

## حرکت

شماره ۲۱ - ص ص : ۱۰۲ - ۹۲

تاریخ دریافت : ۸۲/۰۹/۱۱

تاریخ تصویب : ۸۲/۱۲/۱۲

### بررسی قانون زنجیره سینتیکی مشت زدن در کاراته

سعید دباغ نیکوخصلت<sup>۱</sup> - دکتر مرتضی شهبازی مقدم - دکتر محمود شیخ

عضو هیأت علمی دانشگاه تبریز - دانشیار دانشگاه تهران - استادیار دانشگاه تهران

### چکیده

هدف تحقیق حاضر، بررسی سینماتوگرافیکی اصل زنجیره سینتیکی بر روی اجرای مشت است. روش اجرای مشت بدین شکل است که دست ضربه زننده مخالف پایی است که در جلو قرار داده شده است. در این تحقیق دو روش اجرا برای مشت مخالف یا معکوس در نظر گرفته شده بود: پرتاب دست به سمت جلو به دنبال شروع چرخش کمر به داخل، و شروع حرکت پرتابی دست به سمت جلو پس از شروع چرخش کامل کمر به سمت داخل (با تاخیر زمانی). دو روش اجرای ضربه زیرمجموعه الگوی حرکتی پرتاب می‌باشند که از قوانین مربوط به الگوی حرکتی پرتاب‌ها (اصل زنجیره سینتیکی) تبعیت می‌کند. تفاوت روش اجرای این دو ضربه در زمان‌بندی درگیری مفاصل و اندام‌ها در حین اجراست. بدین معنی که در اجرای هر یک از این دو روش، زمان درگیر شدن چرخش لگن و تنه نسبت به شروع حرکت دست متفاوت است. جهت اجرای ضربه برای این منظور، دو روش اجرای مشت به دو گروه ۱۲ نفره که همگی مبتدی بودند، به مدت یک ترم آموزش داده شد. مدت آموزش ۱۷ جلسه ۱/۵ ساعته بود و برای هر دو گروه موارد تمرینی یکسان در نظر گرفته شده بود. در پایان دوره آموزشی، برای مقایسه این دو روش با یکدیگر، پارامترهای سینماتیک از طریق سینماتوگرافی دوبعدی از اجرای آزمودنی‌ها به عمل آمد که پارامترهای زمان، سرعت متوسط و شتاب متوسط به صورت مستقیم و نیرو، انرژی جنبشی و توان ضربه به صورت غیرمستقیم از تصاویر ویدئویی محاسبه گردید. برای تجزیه و تحلیل اطلاعات و آزمون فرضیه‌های تحقیق، از روش آماری تست t و آلفای ۰/۰۵ استفاده شد که تفاوت معنی‌داری بین پارامترهای اندازه‌گیری شده به دست نیامد.

### واژه‌های کلیدی

سینماتوگرافی دوبعدی، زنجیره سینتیکی، اصل اوج‌گیری نیرو، حرکت شلاقی، مشت معکوس و کاراته

- دو.

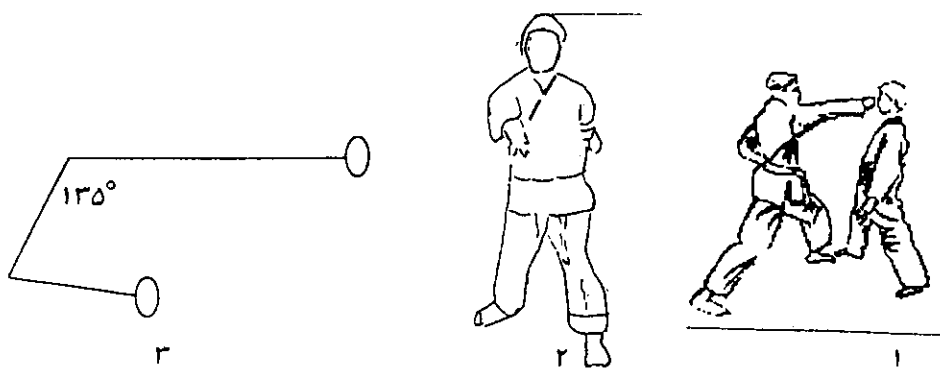
## مقدمه

کاراته سرشار از حرکات متنوعی است که از تمامی قسمت‌های بدن برای انجام این حرکات استفاده می‌شود. ابداع کننده هنرهای رزمی (بوده‌یدهارما راهبی هندی) تمامی مهارت‌ها را از حرکات حیوانات الگوبرداری کرده است. این در حالی است که عالی‌ترین مهارت‌های ورزشی نیز از دیدگاه علم بیومکانیک مهارت‌هایی می‌باشند که در طبیعی‌ترین شکل ممکن اجرا شوند (۵). زیبایی، هماهنگی، روانی و استفاده از تمام قابلیت‌های جسمانی در اجرای مهارت از ویژگی‌های مهم یک تکنیک برترند (۵). کاراته - دویکی از شاخه‌های هنرهای رزمی است که امروزه در فدراسیون جهانی کاراته (WKF) بیش از ۱۸۰ کشور جهانی عضویت دارند و کشور ایران در آخرین دوره مسابقات جوانان و امید جهان در ماریسی فرانسه (۲۰۰۳) در سکوی نخست جهان ایستاد. در حال حاضر، تنوع سلیقه‌های تدریس از طرفی و تنوع سبکی از سوی دیگر، سبب شده که استیل‌های حرکتی متفاوتی برای اجرای تکنیک‌ها دیده شود. این در حالی است که قوانین طبیعی مکانیک با وجود تفاوت استیل‌ها در تمام مهارت‌های ورزشی به طور یکسان عمل می‌کند و هیچگونه استثنایی در این خصوص وجود ندارد (۵) و رسیدن به اوج سرعت ممکن متناسب با دقت مورد نیاز ممکن و با در نظر گرفتن اصول ایمنی و قوانین مربوط به مسابقه، هدف اصلی در اجرای اکثر مهارت‌هاست.

در میان مهارت‌های کاراته، مشت معکوس یکی از مهارت‌های عمده و اصلی است که در اکثر کاتاها و همین‌طور در مسابقات کومیته (مبارزه) به کار می‌رود. براساس آمارهای بدست آمده در مسابقات جهانی ۱۹۹۲ در اسپانیا، ۹۰ درصد امتیازات بدست آمده از مشت معکوس بوده است. در اکثر فن‌هایی که در کاتاها وجود دارد، این فن به وفور دیده می‌شود. ضربه مشت با دست مخالف پایی که در جلو قرار داده شده، همان حرکت پرتابی است که مانع پرتابی همان بازو، ساعد و مچ دست باشد و کاراته‌کاهای با سرعت حداکثر، سعی در پرتاب بازو و باز کردن آرنج خود به طرف جلو و حرکت پرونیشن ساعد دارند (۶).

در مهارت‌های پرتابی و ضربه‌ای که با سرعت بالایی اجرا می‌شوند، شتابگیری سریع اندام‌های بدن ورزشکار وجود دارد و شروع شتابگیری با قسمت‌هایی است که در تماس با زمین می‌باشند. این توالی شلاق‌وار به سمت بالا از پاها به ران، از ران به سینه و سرانجام به

سرعت بالای بازوی ضربه با پرتاب می پذیرد. عمل پرتاب کردن فرایند درگیری اندام بدن برای شتابدهی به شینی یا اندام مورد نظر است (۵) که البته نسبت به هدف مورد نظر در مهارت‌ها تفاوت در اجرای حرکتی دیده می شود. این تفاوت‌ها شامل پرتاب بازو از قسمت بالایی شانه (مانند پرتاب بیسبال و نیزه)، پرتاب بازو از قسمت پایینی شانه (مانند پرتاب سافت بال)، پرتابی که در آن مانع پرتابی با حرکتی فشاری پرتاب می شود (مانند پرتاب وزنه)، پرتابی که مانع پرتابی با کشیدن پرتاب می گردد (مانند پرتاب چکش و دیسک) و... می شوند (۱۰). در این میان باتوجه به حرکت بازو در مشت معکوس می توان در قسمت پرتاب بازو از قسمت پایینی شانه قرار داد. از سوی دیگر می توان به تشابه حرکت پرونیشن ساعد با پرونیشن پرتاب نیزه اشاره کرد که همانند پرتاب نیزه ساعد از وضعیت سوپینشن در ابتدای حرکت به حالت پرونیشن در می آید که قسمت اعظم این چرخش نیز باید در انتهای حرکت صورت گیرد (۱۰). سینماتیک پرتاب‌ها سه بعدی است، ولی در این تحقیق باتوجه به ویژگی مشت معکوس که قسمت عمده آن در دو بعد است و به ویژه اینکه بازو و دست مسافت کمتری را نسبت به پرتاب هایی چون نیزه یا بیسبال می پیماید، از این رو سینماتیک ضربه به صورت دوبعدی در نظر گرفته شده است (۱۰). توالی ضربه مشت معکوس در شکل ۱ نشان داده شده است.



شکل ۱-۱ نمایش مشت معکوس از پهلو ۱- از روبه رو، ۲- دیاگرام آزاد اندام فوقانی (بازو و ساعد) قبل از اجرا و بعد از اجرا از نمای پهلو، ۳- آرنج از فلکشن ۹۰ تا صفر درجه و شانه از اکستنشن ۴۵ تا فلکشن ۹۰ درجه

کیفیت جداسازی نشان می‌دهد که شروع از مفاصل سنگین‌تر بوده و خاتمه با سرعت زیاد دست صورت گرفته است. البته ذکر این نکته نیز جالب توجه است که باز شدن آرنج همراه با پروناسیون ساعد وضعیت مکانیکی مناسبی را برای همکاری سه سر بازو و درون گرداننده مربع به وجود می‌آورد (۴). این بدین معنی است که اوج اندازه حرکت زاویه‌ای لگن قبل از بالاتنه و بازو اتفاق می‌افتد. فرایند افزایش بدین معنی است که قسمت پروگزیمال چرخش خود را قبل از قسمت دیستال شروع می‌کند. همینطور قسمت پروگزیمال قبل از اینکه قسمت دیستال به اوج سرعت زاویه‌ای برسد، سرعت خود را کند می‌کند (۱۰). رعایت اصل شلاقی در اجرای مهارت که جزو خصوصیات مهارت‌های سطح بالا و تراز اول جهان است، در اجرای مشت معکوس حایز اهمیت است. در این اصل تنه به منزله دستة شلاق است که حرکت از این دسته شروع می‌شود و سبب سرعت‌دهی به قسمت‌های انتهایی خواهد شد. در شلاق زدن قسمت‌های نزدیک به دسته پس از شروع حرکت متوقف می‌شود تا قسمت‌های دیگر با افزایش سرعت روبه‌رو گردند. این جریان سبب افزایش سرعت‌گیری اندام سبک‌تر خواهد شد تا در آخرین لحظه به بیشترین مقدار خود برسد (۵). پیوستگی درگیری مفاصل در افزایش سرعت و اصل اوج‌گیری بسیار مهم است، چراکه تاخیر و قطع و وصل شدن سبب افت نیرو و در صورت تقدم موجب هم‌پوشانی نیروها شده و در نهایت به کاهش سرعت منجر خواهد شد (۱).

بنابر نظر الکساندر در سال ۱۹۹۱، تاخیر زمانی مناسبی در زمان‌بندی چرخش یک قسمت یک اندام تا قسمت یا اندام بعدی (اندام سبک وزن یا کم توان) وجود دارد (۱۰). این توالی در ضربه مشت معکوس بدین ترتیب است: لگن، بالاتنه، بازو و ساعد به طور معمول حرکت یا الگوی حرکتی ریتم مشخصی دارد که در آن گروه‌های مختلف عضلانی به طور منظم با انقباض اکسترنیک شارژ می‌شوند (۱). این موضوع نشان می‌دهد دست بدون تاخیر در حرکت خود به سمت جلو نمی‌تواند به بیشترین سرعت ممکن برسد (۵). مقدار مسافت زاویه‌ای که در مفصل ران، لگن، بالاتنه، شانه، آرنج و مفصل رادیو اولنار رخ می‌دهد، به ترتیب برابر با ۴۵، ۴۵، ۱۳۵ و ۹۰ و ۸۵ درجه است که انتهای حرکت با ۵ درجه چرخش داخلی بازو همراه می‌باشد.

در تحقیق حاضر دو روش اجرای مشت معکوس با توجه به قانون زنجیره سینتیکی مورد توجه قرار گرفت. محقق در پی آن است که آیا زمان چرخش در اجرای مهارت مؤثر است یا

خیر؟ به عبارتی، چه مدت زمان تاخیر در شروع حرکت دست مناسب است؟ در کدام روش اوج‌گیری نیرو به طور مناسب صورت می‌گیرد؟ از آنجا که چرخش لگن در کاراته بسیار اهمیت دارد (کوئرومیزاکی، ۱۹۷۵) و در تمام کلاس‌های کاراته تمرینات خاصی برای این منظور در نظر می‌گیرند، از این رو زمان درگیر شدن چرخش لگن در اجرای ضربه (زمان‌بندی) مورد بررسی قرار گرفته است. بدین طریق که چرخش لگن چه مدت زمان قبل از شروع حرکت دست باید درگیر شود؟ درخصوص این تاخیر و زمان‌بندی اساتید کاراته هیچ تأکید و یا اصلاً توافقی ندارند، یعنی بازخوردهای کلامی از قبول اجرا با چرخش قوی کمر و لگن، دیده شده است، ولی اینکه کمر را قبل از دست به کار بگیر، بندرت دیده شده است. این مورد می‌تواند ناشی از آن باشد که در اجرای این ضربه هیچ بازخوردی از لحاظ کمی (متر یا زمان و نیرو) در اختیار استادان، مربیان و خودکاراته‌ها نیست تا به راحتی از روی پیشرفت نتیجه در مورد کیفیت روش، بازخوردی قابل اطمینان بدست آورند و روش‌های متفاوتی را تجربه کنند. تفاوت این دو روش اجرا از دیدگاه این تحقیق تفاوت در زمان به کارگیری لگن در اجرای ضربه (زمان‌بندی) است.

### روش تحقیق

در تحقیق حاضر دو گروه ۱۲ نفره از دانشجویان دانشگاه تبریز که از لحاظ آمادگی جسمانی و تیپ بدنی از شرایط بهتری برخوردار بودند، انتخاب شدند. میانگین سنی آزمودنی‌ها  $21 \pm 0/5$  و وزن بدن آنها  $70 \pm 0/5$  بود. برای هر گروه ساعت‌های تمرینی ویژه‌ای اختصاص داده شد و تعداد جلسات تمرینی دو گروه ۲۰ جلسه  $1/5$  ساعته با شرایط یکسان در نظر گرفته شده بود. آزمودنی‌ها هیچ گونه آشنایی قبلی با مهارت‌های هنرهای رزمی نداشتند و روش تدریس از سیستم آموزشی سبک شوتوکان در نظر گرفته شده بود. هر جلسه آموزشی شامل گرم کردن (۱۵ - ۱۲ دقیقه)، آموزش و تمرین فن مورد نظر (۴۵ - ۴۰ دقیقه)، آمادگی جسمانی (۱۵ - ۱۰ دقیقه) و در پایان، سرد کردن (۵ دقیقه) بود. در مدت تمرین و آموزش به روش استقرار پاها (استقرار متمایل به جلو) و استفاده از چرخش لگن، اجرای صحیح ضربه، تأکید بر سرعت اجرای مهارت، تنفس صحیح حین ضربه، زمان مناسب به کارگیری چرخش لگن و

همین‌طور به انگیزش کافی افراد برای شرکت مشتاقانه در تمرینات هر جلسه به طور یکسان برای هر دو گروه تاکید شد. برای گروهی که اجرای ضربه با تاخیر مد نظر بود (گروه ۲)، تمرینات تفکیک شده‌ای از نظر به کارگیری لگن برای اجرای ضربه در نظر گرفته شد. جامعه آماری بیش از ۴ هزار دانشجوی پسر دانشگاه تبریز بودند که در واحد تربیت بدنی عمومی (۱) نمره ۱۷ یا بالاتر از آن را کسب کرده بودند و به طور داوطلبانه انتخاب شدند.

وسایل به کار برده شده برای اندازه‌گیری پارامترهای سینماتیکی در پایان دوره آموزشی عبارت بودند از: دوربین فیلمبرداری از نوع پاناسونیک M900، دستگاه ویدیو GBC، مارکر، ترازو، و متر پارچه‌ای.

نحوه فیلمبرداری به این صورت بود که: دوربین در بعد عمود بر مسیر اجرای مهارت قرار داده شده بود. افراد هنگام فیلمبرداری مایوهای مخصوص پوشیده و روی بدن آنها مارکر نصب شده بود که هر فرد ۵ بار مهارت را با بالاترین سطح انگیزش ممکن اجرا کرد و بهترین رکورد از هر ۵ اجرا، مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. مارکرهایی بر قسمت کنار داخلی و خارجی دست آرنج و شانه نصب شده بود.

### نحوه جمع آوری اطلاعات و داده‌ها

داده‌های این تحقیق عبارتند از:

۱. داده‌هایی که از روی فیلم با مشاهده و تجزیه و تحلیل فیلم توسط دستگاه ویدیو به دست آمده، داده زمان و مسافت زاویه‌ای است. یعنی زمان مورد نظر با شمارش تعداد فریم و سپس تبدیل آنها به ثانیه به دست آمد. مقدار مسافت زاویه‌ای رخ داده در چرخش لگن، شانه و آرنج نیز از روی تصاویر ویدیویی به دست آمد.

۲. داده‌های دیگری با جای گذاری زمان اجرا در فرمول‌های مکانیکی به دست آمد و جرم دست و جرم اندام فوقانی با استفاده از جدول به طور میانگین برای آزمودنی‌ها در نظر گرفته شد. برای به دست آوردن شتاب حرکت از فرمول  $d = \frac{1}{2}at^2$  و سرعت از فرمول  $v=at$  استفاده شد. با توجه به محاسبه جرم دست از جدول جیمزهی (۲) با مقدار انرژی جنبشی نیرو، کار و توان نیز به طور غیرمستقیم به دست آمد.

## نتایج و یافته‌های تحقیق

جدول ۱. مقایسه پارامترهای اندازه‌گیری شده از دو روش اجرای مشت معکوس در

## گروه‌های ۱ و ۲

گروه ۱	گروه ۲	محاسبه شده	درجه آزادی	t جدول	آلفای جدول	
۰/۲۲ ثانیه	۰/۲۱ ثانیه	۰/۸۹۵	۲۲	۱/۷۱۷	۰/۰۵	زمان
۸/۱۵ متر بر ثانیه	۸/۴۳ متر بر ثانیه	۰/۹۹۶	۲۲	۱/۷۱۷	۰/۰۵	سرعت
۳۸ متر بر ثانیه	۳۹/۵ متر بر ثانیه	۰/۹۶	۲۲	۱/۷۱۷	۰/۰۵	شتاب
۱۲۷N	۱۳۵/۵N	۰/۹۳	۲۲	۱/۷۱۷	۰/۰۵	نیرو
۴۹۰W	۵۴۸W	۱/۰۰	۲۲	۱/۷۱۷	۰/۰۵	توان
۱۱۴j	۱۲۳j	۰/۸۱۵	۲۲	۱/۷۱۷	۰/۰۵	انرژی جنبشی

مقادیر به دست آمده از دو روش مشت معکوس با احتساب آلفای ۰/۰۵ تفاوت معنی داری را نشان ندادند.



نمودار ۱ - نمودار زاویه لگن و شانه برحسب درجه. مسافت زاویه‌ای صورت گرفته در دو مفصل لگن و شانه برای دو گروه ۱ و ۲. درگیری یا چرخش لگن در گروه ۲ قبل از فلکشن شانه نشان داده شده است. در گروه ۱ نیز این تاخیر وجود دارد، ولی تاخیر بین چرخش لگن و فلکشن بازو نسبت به گروه ۲ کمتر است. ستون عمودی، تغییرات چرخش لگن را حول محور عمودی نشان می‌دهد. شروع حرکت از زاویه ۴۵ درجه (بین صفحه فرونتال و ساجیتال) و پایان حرکت در زاویه ۹۰ درجه است. لگن در حالت ۹۰ درجه همان وضعیت موازی با صفحه فرونتال می‌باشد.

### بحث و نتیجه گیری

اگر مدت زمان آموزش تکنیک کافی و همینطور روش آموزش تکنیک برای دو گروه به طور مناسب اجرا شده باشد و از طرفی وسایل و ابزار اندازه گیری با وجود دوبعدی بودن سینماتوگرافی در حد قابل قبولی بیانگر اندازه‌های واقعی باشند، در این صورت عدم معنی دار بودن متغیرهای دو گروه ۱ و ۲ از چند نظر قابل بحث و نتیجه گیری است. نخست از دیدگاه قانون زنجیره سینتیکی که در تمام الگوهای حرکتی به ویژه پرتاب‌ها صادق است (۷). به موضوع توجه می‌کنیم. درگیری مفاصل وزین قبل از مفاصل سبک‌تر امروزه به عنوان قانون زنجیره سینتیکی شناخته شده است. کاربرد این قانون در اجرای مشت معکوس درگیر شدن عضلات چرخش دهنده لگن خاصره را قبل از عضلات پرتاب کننده دست مورد تایید قرار



می دهد. براساس قانون زنجیره سینتیکی توالی درگیری اندام‌ها عبارت خواهد بود از: لگن، بالاتنه، کمر بند شانه‌ای، بازو، آرنج و در انتها پروناسیون ساعد.

به دلیل تفاوت این روش پرتابی با فنون دیگر از لحاظ غلبه بر یک مانع که برخلاف مهارت‌های پرتابی مانعی که به آن غلبه می شود فقط جرم دست است، احتمال دارد که نیاز به تاخیر حرکت دست نسبت به شروع چرخش لگن نسبت به مهارت‌های پرتابی دیگر کمتر باشد که این احتمال باتوجه به مدت زمان و مسافت اجرای مشت معکوس افزایش می یابد. چرا که در مقایسه با مهارت‌های پرتابی دیگر (از قبیل پرتاب نیزه، وزنه و بیسبال، زمان اجرا و مسافت اجرای مشت معکوس بسیار کمتر است.) این نتیجه با یافته‌های تحقیقات گلن، رافایل، اسکانیل، اندرو، تورنویکی، ماتسو، ساتروایت و بارتاین (۱۹۹۷) که در مقایسه پرتاب بیسبال و پاس فوتبال صورت گرفته است، مطابقت دارد. آنها اظهار داشتند چون وزن توپ فوتبال آمریکایی بیشتر از توپ بیسبال است، از این رو فوتبالیست‌های فوتبال آمریکایی نسبت به بیسبالیست‌ها تنه خود را سریع تر به داخل چرخش می دهند (۷). از این موضوع می توان دو نتیجه گرفت: که ابتدا در چرخش لگن برای اجرای گیاکوزوکی به دلیل اینکه دست به غیر از جرم خود همچون توپ بیسبال یا توپ فوتبال دارای بار نیست، پس چرخش لگن با فاصله بسیار اندکی قبل از شروع حرکت دست به کار گرفته می شود. یعنی با افزایش مقدار جرمی که باید به آن غلبه کرد، تاخیر بین شروع حرکت دست و لگن افزایش می یابد. به عبارتی به دلیل ماهیت مشت معکوس که مانع پرتابی در مقایسه با پرتاب‌های دیگر فقط جرم اندام فوقانی است، نیاز به تاخیر بین چرخش لگن و شروع حرکت دست نیست.

در مرحله دوم نکته قابل بحث این است که آیا با افزایش سرعت، اجرای مشت معکوس زمان بندی کلی این فن فرق خواهد کرد یا خیر؟ چرا که به عنوان مثال، تبدیل راه رفتن به دویدن به افزایش سرعت حرکت می انجامد (۱۰). اما در پاسخ به این سؤال می توان به این نکته اشاره کرد که با افزایش بیش از حد سرعت اجرای مشت معکوس، این فن از چه الگوی حرکت پیروی خواهد کرد. باتوجه به ویژگی الگوی حرکتی پرتاب‌ها متوجه می شویم با هر سرعتی که این شیوه اجرا شود، در نهایت از تعریف الگوی حرکتی پرتاب‌ها نمی تواند خارج شود (۵). با این نتیجه گیری احتمال تغییر زمان بندی مهارت کمتر می شود. به نظر می رسد باتوجه به زمان بندی

الگوی حرکت پرتابی با ثابت ماندن نسبت زمان بندی در مشت معکوس، فقط زمان کلی کاهش یافته است. یعنی کاهش میزان تاخیر در شروع حرکت دست نسبت به چرخش لگن در مقایسه با حرکات پرتابی دیگر طبیعی است. این قضیه مطابق عقیده استادانی است که معتقد به شروع حرکت چرخش لگن و دست به طور همزمان در اجرای مشت معکوس اند و تاکید می‌کنند در به کارگیری چرخش لگن قبل از پرتاب دست ندارند.

نکته دیگری که باید به آن اشاره شود این است که نوع عضلاتی که در چرخش لگن دخالت دارند، جزو عضلات کند انقباض اند که در مقایسه با عضلات تند انقباض بازکننده های آرنج دست و عضلات سینه ای بیانگر این است که همزمانی ارسال دستور انقباض به هر دو ناحیه دست و کمر با تاخیر انقباض در عضلات چرخش دهنده لگن مواجه خواهد شد. این تاخیر سبب کاهش نیروی نهایی ضربه خواهد شد، زیرا دست به نیرویی نیاز دارد که قبل از وضعیت برخورد، از طریق آن حمایت شود. به عبارتی اصل اوج گیری رخ دهد. در غیر این صورت همپوشانی نیروها صورت خواهد گرفت و اوج سرعت ممکنه به دست نمی آید (۱). باتوجه به این موضوع، تاکید بعضی از استادان کاراته در به کارگیری چرخش لگن لحظه ای قبل از شروع حرکت دست، مورد تایید قرار می گیرد. از طرفی تحقیقات انجام شده، مؤید آن است که کمتر بودن بافت چربی حول مفصل ران و کمر سبب افزایش سرعت پرتاب ها می شود. این مورد نشان دهنده کاهش گشتاور اینرسی حول لگن است که موجب افزایش سرعت زاویه ای خواهد شد (۱۰). این وضعیت در افزایش سرعت اندام فوقانی مؤثر خواهد بود. این موضوع نیز نظر استادانی را که به چرخش لگن قبل از شروع فلکشن بازو عقیده دارند، مورد تایید قرار می دهد. مورد دیگری که با این موضوع ارتباط دارد و می توان به آن اشاره کرد، ارتباط فریاد کشیدن (کیای) و سرعت اجرای ضربه است. این وضعیت نیز تایید تأثیر عضلات ناحیه لگن در میزان سرعت ضربه است چرا که برای کیای عضلات شکمی باید با شدت بیشتری منقبض شوند که در نهایت این شدت انقباض در فریاد کشیدن سبب افزایش ۱۰ درصدی در میزان سرعت ضربه شده که بسیار قابل توجه است (۱۱).

## منابع و مأخذ

- ۱- جنسون، شولتز و بینگرتر. "حرکت شناسی و بیومکانیک کاربردی"، ترجمه رضا علیجانی - انتشارات دانشگاه گیلان، ۱۳۷۶.
- ۲- جیمز هی. "بیومکانیک مهارت‌های ورزشی". ترجمه مهدی نمازی زاده، انتشارات دانشگاه تهران، ۱۳۷۵.
- ۳- رلف ویرهد. "آناتومی حرکت". ترجمه نورالدین نخستین و آذر معزی، انتشارات آستان قدس رضوی، چاپ دوم، ۱۳۸۰.
- ۴- کلیم دلبلیو تامپسون و آرتی فلوید. "اصول حرکت شناسی ساختاری"، ترجمه ولی ا... دیدی، ۱۳۸۱.
- ۵- ناکایاما، بست. "کاراته دو"، ترجمه ژیلایویان، تهران، انتشارات حرکت، ۱۳۷۰.
- ۶- هی وود. "رشد و تکامل حرکتی". ترجمه مهدی نمازی زاده و محمد اصلانخانی، انتشارات سمت، ۱۳۷۶.
- 7- Gelen, Rafael, Skatil. *Journal Applied Biomechanics*. JAB (1996).
- 8- Gery carr, "Mechanics of sport". *Human kinetics publication*. 1977.
- 9- Nakayama, M.: "Dynamic karate", *koasha International Ltd, Tokyo*, 1974.
- 10- Roger. enoka, "Neuromecanical Basis of Kinsiology" (second edition), *Human Kinetics pub, Gery carr liation*, 1994.
- 11- Z. masic, "kiai and Mechanical characteristics of some karate punches", *yugoslav Institute for physical Culture, Belgrade, yugoslavia*. 1987.