دهد آزمودنی‌ها در شوت موفق در ارتفاع نزدیک به حداکثر ارتفاع از سطح زمین (اوج پرش- حداکثر ارتفاع در راستای عمودی- محور yها) اقدام به رهایی توپ کرده‌اند و احتمالاً باعث طولانی‌تر شدن زمان مرحلهٔ رهایی تا فرود شده است.

این نتایج با یافته‌های الیوت که بیان کرده مردان در شوت دو امتیازی موفق توپ را در اوج پرش رها می‌کنند همخوانی دارد (۱۱). همچنین، اختلاف بین میانگین زاویهٔ شوت موفق و ناموفق به ترتیب در مفاصل مچ پا، مچ دست، و ران معنادار بوده و به نوعی نشان‌دهندهٔ اثر تغییر در زاویهٔ این مفاصل بر نتیجه است. ضمن اینکه نتایج نشان می‌دهد مفاصل مذکور نقش بیشتری در موفقیت شوت آزمودنی‌ها در فاصلهٔ ۴٫۲۵ متر داشته‌اند.

در مفصل مچ دست میانگین زاویه‌ها در شوت موفق ۱۶۷٫۲۵ درجه و در شوت ناموفق ۱۵۹٫۶۵ درجه است که نشان می‌دهد میزان فلکشن بیشتر مچ دست در شوت ناموفق همراه با عدم موفقیت شوت در این فاصله بوده است. میانگین زاویه در مفصل ران آزمودنی‌ها در شوت موفق ۱۶۸٫۶۲ درجه و در شوت ناموفق ۱۸۴٫۴۱ درجه است که بیان می‌کند اکستنشن بیش از حد مفصل ران همراه عدم موفقیت شوت جفت بوده است. زاویهٔ مفصل مچ پا در لحظهٔ رهایی در شوت موفق ۱۲۱٫۷۶ درجه و در شوت ناموفق ۱۱۶٫۲۷ درجه است؛ یعنی، هرچه میزان دورسی فلکشن مچ پا بیشتر شده احتمال اوت شدن توپ افزایش یافته که این نتایج را اسکوگلند (۲۷) نیز بیان کرده است. در مسافت ۶٫۲۵ متر اختلاف بین زوایای مفاصل مچ پا و ران در دو شوت موفق و ناموفق معنادار بود. در مفصل ران هر چه میزان فلکشن ران آزمودنی‌ها بیشتر بوده، همراه با عدم موفقیت شوت بوده است. در این مسافت میانگین زاویهٔ مفصل مچ پا در شوت موفق ۱۱۹٫۵۰ درجه و در شوت ناموفق ۱۲۶٫۹۴ درجه است که نشان می‌دهد افزایش میزان پلانتار فلکشن مچ پا باعث

عدم موفقیت شوت شده است.

استفاده از تحلیل مدل رگرسیون لجستیک در نتایج به‌دست آمده نشان داد تنها زاویای مفصل ران در هر دو فاصله نقش مهمی بر موفقیت شوت جفت دارد. بررسی دیاگرام‌های زاویه‌به‌زاویهٔ مفاصل به طور کلی نشان می‌دهد که فقط میانگین زوایای مفاصل باعث می‌شود در هر دو فاصلهٔ شوت ناموفق، در مقایسه با همان فاصله با شوت موفق، زوایای بازتر (اکستنشن بیشتر) عامل تعیین‌کننده باشند (شکل ناموفق بالاتر از شکل موفق رسم شده است) و الگوی تغییرات حرکت زاویه‌ای مفاصل در هر دو فاصله در شوت موفق و ناموفق شبیه به یکدیگر است.

بررسی تأثیر محل قرارگیری و نوسان مرکز فشار نسبت به مبدأ (مرکز صفحهٔ نیرو) بر نتیجهٔ شوت جفت در چهار وضعیت (t_1، t_2، t_3، t_4)، روی دو محور x و y نشان داد که در محور xها (مؤلفهٔ میانی- کناری) در مسافت ۴٫۲۵ متر، فاصلهٔ مرکز فشار از مبدأ (مرکز صفحهٔ نیرو) در شوت جفت موفق در تمامی وضعیت‌ها، به غیر از وضعیت t_4 (فرود) نسبت به شوت جفت ناموفق (به طور میانگین ۵٫۳۳ میلی‌متر) بیشتر است. در مسافت ۶٫۲۵ متر در تمامی وضعیت‌ها (t_1، t_2، t_3، t_4) شوت جفت سه امتیازی موفق، مرکز فشار در فاصله‌ای دورتر از مبدأ در جهت منفی نسبت به شوت جفت سه امتیازی ناموفق قرار گرفته است.

علت احتمالی واقع شدن مرکز فشار در جهت منفی محورxها، ممکن است به این دلیل باشد که از آزمودنی‌ها خواسته شد به نحوی به اجرای مهارت بپردازند که با هر دو پا روی صفحهٔ نیرو مستقر شوند. انجام این اقدام احتمالاً دلیل حرکت رو به عقب آزمودنی‌ها (در جهت منفی) است.

