

مروری بر تجزیه تحلیل آزمون های فنی

سیروس خلیق

چکیده

هدف: عوامل زیادی در بازخورد بهتر ورزشکاران رزمی دخیل هستند که از آن جمله میتوان به آمادگی جسمانی و آمادگی روانی و ترکیب بدن و توانایی و مهارت های ضربه ای اشاره نمود. شناخت ویژگی- های آنروپومتریکی و آمادگی جسمانی در رشته های ورزشی رزمی از عوامل مهم، تعیین کننده و موثر بر اجرای ورزشکاران است.

روش ها: جستجوی مقالات در پایگاه های تخصصی صورت پذیرفت و سپس بررسی و مرور نهایی روی بیش از ۱۸ مقاله انجام گرفت. سپس نتایج ۱۸ مقاله بصورت هم راستا ارائه شد.

یافته ها: مهم ترین متغیرها در مهارت های ضربه ای ، سرعت ضربه پا، نیروی ضربه ، سرعت خطی و جرم مؤثر عضو ضربه زننده است که در ورزش های مختلف، اهمیت آن ها متفاوت است و نیز بهترین روش در اندازه گیری نیروی ضربه پا بر اساس رابطه ضربه اندازه حرکت ، صفحه نیرو می باشد.

نتیجه گیری: نتایج حاکی از آن است که روش ضربه پا- اندازه حرکت ساده تر و پرکاربردتر است اما روش کار - انرژی در تجزیه و تحلیل مهارت ها اطلاعات دقیق تر و مفیدتری در اختیار مربیان و ورزشکاران قرار می دهد. به طور کلی می توان نتیجه گرفت که نیمرخ آنروپومتریک و مهارت های ضربه ای ترسیم شده در پژوهش حاضر می تواند به مربیان و برنامه ریزان در طراحی بهتر برنامه تمرینی بر اساس نیازهای ورزشکاران رزمی کمک کند.

کلید واژگان : مروری، مهارت های ضربه ای ، ورزش های رزمی ، سرعت ضربه پا.

در گذشته برتری در یک رشته خاص برای ورزشکاران و نیز کشورها امری نسبتاً ساده بود، اما اکنون تعداد زیادی از ورزشکاران در کشورهای مختلف با برنامه ریزی منظم و مستمر در طول سال به تمرینات حرفه‌ای در یک رشته ورزشی خاص می‌پردازند (۹)

اجرای حرکات ورزشکاران و قهرمانان با گذشت زمان به ویژه در دهه های گذشته پیشرفت قابل ملاحظه‌ای داشته است (۵). صرف نظر از عوامل وراثتی که سهم تعیین کننده‌ای در عملکردهای ورزشی دارد، عامل دیگری که در این پیشرفت موثر بوده است ویژگیهای آنروپومتریکی می‌باشد (۸)

برای افزایش سطح عملکرد مهارت‌های ضربه‌ای در ورزش‌های رزمی، شناسایی فاکتورهای مهم در این رشته ها ضروری می باشد. بنابراین در این مقاله، مروری بر اساس دو اصل مهم فیزیکی کار - انرژی و ضربه - اندازه حرکت در تجزیه و تحلیل این مهارت ها انجام شد.

در بین پارامترهای کلیدی مکانیکی مربوط به کسب امتیاز در رشته های برخوردی، نیروی ضربه و مدت زمان برخورد مهم می باشند. در ورزش های رزمی مثل تکواندو، «زمان اجرا» یک عامل اصلی برای مهاجم در کسب امتیاز در نظر گرفته شده است. ضربه راندهوس کیک^۱ در تکواندو، ضربه ای به سر است که زمان اجرای کوتاه و شانس بالایی در به ثمر رسیدن امتیاز دارد و پس از کسب امتیاز مبارزه را قطع نمی کند. 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 فعالیت های مختلف را می دهد، زمان ضربه^۲ می باشد. 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، می باشد. اما در رشته کاراته لازمه کسب امتیاز برخورد ضربات پا و دست به نواحی قابل امتیاز با شدت بسیار کمتری می باشد (۱۳).

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

¹ Roundhouse Kick

² Impact Time

عضلات انجام می شود. به دلیل اصطکاک در مفاصل و خاصیت ارتجاعی بافت ها ، قسمت کوچکی از انرژی به حرارت تبدیل می شود و قسمت های دیگر انرژی مکانیکی به طور پی در پی به داخل و خارج عضلات و از اندامی به اندام دیگر، جریان می یابد. هنگامی که انرژی نهفته در عضلات به صورت های دیگر انرژی مکانیکی تبدیل می شود، کار انجام می گردد که این موضوع به صورت اصل رابطه کار - انرژی نامیده در محاسبات گنجانده می شود. در ورزش های برخوردی مانند ورزش های رزمی ضربات از طریق انتقال انرژی مکانیکی بین اندام ها به حریف وارد می شوند و بدین طریق بر روی حریف کار انجام شده و این باعث جابجایی حریف می گردد. بسیاری از محققان ورزشی در تلاش برای یافتن فاکتورهایی مانند کار و انرژی هستند که بر کارایی عملکرد ضربه تأثیرگذار باشد تا به وسیله آنها بتوان عملکرد را بهبود بخشید و از آسیب های احتمالی جلوگیری نمود (۱۵ و ۱۶) اما متخصصان دنیای ورزش هنوز به درک درستی از این فاکتورها خصوصاً در مهارت های ضربه ای نرسیده اند و این موضوع یک موضوع چالش برانگیز برای محققان می باشد (۱۷).

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 مطالعه ای یافت نشده که به بررسی تمامی این فاکتورهای مهم در یک مطالعه بپردازد. از طرفی از نگاه بیومکانیکی به منظور ارتقاء عملکرد ورزشکاران این رشته ها و مطالعه و کاهش میزان آسیب ، شناسایی قوانین مکانیکی حاکم بر این مهارت ها می تواند نقش مهم و کلیدی را ایفا کند (۱۸).

روش تحقیق

در این مطالعه مروری که از نوع توصیفی - تحلیلی است، فرایند با انتخاب سایت های معتبر اطلاعاتی در ارتباط با بحث تجزیه تحلیل آزمون های فنی شروع شد شاخص های تحلیل آزمون های فنی در مقالات پایگاه های اطلاعاتی معتبر مانند pub med , science direct ,springer ,scopus آغاز شد. سپس مطالعات داخلی، که اغلب به تعیین شاخص های اثرگذار و هنجاریابی ورزشکاران نخبه پرداخته اند، رصد شدند. بررسی و مرور نهایی روی بیش از ۱۸ مقاله انجام گرفت. سپس نتایج ۱۸ مقاله هم راستا ارائه شد. در ادامه به بررسی الگوهای مطرح شده در تجزیه تحلیل آزمون های فنی به همراه نتایج و دستاوردهایشان و احیاناً کاستی های آنها پرداخته شد. سپس به مطالعاتی که به طور اختصاصی تر بر شاخص های تجزیه تحلیل آزمون های فنی در ورزش های رزمی، متمرکز شده اند، پرداخته شد.

جستجوی مقالات در ابتدا به شیوه های 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 ورزش های رزمی باشند - در مورد مهارت های ضربه ای باشند - در مورد دست کم یکی از متغیرهای زیر اطلاعاتی ارائه شده باشد: تجزیه و تحلیل حرکت بر اساس هر یک از متغیرهای آزمون سرعت ضربه پا می باشد.

۱-آزمون پرش توان عمودی (سارجنت)

۱-۱-آزمون های مهارتی

بدیهی است مهمترین فاکتوری که موفقیت ورزشی را نمایان می سازد، عملکرد ورزشکار در مسابقه است. از این رو کسب مهارت‌های صحیح و توانایی بکارگیری آنها در موارد مورد نیاز از مهمترین شاخص‌های ورزشکار مستعد است. از این رو در بسیاری از برنامه های استعدادیابی، آزمون‌های مهارتی از ورزشکاران به عمل می آید. شایان ذکر است که آزمون مهارتی بایستی کاملاً تخصصی طراحی و حتی المقدور در شرایط مسابقه یا شبیه به آن برگزار گردد. بسیاری از مربیان ورزشی، برای آزمون های مهارتی شیوه استاندارد نداشته و به صورت سلیقه‌ای عمل می نمایند. البته در بسیاری از رشته ها، عملکرد ورزشکار در صحنه مسابقات رسمی با دوستانه یا آزمون‌های استاندارد به عنوان نمره آزمون مهارتی وی محسوب می گردد (۱۱).

۱-۲- آزمون های مهارتی سرعت ضربه پا

آزمون سرعت ضربه پا (شامل آزمون های مهارتی مستقل و نیز به صورت سرعت ضربه پا می باشد).

۱-۲-۱- آزمون سرعت ضربه پا

هدف آزمون: اندازه گیری سرعت اجرای مهارت ضربه آپدولپو چاگی (ضربه پا)

وسایل مورد نیاز: زمانسنج، میت ضربه گیر

شیوه اجرا: آزمودنی ضربه آبدولیو چاگی را به طور پیاپی به یک میت که توسط فرد دیگری در حد سینه آزمون شونده نگه داشته شده با پای غالب و برتر وارد می کند. در هر مرتبه آزمودنی باید پای خود را در وضعیت شروع برده و عقب تر از پای تکیه گاه روی زمین بگذارد و برای ضربه بعد آن را حرکت دهد. این حرکت را مدت ۳۰ ثانیه تکرار می کند. این آزمون دو مرتبه تکرار می شود. امتیاز: بیشترین تعداد دفعاتی که در مدت ۳۰ ثانیه به میت ضربه پا زده می شود. پایایی و روایی: این آزمون دارای پایایی و روایی تأیید شده می باشد.

۲- بررسی مفاهیم توان و سرعت

۲-۱- توان

کار انجام شده در واحد زمانی معین یا به عبارت دیگر سرعت انجام کار است. برای فهم بهتر می توان گفت که توان، توانایی عضله یا گروه عضلانی برای تولید نیروی زیاد و با سرعت زیاد بر علیه یک مقاومت مشخص یا به عبارت دیگر قدرت عضلانی در سرعت بالا و در یک دوره زمانی کوتاه است (۱۰).

۲-۱-۱- اهمیت حرکات توانی

توان همواره یکی از مهم ترین عوامل آمادگی جسمانی - حرکتی و موفقیت ورزشکاران رشته های مختلف به شمار می رود. ورزشکاران از دیرباز به منظور افزایش توان خود برای سریع تر دویدن، بالاتر پریدن و دورتر پرتاب کردن یک شیء تا حد امکان، روش های متعددی را آزموده اند. اخیراً به دلیل مهم بودن عامل توان برای ورزشکاران، محققان در پی یافتن بهترین راه ها برای بهبود این عامل در ورزشکاران هستند (۴).

۲-۱-۲- ماهیت حرکات توانی

با یادآوری مفهوم توان و اینکه توان ترکیبی از نیرو و سرعت است، به آسانی می توان فهمید که ماهیت توان عضلانی نیز بر منحنی نیرو- زمان و چرخه ی گرم کردن - کوتاه شدن استوار است. بنابراین توان

نیز مانند سرعت و چابکی به زمان حرکت وابسته است و بهبود زمان حرکت (سرعت حرکت) باعث افزایش توان می شود (۳).

۲-۱-۳- آزمون های توان عضلانی

- آزمون پرش عمودی: هدف اندازه گیری توان عضلات پا

- آزمون پرش جفتی: هدف اندازه گیری توان عضلات پا

- آزمون پرتاب توپ پزشکی: هدف اندازه گیری توان عضلات دست

۲-۲- سرعت

توانایی اجرای یک حرکت، مهارت یا فعالیت ویژه با حداکثر تندی ممکن است. مسافت جابه جا شده و زمان، دو عاملی هستند که سرعت را تعیین می کنند، مفهوم کلی سرعت شامل زمان عکس العمل (فاصله زمانی از تحریک تا شروع حرکت) و زمان حرکت (فاصله زمانی بین شروع تا انتهای حرکت) است (۱).

۲-۲-۱- ماهیت حرکات سرعتی

سرعت اجرا، ظرفیت و دقت تکنیکی، اهداف اصلی ورزشکاران در رشته های مختلف ورزشی است. به همین علت یکی از اهداف اصلی تمرینات سرعتی، افزایش سرعت و توانایی استفاده از نیروی حداکثر در حین حرکات خیلی سریع یعنی توان عضلانی است (۱).

ماهیت حرکات سرعتی و توانی چابکی، به چرخه کشش- کوتاه شدن^۳ وابسته است. این چرخه، ترکیب عمل برون گردان (طویل شدن عضله همراه با افزایش تنش) و درون گردان (کوتاه شدن عضله همراه با افزایش تنش) است. وقتی یک عمل برون گردان، پیش از عمل درون گردان افزایش می یابد. در واقع عملکرد چرخه گرم کردن - کوتاه شدن، همانند گرم کردن است که ابتدا کشیده و سپس رها می شود. باید توجه داشت که سرعت عمل برون گردان به درون گردان مهم است، زیرا با تأخیر بین دو عمل عضلانی، نیروی حاصل از عمل درون گردان افزایش چشمگیری نمی یابد.

³ Stretch- shortening cycle

یک مثال ساده از این نوع عملکرد، آزمون پرش عمودی است. وقتی آزمودنی قبل از اجرای پرش، مفصل زانو و مفصل ران را خم می‌کند و بلافاصله به صورت انفجاری بالا می‌پرد، پرش بیشتری خواهد داشت تا زمانی که بین خم کردن زانو و ران و پرش چند دقیقه ای وقفه ایجاد کند. اگرچه در بیشتر ورزش ها، سرعت خطی اهمیت دارد، ولی در اکثر ورزش ها غیر از سرعت خطی، توانایی تغییر سرعت و تغییر جهت، توانایی واکنش سریع، تواتر حرکتی زمان عکس العمل نیز دارای اهمیت است. لازمه تغییر سرعت و تغییر جهت سریع، سرعت چرخه ی کشش - کوتاه شدن عضلانی است. چرخه ی کشش کوتاه شدن نمودی از بازتاب میوتاتیک (بازتاب گرم کردنی عضلانی) و اجزا ارتجاعی عضله وتر آن است. در حقیقت، چرخه ی کشش - کوتاه شدن برای تولید حداکثر نیرو است، یا به عبارت دیگر برای این است که منحنی نیرو- زمان به سمت چپ و بالا متمایل شود، یعنی تولید نیروی بیشتر در یک زمان مشخص. به همین علت بسیاری از حرکات ورزشی، با یک وضعیت آمادگی که عضلات را برای نیروی سریع آماده می‌کنند، اجرا می‌شوند که این وضعیت آمادگی، در واقع همان طویل شدن عضله قبل از انقباض (چرخه گرم کردن کوتاه شدن) است. (۱).

به هر حال باید توجه داشت که غیر از مکانیسم های عصبی - عضلانی که سرعت اجرا را تعیین می‌کند، روندهای سوخت و سازی نیز حائز اهمیت است. بنابراین حد تمرین پذیری سرعت، به این عوامل و همچنین درصد تارهای تند انقباض عضلات بستگی دارد. به هر حال حتی اگر تارهای تند انقباض موجود در عضلات کمتر از ۵۰ درصد باشد، نباید مأیوس شد، زیرا با انجام سرعتی و مداومت در آن می‌توان سرعت اجرا را افزایش داد، البته نباید انتظار داشت که سرعت اجرا در اینگونه موارد به ورزشکاری که به طور طبیعی دارای درصد بسیار بالاتری تارهای تند انقباض است، برسد.

با توجه به موارد ذکر شده، اینک می‌توان گفت که سرعت کوتاه شدن عضله با توجه به عوامل زیر تعیین می‌شود:

• برانگیختگی و انقباض پذیری دستگاه عصبی - عضلانی

• تعداد سارکومرهای فعال در امتداد تار عضلانی

• حداکثر سرعت تارهای عضلانی در رابطه با سرعت چرخه پل عرضی و فعالیت آنزیم آتپس⁴

• ترکیب واحد حرکتی (درصد تارهای تند انقباض و کند انقباض) (۱).

۳- تمرین مقاومتی

تمرین های مقاومتی که به عنوان تمرین های قدرتی یا تمرین های با وزنه شناخته می شود، یکی از پرطرفدارترین تمرین ها جهت کسب آمادگی جسمانی افراد و همچنین آمادگی جسمانی ورزشکاران است. واژه های قدرت، وزنه و تمرین های مقاومتی برای توصیف نوعی تمرین به کار برده می شوند که در آن لازم است عضلات بدن در مقابل یک نیروی مخالف به حرکت درآیند و معمولاً به وسیله انواع تجهیزات ورزشی انجام می شوند. واژه های مقاومت و تمرین مقاومتی دامنه وسیعی از انواع تمرین های شامل تمرین های پلیومتریک تا دویدن در سراشیبی را در بر می گیرد. به طور نمونه اجرای تمرین های با وزنه فقط شامل تمرین های مقاومتی عادی با استفاده از وزنه های آزاد یا ماشین های وزنه هستند. افزایش تعداد وسایل و تجهیزات تمرین های مقاومتی در باشگاه های تندرستی، دبیرستان ها و دانشگاهها گواه محبوبیت این شیوه کسب آمادگی جسمانی است. افرادی که در برنامه های تمرین مقاومتی شرکت می کنند، انتظار دارند که به مزایای برنامه نظیر: افزایش قدرت، افزایش عضله، بهبود عملکرد ورزشی، افزایش حجم چربی آزاد و کاهش چاقی دست یابند. یک برنامه تمرین های مقاومتی که به خوبی طراحی گردد و به طور مداوم اجرا شود، می تواند تمام این مزایا را ایجاد کند (۲).

اکثر ورزشکاران انتظار دارند که قدرت و توان کسب شده از طریق برنامه های تمرین مقاومتی منجر به توسعه و بهبود عملکرد ورزشی آنان شود. تمرین مقاومتی می تواند عملکرد حرکتی آنان را بهبود بخشد. این پیشرفت در مهارت های حرکتی پایه می تواند سبب عملکرد بهتر فرد در ورزش ها و بازی های مختلف گردد. تغییر در ساختار شکل بدن، هدف اکثر وزنه برداران و ورزشکاران است که برنامه تمرین های مقاومتی را انجام می دهند. به طور طبیعی تغییرات مطلوب شامل: افزایش جرم عضله و کاهش چربی بدن است. اما بعضی از افراد خواستار افزایش یا کاهش وزن کل بدن هستند که می توان با طراحی مناسب برنامه و اجرای برنامه تمرین مقاومتی به این هدف دست یافت. موفقیت یک برنامه بستگی به تأثیر برنامه تمرین دارد که در نهایت موجب تحریک عضلات می شود. تمرینهای مقاومتی می تواند

⁴ ATPase

موجب تغییر در ترکیب بدن، قدرت، هیپرتروفی عضله و عملکرد حرکتی مطلوب در ورزش های مختلف شود (۲).

تمرینات مقاومتی نقشی بنیادی و اساسی در برنامه های فعالیت جسمانی دارند و از جانب سازمان های بهداشتی بین المللی به منظور افزایش سلامت و آمادگی جسمانی توصیه شده اند. طی فعالیت مقاومتی ممکن است به طور هم زمان انواع مختلف انقباض های عضلانی یا یک نوع انقباض در یک مفصل خاص به کار رود. امروزه نقش دستکاری نوع انقباض عضلانی در تمرینات مقاومتی مسئله مهمی تلقی می شود، زیرا اکثر برنامه های تمرینی شامل هر دو انقباض کانستریک و اکستریک طی هر تکرار می باشند. شواهدی وجود دارد که حاکی از فراخوانی انتخابی تارهای تند انقباض در هنگام انقباضات اکستریک است. همچنین، یافته های پژوهشی بیانگر آن است که فعالیت اکستریک از نظر متابولیسمی در سطح پایین تری از فعالیت کانستریک است اما منجر به آسیب بیشتر تار عضلانی و پاسخ التهابی بیشتری می شود (۴).

نتایج

مطالعه حاضر نشان داد که اغلب تجزیه و تحلیل مهارت های ضربه ای بر اساس اصل ضربه اندازه حرکت و کار - انرژی در ورزش های رزمی به رشته های تکواندو، کاراته و کونگ فو اختصاص دارد. در 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 زاویه ای و تغییرات آن در ضربه به بدن در مقابل تغییرات اندازه حرکت خطی ناچیز فرض شده است. با توجه به نتایج هیچ کدام از مطالعات انجام شده در بررسی مهارت های ضربه ای در ورزش های رزمی بر اساس اصل ضربه اندازه حرکت در ایران انجام نشده است. همان طور که مشاهده می شود با استفاده از دوربین نیز می توان میزان نیروی ضربه پا 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 نتایج آنتروپومتری و قرار دادن اطلاعات فوق در رابطه ضربه اندازه حرکت، اندازه ضربه به دست می آید. با تقسیم اندازه ضربه بر مدت زمان برخورد که بر اساس نرخ نمونه برداری دوربین قابل تخمین است. نیروی ضربه محاسبه می شود.

در مطالعات انجام شده، نیروی ضربه اندازه گیری شده پای رزمی کار بر اساس رابطه ضربه - اندازه حرکت و با استفاده از دوربین ($292 \pm N$ ۵۴) در مقایسه با صفحه نیرو ($620 N$) کمتر گزارش شد. همچنین نیروی ضربه دست کاراته کاران در تحقیقات، متفاوت گزارش شد (۱۳).

همچنین نتایج به دست آمده از مقالات نشان داد که با استفاده از صفحه نیرو و اصل ضربه اندازه حرکت می توان سرعت خطی اندام را به دست آورد. به این طریق که اندازه ضربه دست یا پای رزمی کار از طریق صفحه نیرو اندازه گیری شده و با مشخص بودن جرم اندام از جرم بدن، سرعت خطی اندام با استفاده از معادله $V=ft/m$ به دست می آید (۱۳).

نتایج نشان داد که سرعت ضربه پای راننده هوس کیک در دامنه ۱۶-۱۳ m/s قرار دارد. همچنین سرعت دست کاراته کاها ($28/8m/s$) بیشتر از کونگ فوکاران ($67/6m/s$) می باشد. 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 $at me =$ محاسبه گردید.

با توجه به جستجوی محقق مقالات مربوط به تجزیه و تحلیل مهارت های ضربه ای در ورزش های رزمی بر اساس رابطه کار انرژی بسیار محدود می باشد.

با توجه به تحلیل نتایج منابع مشخص شد که جهت تعیین یک ضربه قوی و امتیازآور در ورزش های رزمی می توان از رابطه کار انرژی کمک گرفت. استال^۵ و برهام^۶ در بررسی ضربه مشت معکوس در شوتوکان کاراته، کونگ فو نشان دادند که بیشتری انرژی منتقل شده به هدف اتفاق می افتد به عبارتی ضربه مشت معکوس قوی تر می باشد.

در تحقیقی با استفاده از تحلیل سینماتیکی و سینتیک ضربه مشت یک رزمی کار به سر، انرژی آسیب زننده در ضربه به صورت تفاضل انرژی مجموعه اندام دست قبل از ضربه (۱۷۵) و انرژی مجموعه دست و سر بعد از ضربه (۱۳۵)، محاسبه شد.

همچنین در مطالعات انجام شده مشخص شد که با استفاده از روابط کار و انرژی می توان روش اجرای تکنیک (سنتی یا مدرن) و هدف از اجرای آن را مشخص کرد. به عنوان مثال واسیک در سال ۲۰۱۵

⁵ still

⁶ Barham

(۱۰)، در بررسی ضربه مشت رزمی کاران به صورت 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 ... می باشد. از ضربه مشت به روش سنتی برای شکستن اجسام و به روش مدرن برای مبارزه استفاده می شود.

بحث

هدف از مطالعه حاضر، بررسی تجزیه و تحلیل مهارت ها در ورزش های رزمی بر اساس دو اصل فیزیکی کار - انرژی و ضربه - اندازه حرکت و همچنین ارائه یک جمع بندی مناسب از نتایج تحقیقات پیشین بود. در این راستا جستجوی مقالات در پایگاه های تخصصی صورت پذیرفت و سپس ۳۱ مقاله مرتبط که بر اساس معیارهای ورود و خروج انتخاب شدند مورد بررسی و مطالعه قرار گرفتند. یافته های این مطالعه نشان داد که در زمینه تجزیه و تحلیل مهارت ها در ورزش های رزمی بر اساس دو اصل ذکر شده در ایران مطالعه ای انجام نشده است که این می تواند به دلیل کافی نبودن وسایل آزمایشگاهی در همه نقاط کشور باشد همچنین آزمایشگاه های بیومکانیکی در داخل ایران بیشتر برای ارزیابی راه رفتن مورد استفاده قرار می گیرند و شرایط کافی برای ارزیابی ضرباتی همچون ضربه راند هوس کیک را ندارند.

اصل ضربه - اندازه حرکت خطی

در تجزیه و تحلیل مهارت های برخوردی، میزان ضربه و سرعت ضربه نقش قابل توجهی را ایفا می کنند. بنابراین برای سهولت در تجزیه و تحلیل این مهارت ها از اصل ضربه - اندازه حرکت استفاده می شود. از این روش می توان برای تعیین نیروهای درگیر در برخورد و تخمین میزان آسیب استفاده کرد. به عنوان مثال این روش ما را قادر به بررسی نیروهای اعمال شده توسط پا به سر در ورزش های رزمی می کند (۲).

نتایج حاصل از مقالات نشان داد که نیروی ضربه پا و دست در میان رزمی کاران و کاراته کاهها در تحقیقات مختلف، متفاوت می باشد. احتمالاً به دلیل تفاوت هایی که در هدف مورد برخورد در مطالعات وجود دارد، مقایسه نیروی ضربه در ورزش های رزمی متفاوت به دست آمد. زیرا اندازه و الاستیسیته هدف مورد برخورد به دلیل تفاوت هایی که در ساختار مواد آنها در میزان جذب نیرو وجود دارد می - توانند بر نتایج نیروی ضربه به دست آمده تأثیر متفاوتی داشته باشند از دیگر دلایل این تفاوت ها می توان

به ابزار ضبط و اندازه گیری اشاره کرد به عنوان مثال در محاسبه سرعت دست قبل و بعد از برخورد به هدف با استفاده از دوربین ممکن است در مشاهده فریم ها خطا به وجود آید. بنابراین اندازه گیری باید دارای روایی و پایایی باشند. داده های ویدیوئی، شتاب سنج، فیلم پیزوالکتریک و تغییرات در فشارسنج، همه اندازه گیری های غیر مستقیم نیروی ضربه هستند، از این رو استفاده از صفحه نیرو یک ابزار دقیق و بهتری برای جمع آوری داده های نیروی ضربه به نظر می رسد. با وجود تفاوت هایی که در روش های جمع آوری داده ها وجود دارد، به طور کلی این موضوع آشکار است که اجرای ضربه پا به سر توسط ورزشکاران نخبه می تواند نیروی ضربه بزرگی را تولید کند که منجر به آسیب های جدی به حریف شود.

در بررسی سرعت خطی ضربه راند هوس کیک 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 می کند به دست آمد که بیشترین سرعت در انتهای اندام اتفاق می افتد. نتایج نشان داد که سرعت خطی به ترتیب از قسمت فوقانی اندام به قسمت تحتانی در حال افزایش است که این مداخله اندام ها و جمع سرعت خطی که رابطه مستقیمی با سرعت زاویه ای مفاصل را دارد ($v=r\omega$)، نشان می دهد. مریان در اجرای ضربات پا به هنرجویان خود می گویند که به طور 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 زاویه ای مفاصل اندام تحتانی و در نتیجه افزایش سرعت خطی انتهایی اندام می باشد. با توجه به تحقیقات انجام شده در این مطالعه احتمالاً دامنه سرعت خطی در اجرای ضربات پا، بین ۱۳ تا ۱۶ متر بر ثانیه می باشد. که این منجر به وارد شدن نیروی ضربه ای با شتاب بیش از ۱۳۰ به سر می شود (۴)

در تحقیقات بیان شده است که ضرباتی با شتاب و ۱۵۰ به سر ممکن است سبب آسیب های قابل توجه مغزی شود (۱۲) با توجه به بالا بودن امتیاز ضربات پا در ورزش هایی همچون تکواندو چنین ضرباتی در مسابقات، امکان آسیب را به مراتب افزایش می دهد. بنابراین برای پیشگیری از چنین آسیب های جدی در تکواندو باید در به کارگیری افراد متخصص پزشکی، نظارت بر آسیب دیدگی و تجهیزات امن تر متمرکز بود.

جرم مؤثر

جرم مؤثر^۷ عبارت است از جرم اندام درگیر در ضربه ، که یک شاخص تأثیرگذار در انتقال اندازه حرکت ، طی ضربه می باشد که افزایش انقباض عضلانی و هم انقباضی حول یک مفصل می تواند سبب افزایش آن شود. نتایج تحقیقات نشان داد که جرم مؤثر ضربه دست کونگ فوکاران بیشتر از کاراته کاهای می باشد که این می تواند به دلیل متفاوت بودن ماهیت این رشته ها با یکدیگر باشد. در قوانین رشته کاراته استفاده از کلاه جزء قوانین داوری نمی باشد و ضربات وارد به ناحیه سر به صورت کاملاً کنترل شده اجرا می شوند بنابراین ورزشکاران این رشته جهت افزایش نیروی ضربه خود سرعت ضربه را افزایش داده و قبل از برخورد به سر متوقف می کنند. اگر آنها بخواهند جهت افزایش نیروی ضربه خود از جرم مؤثر ضربه استفاده کنند افزایش این متغیر باعث آسیب های جدی به سر خواهد شد اما استفاده از کلاه جزء قوانین رشته کونگ فو بوده و از شرایط کسب امتیاز ، اصابت کامل ضربه می باشد 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 اندام های خود نسبت به کاراته کاران ، جرم مؤثر بیشتری را دارا می باشند.

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

همچنین جرم مؤثر ضربه در حین حرکت به سوی حریف بیشتر از حالت ایستا می باشد. استفاده مکرر از یک دست در حین اجرای ضربه منجر به قوی تر شدن عضلات و هماهنگی بیشتر بین مفاصل آن اندام نسبت به اندام دیگر می شود (۷). انقباض عضلانی و هماهنگی بیشتر بین اجزای یک اندام احتمالاً می تواند 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 تکنیک- های دست در کاراته منجر به افزایش اندام های درگیر در ضربه می شود که این شرایط می تواند نسبت به شرایط ایستا جرم مؤثر ضربه را افزایش دهد و این امر باعث افزایش انتقال اندازه حرکت خطی به

⁷ Effective Mass

حریف می شود. این امر خود می تواند مؤید احتمال بیشتر بروز آسیب در مسابقات و رقابت های حرفه ای باشد. بنابراین توجه به جرم مؤثر هنگام ضربه و بکار گیری مناسب آن با توجه به ماهیت رشته ورزشی به منظور جلوگیری از آسیب ضروری می باشد. یک نکته قابل توجه در افزایش جرم مؤثر هنگام ضربه این است که ابتدا بدن شل می باشد و درست قبل از ضربه باید با انقباض عضلانی اندام را به صورت 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 می کند. نمونه این روش در فنون ورزشکاران بنامی، همچون بروسلی و جک دمپسی قهرمان بوکس جهان دیده می شود. در واقع آنها با شل کردن بدن سبب انتقال بهتر اندازه حرکت بین اندام ها شده و در لحظه قبل از ضربه با سفت کردن اندام ضربه زننده، اندازه حرکت توسط قسمت انتهایی آن به هدف منتقل می شود. در بررسی این موضوع از نگاهی دیگر می توان گفت که در میان متغیرهای بیومکانیکی، متغیرهایی که بیشترین اطلاعات را به ما می دهند، متغیرهایی هستند که مرتبط با انرژی و انتقال آن می باشند. این متغیرها عبارت اند از انرژی مکانیکی، کار و توان. بدون داشتن مقادیر این متغیرها، ما هیچ اطلاعاتی در خصوص جریان انرژی که حرکت را به وجود می آورد، نداریم (۷).

به عنوان مثال، یک اصل بسیار مهم که در مهارتهای ضربه ای وجود دارد و توجه کمی به آن شده است، توالی حرکتی از قسمت ابتدایی به قسمت انتهایی اندام است که سبب انتقال انرژی در اندام های حرکتی و در نهایت انتقال آن به حریف می شود. هنگام ضربه اگر کل اندام را سفت کنیم مانع از انتقال هماهنگ و سریع انرژی میان اندام ها می شود اما با رها کردن اندام، یک توالی حرکت با یک هماهنگی بهینه، انرژی را بین اندام ها منتقل و با سفت کردن اندام قبل از ضربه، باعث حرکت و انتقال شتاب اندام ضربه زننده به هدف می شود (۲۸) بنابراین می توان گفت، علاوه بر اندازه حرکت شناسایی جریان انرژی مکانیکی، شاخص مناسب تری برای ارزیابی حرکت و مهارت ها می باشد.

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 می شود. ارتباط این دو، اصل کار-انرژی نامیده می شود (۱۷).

در بررسی تحقیقات انجام شده بر اساس اصل کار انرژی ضربه مشت معکوس در تکواندوکاران قوی تر از کاراته کاها 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 می کند به همین دلیل کار انجام شده توسط رزمی کاران انرژی پتانسیل گرانشی تولید نمی کند و در یک ضربه تنها انرژی جنبشی تولید می شود. 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 می باشد یا اینکه علاوه بر این فاکتور تکواندوکارها توانسته اند هنگام ضربه از جرم مؤثر ضربه جهت انتقال انرژی کمک بگیرند. باید توجه داشت ضربه مشت قوی تر 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 می باشد. همچنین نتایج نشان داد که بیش از نیمی از انرژی مشت یک تکواندوکار تبدیل به انرژی آسیب زننده می شود(۱۶) . انرژی جنبشی دست پس از ضربه به انرژی پایستار و غیر پایستار تبدیل می شود. 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 نمی شود. انرژی غیر پایستار در واقع انرژی درونی در سر می باشد که باعث تغییر شکل و ایجاد اعوجاج در بافت های سر شده و آسیب آن را به همراه دارد در اینجا تنها عامل آسیب زننده ناشی از انرژی درونی مورد توجه بوده است در حالی که انرژی جنبشی ثانویه هم نیز می تواند با ایجاد شتاب (خطی و زاویه ای) در سر باعث آسیب های 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 می باشد همچنین استفاده از تجهیزات ایمنی مناسب ، سرعت عکس العمل در دفاع از خود و آمادگی بدنی می تواند منجر به کاهش آسیب شود. که در میان این پارامترها سرعت عکس العمل مربوط به مهارت ورزشکاران بوده و از اهمیت ویژه تری در مسابقات حرفه ای برخوردار است. در تحقیق حاضر نشان داده شد که از ضربه مشت سنتی برای شکستن اجسام و از ضربه مشت مدرن برای مبارزه استفاده می شود. برای شکستن اجسام، سرعت ، نیرو انرژی ضربه در بیشترین مقدار خود اعمال می شود اما در یک مبارزه هدف رساندن ضربه در کوتاه ترین فاصله زمانی است به همین دلیل زمان ضربه در روش مشت مدرن کوتاه

تر از روش سنتی است و همچنین سرعت، نیرو و انرژی ضربه. اما توان تولید شده در روش مدرن بیشتر از روش سنتی می باشد. از آنجایی که بیشترین توان با ۳۰ درصد نیرو و سرعت تولید می شود (۳) بنابراین تولید نیرو و سرعت بیشتر در روش ضربه مشت سنتی، با تولید توان بیشتری نسبت به روش مدرن همراه نمی باشد. به طور کلی می توان نتیجه گرفت که رزمی کاران با توجه به اهداف ضربه می توانند متغیرهای سینماتیک و سینتیک ضربه را تغییر دهند یعنی برای انجام ضربه ای مانند مشت در شرایط مسابقه ورزش مدرن) نیاز به توان بیشتر و زمان کمتری می باشد.

نتیجه گیری نهایی

به طور کلی تحقیقات صورت گرفته در ورزش های 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 پر طرفدار بودن این رشته نسبت به سایر ورزش های رزمی می باشد. متغیر مهمی که در این تحقیقات مورد توجه قرار گرفت، جرم مؤثر ضربه بود که تغییر صحیح این متغیر با توجه به ماهیت ورزش می تواند در موفقیت رزمی کاران تأثیر بسزایی داشته باشد. از دیگر نتایج مهم این تحقیق این است که می توان به تشخیص آسیب های وارد به سر و تعیین الگوی های 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 آسیب های ناشی از آن آگاه می کند. همچنین همان طور که گفته شد، با توجه به متفاوت بودن اجسام مورد برخورد در این مطالعه (مثل کیسه بوکس و توپ) جهت به دست آوردن متغیرهای مربوط به اصل ضربه پا - اندازه حرکت، نتایج نیز به دلیل تفاوت در خواص مکانیکی این اجسام با یکدیگر متفاوت می باشند. همچنین به دلیل خطای محاسباتی در ابزار اندازه گیری مانند دوربین و به منظور بهینه سازی این نتایج، نیاز به روشی دقیق تر است که به شرایط واقعی ضربه نزدیک تر باشد. از این رو پیشنهاد می شود در تحقیقات آینده از روشی مانند استفاده از یک سر دامی که نماینده سر واقعی یک انسان است و تعبیه سنسورهای مربوط به اندازه گیری ضربه پا و سرعت با خطای کمتر و به طور همزمان، اطلاعات سینماتیک و سینتیک ضربه را به دست آورد.

- ۱- اصغری نیا، ر (۱۳۹۴). مقایسه سه شیوه گرم کردن ایستا، پویا و تخصصی بر برخی شاخص های عملکردی دختران والیبالیست. دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی تبریز.
- ۲- برقبنی، ح. (۱۳۹۰). مقایسه تأثیر کوتاه مدت کافئین یا ایوپروفن بر حداکثر تکرار و شاخص های درک فشار و درد در فعالیت های قدرتی در مردان ورزشکار، دانشگاه تبریز.
- ۳- پاشایی، س (۱۳۸۵). بررسی تأثیر یک دوره تمرینات منتخب و بیریشن بر توان انفجاری، سرعت و چابکی دانشجویان مرد ورزشکار، دانشگاه تهران.
- ۴- تقی زاده، م (۱۳۹۲). تغییرات عوامل همودینامیک در پاسخ به انقباضهای کانستریک و اکستریک ایزوکتیک و دوره ریکاوری متعاقب آنها، نشریه پرستاری قلب و عروق، دوره دوم، ش ۲.
- ۵- چوپانی نجف آبادی، ع (۱۳۸۷)، نیمرخ فیزیولوژیک و آنتروپومتریک بازیکنان تیم فوتبال پگاه گیلان و تعیین ارتباط بین برخی متغیرها، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزش، دانشگاه گیلان.
- ۶- ۱۸ - صمدی، م (۱۳۹۱). بررسی پاسخهای فیز و متابولیک و الگوی اجرای مهارت هنگام مسابقه تکواندو. پژوهش های فیزیولوژی و مدیریت در ورزش. شماره ۱۱.
- ۷- طاهری، ح (۱۳۸۹). بررسی تأثیر اولتراسوند بر نشانگرهای حاصل از کوفتگی عضلانی تأخیری DOMS، ماهنامه علمی پژوهشی، دانشگاه شاهد، سال ۱۸، شماره ۱۱.
- ۸- فاکس، ا، ترجمه: خالدان، ا (۱۳۹۰) فیزیولوژی ورزشی، انتشارات دانشگاه تهران، چاپ پنجم، جلد دوم.
- ۹- کهن پور، م (۱۳۸۹)، آمادگی جسمانی، نشر نوآور (مرکز مطالعات تحقیقات علمی ورزش پارسیان)، چاپ اول، تهران.
- ۱۰- موحدی، ا (۱۳۷۲). بررسی و مقایسه اندازه های بدن، ترکیبات خون و حداکثر اکسیژن مصرفی ورزشکاران نخبه در رشته های فوتبال، والیبال و بسکتبال، دانشکده تربیت بدنی.
- ۱۱- نیری، م (۱۳۹۲). استعداد یابی. طرح درسی. مرکز علمی کاربردی تکواندو. تحت نظارت دانشگاه جامع علمی کاربردی. صفحه ۱۰۲-۸۲

۱۲- ویرو، ا (۱۳۸۶). پایش بیوشیمیایی تمرین های ورزشی، ترجمه: عباسعلی گائینی، انتشارات سمت تهران، چاپ اول.

۱۳- بروشک، ن (۱۳۹۶). مروری بر تجزیه و تحلیل مهارتهای ضرب های در ورزشهای رزمی با استفاده از دو اصل فیزیکی ضربه- اندازه حرکت و کار- انرژی، مجله بیومکانیک ورزشی، دوره ۳، شماره ۳.

14- 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.

15- 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):95112.

16- 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.

17- Zatsiorsky V.M. "Kinetics of Human Motion. Human Kinetics".ampaign, IL, USA., 2002;5:76-83.

18- Pearson J.N. "Kinematics and Kinetics of the Taekwon-Do Turning Kick", Unpublished doctoral dissertation. University of Otago, Dunedin., 1997:90-97.