

مروری بر تجزیه و تحلیل مهارت‌های ضربه‌ای در ورزش‌های رزمی با استفاده از دو اصل فیزیکی ضربه-اندازه حرکت و کار-انرژی

چکیده

ندا پروشک^{*}، منصور اسلامی^۱،

حسن خوشنودی^۲

۱. گروه بیومکانیک ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه مازندران، بابلسر، ایران.
۲. گروه مکانیک، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد شوش، شوش، ایران.

دریافت: ۱۳۹۶/۶/۶ پذیرش: ۱۳۹۶/۹/۲۹

هدف: برای افزایش سطح عملکرد مهارت‌های ضربه‌ای در ورزش‌های رزمی، شناسایی فاکتورهای مهم در این رشته‌ها ضروری می‌باشد. بنابراین در این مقاله، مروری بر اساس دو اصل مهم فیزیکی کار-انرژی و ضربه-اندازه حرکت در تجزیه و تحلیل این مهارت‌ها انجام شد.

روش‌ها: جستجوی مقالات در پایگاه‌های تخصصی صورت پذیرفت و سپس ۳۱ مقاله مرتبط که بر اساس معیارهای ورود و خروج انتخاب شدند مورد بررسی و مطالعه قرار گرفتند.

یافته‌ها: در این تحقیق، مشخص شد که انرژی و توان بکار برده شده برای هر ضربه، می‌تواند هدف از اجرای آن را مشخص کند و اختلاف و اهمیت پارامترهای فوق در ورزش‌های مختلف را بررسی کند. همچنین مشخص شد که مهم‌ترین متغیرها در مهارت‌های ضربه‌ای، نیروی ضربه، سرعت خطی و جرم مؤثر عضو ضربه زننده است که در ورزش‌های مختلف، اهمیت آن‌ها متفاوت است و نیز بهترین روش در اندازه‌گیری نیروی ضربه بر اساس رابطه ضربه-اندازه حرکت، صفحه نیرو می‌باشد.

نتیجه‌گیری: نتایج حاکی از آن است که روش ضربه-اندازه حرکت ساده‌تر و پرکاربردتر است اما روش کار-انرژی در تجزیه و تحلیل مهارت‌ها اطلاعات دقیق‌تر و مفیدتری در اختیار مربیان و ورزشکاران قرار می‌دهد. در نهایت، پیشنهاد به مطالعات بیشتر خصوصاً در زمینه جرم مؤثر ضربه، بررسی اصل ضربه-اندازه حرکت با در نظر گرفتن و محاسبه اندازه حرکت زاویه‌ای و نیز تحقیقات بیشتر با استفاده از رابطه کار-انرژی می‌شود.

کلید واژگان: مهارت‌های ضربه‌ای، ورزش‌های رزمی، ضربه-اندازه حرکت، کار-انرژی

* نویسنده مسئول: گروه بیومکانیک ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه مازندران، بابلسر، ایران.

تلفن: ۰۹۱۱۳۹۷۶۲۹

E-mail: nedaboroushak@yahoo.com

مقدمه

کسب امتیاز را خواهد داشت. همچنین به دلیل ماهیت برخوردی (۳) این ورزش‌ها، بروز و شیوع آسیب‌های سطحی و جدی در بین ورزشکاران آن‌ها بالا می‌باشد و این نکته ضرورت بررسی برخوردهای این حوزه را از دیدگاه مکانیکی مشخص‌تر می‌کند (۴ و ۵). بنابراین شناسایی فاکتورهای مؤثر در این مهارت‌ها، برای مربیان این رشته‌ها و متخصصان علوم ورزشی حائز اهمیت می‌باشد. در بین پارامترهای کلیدی مکانیکی مربوط به کسب امتیاز در رشته‌های

از شرایط کسب امتیاز در مهارت‌های ضربه‌ای، برخورد قسمتی از بدن ورزشکار با جسم یا فردی دیگر می‌باشد، مانند اصابت ضربات پا و دست به بدن حریف در ورزش‌های رزمی (۱ و ۲). اما هر برخوردی در این رشته‌های ورزشی منجر به کسب امتیاز نمی‌شود، هر ضربه با توجه به قانونی که در آن رشته حاکم است و اجرای صحیح آن مهارت، قابلیت

رزمی، اثر ضربه با حداکثر نیروی ضربه یا انتقال اندازه حرکت مرتبط است. شکستن اجسام مانند چوب در این ورزش‌ها ناشی از ترکیب سرعت و جرم دست یا پا می‌باشد که حاصل ضرب این دو متغیر معرف اندازه حرکت خطی (Linear Momentum) می‌باشد. از آنجایی که در برخورد، تفاوت اندازه حرکت دو جسم بسیار مهم‌تر از اندازه حرکت هر کدام از آن‌ها می‌باشد، در ورزش‌های برخوردی نیز تفاوت اندازه حرکت خطی بین بازیکن ضربه زنده و بازیکن دریافت‌کننده ضربه، یکی از فاکتورهای آسیب است و می‌تواند به‌عنوان یک ملاک پیش‌بینی آسیب در تجزیه و تحلیل مهارت‌ها در نظر گرفته شود (۱۰).

در مطالعه حرکات انسان برای متخصصان بیومکانیک انرژی مکانیکی مورد توجه است. تنها منبع تولید انرژی مکانیکی در بدن انسان عضلات هستند، در حالی که بخش عمده جذب انرژی نیز از طریق عضلات انجام می‌شود. به دلیل اصطکاک در مفاصل و خاصیت ارتجاعی بافت‌ها، قسمت کوچکی از انرژی به حرارت تبدیل می‌شود و قسمت‌های دیگر انرژی مکانیکی به‌طور پی‌درپی به داخل و خارج عضلات و از اندامی به اندام دیگر، جریان می‌یابد.

هنگامی که انرژی نهفته در عضلات به صورت‌های دیگر انرژی مکانیکی تبدیل می‌شود، کار انجام می‌گردد که این موضوع به‌صورت اصل رابطه کار-انرژی نامیده در محاسبات گنجانده می‌شود. در ورزش‌های برخوردی مانند ورزش‌های رزمی ضربات از طریق انتقال انرژی مکانیکی بین اندام‌ها به حریف وارد می‌شوند و بدین طریق بر روی حریف کار انجام شده و این باعث جابجایی حریف می‌گردد.

بسیاری از محققان ورزشی در تلاش برای یافتن فاکتورهایی مانند کار و انرژی هستند که بر کارایی عملکرد ضربه تأثیرگذار باشد تا به‌وسیله آن‌ها بتوان عملکرد را بهبود بخشید و از آسیب‌های احتمالی جلوگیری نمود (۱۱ و ۱۲). اما متخصصان دنیای ورزش هنوز به درک درستی از این فاکتورها خصوصاً در مهارت‌های ضربه‌ای نرسیده‌اند و این موضوع یک موضوع چالش‌برانگیز برای محققان می‌باشد (۱۳).

بنابراین با توجه به اهمیت این موضوع در میان محققان علوم ورزشی و با توجه به اهمیت متغیرهایی که در این مطالعه به آن اشاره شد، تاکنون مطالعه‌ای یافت نشده که به بررسی تمامی این فاکتورهای مهم در یک مطالعه بپردازد. از طرفی از نگاه بیومکانیکی به‌منظور ارتقاء عملکرد ورزشکاران این رشته‌ها و مطالعه و کاهش میزان آسیب، شناسایی قوانین مکانیکی حاکم بر این مهارت‌ها می‌تواند نقش مهم و کلیدی را ایفا کند (۱۴).

برخوردی، نیروی ضربه و مدت زمان برخورد مهم می‌باشند. در ورزش‌های رزمی مثل تکواندو، «زمان اجرا» یک عامل اصلی برای مهاجم در کسب امتیاز در نظر گرفته شده است. ضربه راندهوس کیک (Roundhouse Kick) در تکواندو، ضربه‌ای به سر است که زمان اجرای کوتاه و شناس بالایی در به ثمر رسیدن امتیاز دارد و پس از کسب امتیاز مبارزه را قطع نمی‌کند. بنابراین مهم است که حریف پس از اجرای یک حرکت، قادر به شروع اجرای یک تکنیک در یک موقعیت جدید باشد. متغیری که اجازه آنالیز تصحیح و تنظیم موقعیت، جهت هماهنگ کردن فعالیت‌های مختلف را می‌دهد، زمان ضربه (Impact Time) می‌باشد. زمان ضربه یک فاکتور مهم برای هماهنگی میان دو ضربه یا بیشتر از دو ضربه است. لازمه کسب امتیاز در تکواندو، اصابت ضربات پر قدرت به نواحی خاصی که در قانون داوری تکواندو وجود دارد، می‌باشد. اما در رشته کاراته لازمه کسب امتیاز برخورد ضربات پا و دست به نواحی قابل امتیاز با شدت بسیار کمتری می‌باشد (۶).

بنابراین عامل مهم دیگری که می‌تواند تعیین‌کننده میزان عملکرد بازیکنان باشد نیروی حاصل از ضربه است با توجه به اهمیت این دو متغیر در ورزش‌های رزمی، محققان دریافته‌اند که در تجزیه و تحلیل بیومکانیکی تکنیک، تنها استفاده از متغیر زمان یا نیرو، روش مناسبی برای شناسایی عملکرد ورزشکاران نخواهد بود و باید هر دو متغیر باهم مورد بررسی قرار گیرد (۷) که در نظر گرفتن این دو متغیر با یکدیگر در یک مهارت، معرف اندازه ضربه (Momentum) است. مقدار اندازه ضربه به‌عنوان پارامتر دینامیکی ضربه، مساحت زیر نمودار نیرو-زمان است که موجب شتاب‌گیری عضوی می‌شود که ضربه به آن وارد می‌شود مانند برخورد ضربات پا به سر که انتقال اندازه ضربه از پا به سر موجب شتاب‌گیری سر می‌شود و عامل اصلی ایجاد آسیب در ورزشکاران است. برخی دیگر از محققین در تجزیه و تحلیل عملکرد ضربه در ورزش‌های رزمی، زمان اجرای پایین‌تر و اوج نیروی ضربه بالاتری را برای افراد خبره در مقایسه با افراد مبتدی یافتند (۸) که به‌عنوان یکی از مشخصات ضربه می‌تواند باعث آسیب‌دیدگی‌های تماسی (Contact Injuries) در این‌گونه ورزش‌ها شود.

در تجزیه و تحلیل مهارت‌های ضربه‌ای نشان داده شده است که بین سرعت، نیرو و دیگر پارامترهای سینتیکی ضربه، همبستگی وجود دارد. به‌عنوان مثال Dworak و همکاران (۹) بیان کردند که بررسی ارتباط بین سرعت دست کاراته‌کاها در اندازه حرکت ضربه با پارامترهای سینتیکی، برای تجزیه و تحلیل دقیق‌تر ضربه ضروری است. در ورزش‌های

نتایج

مطالعه حاضر نشان داد که اغلب تجزیه و تحلیل مهارت‌های ضربه‌ای بر اساس اصل ضربه-اندازه حرکت و کار-انرژی در ورزش‌های رزمی به رشته‌های تکواندو، کاراته و کونگ‌فو اختصاص دارد. در جدول ۱ مقالاتی که متغیر مورد بررسی آن‌ها بر اساس اصل ضربه-اندازه حرکت بوده است آورده شده است. البته باید توجه کرد که در این مطالعات سهم اندازه حرکت زاویه‌ای و تغییرات آن در ضربه به بدن در مقابل تغییرات اندازه حرکت خطی ناچیز فرض شده است.

با توجه به جدول فوق هیچ‌کدام از مطالعات انجام شده در بررسی مهارت‌های ضربه‌ای در ورزش‌های رزمی بر اساس اصل ضربه-اندازه حرکت در ایران انجام نشده است. همان‌طور که در جدول ۱ مشاهده می‌شود با استفاده از دوربین نیز می‌توان میزان نیروی ضربه یا دست رزمی کاران را به دست آورد به این طریق که با به دست آوردن سرعت خطی اندام از دوربین و تعیین جرم اندام با استفاده از جدول آنتروپومتری و قرار دادن اطلاعات فوق در رابطه ضربه -اندازه حرکت، اندازه ضربه به دست می‌آید. با تقسیم اندازه ضربه بر مدت زمان برخورد که بر اساس نرخ نمونه‌برداری دوربین قابل تخمین است. نیروی ضربه محاسبه می‌شود.

در مطالعات انجام شده، نیروی ضربه اندازه‌گیری شده پای تکواندوکار بر اساس رابطه ضربه -اندازه حرکت و با استفاده از دوربین ($292 \pm N$) در مقایسه با صفحه نیرو ($620 \pm N$) کمتر گزارش شد. همچنین نیروی ضربه دست کاراته‌کاران در تحقیقات، متفاوت گزارش شد.

همچنین نتایج به دست آمده از مقالات نشان داد که با استفاده از صفحه نیرو و اصل ضربه-اندازه حرکت می‌توان سرعت خطی اندام را به دست آورد. به این طریق که اندازه ضربه دست یا پای رزمی‌کار از طریق صفحه نیرو اندازه‌گیری شده و با مشخص بودن جرم اندام از جرم بدن، سرعت خطی اندام با استفاده از معادله $v=ft/m$ به دست می‌آید.

نتایج نشان داد که سرعت ضربه پای راند هوس کیک در تکواندو در دامنه ۱۳-۱۶ m/s قرار دارد. همچنین سرعت دست کاراته‌کاه‌ها ($8/28 \text{ m/s}$) بیشتر از کونگ‌فوکاران ($6/67 \text{ m/s}$) می‌باشد.

یکی دیگر از متغیرهای به دست آمده از رابطه ضربه-اندازه حرکت در این مطالعه، جرم مؤثر اندام است که با استفاده از دوربین و صفحه نیرو از معادله $me = \frac{\int_{t_1}^{t_2} f \cdot dt}{s}$ محاسبه گردید.

نتایج حاصل از مقالات نشان داد که جرم مؤثر ضربه دست کونگ‌فوکاران

با استفاده از قانون دوم نیوتن، رابطه میان نیروهای وارده به جسم و شتاب حاصل از آن بررسی می‌گردد. دو دسته اصلی از مسائل وجود دارند که به بررسی و تحلیل اثرات جمع‌پذیری نیروهای غیرمتعادل بر جسم در طی حرکت می‌پردازند. این دو دسته شامل انتگرال‌گیری از نیروها نسبت به زمان و انتگرال‌گیری نسبت به جابجایی و دوران جسم می‌باشند. نتایج این انتگرال‌گیری‌ها را می‌توان بدون نیاز به داشتن شتاب‌ها، مستقیماً با معادلات حاکم بر حرکت بر جسم ترکیب نمود. اولین انتگرال‌گیری منجر به حصول قانون «ضربه-اندازه حرکت» شده و دومین انتگرال‌گیری، معادلات «کار و انرژی» را به دست می‌دهد (۱۵). بنابراین با توجه به اهمیت متغیرهای ذکر شده در مهارت‌های ضربه‌ای، هدف از انجام این مطالعه مروری بر تجزیه و تحلیل مهارت‌های ضربه‌ای در ورزش‌های رزمی با استفاده از دو اصل فیزیکی ضربه-اندازه حرکت و کار-انرژی می‌باشد.

روش شناسی

در مطالعه حاضر، تحقیقات منتشر شده به زبان فارسی از سال ۱۳۸۰ تا سال ۱۳۹۵ و تحقیقات منتشر شده به زبان انگلیسی از سال ۱۹۹۷ میلادی تا سال ۲۰۱۷ در بانک‌های اطلاعاتی Google Scholar، Scencedirect، PubMed، SCOPUS و SPORTDiscuss مورد جستجو قرار گرفت. جستجوی مقالات در ابتدا به شیوه‌های الکترونیکی و سپس به طریق دستی از میان مقالات چاپ شده در پایگاه‌های مذکور انجام شد. معیار ورود به تحقیق برای مقالات انتخاب شده به قرار زیر بود:

- به زبان فارسی و یا انگلیسی باشند
- در نشریات علمی پژوهشی و یا سطوح بالاتر چاپ شده باشند
- در مورد ورزش‌های رزمی باشند (مانند کاراته، تکواندو، جودو، کونگ‌فو و ووشو، کیک بوکسینگ، جوجیتسو و آیکیدو)
- در مورد مهارت‌های ضربه‌ای باشند
- در مورد دست کم یکی از متغیرهای زیر اطلاعاتی ارائه شده باشد:
- تجزیه و تحلیل حرکت بر اساس هر یک از متغیرهای سرعت، جرم، نیرو، زمان اجرا، کار و انرژی، ماهیت ورزش‌های برخوردار،
- در نتیجه جستجو بر اساس استرانی این تحقیق در مجموع ۵۵ مقاله یافته شد. بعد از خروج مقالات و با توجه به معیارهای ورود در نهایت ۳۱ مقاله (۱۹ مقاله در ورزش‌های رزمی و ۱۲ مقاله در زمینه مرتبط با تحقیق) مورد استفاده در این مطالعه قرار گرفتند.

جدول ۱.

خلاصه‌ای از نتایج تجزیه و تحلیل مهارت‌های ضربه‌ای با استفاده از اصل ضربه-اندازه حرکت

منبع	متغیر مورد بررسی	مقادیر به دست آمده	وسیله اندازه‌گیری	نتایج
پیرسون ۱۹۹۷ (۱۴)	نیروی ضربه پای چرخشی در تکواندو، سرعت پا قبل از برخورد	$292 \pm 54 N$ $13/4 \pm 1/6 \frac{m}{s}$	دوربین	ارتباط معنادار بین نیروی ضربه و سرعت خطی پا در تکواندو، پیروی از اصل جمع سرعت خطی در تکنیک پا
کیم ۲۰۰۵ (۱۶)	نیروی ضربه پای راندهوس کیک در تکواندو سرعت خطی پا	$620 N$ $16/7 \frac{m}{s}$	صفحه نیرو	نیروی ضربه با جرم بدن و حداکثر سرعت خطی پا رابطه معناداری دارد
دوارک ۲۰۱۲ (۹)	حداکثر نیروی ضربه گیاکوزوکی (ضربه دست) و مای‌گری (ضربه پا) در کاراته	$3/4 KN$ $2/2 KN$	صفحه نیرو	نیروی ضربه پا بیشتر از دست است
پینتونو ۲۰۱۲ (۸)	جرم مؤثر ضربه و سرعت دست قبل از برخورد در شرایط پویا در شرایط ایستا در کاراته کاران	$1/0 \pm 2/41 kg$ $8/28 \frac{m}{s}$ $5/24 \frac{m}{s}$	دوربین و صفحه نیرو	سرعت نیروی ضربه دست در شرایط پویا بیشتر ایستا است که این به دلیل افزایش کار مکانیکی انجام شده می‌باشد
گیروت ۲۰۰۵ (۱۷)	اندازه حرکت خطی افقی اندام‌های کاراته کار حداکثر نیروی ضربه و اندازه ضربه	$26/11 \frac{kg.m}{s}$ $1745 N$ $13/7 N.S$	دوربین و صفحه نیرو	تفاوت بزرگی بین اندازه حرکت خطی کاراته‌ها و اندازه ضربه خطی وجود داشت که این محدودیت به دلیل آنالیز دوبعدی حرکت است
پینتونو ۲۰۰۷ (۱۸)	اندازه حرکت خطی، جرم مؤثر و سرعت دست قبل از برخورد در کونگ فوکاران	$28/2 \frac{kg.m}{s}$ $2/6 \pm 0/33 Kg$ $6/67 \pm 1/42 \frac{m}{s}$	دوربین	در گروه ورزشکار به دلیل جرم مؤثر بیشتر، متغیرهای سینماتیکی و سینتیکی مهارت افزایش می‌یابد

kg $2/6 \pm 0/33$ و کاراته‌کاران $1/0 \pm 2/41$ می‌باشد.

با توجه به جستجوی محقق مقالات مربوط به تجزیه و تحلیل مهارت‌های ضربه‌ای در ورزش‌های رزمی بر اساس رابطه کار-انرژی بسیار محدود می‌باشد که خلاصه آن در جدول ۲ آورده شده است.

با توجه به نتایج جدول (۲) مشخص شد که جهت تعیین یک ضربه قوی و امتیاز آور در ورزش‌های رزمی می‌توان از رابطه کار-انرژی کمک گرفت. Barham و Stull در بررسی ضربه مشت معکوس در شو-توکان کاراته،

تکواندو و کونگ‌فو نشان دادند که بیشتری انرژی منتقل شده به هدف در سبک تکواندو اتفاق می‌افتد به عبارتی ضربه مشت معکوس در تکواندو قوی‌تر از کاراته و کونگ‌فو می‌باشد.

در تحقیقی با استفاده از تحلیل سینماتیکی و سینتیکی ضربه مشت یک تکواندوکار به سر، انرژی آسیب‌زننده در ضربه به صورت تفاضل انرژی مجموعه اندام دست قبل از ضربه (۱۷۵J) و انرژی مجموعه دست و سر بعد از ضربه (۳۵J)، محاسبه شد و نتایج نشان داد که بیش از نیمی از انرژی

جدول ۲.

خلاصه‌ای از نتایج چند نمونه از تجزیه و تحلیل مهارت‌های ضربه‌ای با استفاده از اصل کار-انرژی

منبع	متغیر مورد بررسی	وسیله اندازه‌گیری	نتایج
استول و بارهام (۱۹)	کار و انرژی مشت معکوس در حالت ایستاده از روبرو در شوتوکان کاراته، تکواندو، کونگ‌فو	دوربین	انرژی ضربه وابسته به سرعت ایجاد و انتقال ضربه بوده و بنابراین ضربه وارده در تکواندو دارای بیشترین انرژی است.
واسیک (۲۰)	سینماتیکی و سینتیک یک ضربه مشت ساده	سیستم تصویربرداری هوشمند <i>BTS</i>	بیش از نیمی از انرژی مشت تبدیل به انرژی آسیب‌زننده می‌شود.
واسیک (۲۱)	مقدار نیرو، انرژی و توان ضربه مشت سنتی و مدرن	دوربین مادون قرمز	هدف از ضربه، روش اجرای آن را مشخص می‌کند.

نقش قابل توجهی را ایفا می‌کنند. بنابراین برای سهولت در تجزیه و تحلیل این مهارت‌ها از اصل ضربه-اندازه حرکت استفاده می‌شود. از این روش می‌توان برای تعیین نیروهای درگیر در برخورد و تخمین میزان آسیب استفاده کرد. به‌عنوان مثال این روش ما را قادر به بررسی نیروهای اعمال شده توسط پا به سر در ورزش‌های رزمی می‌کند (۲۲).

نتایج حاصل از مقالات نشان داد که نیروی ضربه پا و دست در میان تکواندوکاران و کاراته‌کاها در تحقیقات مختلف، متفاوت می‌باشد. احتمالاً به دلیل تفاوت‌هایی که در هدف مورد برخورد در مطالعات وجود دارد، مقایسه نیروی ضربه در ورزش‌های رزمی متفاوت به دست آمد. زیرا اندازه و الاستیسیته هدف مورد برخورد به دلیل تفاوت‌هایی که در ساختار مواد آن‌ها در میزان جذب نیرو وجود دارد می‌تواند بر نتایج نیروی ضربه به دست آمده تأثیر متفاوتی داشته باشند از دیگر دلایل این تفاوت‌ها می‌توان به ابزار ضبط و اندازه‌گیری اشاره کرد به‌عنوان مثال در محاسبه سرعت دست قبل و بعد از برخورد به هدف با استفاده از دوربین ممکن است در مشاهده فریم‌ها خطا به وجود آید. بنابراین اندازه‌گیری باید دارای روائی و پایایی باشند. داده‌های ویدیویی، شتاب سنج، فیلم پیزوالکتریک و تغییرات در فشارسنج، همه اندازه‌گیری‌های غیرمستقیم نیروی ضربه هستند، از این رو استفاده از صفحه نیرو و یک ابزار دقیق و بهتری برای جمع‌آوری داده‌های نیروی ضربه به نظر می‌رسد. با وجود تفاوت‌هایی که در روش‌های جمع‌آوری داده‌ها وجود دارد، به‌طور کلی این موضوع آشکار است که اجرای ضربه پا به سر توسط ورزشکاران نخبه می‌تواند نیروی ضربه بزرگی را تولید کند که منجر به آسیب‌های جدی به حریف شود.

در بررسی سرعت خطی ضربه راند هوس کیک در تکواندو که با بلند کردن پا به جلو (با خمیدگی زانو و ران) آغاز شده و در نزدیکی هدف با باز شدن زانو، قسمت انتهایی پا به هدف (کیسه) ضربه وارد می‌کند به دست آمد که بیشترین سرعت در انتهای اندام اتفاق می‌افتد. نتایج نشان داد که سرعت خطی به ترتیب از قسمت فوقانی اندام به قسمت تحتانی در حال افزایش

مشت تبدیل به انرژی آسیب‌زننده (z) می‌شود. همچنین در مطالعات انجام شده مشخص شد که با استفاده از روابط کار و انرژی می‌توان روش اجرای تکنیک (سنتی یا مدرن) و هدف از اجرای آن را مشخص کرد. به‌عنوان مثال واسیک در سال ۲۰۱۵ (۱۹)، در بررسی ضربه مشت تکواندوکاران به‌صورت مدرن و سنتی با استفاده از رابطه کار-انرژی بیان کرد که حداکثر سرعت، زمان، نیرو، انرژی و توان ضربه مشت آن‌ها در دو گروه به ترتیب 5.34 m/s ، 0.17 s ، $1308 \pm 173 \text{ N}$ ، 0.17 s ، $3284 \pm 555 \text{ N}$ ، 0.17 s ، 8.46 m/s و $5630 \pm 247 \text{ W}$ ، 0.17 s ، $2299 \pm 320 \text{ J}$ ، $2598 \pm 283 \text{ W}$ می‌باشد. از ضربه مشت به روش سنتی برای شکستن اجسام و به روش مدرن برای مبارزه استفاده می‌شود.

بحث

هدف از مطالعه حاضر، بررسی تجزیه و تحلیل مهارت‌ها در ورزش‌های رزمی بر اساس دو اصل فیزیکی کار-انرژی و ضربه-اندازه حرکت و همچنین ارائه یک جمع‌بندی مناسب از نتایج تحقیقات پیشین بود. در این راستا جستجوی مقالات در پایگاه‌های تخصصی صورت پذیرفت و سپس ۳۱ مقاله مرتبط که بر اساس معیارهای ورود و خروج انتخاب شدند مورد بررسی و مطالعه قرار گرفتند. یافته‌های این مطالعه نشان داد که در زمینه تجزیه و تحلیل مهارت‌ها در ورزش‌های رزمی بر اساس دو اصل ذکر شده در ایران مطالعه‌ای انجام نشده است که این می‌تواند به دلیل کافی نبودن وسایل آزمایشگاهی در همه نقاط کشور باشد همچنین آزمایشگاه‌های بیومکانیکی در داخل ایران بیشتر برای ارزیابی راه رفتن مورد استفاده قرار می‌گیرند و شرایط کافی برای ارزیابی ضرباتی همچون ضربه راند هوس کیک در تکواندو را ندارند.

اصل ضربه-اندازه حرکت خطی

در تجزیه و تحلیل مهارت‌های برخوردی، میزان ضربه و سرعت ضربه

است که این اصل مداخله اندام‌ها و جمع سرعت خطی که رابطه مستقیمی با سرعت زاویه‌ای مفاصل را دارد ($v=r\omega$)، نشان می‌دهد. مریبان در اجرای ضربات پا به هنرجویان خود می‌گویند که به‌طور سریع زانو و ران خود را بالا بیاورند و با چرخش بر پای عقب ضربه پا را اجرا کنند که دلیل این توصیه افزایش دادن سرعت زاویه‌ای مفاصل اندام تحتانی و در نتیجه افزایش سرعت خطی انتهای اندام می‌باشد. با توجه به تحقیقات انجام شده در این مطالعه احتمالاً دامنه سرعت خطی در اجرای ضربات پا، بین ۱۳ تا ۱۶ متر بر ثانیه می‌باشد. که این منجر به وارد شدن نیروی ضربه‌ای با شتاب بیش از g ۱۳۰ به سر می‌شود (۲۳) در تحقیقات بیان شده است که ضرباتی با شتاب g ۱۵۰ به سر ممکن است سبب آسیب‌های قابل توجه مغزی شود (۲۴) با توجه به بالا بودن امتیاز ضربات پا در ورزش‌هایی همچون تکواندو چنین ضرباتی در مسابقات، امکان آسیب را به مراتب افزایش می‌دهد. بنابراین برای پیشگیری از چنین آسیب‌های جدی در تکواندو باید در به‌کارگیری افراد متخصص پزشکی، نظارت بر آسیب‌دیدگی و تجهیزات امن‌تر متمرکز بود.

جرم مؤثر: جرم مؤثر (Effective Mass) عبارت است از جرم اندام درگیر در ضربه، که یک شاخص تأثیرگذار در انتقال اندازه حرکت، طی ضربه می‌باشد که افزایش انقباض عضلانی و هم انقباضی حول یک مفصل می‌تواند سبب افزایش آن شود. نتایج تحقیقات نشان داد که جرم مؤثر ضربه دست کونگ‌فوکاران بیشتر از کاراته‌کاهای می‌باشد که این می‌تواند به دلیل متفاوت بودن ماهیت این رشته‌ها با یکدیگر باشد. در قوانین رشته کاراته استفاده از کلاه جزء قوانین داور نمی‌باشد و ضربات وارد به ناحیه سر به‌صورت کاملاً کنترل شده اجرا می‌شوند بنابراین ورزشکاران این رشته جهت افزایش نیروی ضربه خود سرعت ضربه را افزایش داده و قبل از برخورد به سر متوقف می‌کنند. اگر آن‌ها بخواهند جهت افزایش نیروی ضربه خود از جرم مؤثر ضربه استفاده کنند افزایش این متغیر باعث آسیب‌های جدی به سر خواهد شد اما استفاده از کلاه جزء قوانین رشته کونگ‌فو بوده و از شرایط کسب امتیاز، اصابت کامل ضربه می‌باشد که نسبت به رشته کاراته به نیروی ضربه بیشتری نیاز است از این رو ورزشکاران این رشته ورزشی نیاز به افزایش جرم مؤثر ضربه جهت کسب امتیاز دارند. بنابراین آن‌ها با استفاده بیشتر از عضلات یا اندام‌های خود نسبت به کاراته‌کاران، جرم مؤثر بیشتری را دارا می‌باشند.

یکی از کاربردهای مهم جرم مؤثر شناسایی عملکرد اندام برتر و غیر برتر رزمی‌کاران می‌باشد. که نتایج مطالعات این تحقیق نشان داد که جرم مؤثر ضربه دست برتر رزمی‌کاران بیشتر از دست غیر برتر آن‌ها می‌باشد.

همچنین جرم مؤثر ضربه در حین حرکت به سوی حریف بیشتر از حالت ایستا می‌باشد. استفاده مکرر از یک دست در حین اجرای ضربه منجر به قوی‌تر شدن عضلات و هماهنگی بیشتر بین مفاصل آن اندام نسبت به اندام دیگر می‌شود (۲۵). انقباض عضلانی و هماهنگی بیشتر بین اجزای یک اندام احتمالاً می‌تواند از دلایل افزایش جرم مؤثر ضربه در اندام برتر نسبت به دیگر اندام شود. همچنین اجرای ضربه دست در حین حرکت به سمت حریف مثلاً حرکت دست همراه با پرتاب پا به سمت جلو مانند تکنیک‌های دست در کاراته منجر به افزایش اندام‌های درگیر در ضربه می‌شود که این شرایط می‌تواند نسبت به شرایط ایستا جرم مؤثر ضربه را افزایش دهد و این امر باعث افزایش انتقال اندازه حرکت خطی به حریف می‌شود. این امر خود می‌تواند مؤید احتمال بیشتر بروز آسیب در مسابقات و رقابت‌های حرفه‌ای باشد. بنابراین توجه به جرم مؤثر هنگام ضربه و بکارگیری مناسب آن با توجه به ماهیت رشته ورزشی به‌منظور جلوگیری از آسیب ضروری می‌باشد. یک نکته قابل توجه در افزایش جرم مؤثر هنگام ضربه این است که ابتدا بدن شل می‌باشد و درست قبل از ضربه باید با انقباض عضلانی اندام را به‌صورت یک جسم سفت به سمت هدف پرتاب کرد. این روش نسبت به زمانی که اندام در کل ضربه در حال انقباض باشد نیروی ضربه بیشتری تولید می‌کند. نمونه این روش در فنون ورزشکاران بنامی، همچون بروسلی و جک دمپسی قهرمان بوکس جهان دیده می‌شود (۲۶) در واقع آن‌ها با شل کردن بدن سبب انتقال بهتر اندازه حرکت بین اندام‌ها شده و در لحظه قبل از ضربه با سفت کردن اندام ضربه زننده، اندازه حرکت توسط قسمت انتهایی آن به هدف منتقل می‌شود. در بررسی این موضوع از نگاهی دیگر می‌توان گفت که در میان متغیرهای بیومکانیکی، متغیرهایی که بیشترین اطلاعات را به ما می‌دهند، متغیرهایی هستند که مرتبط با انرژی و انتقال آن می‌باشند. این متغیرها عبارت‌اند از انرژی مکانیکی، کار و توان. بدون داشتن مقادیر این متغیرها، ما هیچ اطلاعاتی در خصوص جریان انرژی که حرکت را به وجود می‌آورد، نداریم (۲۷). به‌عنوان مثال، یک اصل بسیار مهم که در مهارت‌های ضربه‌ای وجود دارد و توجه کمی به آن شده است، توالی حرکتی از قسمت ابتدایی به قسمت انتهایی اندام (Proximal to Distal (P-D) sequential motion) است که سبب انتقال انرژی در اندام‌های حرکتی و در نهایت انتقال آن به حریف می‌شود. هنگام ضربه اگر کل اندام را سفت کنیم مانع از انتقال هماهنگ و سریع انرژی میان اندام‌ها می‌شود اما با رها کردن اندام، یک توالی حرکت با یک هماهنگی بهینه، انرژی را بین اندام‌ها منتقل و با سفت کردن اندام قبل از ضربه، باعث حرکت و انتقال شتاب اندام ضربه زننده به هدف می‌شود (۲۸) بنابراین

تجهیزات ایمنی مناسب، سرعت عکس‌العمل در دفاع از خود و آمادگی بدنی می‌تواند منجر به کاهش آسیب شود. که در میان این پارامترها سرعت عکس‌العمل مربوط به مهارت ورزشکاران بوده و از اهمیت ویژه‌تری در مسابقات حرفه‌ای برخوردار است (۳۰).

در تحقیق حاضر نشان داده شد که از ضربه مشت سنتی برای شکستن اجسام و از ضربه مشت مدرن برای مبارزه استفاده می‌شود. برای شکستن اجسام، سرعت، نیرو انرژی ضربه در بیشترین مقدار خود اعمال می‌شود اما در یک مبارزه هدف رساندن ضربه در کوتاه‌ترین فاصله زمانی است به همین دلیل زمان ضربه در روش مشت مدرن کوتاه‌تر از روش سنتی است و همچنین سرعت، نیرو و انرژی ضربه. اما توان تولید شده در روش مدرن بیشتر از روش سنتی می‌باشد. از آنجایی که بیشترین توان با ۳۰ درصد نیرو و سرعت تولید می‌شود (۳۱) بنابراین تولید نیرو و سرعت بیشتر در روش ضربه مشت سنتی، با تولید توان بیشتری نسبت به روش مدرن همراه نمی‌باشد. به‌طور کلی می‌توان نتیجه گرفت که رزمی‌کاران با توجه به اهداف ضربه می‌توانند متغیرهای سینماتیک و سینتیک ضربه را تغییر دهند یعنی برای انجام ضربه‌ای مانند مشت در شرایط مسابقه (ورزش مدرن) نیاز به توان بیشتر و زمان کمتری می‌باشد.

نتیجه‌گیری نهایی

به‌طور کلی تحقیقات صورت گرفته در ورزش‌های رزمی بر اساس دو اصل ضربه-اندازه حرکت و کار-انرژی بیشتر در رشته تکواندو انجام شده است که این موضوع حاکی از اهمیت و پرطرفدار بودن این رشته نسبت به سایر ورزش‌های رزمی می‌باشد. متغیر مهمی که در این تحقیقات مورد توجه قرار گرفت، جرم مؤثر ضربه بود که تغییر صحیح این متغیر با توجه به ماهیت ورزش می‌تواند در موفقیت رزمی‌کاران تأثیر بسزایی داشته باشد. از دیگر نتایج مهم این تحقیق این است که می‌توان به تشخیص آسیب‌های وارد به سر و تعیین الگوی‌های مهارتی مناسب و با توجه به اهداف تمرین بر اساس اصل کار-انرژی پی برد. علاوه بر آن دانستن اطلاعاتی در خصوص شیب، شکل، مساحت زیر نمودار و نقاط عطف آن ما را در شناخت بهتر ضربات اصابت شده به حریف و بررسی آسیب‌های ناشی از آن آگاه می‌کند. همچنین همان‌طور که گفته شد، با توجه به متفاوت بودن اجسام مورد برخورد در این مطالعه (مثل کیسه‌بوکس و توپ) جهت به دست آوردن متغیرهای مربوط به اصل ضربه - اندازه حرکت، نتایج نیز به دلیل تفاوت در خواص مکانیکی این

می‌توان گفت، علاوه بر اندازه حرکت شناسایی جریان انرژی مکانیکی، شاخص مناسب‌تری برای ارزیابی حرکت و مهارت‌ها می‌باشد.

اصل کار-انرژی

کار مکانیکی و انرژی ارتباط بسیار نزدیکی با یکدیگر دارند و این دو دارای واحد مشابه ژول هستند. برای اینکه انرژی تولید گردد، مقدار مشخصی کار باید انجام شود یا به میزان انتقال انرژی کار انجام می‌شود (۲۶). ارتباط این دو، اصل کار-انرژی نامیده می‌شود.

در بررسی تحقیقات انجام شده بر اساس اصل کار-انرژی ضربه مشت معکوس در تکواندوکاران قوی‌تر از کاراته‌کاها و کونگ فوکاران نشان داده شد. در تحلیل ضربه مشت معکوس باید گفت که این ضربه به صورت مستقیم و افقی به هدف یا حریف برخورد می‌کند به همین دلیل کار انجام شده توسط رزمی‌کاران انرژی پتانسیل گرانشی تولید نمی‌کند و در یک ضربه تنها انرژی جنبشی تولید می‌شود. که این انرژی جنبشی و در نتیجه مقدار کار انجام شده، به جرم بدن موقع حرکت و سرعت مشت لحظه تماس بستگی دارد. در گروه تکواندوکار احتمالاً سرعت مشت بالا لحظه تماس، سبب افزایش انرژی جنبشی منتقل شده به حریف می‌باشد یا اینکه علاوه بر این فاکتور تکواندوکارها توانسته‌اند هنگام ضربه از جرم مؤثر ضربه جهت انتقال انرژی کمک بگیرند. باید توجه داشت ضربه مشت قوی‌تر به معنای رساندن آسیب بیشتر به حریف نیست. زیرا این اثرات توسط انرژی جنبشی مشت تولید شده است نه توان آن. بنابراین برای درک بهتر این مفاهیم نیاز به مطالعات بیشتری می‌باشد. همچنین نتایج نشان داد که بیش از نیمی از انرژی مشت یک تکواندوکار تبدیل به انرژی آسیب‌زننده می‌شود. انرژی جنبشی دست پس از ضربه به انرژی پایستار و غیر پایستار (۲۹) تبدیل می‌شود. انرژی پایستار در واقع همان انرژی جنبشی ثانویه دست و سر پس از ضربه است که در این تحقیق نشان داده شد که منجر به آسیب نمی‌شود. انرژی غیر پایستار در واقع انرژی درونی در سر می‌باشد که باعث تغییر شکل و ایجاد اعوجاج در بافت‌های سر شده و آسیب آن را به همراه دارد در اینجا تنها عامل آسیب‌زننده‌ی ناشی از انرژی درونی مورد توجه بوده است در حالی که انرژی جنبشی ثانویه هم نیز می‌تواند با ایجاد شتاب (خطی و زاویه‌ای) در سر باعث آسیب‌های جدی همچون ضربه مغزی شود. خصوصاً در ضربات پا که سرعت ضربه و میزان نیروی تولیدی بسیار بیشتر از مقادیر گزارش شده از ضربه مشت است. انرژی جنبشی ثانویه ممکن است منجر به تولید شتابی بیشتر از آستانه تحمل سر شود. بنابراین در نظر گرفتن هر دو مکانیزم آسیب سر در تجزیه و تحلیل ضربات وارد به سر لازم می‌باشد همچنین استفاده از

دامی که نماینده سر واقعی یک انسان است و تعبیه سنسورهای مربوط به اندازه‌گیری ضربه و سرعت با خطای کمتر و به‌طور هم‌زمان، اطلاعات سینماتیک و سیستیک ضربه را به‌دست آورد

اجسام با یکدیگر متفاوت می‌باشند. همچنین به دلیل خطای محاسباتی در ابزار اندازه‌گیری مانند دوربین و به‌منظور بهینه‌سازی این نتایج، نیاز به روشی دقیق‌تر است که به شرایط واقعی ضربه نزدیک‌تر باشد. از این رو پیشنهاد می‌شود در تحقیقات آینده از روشی مانند استفاده از یک سر

References

1. Pedzich W., M.A., and Urbanik C. "The Comparison of the Dynamics of Selected Leg Strokes in Taekwondo WTF", Act of Bioengineering and Biomechanics, 2006;8(1):83-90.
2. Nunome H., G.A., Shinkai H., Suito H., Tsujimoto N., and Ikegami Y. "Impact phase Kinematics of Side-foot and Instep Soccer Kick", Journal of Biomechanics, 2007;24(1):11-22.
3. Boroushak N, Anbarian M. "A Comparison of Time to Peak Torque and Acceleration Time in Elite Karate Athletes", Journal of Paramedical Sciences and Rehabilitation, 2015;2(4):13-20.
4. Rahimi M, Halabchi F, GHasemi GH, Zolaktaf V. Prevalence of Karate Injuries in Professional Karate Ka in Isfahan", Annals of Military and Health Sciences Research, 2009;3(7):201-207.
5. Borooshak, N. Rashedi, H. Almasi, J. Ghodrati, M."An Investigation of Sport Injuries Prevalence in Female Karate Athletes in Guilan ", Journal of Jahesh, 2013;18:61- 69.
6. Boroushak N. and Anbarian M. "A Comparison of Hamstring/ Quadriceps Muscular Strength Ratio in Elite karate Athletes Before and After Muscular Fatigue", . International Journal of Applied Science in Physical Education, 2016;1:1-7.
7. Estevan I, Falco C, Molina-Garcia J, Castillo I. "Impact Force and Time Analysis Influenced by Execution Distance in a Roundhouse Kick to the Head in Taekwondo", Journal of Strength and Conditioning Research, 2011;25:28-41.
8. Pinto Neto O., S.J.H., Miranda Marzullo A.C., Bolander R. "The Effect of Hand Dominance on Martial Arts Strikes", . Human Movement Science, 2012;31(4):824-833.
9. Dworak L.B., Maczynski J. "Characteristics Of Kinematics And Kinetics Of Strokes In Karate - Biomechanical Approach", International Symposium on Biomechanics in Sports, Beijing, China, 2005;23:109-112.
10. Hendricks S., K.D., Lambert M. "Momentum and Kinetic Energy before the Tackle in Rugby Union". Journal of Sports Science and Medicine, 2014; 13:557-563.
11. Hong D.-A., C.T.K., Roberts E.M. "A Three-Dimensional, Six-Segment Chain Analysis of Forceful Overarm Throwing",. Journal of Electromyography and Kinesiology, 2001;11(2):95-112.
12. Marshall R, Elliott B. "Long-Axis Rotation: the Missing Link in Proximal-to-Distal Segmental Sequencing". Journal of sports sciences, 2000;18(4):247-254.
13. Zatsiorsky V.M." Kinetics of Human Motion. Human Kinetics". Campaign, IL, USA.,2002;5:76-83.
14. Pearson J.N. "Kinematics and Kinetics of the Taekwon-Do Turning Kick", Unpublished doctoral dissertation. University of Otago, Dunedin., 1997;90-97.
15. Meriovitch L, Methods of Analytical Dynamics, New York, 2010.
16. Kim Y.K., K.Y.H., and Im S.J. "Inter-Joint Coordination in Producing Kicking Velocity of Taekwondo Kicks", Journal of sports science & medicine, 2011;10(1):31-38.
17. Girodet P., V.P., Dabonneville M., and Lacouture P. "Two-Dimensional Kinematic and Dynamic Analysis of a Karate Straight Punch", . Computer Methods in Biomechanics and Biomedical Engineering, 2005;6:117-121.
18. Pinto Neto O., M., Saba M. "The Role of Effective Mass and Hand Speed in the Performance of Kung Fu Athletes Compared With Nonpractitioners ", Journal of Applied Biomechanics, 2007;23:139-148.
19. Stull R. and Barham J. "An Analysis of Work and Power Produced by Different Karate Styles in the Karate Reverse Punch in Front Stance",. ISBS-Conference Proceedings Archive,, 1988;1(1):225-231.
20. Wąsik J. "Chosen Aspects of Physics in Martial Arts", Journal of Human Kinetics, 2009;5:11-14.
21. Wąsik J. and Nowak K. "Influence of Different Versions of the Straight Forward Punch on the Obtained Force, Energy and Power – Measurements of Taekwon-Do ITF Athletes' Performance", . Archives of Budo Conference Proceedings Hma Congress, 2015;149-154.
22. Mizuguchi S. "Net Impulse and Net Impulse Characteristics in Vertical Jumping" Theses for Doctor of Philosophy, East Tennessee State University, 2012;8:304-309.
23. Fife G.P. "Biomechanics of head injury in olympic taekwondo and boxing" Biol. Sport, 2013;30:263-268.

24. . Schmitt K-U, a., e. Trauma Biomechanics. . Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2014.
25. Quinzi F, Sbriccoli P. Alderson J, Di Mario A, Intra-limb coordination in karate kicking: Effect of impacting or not impacting a target, Human Movement Science, 2013;7:89-97.
26. Seth Lenetsky R.J.N., M.B., Nigel K. Harris. "Is Effective Mass in Combat Sports Punching Above its Weight?". Human Movement Science, 2015;89-97.
27. Eslami M, Damavandi M. "Fundamentals of Biomechanics and Motion Analysis", 1red ed, Tehran. Research Institute for Physical Education and Sport Sciences, 2012,255-256.
28. Naito K., T.H., and Maruyama T. "Mechanical Work, Efficiency and Energy Redistribution Mechanisms in Baseball Pitching",. Sports Technology, 2011;4(1-2):48-64.
29. Meriam, L., Kraige, L. G. Engineering Mechanics Dynamics. 2007.
30. Boroushak N., R.H., Qasemilesleskukelaye F., and Bahrami F, "Physical Characteristics of Elite Female Karate Athletes and Their Correlation with Visual Reaction Time "World Journal of Sport Sciences, 2014;9(2):13-16.
31. Hamill J, K.M. "Biomechanical basis of human movement". Williams & Wilkins, 2009.

A Review on the Impact Skills Analysis Using Two Physical Principles; Impulse- Momentum and Work- Energy in Martial Arts

Abstract

Received: Aug. 28, 2016 Accepted: Dec. 20, 2017

Neda Boroushak^{1*},
Mansour Eslami¹,
Hasan Khoshnoodi²

1. Department of Sport Biomechanics, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, Mazandaran University, Babolsar, Iran.

2. Department of Mechanics, Islamic Azad University, Shoosh Branch, Shoosh, Iran.

Objective: Fatigue is an integral part of sports that can affect athletic performance. The aim of this study was to determine the effect of shoulder girdle muscle fatigue on ground reaction force, Elbow and shoulder angle, and accuracy in handball penalty throws.

Methods: 10 healthy male handball player with no history of injury in the shoulder (mean age 9/18 years, weight 79/72 kg, height 179 cm, 6/5 year membership in the team) voluntarily participated in this study. The subjects with full respect for the laws took a total of 16 penalty shots before and 16shots after reaching fatigue. Ground reaction force, angle of elbow and shoulder, and accuracy of launch of the two phase (phase of preparation for throwing and phase of the release of the ball) were recorded before and after fatigue..

Results: Results showed significant differences in ground reaction force and accuracy of the throws before and after fatigue ($p<0.05$), but significant differences were not observed in case of effect of elbow flexion and shoulder flexion and abduction ($p>0.05$).

Conclusion: As the subjects were professional, muscle fatigue did not have a significant effect on postural control, angles and angular velocity; but did affect the reaction force and accuracy of the throws before and after fatigue, which could ultimately affect the performance of athletes and competition results.

Keywords: Fatigue, Accuracy, Ground reaction force, Joint angle, Penalty shot

* Corresponding author:

Department of Sport Biomechanics, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, Mazandaran University, Babolsar, Iran.
Tel: 09111397629
Email: nedaboroushak@yahoo.com

جناب آقای حسن خوشنودی، دانشجوی دوره دکتری مهندسی مکانیک در دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی تهران بوده و هم‌اکنون هیئت‌علمی و دارای سمت‌های اجرایی در دانشگاه آزاد واحد شوش می‌باشد.



ایشان دارای مقالات متعدد در زمینه مواد هدفمند، ارتعاشات مکانیکی مواد پیشرفته، رباتیک و کنترل است. از زمینه‌های مورد علاقه ایشان مکانیک ضربه، بیومکانیک ضربه و برخورد در ورزش و میدان رزم، حل تحلیلی، عددی، شبیه‌سازی و تست این نوع از ضربات بر بدن انسان است و در زمینه‌های مذکور دارای چندین مقاله و اختراع هستند. از این اختراعات می‌توان به ساخت دستگاه‌های شبیه‌ساز ضربه‌های مختلف وارده به بدن انسان در زمینه‌های ورزشی و نظامی نام برد.

ندا بروشک دانشجوی دکتری بیومکانیک ورزشی دانشگاه مازندران (ورودی ۱۳۹۳)، عضو اسبق تیم ملی کاراته کشور و دارنده مقام‌های ملی و بین‌المللی متعدد، عضو آکادمی علمی و مشاور دبیر در قسمت پژوهش فدراسیون ورزش‌های رزمی و



کارشناس استعدادیابی فدراسیون کاراته، نایب‌رئیس هیئت کاراته استان گیلان، دارای ۲۲ مقاله ملی و بین‌المللی (در داخل و خارج از کشور)، ۴ مقاله علمی پژوهشی، ۱ مقاله ISC یک کتاب تألیف و یک کتاب ترجمه با عنوان «بیومکانیک حرکت انسان (کاربرد در ورزش‌های رزمی)» و دو اختراع در زمینه بیومکانیک با عنوان «دستگاه کنترل سرعت، هشدار ضربات تهاجمی، دفاعی دست‌وپا در هنرهای رزمی» و «سیستم سنجش فاکتورهای مختلف کلاه ورزش‌های رزمی» زمینه تحقیقاتی: بیومکانیک آسیب، بیومکانیک کاربردی، بیومکانیک تجهیزات ورزشی، شبیه‌سازی، بیومکانیک آسیب سر و سنجش فاکتورهای بیومکانیکی کلاه‌های محافظ سر

آقای دکتر منصور اسلامی، مدرک دکتری تخصصی خود را در سال ۱۳۸۶ از دانشگاه مونترال کانادا اخذ نمود. ایشان در حال حاضر با مرتبه دانشیاری عضو هیئت‌علمی گروه بیومکانیک، دانشکده تربیت‌بدنی و علوم ورزشی دانشگاه مازندران



می‌باشد. ایشان تا کنون تعداد ۲۰ مقاله تخصصی در حوزه بیومکانیک ورزشی در مجلات معتبر داخلی و خارجی منتشر نموده‌اند. زمینه پژوهش‌های مورد علاقه ایشان بیومکانیک ورزشی، آسیب‌های اندام تحتانی و بیومکانیک کفش می‌باشد. لازم به ذکر است ایشان انتشار سه جلد کتاب تألیفی و ترجمه‌ای را نیز در کارنامه خود دارند.