پژوهش در علوم‌ورزشی
شمارهٔ شانزدهم، ص‌ص۱۷۲-۱۸۷
دریافت:۸۶/۵/۴
پذیرش:۸۶/۹/۴

کینماتیک زاویه‌ای مفاصل در اجرای شوت جفت بسکتبالیست‌های مرد تیم ملی

دکترحیدر صادقی[۱]، محمد شریعت‌زاده جنیدی[۲]، زهره برهانی کاخکی[۳]
۱. دانشیار دانشگاه تربیت معلم تهران، ۲و۳. کارشناس ارشد بیومکانیک ورزشی دانشگاه تربیت معلم تهران

چکیده

از آنجا که شوت جفت یکی از مهم‌ترین و مؤثرترین راه‌های کسب امتیاز در بازی بسکتبال (۸۰درصد شوت‌ها) به‌شمار می‌آید، شناسایی عوامل موثر بر موفقیت و یا عدم موفقیت شوت جفت اجتناب‌ناپذیر است. هدف از انجام این تحقیق مقایسهٔ کینماتیک زاویه‌ای مفاصل بدن در اجرای شوت جفت موفق و ناموفق از دو فاصلهٔ ۴/۲۵ و ۶/۲۵ متر است. شش نفر از بهترین شوت‌زنان سوپرلیگ کشور که سابقهٔ عضویت در تیم ملی را داشتند، در این تحقیق به عنوان آزمودنی شرکت کردند. ده مارکر بر روی برجستگی‌های استخوانی آنها نصب و از آزمودنی‌ها خواسته شد که از دو فاصلهٔ ۴/۲۵ و ۶/۲۵ متری اقدام به پرتاب شوت جفت کنند. اطلاعات یک شوت موفق و یک شوت ناموفق از هر دو فاصله با استفاده از دوربین فیلمبرداری[۱] ثبت و با نرم افزار وین آنالیز[۲] تجزیه و تحلیل شد. از آزمون ناپارامتری ویلکاکسون و همچنین آزمون مدل رگرسیون لجستیک در سطح ($p<0/05$) برای تعیین میزان معنی‌دار بودن تفاوت بین دو اجرای موفق و ناموفق و تعیین مفاصل موثر بر موفقیت شوت استفاده شد. نتایج نشان داد که در مسافت ۴/۲۵ متر (شوت دو امتیازی) اختلاف بین میانگین زاویهٔ شوت موفق و ناموفق به ترتیب در مفاصل مچ پا، مچ دست و ران، و در مسافت ۶/۲۵ متر (شوت سه امتیازی) اختلاف زوایای مفاصل ران و مچ پا در سطح ($p<0/05$) معنی‌دار است و به نوعی تغییر در زاویه (کاهش زاویهٔ مچ دست و مچ پا و افزایش زاویهٔ ران در شوت دو امتیازی و افزایش زوایای ران و مچ پا در

---

۱ Win Analyze
۲ Kodak (motion Corder Analyzer)

شوت سه امتیازی) این مفاصل احتمال ناموفق بودن شوت را افزایش می‌دهد. همچنین در بررسی همزمان تمامی زوایای مفاصل در هر دو مسافت به‌وسیلهٔ مدل آماری رگرسیون لجستیک، تنها مفصل ران به‌عنوان عامل اثرگذار بر موفقیت شوت جفت در سطح معنی‌داری ($p<0.05$) مشخص شد. نتایج به‌دست آمده نشان داد که تغییرات زاویه‌ای مفاصل در لحظهٔ رهایی، عاملی مهم و مؤثر بر نتیجهٔ شوت جفت است.

واژه‌های کلیدی: بسکتبال، کینماتیک زاویه‌ای، شوت جفت موفق و ناموفق.

مقدمه

ورزشکاران همیشه درصدد بهبود مهارت‌ها و توانایی‌های حرکتی خود برای کسب رکوردها و موفقیت‌های بیشتر هستند. با توجه به اینکه توانایی‌های فیزیکی، مهارتی و روانی، از جمله عوامل تعیین کننده برای رسیدن به نقطهٔ اوج ورزشکاران در اجرای مهارت‌های ورزشی است،[1] شناسایی شدت تأثیر هر کدام از عوامل یادشده، مورد توجه استعدادیابان، محققان، مربیان، ورزشکاران و دست‌اندرکاران ورزش حرفه‌ای است. امروزه با بهره‌گیری از علم بیومکانیک، شاهد پیشرفت و بهبود رکوردها، تکنیک‌ها و تاکتیک‌ها در رشته‌های مختلف ورزشی هستیم که بنیان‌گذاشتهٔ بسط و 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.[2]

بسکتبال، ورزشی متفاوت با دیگر ورزش‌هاست، زیرا علاوه بر اینکه یک بازی گروهی است، یک بازی فردی نیز به‌شمار می رود. از آنجا که در این رشته مهارت‌ها و توانایی‌های فردی نقش به‌سزایی در موفقیت تیم‌ها دارد، بهبود مهارت‌های فردی کمک شایانی به کار گروهی خواهد کرد. در بازی بسکتبال، کسب امتیاز توسط مهارتی به نام شوت انجام می‌شود. از انواع مختلف شوت (هوک، سه‌گام، جفت و ...)، شوت جفت، امتیازآورترین، مهم‌ترین و کاربردی‌ترین شوت در بسکتبال محسوب می‌شود و به همین دلیل، اجرای ماهرانهٔ آن بسیار مورد توجه مربیان و بازیکنان این رشته است.[3] بنابراین یافتن عامل کلیدی که موفقیت یا عدم موفقیت شوت را تعیین می‌کند، آموزش اصولی این عامل توسط مربیان و اجرای صحیح آن توسط بازیکنان، در تضمین پیروزی یک تیم مؤثر خواهد بود.