بررسی شکل‌های نوسانات محل قرارگیری مرکز فشار در طول اجرا در محور xها نیز نشان می‌دهد که در ابتدای حرکت تا قبل از زمان پرش، نوسانات مرکز فشار در هر دو شوت موفق و ناموفق دو و سه امتیازی تقریباً یکسان است، ولی در ادامه (یعنی از مرحلهٔ پرش تا فرود) نوسانات مرکز فشار در شوت موفق تا حدودی (به ویژه، در شوت جفت سه امتیازی) بیشتر از شوت ناموفق است، که به نوعی نشان‌دهندهٔ افزایش جنبش و نوسان آزمودنی‌ها در شوت موفق است که به نوعی گفتهٔ هادسون را مبنی بر اینکه جنبش و نوسان بالا در محور xها در حین اجرای شوت جفت در موفقیت شوت اخلال پدیدمی‌آورد رد می‌کند (۱۶).

اما اختلافات مشاهده شده در دو شوت موفق و ناموفق دو و سه امتیازی در هر دو مسافت در محور xها، از لحاظ آماری تفاوت معناداری نداشت. درمحور yها (مؤلفهٔ عقبی - جلویی) در مسافت ۴٫۲۵ متر غیر از وضعیت t_1 (آمادگی) در بقیه وضعیت‌ها مرکز فشار در شوت موفق دو امتیازی در فاصلهٔ دورتری (به طور میانگین ۱۳ میلی‌متر) از مبدأ نسبت به شوت ناموفق دو امتیازی قرار گرفت، در حالی که در شوت جفت سه امتیازی از مسافت ۶٫۲۵ متر، در دو وضعیت t_3 (پرش) و t_4 (فرود) مرکز فشار در شوت جفت موفق در فاصلهٔ دورتری (به طور میانگین ۲۷٫۵ میلی‌متر) از مبدأ نسبت به شوت جفت ناموفق قرار داشت، ولی در رابطه با شوت جفت ناموفق مرکز فشار در وضعیت‌های t_1 (آمادگی) و t_2 (خمیدگی) در فاصلهٔ دورتری (به طور میانگین ۲۳ میلی‌متر) از مبدأ نسبت به شوت موفق واقع شده بود. ازآنجاکه میزان نوسانات و محل قرارگیری مرکز فشار (خصوصاً در محور yها) رابطهٔ نزدیکی با پایداری و تعادل در هنگام انجام

شوت دارد (۱۶)، تفسیر احتمالی این یافته آن است که در شوت موفق دو امتیازی و به ویژه در شوت جفت سه امتیازی در دو وضعیت پرش و فرود پایداری و تعادل آزمودنی‌ها نسبت به شوت ناموفق (برای دستیابی به حالت مطلوب شوت کردن) تا حدودی کاهش می‌یابد که این نتایج هادسون را مبنی بر اینکه پایداری بالا در شوت جفت باعث عدم موفقیت شوت می‌شود تأیید می‌کند (۱۶). اما نتایج آماری یافته‌ها در محور yها نشان داد تنها در وضعیت خمیدگی، محل قرارگیری مرکز فشار در شوت ناموفق بیشتر از شوت موفق است و تفاوت بین آن‌ها معنادار بود ($p\leq ۰/۰۵$). تنها توانستیم نتایج را با تحقیق شهابی‌کاسب (۲) مقایسه کنیم که تفاوت معناداری در نوسانات مرکز فشار روی دو محور (x و y) شوت موفق و ناموفق مشاهده نکرد. این نتایج با یافته‌های مربوط به لحظهٔ خمیدگی تحقیق حاضر در محور yها مغایرت داشت.

به نظرمی‌رسد دلیل احتمالی تفاوت، ناشی از نحوهٔ انجام شوت جفت بین این دو تحقیق باشد. در تحقیق شهابی‌کاسب آزمودنی پس از دریافت توپ از سمت راست به صورت پاس و برداشتن و گذاشتن پا روی صفحهٔ نیرو اقدام به پرتاب توپ کرده است، در حالی که در تحقیق حاضر از ابتدا توپ در دست آزمودنی قرار داشت و روی صفحهٔ نیرو به صورت درجا (شوت جفت ثابت) رو به بالا پرش می‌کرد و شوت جفت انجام می‌شد. البته می‌توان موارد دیگری همچون سطح آمادگی و مهارتی آزمودنی‌ها را نیز عواملی در مشاهدهٔ مغایرت نتایج این تحقیق با مطالعهٔ مذکور در خصوص نحوهٔ انجام شوت جفت ذکر کرد.

نتیجه‌گیری نهایی

با توجه به اطلاعات به‌دست آمده، در مسافت ۴/۲۵ متر تغییرات زاویهٔ مچ دست، ران، و مچ پا و در مسافت ۶/۲۵ متر تغییرات زاویهٔ ران و مچ پا در دو شوت موفق و ناموفق نقش مؤثری بر موفقیت شوت جفت داشته‌اند. همچنین، محل قرارگیری مرکز فشار در محور y در وضعیت خمیدگی نقش مؤثری بر موفقیت شوت جفت سه امتیازی دارد.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

منابع

۱. جعفری، اکرم، ۱۳۸۵، «توصیف و تعیین رابطه بین ویژگی های آنتروپومتریکی و فیزیولوژیکی با موفقیت تکواندوکاران». نشریهٔ المپیک، سال چهاردهم، شماره ۴.

۲. شهابی‌کاسب، محمدرضا، ۱۳۸۳، «بررسی نیروهای عکس‌العمل زمین و مسیر حرکت مرکز فشار بی‌دقتی در شوت جفت بسکتبال». پایان‌نامهٔ کارشناسی‌ارشد. دانشگاه شهید بهشتی تهران.

۳. صادقی، حیدر، ۱۳۸۶، «رابطهٔ دامنهٔ حرکتی شانه و ویژگی‌های آنتروپومتریک با سندروم عضله تحت خاری در والیبالست‌های نخبه». نشریهٔ المپیک، سال پانزدهم، شماره۱

۴. نسودی‌رضایی، خلیل، ۱۳۷۵، «مقایسهٔ اندازه‌ها و ترکیبات بدن و شاخص‌های اجرای مهارت بر اساس پست‌های مختلف بازی در بین بازیکنان بسکتبال». پایان‌نامهٔ کارشناسی‌ارشد. دانشگاه تربیت مدرس.

۵. هی‌وود، کاتلین ام، ۱۳۷۷، «رشد و تکامل حرکتی در طول عمر»، ترجمهٔ مهدی نمازی‌زاده، و محمدعلی اصلانخانی، انتشارات سمت.

۶. هال، وسیل، ۱۳۸۲، «آموزش گام به گام بسکتبال». ترجمهٔ محمدهادی و ذوالفقار کریمی. چاپ دوم، تهران، انتشارات گلستان کتاب، ۶۵-۷۲.

7. Brancazio, P. (1981). "Physics of basketball". Am J Phy. 49(4) :356- 65.
8. Clearly, T. (2001). "A biomechanics analysis of fatigue compensation in skilled basketball jump shooters". J Sport Bio.12(2):86-95.
9. Drysdal, S.J. (1972). A cinematographic and comparative analysis of the basketball jump shot. Unpublished doctoral Dissertation, University of Iowa.
10. Elliott, B., White, E. (1989). "A kinematic and kinetic Analysis of the Female Two Point and Three Point Jump Shots in Basketball". The Aus J Sci Med Sport, 21, 7-11.
11. Elliott, B. (1992). "A kinematic Comparison of the Male and Female Two Point and Three Point Jump Shots in Basketball". Australian J Sci Med Sport, 24(4), 11-18.
12. Gaunt, S.J. (1976). A Cinematographic and comparative analysis of the basketball jump shoot as performed by male and female shooters. Unpublished master thesis. Eastern Kentuckyhmond.
13. Hay, J.G. (1994). The biomechanics of sport techniques prentice hall inc:Englewood Cliffs.
14. Hamilton, G.R., Reinschmidt, C. (1997). „Optimal trajectory for the basketball free throw". J Sport Sci. 15:491-504.
15. Hudson, J.L. (1985). "Diagnosis of biomechanical errors using regression analysis". In J Terauds and J. Barham(Ed). J Biomech Sports. 339-343.
16. 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. 0
17. Indeman, B., Libkuman, T., King, D. (2000). "Development of an instrument to assess jump shooting form in basketball". J Sport Behav.18(2): 42-49.
18. Kudson, D. (1993). "Biomechanics of the basketball jump shoot- six key teaching points". J Phy Edu Rec & Dance. 64(2): 67-73.
19. Miller, S., Bartlet, R M. (1993). The effects of increased shooting distance in the basketball jump shot. Department of Sport and Environmental Science.
20. Miller, S. (2002). High of release, technical manager,international tennis federation.
21. Miller, S., Bartlett, R. (1996). "The relationship between basketball shooting kinematics, distance and playing position". J Sports Sci.14:243- 53.
22. Penros, T., Blanksby, B. (1976). "Two methods of basketball jump shooting techniques by two groups of different ability". Aus J Health Education & Recr, 71,14-23.

23. **Raoul, R.D., Oudijanse, R.,Van de langenberg, R.I. (2002). "Aming at a far target under different viewing condition: visual control in basketball jump shooting". J Hum Mov Sci. 21: 457- 80.**
24. **Rojas, F.J., Cepero, M.O. (2000). "Kinematic adjustments the basketball jump shoot against an opponent". J Orgon.43(10): 25-36.**
25. **Satti, S. (2004). The Prfect Basketball Shot. International J Non-Linear Mechanics.**
26. **Satern, M.N. (1993). "Kinematics parameters of basket ball jump shots projected from varying distance". J Sport Sci. 2:32-40.**
27. **Skogland, J., Syverson, J. (2004). Biomechanical analysis of the basketball free throw. www.geocities.com/colosseum.**
28. **Walters, M., Hudson, J.M., Bird, M. (1990). "Kinematic adjustment in basketball shooting at three distance". J Biomech in Sport. 8: 219-223.**
29. **Winter, D. (1990). Biomechanics and Motor control of Human movement. (2P^{ndP}ed), 1-4.**
30. **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), 103-109.**

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی