Archive of SID

JSB مجله بیومکانیک ورزشی، اسفند ۱۳۹۳، دوره ۱، شماره ۲، صفحه‌های ۳۳ تا ۳۹ مقاله اصیل

# کینماتیک اندام فوقانی در لحظه رهایی تیر در تیراندازان نخبه

محسن دماوندی[1]*، نفیسه بخشنده زحمتی[2]، مهرداد فتحی[4]

۱. گروه بیومکانیک ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه حکیم سبزواری، سبزوار، ایران.
۲. گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، پردیس علوم و تحقیقات خراسان شمالی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد بجنورد، ایران.
۳. گروه بیومکانیک ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران.

* نویسنده مسئول: گروه بیومکانیک ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه حکیم سبزواری، سبزوار، ایران، صندوق پستی ۳۹۷
تلفن: ۰۵۱-۴۴۰۱۲۷۶۷
Email: mn.damavandi@gmail.com

## چکیده

دریافت: ۱۳۹۳/۹/۶ پذیرش: ۱۳۹۳/۱۲/۱۵

**هدف:** هدف تحقیق حاضر بررسی کینماتیکی لحظه رهایی تیر در تیراندازان نخبه بود.

**روش‌ها:** ۱۰ تیرانداز نخبه (شامل ۵ زن و ۵ مرد) با سابقه عضویت در تیم‌های استانی و ملی مورد مطالعه قرار گرفتند. با استفاده از ۵ عدد مارکر منعکس‌کننده نور، تنه و اندام فوقانی تیراندازان شناسایی شدند. سپس هر تیرانداز ۱۰ پرتاب موفق انجام داد. با استفاده از سیستم تحلیل حرکتی (فرکانس ۱۵۰ Hz و فیلتر برشی زیرگذر ۷ Hz) و بر اساس مختصات مارکرها؛ زوایا و سرعت‌های زاویه‌ای مفاصل شانه، آرنج و مچ دست کشنده زه کمان در صفحه ساجیتال در لحظه رهایی تیر محاسبه شدند.

**یافته‌ها:** میانگین (انحراف استاندارد) زوایای شانه، آرنج و مچ دست کشش به ترتیب عبارت بودند از: (۴/۰)۹۳/۱، (۵/۷)۱۳۵/۷ و (۲/۸)۱۵/۳ درجه، میانگین (انحراف استاندارد) سرعت‌های زاویه‌ای شانه، آرنج، و مچ دست کشش نیز به ترتیب (۲۳/۵)۵۵/۴، (۱۶/۱)۳۸/۴ و (۳۶/۶)۸۱/۹ ثانیه/درجه بودند.

**نتیجه‌گیری:** بازشدن سریع مچ دست موجب رهاشدن تیر در کوتاه‌ترین زمان ممکن و بهبود نتیجه اجرا می‌شود. همچنین، هماهنگی بین فلکشن آرنج و اکستنشن شانه تیرانداز را برای ایجاد حداکثر کشش زه کمان یاری می‌کند. این مقادیر و روابط کینماتیکی می‌تواند به عنوان معیاری برای بهبود سطح عملکرد مورد استفاده مربیان و تیراندازان مبتدی قرار گیرد.

**کلید واژگان:** تیراندازی با کمان، اندام فوقانی، زاویه مفاصل، سرعت زاویه‌ای مفصل، کینماتیک

## مقدمه

تیراندازی با کمان که در دوران معاصر، بیشتر یک رشته ورزشی شناخته می‌شود، یکی از کهن‌ترین مهارت‌هایی است که انسان از آن برای جنگ، دفاع و شکار بهره می‌برده است. اجرای موفق مهارت‌های تیراندازی با کمان نیازمند داشتن مهارت‌های حرکتی پایه و هماهنگی عصبی- عضلانی مطلوب در ناحیه کمربند شانه و اندام فوقانی است (۱). از لحظه‌ای که کماندار ماهر شروع به کشیدن زه می‌کند تا زمانی که تیر رها می‌شود، با توجه به اطلاعاتی که گیرنده‌های حسی به ورزشکار مخابره می‌کنند، مفاصل اندام فوقانی بهترین موقعیت کشش را پیدا می‌کند.

برای اجرای تکنیک رهایی تیر طوری که بهترین نتیجه حاصل شود، کماندار یک چرخه کینماتیکی ظریف و دقیق اندام فوقانی را باید اجرا کند. یکی از مهم‌ترین مراحل تیراندازی، مرحله کشش زه کمان



www.SID.ir

Archive of SID



است. در این مرحله ابتدا باید کمان را بالا نگه داشته (بالاتر از نقطه هم‌راستا با هدف) و سپس در سه مرحله حین اجرای کشش زه، کمان را پایین آورد. زمانی که کمان به بالا برده می‌شود باید مقدار کشش اولیه زه در حدود ۵۰٪ کشش کامل باشد (۲)، و سپس در حالی که تیرانداز به داخل روزنه دید نگه می‌کند کمان را به سمت پایین تا جایی که به نقطه مقابل هدف برسد پایین آورده و در نهایت کشش زه را کامل انجام دهد. مقدار مساوی نیروی کشش میان دستی که کمان را نگه داشته و دستی که زه را می‌کشد باعث تعادل بدن می‌شود. بنابراین، زوایای مطلوب در مفاصل اندام‌های فوقانی باید رعایت شود تا کششی آرام و متوازن انجام شود. در هنگام کشش زه موقعیت بدن و سر نباید جابه‌جا شود؛ باید زه را به طرف صورت کشید، نه این که صورت را برای رسیدن به زه جابه‌جا کرد. سر کماندار در موقع کشش، کاملاً باید به زه چسبیده شود و نباید سر، در هنگام کشش به عقب برود. بدین منظور مفاصل اندام‌های فوقانی و به‌ویژه دست کشش باید از انعطاف‌پذیری کافی برخوردار باشند (۳) و سرعت حرکت زاویه‌ای آن‌ها در حدی باشد که تیرانداز بتواند ضمن اجرای کشش مناسب در کوتاهترین زمان ممکن تیر را رها کند. تعیین کمّی هماهنگی عصبی- عضلانی مطلوب هنگام اجرای مهارت تیراندازی با استفاده از داده‌های کینماتیکی، کینتیکی و فعالیت عضلانی اندام‌های بالا تنه صورت گرفته است (۵، ٤). بر اساس یافته‌های Ertan و همکاران، انقباض فعال عضلات اکستنسور ساعد در لحظه‌ی رهایی تیر عاملی تعیین‌کننده در موفقیت تیراندازی است (۵). همچنین، Leroyer و همکاران رابطه معکوسی بین سطح مهارت تیرانداز و جابه‌جایی دست کشنده زه کمان مشاهده کردند. از میان این شاخص‌ها، کینماتیک مفاصل شانه، آرنج و مچ دست، به عنوان نتیجه نهایی هماهنگی عصبی- عضلانی و نیروی تولیدی به وسیله عضلات درگیر در حرکت، حائز اهمیت است (٤). در مطالعه‌ای که به منظور شناسایی الگوی کینماتیک حرکت بازوی تیراندازان نخبه چینی صورت گرفت، Qian مشاهده کرد که بسیاری از کمانداران نخبه تمایل به زود کشیدن بازوی کشش خود کمی به جلو قبل از رهایی و کمی به عقب بعد از رهایی تیر دارند. چنین الگوی حرکتی که حرکت معکوس بازوی کشش نامیده می‌شود، تأثیر منفی بر موفقیت تیرانداز دارد (٦). این حرکت به سبب این که باعث ایجاد نیرو در انتهای تیر می‌شود، باعث افت تیر در مسیر رسیدن به هدف می‌شود. همچنین، در بررسی کینماتیکی کمربندشانه و الکترومیوگرافی پنج عضله آن (سربلند عضله دوسر بازو، عضلات دلتوئید میانی و خلفی، ذوزنقه فوقانی و ذوزنقه تحتانی) در تیراندازان رقابتی، Androlia و Hartford فعالیت عضلانی نسبتاً کمی در بازوی کشش مشاهده کردند. این محققان نتیجه گرفتند که این فعالیت عضلانی کم با شاخص‌های کینماتیک مفصل شانه مانند زاویه مفصلی و سرعت زاویه‌ای آن در هنگام رهایی مرتبط است (۷).

در پژوهشی دیگر Stuart و Atha ثبات وضعی تنه را در تیراندازان نخبه مورد تجزیه و تحلیل قرار دادند. در حالی که ثبات وضعی تنه کماندار در لحظه رهایی تیر معمولاً از عوامل مهم موفقیت تصور می‌شد، این پژوهشگران دریافتند که این عامل نمی‌تواند دقیقاً از ویژگی‌های اصلی تشخیص عملکرد کمانداران در سطح مهارتی بالا باشد. بنابراین، باید در تیراندازان حرفه‌ای عوامل دیگر همچون زوایای مفصلی، سرعت زاویه‌ای، و زاویه رهایی را در موفقیت اجرا دخیل دانست (۸).

با توجه به اینکه در هیچ یک از پژوهش‌های گذشته متغیرهای کینماتیکی مفاصل اندام فوقانی در لحظه حساس رهایی تیر مورد تجزیه و تحلیل قرار نگرفته است، رابطه بین این متغیرها و سطح اجرا و همچنین موفقیت تیراندازان نامشخص است. بنابراین، هدف تحقیق حاضر تعیین شاخص‌های کینماتیکی (زاویه مفصلی و سرعت زاویه‌ای) مفاصل شانه، آرنج و مچ دست اندام فوقانی کشنده زه کمان در لحظه رهایی تیر در کمانداران حرفه‌ای بود. این اطلاعات می‌تواند به عنوان راهنما هم مورد استفاده ورزشکاران قرار گیرد تا با پیروی از آن‌ها سطح اجرای خود را بالا ببرند، و هم برای مربیان جهت طراحی مراحل آموزش تیراندازی به‌کار رود.

## روش‌شناسی

ده نفر تیرانداز نخبه استانی (۵ نفر آقا و ۵ نفر خانم) که همگی آنان جزء نفرات برتر استان بودند با میانگین سن (٤/۹) ۲۵/۲ سال، قد (۷/۵) ۱٦٦/۲ سانتی‌متر، و وزن (۵/۵) ۵۹/۹ کیلوگرم در تحقیق حاضر شرکت کردند. معیارهای ورود به تحقیق عبارت بودند از: داشتن حداقل ۳ سال سابقه تمرین منظم تیراندازی، برخورداری از سلامت کامل جسمانی و تمرین در رشته ریکرو تیراندازی با کمان. کلیه مراحل تحقیق برای آزمودنی‌ها توضیح داده شد و رضایت‌نامه کتبی شرکت در پژوهش اخذ گردید.



www.SID.ir

Archive of SID



تعداد ۵ عدد مارکر منعکس‌کننده نور روی نقاط آناتومیکی تنه و اندام فوقانی کشنده زه کمان تیراندازان چسبانده شد. این نقاط شامل برآمدگی بند دوم انگشت میانی دست، مرکز مچ دست (نقطه میانی زوائد نیزه‌ای دو استخوان زند)، زائده آرنجی، برجستگی فوقانی بازو، و برجستگی بزرگ استخوان بازو بودند. سپس تیرانداز در محوطه‌ای به ابعاد ۱/۵×۱/۵ متر که توسط ٦ عدد دوربین (SIMI 3D Motion Analyzer, version 7.5, Germany) احاطه شده بود، قرار می‌گرفت. هر تیرانداز ۱۰ کوشش (رهایی موفق تیر) انجام داد که از میان آن‌ها تعداد ٦ کوشش که مختصات مارکرها در تمامی زمان اجرای تیراندازی قابل محاسبه بود، انتخاب شدند. بین کوشش‌ها زمان لازم جهت استراحت و تمرکز به بازیکن داده می‌شد. در تمامی مراحل تیراندازی دوربین‌ها با فرکانس ۱۵۰ Hz حرکت تیراندازان را ضبط می‌کردند. سپس مختصات مارکرها با استفاده از فیلتر زیرگذر (4th-order zero-phase lag Buttherworth) و فرکانس برشی ۷ Hz فیلتر شدند.

برای محاسبه زاویه مفاصل شانه، آرنج، و مچ دست در سطح ساجیتال در لحظه رهایی تیر، ابتدا زاویه مطلق اندام‌های تنه، بازو، ساعد و دست تعیین گردید. سپس زوایای مفصلی از تفاضل زاویه مطلق این اندام‌ها محاسبه شدند. سرعت‌های زاویه‌ای هر یک از این مفاصل در لحظه رهایی تیر نیز با استفاده از تغییر زوایای مفصلی بین یک فریم قبل و یک فریم بعد از لحظه رهایی محاسبه شدند. پس از تعیین این متغیرهای کینماتیکی در سطح ساجیتال در لحظه رهایی تیر برای تمامی کوشش‌های آزمودنی‌ها، میانگین، انحراف استاندارد، و دامنه آن‌ها محاسبه گردید.

## نتایج

شاخص‌های توصیفی زوایا و سرعت‌های زاویه‌ای مفاصل شانه، آرنج، و مچ دست کشنده زه کمان در جدول ۱ ارائه شده‌اند.

میانگین زاویه هایپراکستنشن مفصل شانه دست کشنده زه کمان تیراندازان در لحظه رهایی تیر ۹۳/۱ درجه بود، در حالی‌که دامنه نوسان این زاویه بین کوشش‌های آزمودنی‌ها از ۸٤/٤ تا ۱۰۰/۰ درجه بود. همچنین، میانگین سرعت زاویه‌ای مفصل شانه دست کشنده زه کمان تیراندازان در لحظه رهایی تیر برابر با ۵۵/٤ ثانیه/درجه بود. دامنه تغییرات این شاخص نیز از ۱۵/۵ تا ۸۹/٤ ثانیه/درجه در نوسان بود.

در مفصل آرنج میانگین زاویه فلکشن دست کشنده زه کمان تیراندازان در لحظه رهایی تیر برابر با ۱۳۵/۷ درجه بود، در حالی‌که دامنه نوسان زاویه مفصل بین کوشش‌های آزمودنی‌ها از ۱۲۳/۹ تا ۱٤۵/٤ درجه متغیر بود. میانگین سرعت زاویه‌ای مفصل آرنج دست کشش تیراندازان در لحظه رهایی تیر ۳۸/٤ ثانیه/درجه بود و دامنه تغییرات آن نیز بین از ۱۰/۸ تا ٦٤/٦ ثانیه/درجه در نوسان بود.

میانگین زاویه هایپراکستنشن مچ دست کشنده زه کمان تیراندازان در لحظه رهایی تیر برابر با ۱۵/۳ درجه بود، در حالی که دامنه نوسان زاویه مفصل بین کوشش‌های آزمودنی‌ها از ۱۰/۰ تا ۱۹/۹ بود. میانگین سرعت زاویه‌ای این مفصل در لحظه رهایی تیر برابر با ۸۱/۹ ثانیه/درجه بود، در حالی که دامنه تغییرات سرعت زاویه‌ای آن از ۲۰/۵ تا ۱۲۸/۸ ثانیه/درجه نوسان داشت.

## بحث

هدف از تحقیق حاضر بررسی کینماتیکی مفاصل اندام فوقانی کشنده زه کمان در تیراندازان نخبه در لحظه رهایی تیر بود. شاخص‌های کینماتیکی اندام فوقانی که بیان‌کننده وضعیت نسبی اندام‌های بازو، ساعد و دست می‌باشد، از عوامل بسیار مهم در بهبود کیفیت اجراست که منجر به کسب امتیازهای بالاتر توسط ورزشکاران تیراندازی با کمان می‌شود. آگاهی از مقدار زوایای مفصلی شانه، آرنج، و مچ دست کشنده زه کمان و همچنین سرعت زاویه‌ای آن‌ها که توسط تیراندازان نخبه اتخاذ می‌شود، می‌تواند به عنوان معیار مورد استفاده مربیان و تیراندازان مبتدی قرار گیرد. بدیهی است پیروی از این معیارها توسط تیراندازان مبتدی می‌تواند فاصله عملکردی بین آنان و ورزشکاران نخبه را کاهش دهد.

در تحقیق حاضر آزمودنی‌ها امتیازهای کامل را در پرتاب‌های خود به‌دست آوردند. در مفصل شانه هر دو مقادیر زاویه مفصلی (۹۳/۱°) و سرعت زاویه‌ای (۵۵/٤ °/s) در میانه مقادیر مشابه مفاصل دیگر بودند. این مقدار اکستنشن مفصل شانه در ترکیب با فلکشن مفصل آرنج می‌تواند تیرانداز را قادر سازد تا زه کمان را به حداکثر کشش خود برساند. مفصل شانه از طرفی با داشتن عضلات قوی (دلتوئید خلفی) عامل اصلی کشش زه کمان به عقب بوده و از طرف دیگر با انقباض‌های هم‌طول عضلاتش به ایجاد ثبات حرکتی در کل اندام



www.SID.ir

Archive of SID



جدول ۱
میانگین (انحراف استاندارد) و دامنه زوایا (°) و سرعت‌های زاویه‌ای (°/s) مفاصل شانه، آرنج، و مچ دست کشنده زه کمان در لحظه رهایی تیر.

| مفصل | وضعیت مفصل | | میانگین | دامنه |
|---|---|---|---|---|
| **شانه** | هایپراکستنشن | زاویه | ۹۳/۱ (۴/۰) | ۸۴/۴-۱۰۰/۰ |
| | | سرعت زاویه‌ای | ۵۵/۴ (۲۳/۵) | ۱۵/۵-۸۹/۴ |
| **آرنج** | فلکشن | زاویه | ۱۳۵/۷ (۵/۷) | ۱۲۳/۹-۱۴۵/۴ |
| | | سرعت زاویه‌ای | ۳۸/۴ (۱۶/۱) | ۱۰/۸-۶۴/۶ |
| **مچ‌دست** | هایپراکستنشن | زاویه | ۱۵/۳ (۲/۸) | ۱۰/۰-۱۹/۹ |
| | | سرعت زاویه‌ای | ۸۱/۹ (۳۶/۶) | ۲۰/۵-۱۲۸/۸ |

فوقانی در لحظه رهایی تیر کمک می‌نماید (۷). بنابراین، به نظر می‌رسد مربیان و تیراندازان مبتدی باید به هماهنگی مورد نیاز بین مفاصل شانه و آرنج، به عنوان یک عامل مثبت توجه نمایند.

مفصل آرنج با ۱۳۵/۷ درجه بیشترین زاویه مفصلی و ۳۸/٤ درجه بر ثانیه کمترین مقدار سرعت زاویه‌ای را بین مفاصل اندام فوقانی داشت. رسیدن این مفصل به محدوده حداکثر مقدار فلکشن خود که با تغییرات کمتری در مقادیر سرعت زاویه‌ای نسبت به دو مفصل دیگر در لحظه رهایی تیر همراه است، احتمالاً رویکردی است که تیرانداز با استفاده از آن می‌تواند حداکثر کشش زه کمان را تولید کند. ایجاد حداکثر کشش زه کمان منجر به افزایش سرعت رهایی تیر شده، که این عامل یکی از شاخص‌های مؤثر در پرتاب موفق تیر محسوب می‌شود. علاوه‌بر این، سرعت زاویه‌ای کمتر آرنج در مقایسه با مچ دست و شانه، بیان‌کننده ثبات بیشتر در تنش عضلات فلکسور و اکستنسور این مفصل است (۵). این پدیده می‌تواند نشان‌دهنده مشارکت مفصل آرنج در تولید حرکات با ثبات در تیراندازان نخبه باشد. بنابراین، افزایش حداکثری زاویه فلکشن آرنج را می‌توان به عنوان یک الگوی کینماتیکی در لحظه رهایی تیر در نظر گرفت.

کمترین مقدار زاویه مفصلی در لحظه رهایی تیر مربوط به مفصل مچ دست کشنده زه کمان (۱۵/۳° هایپراکستنشن) است. این در حالی است که مفصل مچ دست کشش بیشترین سرعت زاویه‌ای را در مقایسه با مفاصل دیگر در لحظه رهایی تیر دارد (۸۱/۹ °/s).

این مقدار اندک انحراف در زاویه مچ دست نسبت به وضعیت آناتومیکی، به همراه سرعت زاویه‌ای زیاد مفصل، نشان‌دهنده آن است که تیراندازان نخبه با حداقل تنش عضلات اکستنسور مچ دست (۹) و در کوتاه‌ترین زمان ممکن پس از هدف‌گیری اقدام به رهایی تیر می‌کنند. به عبارت دیگر، تیرانداز با افزایش حداکثری سرعت زاویه‌ای مفصل مچ دست کشش در لحظه رهایی تیر، زمان انقباض عضلات اکستنسور مفصل را کاهش می‌دهد تا حرکت مچ دست از حرکتی فعال به حرکتی انفجاری تبدیل یابد. از آنجا که عضلات اکستنسور مچ دست در مقایسه با گروه‌های عضلانی دیگر ساعد از اوج قدرت و استقامت عضلانی کمتری برخوردارند، چنین الگوی حرکتی می‌تواند فرایند خستگی عضلات اکستنسور مچ دست را به تأخیر بیندازد؛ در نتیجه تیرانداز می‌تواند برای تعداد دفعات بیشتر، قبل از بروز خستگی، به فعالیت ادامه دهد.

## نتیجه‌گیری نهایی

با توجه به این که پژوهشی هم راستا با تحقیق حاضر یافت نشد، یافته‌ها و توضیحات ارائه شده می‌تواند به عنوان گام‌های اولیه، هم مورد استفاده مربیان و نوآموزان تیراندازی باشد و هم راهنمایی جهت پژوهش‌های بیشتر در حوزه بیومکانیک تیراندازی باشد.

## References

1. Tanoursaz S, Chapari L, Hedayat F. archery. Tehran: Bamdad Ketab; 2009.

2. Kian A, Hashemitaba M, Knowledge of archery. Tehran: Dastan; 2013.

3. Horsak B, Heller M. A three-dimensional analysis of finger and bow string movements during the release in archery. J Appl Biomech 2011;27(2):151-160.

4. Leroyer P, Van Hoecke J, Helal JN. Biomechanical study of the



www.SID.ir

Archive of SID



final push-pull in archery. J Sport Sci 1993;11(1):63-69.
5. Ertan H, Kentel B, Tümer ST, Korkusuz F. Activation patterns in forearm muscles during archery shooting. Hum Movement Sci 2003;22:37-45.
6. Qian, J. A Study of Elite Chinese Archers′ Aiming Skills.1993. Available at: http://www.en.cnki.com.cn. Accessed Jul 30, 2003.
7. Androlia A, Hartford M. A Kinematic and Electromyographical Analysis of the Shoulder Complex Regarding the Sport of Archery with an Olympic Style Bow. 2005. Available: www.scholar.oxy.edu. Accessed Oct 20, 2007.
8. Stuart J, Atha J. Postural consistency in skilled archers. J Sport Sci 1990;8:223-239.
9. Soylu AR, Ertan H, Korkusuz F. Archery performance level and repeatability of event related EMG. Hum Movement Sci 2006;25:767-774.



www.SID.ir

Archive of SID

JSB J Sport Biomech 2014 March; 1 (2): 33-39 Original Article

# Upper Limbs Kinematics of Liberation Moment in the Elite Archers

Mohsen Damavandi[1]*, Nafiseh Bakhshandeh Zahmati[2], Mehrdad Fathi[3]

*1. Department of Sport Biomechanics, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, Hakim Sabzevari University, Sabzevar, Iran.*
*2. Department of physical education and sport science, Islamic Azad university, Science and Technology branch of North Khorasan, Bojnourd, Iran.*
*3. Department of Sport Biomechanics, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran.*

* Corresponding author:
Department of Sport Biomechanics, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, Hakim Sabzevari University, Sabzevar, Iran
Tel: 051-44012767
Email: mn.damavandi@gmail.com

## Abstract

Received: Nov. 27, 2015 Accepted:March 6, 2015

***Objective:*** The purpose of this study was to evaluate the kinematics of liberation moment in the elite archers.

***Methods:*** Ten elite archers (male = 5, female = 5), who were the members of the provincial and national teams, were studied. The trunk and upper extremities of the subjects were determined by 5 reflective markers. Each archer performed 10 successful trials. Using Motion Analysis System (150 Hz with a low pass filter having a cut-off frequency of 7 Hz) and based on markers' coordination, the angles and angular velocities of the shoulder, elbow, and wrist of pulling hand in the sagittal plane at the moment of liberation were calculated.

***Results:*** Means (SD) of the shoulder, elbow, and wrist angles were 93.1 (4.0), 135.7 (5.7), 15.3 (2.8) °, respectively. Means (SD) of the shoulder, elbow, and wrist angular velocities were 55.4 (23.5), 38.4 (16.1), 81.9 (36.6) °/s, respectively.

***Conclusion:*** The fast wrist extension causes a quick arrow release and enhancements in the results of archery. In addition, coordination between elbow flexion and shoulder extension assists the archer to pull the bow at its maximum range. These amounts and kinematic relations can serve as a criterion for coaches and elementary archers to enhance their level of performance.

***Keywords:*** Archery, Upper extremity, Joints angle, Joint angular velocity, Kinematics



www.SID.ir

Archive of SID

آقای دکتر محسن دماوندی، دانش‌آموخته رشته بیومکانیک از دانشگاه مونترال کشور کانادا می‌باشد. وی طی سال‌های ۱۳۹۰-۱۳۸۷ در دانشگاه مک‌گیل کانادا، دوره پسا دکتری را در رشته بیومکانیک و ارگونومی گذارنده است. دکتر دماوندی از سال ۱۳۹۰ به عنوان استادیار بیومکانیک ورزشی در دانشکده تربیت‌بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه حکیم سبزواری، مشغول به کار است. وی تا کنون ۲ عنوان کتاب، ۱۲ مقاله ISI، ١٤ مقاله در کنفرانس‌های بین‌المللی و ٦ مقاله علمی پژوهشی داخلی در زمینه‌های بیومکانیک ورزشی و بالینی منتشر نموده است.

خانم نفیسه بخشنده زحمتی، کارشناس ارشد رشته تربیت‌بدنی و علوم ورزشی است. وی دانش‌آموخته پردیس علوم و تحقیقات خراسان شمالی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد بجنورد می‌باشد و هم اکنون به عنوان کارشناس ارشد تربیت‌بدنی با دانشگاه آزاد اسلامی واحد مشهد همکاری دارد.

آقای دکتر مهرداد فتحی، دانش‌آموخته رشته فیزیولوژی ورزشی از دانشگاه خوارزمی (تربیت معلم تهران) می‌باشد. وی از سال ۱۳۷۱ عضو هیئت علمی دانشگاه فردوسی مشهد بوده و در مقاطع مختلف تحصیلی به تدریس دروس تخصصی تربیت‌بدنی اشتغال داشته است. دکتر فتحی در اجرای ۳ طرح پژوهشی مشارکت داشته و تا کنون ۸ عنوان کتاب تخصصی تربیت‌بدنی را ترجمه و یا تألیف نموده است. وی همچنین ۱۱ عنوان مقاله در مجلات داخلی و خارجی به چاپ رسانده است.



www.SID.ir

Archive of SID

www.SID.ir