در مورد نقش پارامترهای کینماتیکی در اجرای بهینهٔ شوت جفت، پژوهش‌های متعددی انجام شده است که بیشتر آنها به بررسی شوت جفت موفق پرداخته‌اند و عامل‌هایی را به‌عنوان عوامل تأثیرگذار بر شوت موفق

ذکر کرده‌اند، درحالی‌که ممکن است این عامل‌ها در شوت ناموفق نیز اثرگذار باشند. همچنین ممکن است عوامل دیگری در تعیین موفقیت شوت نقش داشته باشند. از نظر بیومکانیکی، موفقیت شوت جفت به عامل‌های گوناگونی چون مسیر پرواز توپ، ارتفاع رهایی، سرعت رهایی، زاویهٔ رهایی، مسافت از سبد، وضعیت، حرکت بدن، مقاومت هوا، هماهنگی اندام‌های فوقانی و تحتانی و چرخش توپ بستگی دارد[۶-۹]. برای مثال ساتی در مقایسهٔ دو شوت موفق و ناموفق پرتاب آزاد، مشاهده کرد هیچ عاملی به تنهایی سبب موفقیت شوت خوب نمی‌شود، بلکه ترکیبی صحیح از هر دو عامل زاویه و سرعت درآن نقش دارد[۱۰]. همیلتون[۱۱] پرتاب آزاد موفق و ناموفق را در مسافت‌های مختلفی آزمایش کرد و دریافت که ۶۵ تا ۸۵ درصد اشتباهات، مرتبط با سرعت اولیهٔ توپ است. درتحقیقی دیگر دربارهٔ مقایسهٔ تکنیک شوت جفت دو و سه امتیازی زنان و مردان ،مشخص شد که زنان توپ را در شوت جفت دو امتیازی نسبت به سه امتیازی زودتر از زمان اوج پرش رها می‌کنند، درحالی‌که مردان، در شوت دو امتیازی توپ را در اوج پرش رها کردند[۱۳و۱۲]. میلر[۷] سرعت زاویه‌ای مفاصل بازوی شوت و سرعت خطی شانه بازوی شوت را در لحظهٔ رهایی ، از جمله عوامل مؤثر بر سرعت رهایی ذکر کرده است، در حالی‌که کلیرلی[۴] نشان داد که دامنه مطلوبی از زوایای رهایی وجود دارند که با موفقیت شوت مرتبط‌اند . او دامنهٔ میانی شوت جفت را بین ۵۵-۱۹ درجه توصیه کرد. اسکوگلند در مقایسهٔ تکنیک شوت سه گروه ماهر، نیمه‌ماهر و مبتدی، عامل ناهماهنگ شدن شوت جفت در افراد مبتدی را زاویهٔ آرنج معرفی کرد. در اجرای مهارت شوت جفت از لحظهٔ آمادگی تا فرود، فرد مبتدی به اندازهٔ فرد ماهر جابه‌جایی زاویه‌ای مفصل آرنج ایجاد نکرد ،همچنین مفصل آرنج در صفحهٔ عمودی همراستا با مفصل مچ دست و شانه نبود که ممکن است سبب وارد آمدن نیروی کم به توپ شود و در مقابل سرعت زاویه‌ای بیشتری در رهایی ایجاد کند[۱۴]. اسکولنیک در پژوهشی که به بررسی عملکرد بازوی شوت‌زن ماهر پرداخت، دریافت که هیچ تفاوت معنی‌داری در جابه‌جایی زاویه‌ای، سرعت رهایی و جابه‌جایی کلی مفصل مچ دست از شروع حرکت تا رهایی در سه مسافت ۲/۷۴، ۴/۷۵ و ۶/۴۰ متر وجود ندارد.

با توجه به پژوهش‌های انجام‌شده در زمینهٔ شوت جفت، تحقیقی یافت نشد که به مقایسهٔ همزمان شوت جفت، موفق و ناموفق با استفاده از پارامترهای کینماتیکی بپردازد. ازاین‌رو با فرض تفاوت بین کینماتیک زاویه‌ای مفاصل در اجرای موفق و ناموفق شوت جفت، تحقیق حاضر با هدف مقایسهٔ کینماتیک زاویه‌ای مفاصل بدن در اجرای شوت جفت موفق و ناموفق از دو فاصلهٔ ۴/۲۵ و ۶/۲۵ متر انجام گرفت.

روش شناسی

شش نفر از بهترین شوت‌زن‌های تیم ملی بسکتبال بزرگسالان، با میانگین سنی ۴/۰۴±۲۴/۳۳ سال، قد ۲/۲۱±۱۸۹/۶۷ سانتیمتر، وزن ۵/۵۸±۸۴ کیلوگرم و سابقهٔ بازی ۲/۵±۱۰ سال که همگی راست دست بودند و در پست گارد رأس و فوروارد بازی می کردند، در این تحقیق که در محل آکادمی کمیتهٔ ملی المپیک بخش سنجش قابلیت‌های جسمانی انجام شده شرکت کردند. پس از تکمیل فرم رضایت‌نامه توسط هر بازیکن، با استفاده از ترازو و قدسنج، وزن و قد آزمودنی‌ها اندازه گیری شد. آزمودنی‌ها رکابی و شورت ورزشی کوتاه پوشیده بودند. به آنان توضیح داده شد که باید به صورت ثابت و بدون دریبل از دو مسافت ۴/۲۵ متر (شوت دو امتیازی) و ۶/۷۵ متر (شوت سه امتیازی) به‌صورت عمود بر تخته، اقدام به اجرای مهارت شوت جفت کنند، ولی برای آنها در مورد موفق یا ناموفق بودن شوت جفت و هدف محقق توضیحی ارائه نشد. درمجموع هشت مارکر منعکس کننده با قطر ۲۵ میلیمتر در سمت راست بدن آزمودنی‌ها بر روی مراکز نشاندار نصب شد که به ترتیب شامل پنجمین استخوان کف پا، مچ پا، زانو، ران، شانه، آرنج، مچ دست و پنجمین استخوان کف دست بود. مارکرها بر روی پنجمین استخوان کف پا و پنجمین استخوان کف دست ، فقط تعیین فریم پرش بازیکن و فریم رهایی توپ بود. زوایای هر مفصل در لحظهٔ رهایی محاسبه شد. برای محاسبه زوایای هر مفصل از سه مارکر استفاده شد. برای مثال برای محاسبهٔ زاویه مفصل آرنج از سه مارکر نصب شده بر روی مفاصل شانه، آرنج و مچ دست و برای محاسبهٔ زاویهٔ مفصل مچ دست در لحظه رهایی از سه مارکر نصب‌شده بروی مفاصل آرنج، مچ دست و انگشت پنجم کف دست استفاده شد. این کار برای محاسبهٔ زوایای مفاصل اندام تحتانی نیز انجام شد. دو مسافت ۴/۲۵ و ۶/۲۵ متر نسبت به مرکز حلقه بر روی زمین مشخص شده بود. دو دوربین فیلمبرداری کدک با قابلیت فیلمبرداری ۶۰ تا ۵۰۰ فریم در سرعت ۶۰ هرتز تنظیم شد تا به‌صورت سه‌بعدی امکان فیلمبرداری از شوت جفت را فراهم کند. به‌منظور کالیبره کردن دوربین‌ها، فریم کالیبره‌سیون در محل شوت قرار گرفت تا محدوده شوت برای دوربین‌ها تعریف شود. هر دو دوربین در سمت راست بازیکن به فاصلهٔ ۴/۲۶ متر از یکدیگر و ۱۱/۵ متر از محل قرارگیری بازیکن قرار گرفتند، به گونه‌ای که یک دوربین عمود بر خط شوت بود و دیگری نسبت به خط شوت زاویهٔ ۴۵ درجه داشت تا همزمان از حلقه و بازیکن در هر دو مسافت فیلمبرداری شود. فیلمبرداری از زمان اعلام آمادگی بازیکن و قرار گرفتن در محل تعیین شده، آغاز و تا شه فریم پس از تعیین نتیجهٔ شوت، ادامه می‌یافت. پس از آنکه آزمودنی‌ها ده دقیقه به گرم کردن و تمرین شوت پرداختند، اطلاعات مربوط به اولین شوت جفت موفق و اولین شوت جفت ناموفق هر بازیکن در هر دو مسافت ذخیره

شد. پس از فیلم‌برداری و ذخیرهٔ چهار شوت از هر بازیکن، فیلم‌ها توسط نرم‌افزار وین آنالیز تجزیه و تحلیل شد. این نرم‌افزار، امکان ردیابی مارکرها را به‌طور خودکار فراهم کرده و وضعیت و موقعیت آنها را تجزیه و تحلیل می‌کند. عددی کردن مارکرهای نصب‌شده بر مراکز نشاندار آزمودنی، از زمانی که هر آزمودنی در محل مناسب قرار می‌گرفت و آمادگی خود را اعلام می‌کرد آغاز شد و تا ده فریم پس از برخورد توپ به حلقه یا ورود به سبد ادامه یافت. نمایش گرافیکی و تعیین ارزش‌های عددی و مقادیر زوایای مفاصل بازیکنان در لحظهٔ رهایی در دو شوت موفق و ناموفق در هر دو مسافت ثبت و برای تحلیل اطلاعات از آزمون ناپارامتری ویلکاکسون و روش آماری رگرسیون لجستیک به کمک نرم‌افزار spss-۱۳ استفاده شد.

یافته‌های تحقیق

در جدول ۱ میانگین و انحراف استاندارد زوایای مفاصل در شوت‌های موفق و ناموفق در دو مسافت ۴/۲۵ و ۶/۲۵ متر ارائه شده است. با توجه به میانگین زاویهٔ مفاصل در دو شوت موفق و ناموفق،مشاهده می‌شود که در مسافت ۴/۲۵ متر میانگین زاویهٔ مفاصل شانه، آرنج، مچ دست و مچ پا از شوت ناموفق بیشتر و تنها میانگین زوایای دو مفصل ران و زانو در شوت ناموفق از شوت موفق بیشتر است. بیشترین اختلاف مربوط به زاویهٔ مفصل ران است که ۱۶ درجه در شوت ناموفق از موفق بیشتر است. کمترین اختلاف مربوط به زاویهٔ مفصل شانه با دو درجه اختلاف مابین شوت موفق و ناموفق است. همچنین با توجه به میانگین زاویه مفاصل در دو شوت موفق و ناموفق در فاصلهٔ ۶/۲۵ متر،مشاهده می‌شود که میانگین همهٔ زوایای مفاصل در شوت موفق از شوت ناموفق کمتر است. بیشترین اختلاف مربوط به مفاصل شانه و مچ پا با هفت درجه اختلاف و کمترین اختلاف در مفصل زانو با یک درجه اختلاف بین شوت موفق و ناموفق، مشاهده می‌شود. همچنین مشاهده می‌شود که با افزایش مسافت میانگین زوایای همهٔ مفاصل در لحظهٔ رهایی به‌جز، مفصل مچ پا در شوت موفق افزایش می‌یابد و مشابه این شرایط به‌جز در زاویهٔ مفصل زانو در شوت ناموفق نیز برقرار است.

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

مفصل	مسافت ۴/۲۵ متر		مسافت ۶/۲۵ متر	
	موفق	ناموفق	موفق	ناموفق
شانه	۱۲۰/۴۰ (۱۴/۴۳)	۱۱۸/۲۳ (۱۳/۲۵)	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 (۴/۲۶)	۱۵۹/۶۵ (۵/۲۹)	۱۷۳/۰۷ (۵/۷۲)	۱۷۳/۶۷ (۱۶/۲۴)
ران	۱۶۸/۶۲ (۱۱/۰۳)	۱۸۲/۴۱ (۱۳/۰۷)	۱۶۴/۷۵ (۱۰/۵۲)	۱۷۰/۵۲ (۱۴/۳۹)
زانو	۱۵۷/۰۴ (۷/۴۲)	۱۶۰/۴۱ (۵/۹۴)	۱۵۹/۸۲ (۴/۶۰)	۱۶۰/۶۱ (۸/۰۵)
مچ پا	۱۲۱/۷۶ (۱۰/۰۳)	۱۱۶/۲۷ (۱۰/۳۳)	۱۱۹/۵۰ (۵/۱۹)	۱۲۶/۹۴ (۹/۹۳)

جدول ۲ مدت زمانی را که آزمودنی‌ها صرف مرحلهٔ پرش تا رهایی و رهایی تا فرود کرده، نشان می‌دهد. همان‌گونه که مشاهده می‌شود، 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 داده‌اند. اما بر عکس حالت پرش تا رهایی، در هر دو مسافت، مرحلهٔ رهایی تا فرود در شوت موفق مدت زمان بیشتری نسبت به شوت ناموفق به خود اختصاص داده است. بررسی این دو حالت نشان می‌دهد که آزمودنی‌ها در شوت موفق در ارتفاع نزدیک به حداکثر ارتفاع از سطح زمین (اوج پرش) اقدام به رهایی توپ کرده‌اند که همین عامل سبب طولانی‌تر شدن زمان مرحلهٔ رهایی تا فرود شده است. همچنین نتایج آزمون غیرپارامتری ویلکاکسون برای بررسی مدت زمان صرف‌شده در شوت‌های موفق و ناموفق در دو حالت پرش تا رهایی و رهایی تا فرود در دو مسافت ۴/۲۵ و ۶/۲۵ متر نشان می‌دهد که اختلاف بین میانگین مدت زمان صرف‌شده در لحظهٔ رهایی تا فرود در شوت موفق با افزایش فاصله از ۴/۲۵ به ۶/۲۵ متر معنی‌دار است.

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

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

* همیستگی معنی‌دار ($p<0/05$)

جدول ۳ نتایج آزمون ویلکاکسون را برای مقایسهٔ اختلاف بین میانگین زاویه‌های مفاصل در دو شوت موفق و ناموفق در فاصله‌های ۴/۲۵ و۶/۲۵ متر نشان می‌دهد. با توجه به سطح معنی‌داری تعیین‌شده برای این آزمون، اختلاف بین میانگین زاویهٔ شوت‌های موفق و ناموفق به ترتیب در مفاصل مچ پا، مچ دست و ران معنی‌دار بوده و به نوعی تغییر در زاویهٔ این مفاصل با عدم موفقیت شوت همراه بوده است. با توجه به نتایج به‌دست آمده می‌توان گفت که این مفاصل نقش مهم‌تری در موفقیت شوت آزمودنی‌ها در فاصلهٔ ۴/۲۵ متر داشته‌اند. همچنین نتایج آزمون ویلکاکسون در فاصلهٔ ۶/۲۵ متر اختلاف بین میانگین زاویهٔ مفاصل ران و مچ پا در شوت موفق و ناموفق را معنی‌دار نشان می‌دهد و به نوعی تغییرات در زاویهٔ این دو مفصل نقش بیشتری در عدم موفقیت شوت جفت در فاصلهٔ ۶/۲۵ متر داشته است. البته مشاهده می‌شود که این دو مفصل در فاصلهٔ ۴/۲۵ متر نیز معنی‌دار شده بودند. همچنین بررسی همزمان زوایای مفاصل در دو شوت موفق و ناموفق و در دو مسافت ۴/۲۵ و ۶/۲۵ متر با استفاده از آزمون رگرسیون لجستیک در سطح معنی‌داری ($p<0/05$) در این جدول نشان داده شده است. علت استفاده از این آزمون دو حالتی بودن متغیر وابستهٔ موفقیت و عدم موفقیت شوت بود. نتایج نشان می‌دهد که از بین زوایای مختلف،تنها زاویهٔ مفصل ران ($p=0/02$) وارد مدل شده و به نوعی زاویهٔ مفصل ران در هر دو فاصله، نقش مهمی در موفقیت و عدم موفقیت شوت جفت داشته است.

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

مسافت مفصل	مقادیر آزمون ویلکاکسون برای شوت‌های 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	۰/۱۹

* معنی‌دار ($p<0/05$)

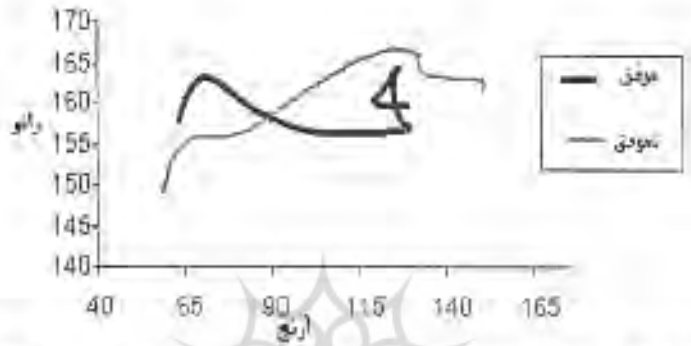
پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی

بررسی میزان پراکندگی (CV) زوایای مفاصل از لحظهٔ پرش تا فرود در جدول ۴ نشان می‌دهد که در شوت دو و سه امتیازی غیر از مفصل مچ دست و شانه (فقط در شوت دو امتیازی)، ضریب تغییرات دیگر مفاصل در شوت موفق کمتر از شوت ناموفق است. بیشترین اختلاف در مفصل آرنج در شوت سه امتیازی ۶درصد است. البته اختلاف مفاصل دیگر بسیار کم و در حد ۱درصد است.

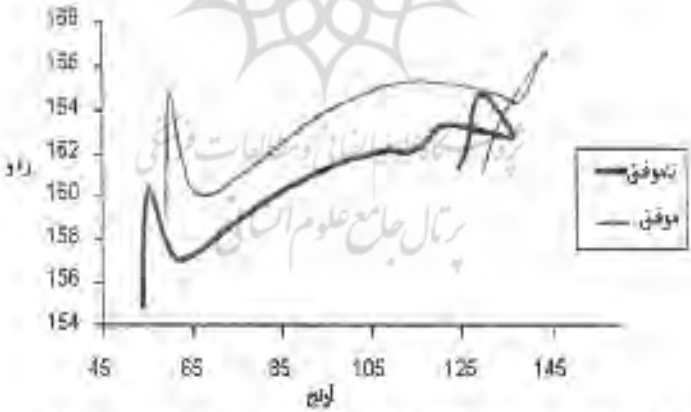
جدول ٤. ضریب تغییرات برای جابه‌جایی زاویه‌ای مفاصل از لحظهٔ پرش تا فرود در شوت‌های موفق و ناموفق دو و سه امتیازی

مفصل	شوت دو امتیازی		شوت سه امتیازی	
	موفق	ناموفق	موفق	ناموفق
شانه	٪۹	٪۹	٪۱۱	٪۱۳
آرنج	٪۳۲	٪۳۳	٪۲۰	٪۲۶
مچ دست	٪۱۹	٪۱۸	٪۱۵	٪۱۱
ران	٪۲	٪۲	٪۳	٪۴
زانو	٪۱	٪۲	٪۲	٪۳
مچ پا	٪۱	٪۲	٪۴	٪۵

در نمودارهای ۱ و ۲ دیاگرام زاویه به زاویهٔ مفصل آرنج و زانو در دو شوت موفق و ناموفق در دو فاصله ۴/۲۵ و ۶/۲۵ متر نشان داده شده است. نمودار ۱ نشان می‌دهد که در شوت موفق میانگین زوایای مچ دست به شانه از شوت ناموفق بیشتر بوده و تا انتهای حرکت در سطح بالاتری (از نظر اندازهٔ زاویه) نسبت به شوت ناموفق واقع شده است. البته الگوهای تغییرات زاویه‌ای شوت موفق و ناموفق طیر از بخش آخر شبیه به یکدیگرند. اما در نمودار ۲ ، الگوی تغییرات زاویه‌ای در شوت‌های موفق و ناموفق در شروع حرکت یکسان است. ولی در ادامه حرکت در نمودار شوت موفق، روندی نزولی (ناشی از کاهش زوایای آرنج و زانو) مشاهده می‌شود که در شوت ناموفق این مرحله سیر صعودی دارد و تا انتهای حرکت در زوایای بزرگ‌تری نسبت به شوت موفق انجام می‌شود.



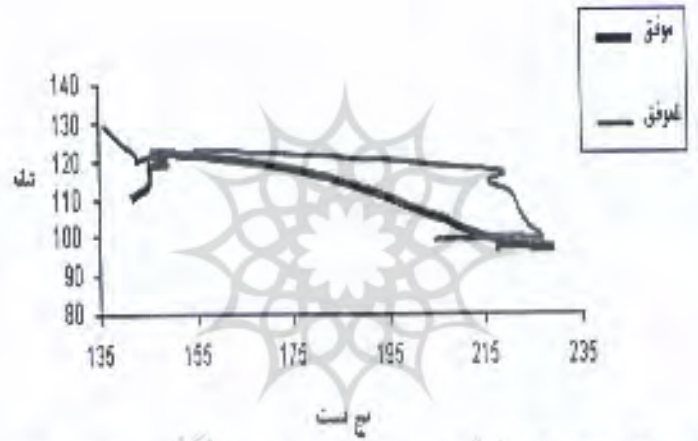
نمودار ۱. حرکت زاویه‌ای مفصل آرنج به زانو در شوت‌های موفق و ناموفق سه امتیازی



نمودار ۲. حرکت زاویه‌ای مفصل آرنج به زانو در شوت‌های موفق و ناموفق دو امتیازی

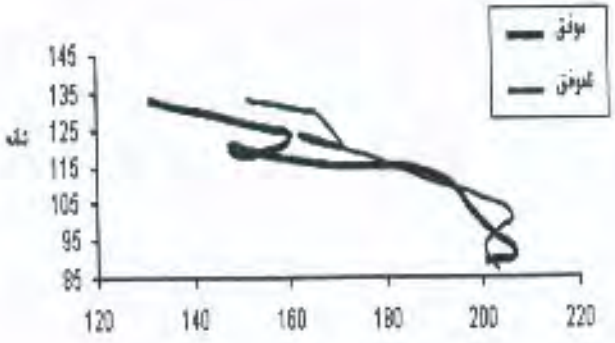
نمودارهای۳ و۴ نیز دیاگرام‌های زاویه به زاویهٔ مفصل مچ دست به مفصل شانه در دو شوت موفق و ناموفق را در فواصل ۴/۲۵ و ۶/۲۵ متر نشان می‌دهد. مشاهده می‌شود که در هر دو فاصله الگوی تغییرات زاویه‌ای دو مفصل نسبت به یکدیگر در شوت‌های موفق و ناموفق تقریبا مشابه است و نقطه

میانگین زوایای مفاصل سبب شده که در هر دو فاصله شوت ناموفق با زوایای بازتر (اکستنشن بیشتر) نسبت به شوت موفق انجام شود (نمودار ناموفق بالاتر از نمودار ناموفق رسم شده است).



نمودار ۳. حرکت زاویه‌ای مفصل مچ دست به شانه در شوت‌های موفق و ناموفق دو امتیازی

پرتال جامع علوم انسانی



نمودار ٤. حرکت زاویه‌ای مفصل مچ دست به شانه در شوت‌های موفق و ناموفق سه امتیازی

بحث و نتیجه‌گیری

هدف از انجام تحقیق حاضر بررسی کینماتیک زاویه‌ای مفاصل در ارتباط با موفقیت و عدم موفقیت شوت جفت در دو سه امتیازی، در دو مسافت ۴/۲۵ متر و ۶/۲۵ متر بود. الیوت[11] و میلر[7] لحظهٔ رهایی را مهم‌ترین لحظه در مراحل انجام شوت جفت می‌دانند. بر اساس گفتهٔ میلر: "از آنجا که پارامترهای کینماتیکی لحظهٔ رهایی نتیجه‌ای از وضعیت اندام‌های بدن و سرعت و زوایای منتج در آن زمان است، پارامترهای لحظهٔ رهایی تعیین کنندهٔ نتیجهٔ شوت است. در لحظهٔ رهایی در مسافت ۴/۲۵ متر، میانگین زوایای مفاصل شانه، آرنج، مچ دست و مچ پا در شوت موفق بیشتر است. همچنین با توجه به میانگین زوایای لحظهٔ رهایی مفاصل در دو شوت موفق و ناموفق در فاصلهٔ ۶/۲۵ متر، مشاهده می‌شود که میانگین همهٔ آنها در شوت موفق کمتر از شوت ناموفق است. از طرفی با افزایش مسافت، میانگین زوایای تمامی مفاصل در لحظهٔ رهایی به‌جز مفصل مچ پا در شوت موفق افزایش می‌یابد. با توجه به اینکه تحقیقی یافت نشد که به بررسی همزمان زوایای مفاصل در دو شوت موفق و ناموفق بپردازد، فقط قادر به مقایسه نتایج شوت موفق و اثر افزایش فاصله بر آنها بودیم. الیوت[1] بیان کرده بود که در مقایسه شوت سه امتیازی با شوت دو امتیازی، زاویهٔ مچ دست در شوت موفق افزایش پیدا می‌کند که با نتایج این تحقیق (میانگین زاویهٔ مچ دست در شوت دو امتیازی ۱۶۷/۲۵ درجه و در شوت سه امتیازی ۱۷۲/۰۷ درجه) همخوانی دارد. همچنین اسکوگلند[13] در تحقیقی افزایش پلانتار فلکشن مچ پا را با افزایش فاصله در شوت موفق مؤثر دانست که یافته‌های تحقیق حاضر با آن مغایرت دارد (۱۲۱/۷۶ درجه در شوت دو امتیازی و ۱۱۹/۵۰ در شوت سه امتیازی) و همراه با کاهش پلانتارفلکشن است.

مدت زمان بین لحظات پرش تا رهایی و رهایی تا فرود آزمودنی‌ها در شوت موفق و ناموفق در هر دو فاصله نشان می‌دهد که در هر دو مسافت از کل زمان حرکت، مدت زمانی را که آزمودنی‌ها صرف مرحلهٔ پرش تا رهایی کرده‌اند در شوت‌های موفق کمتر از شوت ناموفق است. یافتهٔ مذکور نشان می‌دهد که آزمودنی‌ها مرحلهٔ پرش تا رهایی را برای انجام مهارت با سرعت بیشتری انجام داده‌اند. همچنین در هر دو مسافت، مرحلهٔ رهایی تا فرود در شوت موفق مدت زمان بیشتری نسبت به شوت ناموفق برده است. بررسی نتایج یادشده، بیان‌کنندهٔ این مطلب است که آزمودنی‌ها در شوت موفق در ارتفاع نزدیک به حداکثر ارتفاع از سطح زمین (اوج پرش) اقدام به رهایی توپ کرده‌اند که همین عامل سبب طولانی‌تر شدن زمان مرحله رهایی تا فرود شده است. نتایج یادشده با یافته‌های الیوت[11] که بیان کرده بود مردان در شوت دو امتیازی موفق توپ را در اوج پرش رها می‌کنند، همخوانی دارد. البته نتایج نشان می‌دهد که در شوت موفق سه امتیازی مرحلهٔ پرش تا

رهایی نسبت به شوت دو امتیازی موفق در مدت زمانی کمتر و مرحلهٔ پرش تا فرود در مدت زمان بیشتری انجام گرفته است که نشان دهنده ارتفاع رهایی بیشتر در شوت سه امتیازی است. مقادیر آزمون ویلکاکسون (معادل آزمون t استیودنت) برای بررسی مدت زمانی که بازیکنان صرف مرحلهٔ پرش تا رهایی و رهایی تا فرود در دو شوت موفق و ناموفق در هر دو مسافت ۴/۲۵ و ۶/۲۵ متر کرده‌اند، نشان می‌دهد که مدت زمان پرواز آزمودنی‌ها(پرش-فرود) در شوت موفق با افزایش فاصله، بیشتر می‌شود و در سطح ($p<0.05$) معنی‌دار است که نتایج ارائه شده توسط الیوت[۱۴] را تأیید می کند. در واقع در شوت سه امتیازی موفق، آزمودنی‌ها مرحلهٔ پرش تا رهایی را نسبت به شوت دو امتیازی با سرعت بیشتری انجام داده‌اند که این سرعت بیشتر سبب افزایش ارتفاع از سطح زمین آزمودنی‌ها شده و مدت زمان پرواز آنها را افزایش داده است.

با توجه به سطح معنی‌داری تعیین شده برای آزمون ناپارامتری ویلکاکسون، اختلاف بین میانگین زاویهٔ شوت‌های موفق و ناموفق به ترتیب در مفاصل مچ پا، مچ دست و ران معنی‌دار بوده و به نوعی تغییر در زاویه این مفاصل بر نتیجهٔ شوت اثرگذار بوده است و این مفاصل 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 ناموفق۱۵۹/۶۵ درجه است که نشان می‌دهد فلکشن بیشتر مچ دست در شوت ناموفق با عدم موفقیت شوت در این فاصله همراه بوده است. میانگین زاویه در مفصل ران آزمودنی‌ها در شوت موفق، ۱۶۸/۶۲ درجه و در شوت ناموفق ۱۸۴/۴۱ درجه است که بیان می کند اکستنشن بیش از حد مفصل ران با عدم موفقیت شوت جفت همراه بوده است. زاویهٔ مفصل مچ پا در لحظهٔ رهایی در شوت موفق ۱۲۱/۷۶ درجه و در شوت ناموفق ۱۱۶/۲۷ درجه است. یعنی با افزایش دورسی فلکشن مچ پا ، احتمال اوت شدن توپ افزایش می‌یابد که این نتایج توسط اسکوگلند[۱۵] نیز بیان شده بود. اما نتایج آزمون ویلکاکسون در مسافت ۶/۲۵ متر مفاصل مچ پا و ران را مؤثر بر نتیجه شوت نشان داد.تأثیر این دو مفصل در شوت جفت از مسافت ۴/۲۵ متر نیز معنی‌دار بودند. در مفصل ران بیشترشدن فلکشن ران آزمودنی‌ها ، عدم موفقیت شوت را افزایش داد. در این مسافت میانگین زاویه مفصل مچ پا در شوت موفق ۱۱۹/۵۰ درجه و در شوت ناموفق ۱۲۶/۹۴ درجه است که نشان می‌دهد افزایش پلانتار فلکشن مچ پا سبب عدم موفقیت شوت می‌شود. برای تحلیل همزمان اطلاعات شوت‌های موفق و ناموفق در هر دو فاصله، از مدل رگرسیون لجستیک استفاده شد. پس از بررسی نتایج به‌دست آمده مشخص شد که تنها زوایای مفصل ران در هر دو فاصله نقش مهمی بر موفقیت شوت جفت

دارد. گفتنی است که در بررسی جداگانهٔ زوایای مفاصل در شوت موفق و ناموفق نیز مفصل ران تأثیرگذار نشان داده شد.

ضریب پراکندگی زوایای مفاصل (ضریب تغیرات CV) از لحظهٔ رهایی تا فرود غیر از مفصل مچ دست و شانه (فقط در شوت دو امتیازی)، در بقیهٔ مفاصل ضریب تغییرات شوت موفق کمتر از شوت ناموفق است. البته اختلاف جزء در مفصل آرنج با ۶درصد اختلاف، در دیگر مفاصل بسیار کم است(حدود ۱درصد). همچنین دیاگرام زاویه به زاویهٔ مفصل آرنج و زانو در دو شوت موفق و ناموفق در فاصلهٔ ۴/۲۵ متر نشان می‌دهد که در شوت موفق میانگین زوایای مچ دست به شانه از شوت ناموفق بیشتر بوده و تا انتهای حرکت در سطح بالاتری (از نظر اندازهٔ زاویه) نسبت به شوت ناموفق واقع شده است. البته الگوهای تغییرات زاویه‌ای شوت‌های موفق و ناموفق غیر از بخش آخر شبیه به یکدیگر است. اما الگوهای تغییرات زاویه‌ای در شوت‌های موفق و ناموفق در شروع حرکت یکسان است و در ادامه حرکت در نمودار شوت موفق، روندی نزولی (ناشی از کاهش زوایای آرنج و زانو) مشاهده می‌شود که در شوت ناموفق این مرحله سیر صعودی دارد و تا انتهای حرکت در زوایای بازتری نسبت به شوت موفق انجام می‌شود. دیاگرام‌های زاویه به زاویهٔ مفصل مچ دست به مفصل شانه در دو شوت موفق و ناموفق درفواصل ۴/۲۵ و ۶/۲۵ متر نشان می‌دهد که در هر دو فاصله، الگوی تغییرات زاویه‌ای دو مفصل نسبت به یکدیگر در شوت موفق و ناموفق به‌طور تقریبی مشابه است و فقط میانگین زوایای مفاصل متفاوت است که در هر دو فاصله شوت ناموفق با زوایای بازتر (اکستنشن بیشتر) نسبت به شوت موفق انجام شده باشد (نمودار ناموفق بالاتر از نمودار موفق رسم شده است). البته در شوت دو امتیازی مشاهده می‌شود که شیب نمودار در شوت موفق بسیار بیشتر از شوت ناموفق است.در مجموع بررسی این نمودارها نشان می‌دهد که الگوهای حرکتی مفاصل در شوت‌های موفق و ناموفق شبیه به یکدیگر است و عامل مهم مؤثر بر موفقیت یا عدم موفقیت شوت جفت ، همان زاویهٔ مفاصل است که بر مسیر حرکت توپ تاثیرمی گذارد.

نتیجه‌گیری نهایی

با توجه به اطلاعات به‌دست آمده، در فاصلهٔ ۴/۲۵ متر تغییرات زاویهٔ مچ دست، ران و مچ پا و در فاصلهٔ ۶/۲۵ متر تغییرات زاویهٔ ران و مچ پا در دو شوت موفق و ناموفق نقش مؤثری بر عدم موفقیت شوت جفت داشته است. در بررسی همزمان تمامی زوایای موفق و ناموفق در هر دو فاصلهٔ ۴/۲۵ و ۶/۲۵ متر، زاویه مفصل ران به عنوان تاثیر گذارترین مفصل بر نتیجهٔ شوت نشان داده شد.

منابع

۱ .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.

۲. نسودی رضایی، خلیل. مقایسهٔ اندازه ها و ترکیبات بدن و شاخص‌های اجرای مهارت بر اساس پست‌های مختلف بازی در بین بازیکنان بسکتبال، پایان‌نامهٔ کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت مدرس،۱۳۷۵.

۳.هال، وسیل. آموزش گام به گام بسکتبال، محمد هادی ذوالفقارکریمی، چاپ دوم، تهران، انتشارات گلستان کتاب، ۹۵-۷۲، ۱۳۸۲.

٤.Clearly, T. 2001. A biomechanics analysis of fatigue compensation in skilled basketball jump shooters. J sport Bio.12(2):86-95.

٥ .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

٦ .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.

٧ .Miller, S., Bartlett, R. 1996. The relationship between basketball shooting kinematics, distance and playing position. J Sports Sci.14:243- 53.

٨ .Kudson, D. 1993. Biomechanics of the basketball jump shoot- six key teaching points. J Phy Edu Rec & Dance. 64(2): 67-73.

٩ .Miller, S. 2002. High of release, technical manager,international tennis federation.

١٠ .Satti, S. 2004. The Perfect Basketball Shot. International J Non-Linear Mechanics, 6.

١١ .Hamilton, G.R., Reinschmidt, C. 1997. Optimal trajectory for the basketball free throw. J Sport Sci. 15:491-504.

۱۲ .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). ۱11-۱18.
۱۳ .Penros, T., Blanksby, B. 1976. Two methods of basketball jump shooting techniques by two groups of different ability. Aus J Health Education & Recr, 1976,71,14-23
۱۴ .Skogland, J., Syversen, J. 2004. Biomechanical analysis of the basketball free throw.www.geocities.com/colosseum.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی