تعیین ارتفاع مانع برای پرش جفت متوالی در تمرینات پلایومتریک

شیرین داورپناه *[۱]، دکتر وحید ذوالاکتاف[۲]، دکتر سید محمد مرندی[۳]

[۱] کارشناس ارشد رشتهٔ تربیت بدنی، [۲] دانشیار دانشگاه اصفهان، [۳] دانشیار دانشگاه اصفهان

تاریخ دریافت: ۸۹/۵/۱۵ تاریخ پذیرش: ۸۹/۱۲/۲۳

چکیده

هدف: تعیین ارتفاع مانع برای ده پرش متوالی جفت‌پا در تمرینات پلایومتریک.

روش پژوهش: نمونهٔ پژوهش شامل ۴۵ دختر (۵ ± ۱۶۵ cm: قد و ۶/۴ ± ۵۶/۰ kg: وزن) و ۳۵ پسر (۶ ± ۱۷۷ cm: قد و ۷/۳ ± ۶۸/۸ kg: وزن) داوطلب بود. دو آزمون پرش ارتفاع از روی مانع با نام‌های "پرش جفت بیشینهٔ یک تکرار (1RMJ)" و "پرش جفت بیشینهٔ ده تکرار متوالی (10RMJ)" به فاصلهٔ زمانی ۴۸ ساعت اجرا شد.

یافته‌ها: میزان افت 10RMJ نسبت به 1RMJ به سه دستهٔ ۱۵ سانتی‌متر و کمتر، ۲۰ تا ۲۵ سانتی‌متر و ۳۰ سانتی‌متر و بیشتر قابل تقسیم بود. تحلیل تشخیص نشان داد که در ۵۹ درصد موارد می‌توان به‌درستی ارتفاع 10RMJ را از روی 1RMJ تخمین زد. همچنین، توسط تحلیل رگرسیون چندعاملی معادلهٔ تخمین ارتفاع مناسب 10RMJ به‌دست آمد. بر این اساس، افت 10RMJ در افراد مختلف بین ۱۰ تا ۳۵ سانتی‌متر بود. هیچ ارتباطی بین اندازه‌های آنتروپومتریک و ارتفاع پرش وجود نداشت و بهترین پیش‌بینی‌کنندهٔ 10RMJ همان 1RMJ بود.

نتیجه‌گیری: احتمالاً تکنیک پرش که تعیین‌کنندهٔ میزان انرژی مصرفی در هر پرش است نیز در این مورد اهمیت دارد. با استفاده از الگوی برآمده از پژوهش حاضر، پیشنهاد می‌شود برای وهله‌های تمرینی با تعداد پرش‌های متفاوت از ۱۰ تکرار نیز اقدام به تعیین ارتفاع مانع نمود.

واژگان کلیدی: پرش، ارتفاع پرش، تمرینات پلایومتریک.

* E-mail: shirindjazi@yahoo.com

مقدمه

تا دهۀ شصت میلادی، طراحی تمرینات بدن‌سازی بیشتر به کار مقاومتی برای افزایش قدرت یا سرعت محدود می‌شده است. پس از آن، تمرینات مذکور تنها پیش‌درآمدی برای تمرینات اصلی توانی یعنی تمرینات پلایومتریک[1] محسوب شدند. در یک تعریف عملیاتی، حرکت پلایومتریک فعالیتی سریع و قدرتمند است که با استفاده از یک پیش‌حرکت کششی و سریع - که محرک رفلکس کششی است - اجرا می‌شود. در تمرینات پلایومتریک، با درگیر نمودن بیشتر اجزای کشش‌پذیر[2] طبیعی عضله (تاندون‌ها) و رفلکس کششی تلاش می‌شود توان حرکات اجرایی افزایش یابد (۲۰). علاوه بر این، به نظر می‌رسد که بازدارندگی متقابل عصبی[3] نیز در تسهیل این فرایند نقش داشته باشد (۵، ۹، ۱۸). برای بیشترین بهره‌وری از تمرینات پلایومتریک، ضروری است تا مربی ضمن آشنایی کاملا با اصول طراحی این تمرینات، یک طرح و برنامه‌ریزی جامع برای ورزشکار خود داشته باشد. برخلاف تمرینات استقامتی و مقاومتی که تعیین شدت تمرین در آنها دارای اصول خاص خود است، هنوز برای تعیین شدت تمرینات پلایومتریک اصول مشخصی ارائه نشده است. این موضوع در ادامه بیشتر توضیح داده می‌شود.

همانند تمرینات استقامتی و مقاومتی، در تمرینات پلایومتریک نیز ضرورت دارد تا نوع حرکت، تعداد وهله‌های تمرینی، تعداد تکرار حرکت در هر وهله، و شدت بار هر تکرار به‌دقت طراحی شود. در غیر این صورت، ورزشکار یا با کم‌تمرینی[4] روبه‌رو می‌شود و پیشرفت چندانی نخواهد نمود و یا با بیش‌تمرینی[5] روبه‌رو شده، خیلی سریع دچار آسیب می‌شود. براساس اصل ویژگی تمرین، نوع حرکات پلایومتریک باید تا حد ممکن مشابه حرکات ورزش مورد نظر باشد (۱، ۲، ۱۹، ۲۰). از بین ده‌ها تمرین از قبل طراحی شده و موجود در کتاب‌های تخصصی، یافتن حرکت تمرینی ویژه کار چندان سختی نیست. پس از انتخاب نوع حرکت ویژه، یافتن تعداد تکرار در هر وهله مطرح می‌شود. کلید راهنما آن است که تکرارها تا حد ممکن مشابه با مقادیر مورد نیاز در ورزش هدف باشد (۱، ۲، ۱۹، ۲۰). سرانجام، تعداد وهله‌ها براساس اطلاعات مربوط به نیاز ورزشی و تعداد تکرارها در هر وهله مشخص می‌گردد (۱، ۲، ۱۹، ۲۰). برای مثال، چنانچه یک بازیکن والیبال در بازی‌های خود به‌طور متوسط به ۱۰۰ پرش جفت و ۵۰ پرش تک‌پای اسپک، همچنین ۱۵۰ پرش جفت و ۸۰ پرش تک‌پای دفاع نیاز داشته باشد، در طراحی تمرینات پلایومتریکِ او نیز باید این نیازها مد نظر قرار گیرد. بنابراین تمرین مناسب این بازیکن دارای چهار نوع حرکت - متناظر با الگوهای اسپک جفت و تک‌پا، و دفاع جفت و تک پا - خواهد بود. ضمنا برای هر نوع حرکت، حاصل ضرب تعداد تکرارهای هر وهله در تعداد وهله‌ها باید حدودا برابر مقدار واقعی مورد نیاز حرکت در بازی باشد. برای مثال، اگر تعداد تکرار در هر وهله برای پرش جفت ۱۰ باشد، آنگاه ۱۰ وهلۀ تمرینی نیز برای آن در نظر گرفته خواهد شد تا در مجموع ۱۰۰ حرکت متناظر با اسپک جفت در تمرین موجود باشد. آنچه بیان شد کلیات مربوط به طراحی تمرینات پلایومتریک است. پرسشی که در اینجا پیش می‌آید آن است که برای هر

1 Plyometric
2 Elastic
3 Reciprocal innervation/inhibition
4 Underuse/under training
5 Overuse/over training

ورزشکار خاص ارتفاع پرش‌ها باید دقیقاً چه مقدار باشد؟ برای پاسخ، در حال حاضر فقط دستورالعمل‌های کلی وجود دارد. برای مثال بومپا جدولی از پنج سطح شدت تمرین ارائه و پیشنهاد می‌کند در سطح بیشینهٔ ارتفاع باید از ۶۰ سانتی‌متر بیشتر باشد (۲). آنچه گذشت نشان می‌دهد که تمرینات فعلی پلایومتریک از حیث "*تعیین شدت بار تمرین*" پلایومتریک دارای نقص است و دستورالعمل شفافی در این مورد وجود ندارد. در حال حاضر تعیین شدت، بیشتر توسط قریحهٔ ذاتی و تجربی مربی یا بازیکن به‌صورت کیفی (و نه کمی) و براساس دستورالعمل‌های کلی تعیین می‌شود.

معمول‌ترین تمرین پلایومتریک برای پاها پرش از روی موانع متوالی است. پرش از روی موانع به مربی امکان می‌دهد که ارتفاع ژرش‌ها را تا حد زیادی تحت کنترل داشته باشد و بنابراین خطر بیش‌تمرینی نیز در آن محدود است. در پژوهش حاضر، تلاش می‌شود تا ارتفاع مناسب مانع برای پرش‌های متوالی جفت‌پا در تمرینات پلایومتریک محاسبه شود. میزان ارتفاع پرش در بسیاری از ورزش‌ها دارای اهمیت است. برای مثال در ورزش‌های آکروباتیک مثل ژیمناستیک و شیرجه و ورزش‌های تیمی نظیر والیبال، بسکتبال، و هندبال بسیاری از حرکات وابسته به پرش جفت هستند (۱). یافتن شدت مناسب برای برنامه‌ریزی تمرینات پرشی همیشه یکی از مشغله‌های ذهنی مربیان بوده است. زیرا چنانچه ورزشکار نتواند خود را در زمان مسابقه از حیث پرش به اوج آمادگی برساند، برای نمایش اجرای بهتر در برابر رقیبان با مشکل مواجه خواهد شد. بنابراین، اگر بتوان راهی پیشنهاد کرد تا مربیان شدت تمرینات پرشی خود را به‌طور کمی و دقیق طراحی کنند، نه تنها در بهبود پرش ورزشکاران موفق خواهند بود، بلکه احتمال آسیب‌دیدگی‌های ناشی از بیش‌تمرینی نیز کاهش خواهد یافت (۱۰، ۱۴، ۱۵). در این پژوهش، فرایند محاسبهٔ ارتفاع پرش برای "*وهله‌های تمرین ۱۰ تکراری*" مورد مطالعه قرار گرفته و پیشنهادهای برخاسته از آن مطرح خواهد شد. چنانچه این پیشنهادها مورد قبول صاحب‌نظران واقع شود، از روی الگوی به‌دست آمده می‌توان شدت تمرین برای تکرارهای متفاوت از ۱۰ عدد و یا شدت تمرین در سایر الگوهای تمرینی را نیز محاسبه نمود. پرسش اصلی پژوهش حاضر آن است که آیا می‌توان روشی را طراحی کرد تا براساس آن مربیان بتوانند شدت تمرینات پرشی خود را به‌طور کمّی و دقیق طراحی کرده و به نتایج بهتری دست یابند؟ نتایج پژوهش حاضر هم از حیث بهبود اجرا و عملکرد ورزشی با ارزش است و هم از حیث پیشگیری از آسیب در اجرای حرکات انفجاری.

روش پژوهش

به‌طورکلی شدت تمرینات پلایومتریک زیاد است. بنابراین، نمی‌توان این‌گونه تمرینات را بر روی افراد فاقد پیش‌زمینه فعالیت بدنی پیاده کرد. بر این اساس، نمونه هدفمند و شامل ۳۵ پسر و ۴۵ دختر دانشجوی ورزشکار بود. شرکت در مطالعه داوطلبانه بود. به‌هرحال پس از توجیه، تمامی مراجعه شوندگان ابراز تمایل به شرکت در پژوهش نمودند و فقط افراد بیمار، آسیب‌دیده، و غائبین از پژوهش حذف شدند. در پایان اطلاعات کامل و پالایش‌شده برای ۶۶ نفر (۳۶ دختر و ۳۰ پسر) باقی ماند.

دو نوع آزمون عبور جفت‌پا از مانع استفاده شد. با توجه به محقق ساخته بودن این آزمون‌ها، آنها در ادامه توضیح داده می‌شوند. هدف آزمون‌ها اندازه‌گیری ارتفاع پرش جفت بیشینه یک و ده تکرار از روی مانع بود. از حیث روایی، این آزمون‌ها کاملاً با "وظیفه هدف" مشابه هستند (۸). همچنین، با ایجاد فرصت

تمرینی و دادن فرصت سه خطا برای کسب رکورد، برای افزایش پایایی آزمون‌ها زمینه سازی شد (۸). ضریب پایایی آزمون‌ها از طریق ضریب همبستگی میان‌گروهی[1] محاسبه گردید و برای پرش جفت بیشینه یک و ده تکرار به ترتیب برابر ۰/۹۵ و ۰/۹۴ به‌دست آمد. در آزمون یک تکرار، موانع در سه دستهٔ سه‌تایی چیده شدند. برای پسران، ارتفاع دسته‌های اول، دوم، و سوم موانع به ترتیب ۳۰، ۵۰، ۷۰؛ ۴۰، ۶۰، ۸۰؛ و ۵۰، ۷۰، ۹۰ سانتی‌متر بود. این ارتفاع‌ها برای دختران به ترتیب ۳۰، ۴۰، ۵۰؛ ۵۰، ۶۰، ۷۰؛ و ۶۰، ۷۰، ۸۰ سانتی‌متر بود. آزمودنی‌ها با توجه به برآوردی که از توانایی پرش خود داشتند، بر روی هر دسته از موانع که مناسب می‌دانستند تمرین نموده، خود را برای انجام آزمون آماده می‌کردند. ارتفاع موانع از طریق آزمون و خطا به‌دست آمد. هدف آن بود که افراد ناتوان‌تر قادر به عبور از کوتاه‌ترین دستهٔ موانع باشند و بلندترین دستهٔ موانع نیز برای افراد تواناتر چالش‌برانگیز باشد. هدف این آزمون ثبت ارتفاع پرش جفت بیشینهٔ یک تکرار بود. ولی برای شبیه‌سازی اجرای پرش با تمرینات پلایومتریک از سه مانع فزاینده استفاده گردید. هر بار که فرد بدون برخورد با مانع سوم از آن می‌گذشت، این ارتفاع در برگه داده برایش ثبت شده و ارتفاع موانع پنج سانتی‌متر افزایش می‌یافت. این روند تا جایی ادامه می‌یافت که فرد در سه تلاش پیاپی نتواند بدون برخورد با مانع آخر از روی آن عبور کند. آزمودنی‌ها بین هر وهله پرش دست‌کم دو دقیقه استراحت داشتند تا ذخایر انرژی ATP به‌طور کامل بازسازی شوند (۱۳). بالاترین ارتفاعی که فرد موفق به پرش از روی آن شده بود، بیشینهٔ پرش جفت یک تکرار او محسوب می‌شد.

آزمون ده تکرار به فاصلهٔ دست‌کم ۴۸ ساعت پس از آزمون یک تکرار اجرا شد. هدف آن اندازه‌گیری ارتفاع پرش جفت بیشینهٔ ده تکرار متوالی از موانع هم‌اندازه بود. در این مرحله ده مانع پشت سر هم چیده شدند. از آزمودنی‌ها خواسته شد تا به‌طور متوالی و بدون توقف بین موانع از روی آنها به‌صورت جفت‌پا بپرند. برای دختران ارتفاع موانع از ۴۰ سانتی‌متر و برای پسران از ۵۰ سانتیمتر شروع شد. اگر فرد حین عبور از موانع کمتر از سه مرتبه به آنها برخورد کرده و هیچ‌یک از موانع به زمین نمی‌افتاد، ارتفاع برایش ثبت شده و پس از پنج سانتی‌متر افزایش ارتفاع موانع باید آزمون را تکرار می‌کرد. آزمودنی‌ها بین هر وهله پرش دست‌کم سه دقیقه استراحت داشتند. در هر دو مرحله آزمون پژوهش، هر مانع با مانع بعدی حدود چهار کف پا فاصله داشت. در برخی مواقع ممکن بود لازم شود که این فاصله با توجه به نظر آزمودنی کمی افزایش یا کاهش یابد. همچنین در هر دو مرحله برای رسیدن به رکورد هر آزمودنی، ارتفاع موانع پنج سانتی‌متر به پنج سانتی‌متر افزایش می‌یافت. این افزایش تدریجی مراحل آزمون باعث کاهش احتمال آسیب و کوفتگی بدن آزمودنی‌ها گردید. در ابتدا و انتهای هر دو مرحله از آزمون، آزمودنی‌ها بدن خود را گرم و سرد می‌کردند.

روابط میان آماره‌های به‌دست آمده از طریق ضریب همبستگی پیرسون بررسی گردید. برای تقسیم‌بندی‌های میزان افت پرش از پرش بیشینهٔ یک تکرار تا پرش بیشینهٔ ده تکرار از تحلیل تشخیص[2] استفاده شد. برای به‌دست آوردن فرمول برآورد پرش بیشینهٔ ده تکرار، تحلیل رگرسیون چند عاملی به‌کار برده شد.

1 Intraclass correlation
2 Discrimenant analysis

یافته‌های پژوهش

از جدول ۱ برای بررسی توزیع داده‌ها و تشخیص داده‌های افراطی استفاده شد. پیش از پالایش، داده‌های افراطی به این قرار بودند: دامنهٔ قد معمول دختران بین ۱۵۵ تا ۱۷۵ سانتی‌متر بود و تنها یک نفر وجود داشت که قد او ۱۵۱ سانتی‌متر بود. با توجه به طبیعی بودن قد ۱۵۱ سانتی‌متر برای خانم‌ها این داده حذف نشد. همچنین دامنهٔ وزن طبیعی دختران بین ۴۵ تا ۶۸ کیلوگرم بود و تنها یک نفر با وزن ۳۹ کیلوگرم وجود داشت. این آزمودنی در تحلیل نهایی از پژوهش حذف شد تا کم‌وزنی افراطی روی داده‌ها اثر نگذارد. برای رکورد یک تکرار پسران، دامنهٔ معمول بین ۹۰ تا ۱۱۵ سانتی‌متر بود، ولی یک نفر با رکورد ۸۵ سانتی‌متر و دو نفر با رکورد ۱۲۵ سانتی‌متر وجود داشتند. این رکوردها کمی غیرطبیعی ولی واقعی بودند و بنابراین حذف نشدند. به‌غیر از موارد ذکر شده در بالا، بقیهٔ عوامل برای هر دو جنس توزیع طبیعی داشتند. جدول ۱ نمایشگر داده‌ها پس از پالایش نهایی است.

جدول۱. اطلاعات توصیفی عوامل اصلی پژوهش در ۴۵ دختر و ۳۵ پسر

	جنسیت	میانگین ± SD	میانه	کمینه	بیشینه	چولگی ± SE	کشیدگی ± SE
قد (سانتی‌متر)	دختر	۱۶۵ ± ۵	۱۶۵	۱۵۱	۱۷۵	-۰/۲۴ ± ۰/۳۸	۰/۴۲ ± ۰/۷۴
	پسر	۱۷۷ ± ۶	۱۷۶	۱۶۵	۱۸۸	۰/۰۶ ± ۰/۴۲	-۰/۴۱ ± ۰/۸۲
وزن (کیلوگرم)	دختر	۵۶/۰ ± ۶/۴	۵۶	۴۵	۶۸	-۰/۳۵ ± ۰/۳۷	۰/۱۴ ± ۰/۷۲
	پسر	۶۸/۸ ± ۷/۳	۷۰	۵۵	۸۳	۰/۰۰ ± ۰/۴۲	-۰/۸۶ ± ۰/۸۲
رکورد ۱ تکرار (سانتی‌متر)	دختر	۷۹/۳ ± ۶/۴	۸۰	۶۵	۹۵	-۰/۲۲ ± ۰/۳۵	۰/۰۷ ± ۰/۶۹
	پسر	۱۰۶/۰ ± ۹/۳	۱۰۵	۸۵	۱۲۵	-۰/۰۸ ± ۰/۴۰	-۰/۱۴ ± ۰/۷۸
رکورد ۱۰ تکرار (سانتی‌متر)	دختر	۶۴/۳ ± ۷/۱	۶۵	۵۰	۸۰	۰/۱۹ ± ۰/۳۹	-۰/۵۴ ± ۰/۷۷
	پسر	۸۱/۳ ± ۷/۵	۸۰	۷۰	۹۵	۰/۲۲ ± ۰/۴۳	-۱/۱۲ ± ۰/۸۳

SD= انحراف معیار، SE= خطای معیار.

جدول ۲ نمایشگر میزان رابطهٔ عوامل اندازه‌گیری شده در پژوهش است. حجم نمونه در جداول ۲ و ۳ براساس داده‌های ۶۶ آزمودنی (۳۶ دختر و ۳۰ پسر) است که برای تمامی اندازه‌های آنها داده وجود داشت. همان‌طور که از جدول ۲ مشخص است، قد نسبت به وزن با رکوردهای پرش همبستگی بیشتری دارد. به‌گونه‌ای که همبستگی قد با رکوردهای پرش یک و ده تکرار به ترتیب ۰/۶۹ و ۰/۶۲ می‌باشد. با این وجود، همبستگی بین پرش‌ها خیلی بیشتر (۰/۸۸) است. بنابراین، بهترین پیش‌بینی‌کنندهٔ پرش ده تکرار همان پرش یک تکرار است که با آن بالاترین همبستگی را دارد. این امر نشان می‌دهد که می‌توان با در دست داشتن رکورد پرش یک تکرار فرد، رکورد پرش ده تکرار او را پیش‌بینی کرد. جدول ۳ همبستگی‌های فوق را برای وقتی که سهم جنسیت در روابط کنترل شود، نشان می‌دهد. به این نوع همبستگی به‌طور اصطلاحی همبستگی سهمی[1] می‌گویند. براساس جدول ۳ می‌توان فهمید که با تفکیک جنسیت مقدار همبستگی بین

1 Partial correlation

رکورد پرش یک و ده تکرار از حدود ۰/۸۸ به حدود ۰/۶۹ کاهش می‌یابد. با این وجود، این هنوز بیشترین ضریب همبستگی موجود بین عوامل است. برخلاف آنچه در جدول ۲ نشان داده شد، در جدول ۳ ضرایب همبستگی معنادار بین قد و وزن با رکوردهای پرش کاملاً از بین رفته است. این بدان معناست که رابطهٔ قد و وزن با رکوردهای پرش مربوط به عامل جنسیت است. به عبارت دیگر، دو واقعیت وجود دارد؛ ۱. ارتفاع پرش دختران به‌طور متوسط کمتر از پسران است، و ۲. قد و وزن دختران نیز به‌طور متوسط کمتر از پسران است. این موارد موجب می‌شود که یک رابطهٔ ظاهری (کاذب) بین قد و وزن با رکوردهای پرش مشاهده شود.

جدول ۲. ماتریس ضرایب همبستگی پیرسون بین عوامل اصلی پژوهش (۳۶ دختر و ۳۰ پسر)

	رکورد ۱۰ تکرار	رکورد ۱ تکرار	جنسیت	قد	وزن
رکورد ۱۰ تکرار	–	۰/۸۸**	۰/۷۶**	۰/۶۲**	۰/۴۰**
رکورد ۱ تکرار	۰/۸۸**	–	۰/۸۶**	۰/۶۹**	۰/۵۴**
جنسیت	۰/۷۶**	۰/۸۶**	–	۰/۷۵**	۰/۶۸**
قد	۰/۶۲**	۰/۶۹**	۰/۷۵**	–	۰/۶۲**
وزن	۰/۴۰**	۰/۵۴**	۰/۶۸**	۰/۶۲**	–

** = همبستگی در سطح ۰/۰۱ (دوسویه) معنادار است.

جدول ۳. ماتریس ضرایب همبستگی بین عوامل اصلی پژوهش پس از تفکیک سهم جنسیت

متغیر کنترل‌شده	عامل	رکورد ۱۰ تکرار	رکورد ۱ تکرار	قد	وزن
	رکورد ۱۰ تکرار	۱	۰/۶۹**	۰/۱۵	-۰/۲۲
جنسیت	رکورد ۱ تکرار	۰/۶۹**	۱	۰/۳۳**	-۰/۰۵
(۳۶ دختر و ۳۰ پسر)	قد	۰/۱۵	۰/۳۳**	۱	۰/۲۱
	وزن	-۰/۲۲	-۰/۰۵	۰/۲۱	۱

** = همبستگی در سطح ۰/۰۱ (دوسویه) معنادار است.

برای انجام تحلیل رگرسیون چند عاملی از روش مرحله‌ای[1] استفاده شد. طبق این روش، در معادلهٔ نهایی فقط متغیرهایی نگه داشته می‌شوند که ضرایب پیش‌بینی را بطور معناداری افزایش دهند. در این تحلیل، برای پیش‌بینی رکورد پرش ده تکرار، از بین متغیرهای رکورد پرش یک تکرار، قد، وزن، و جنسیت تنها رکورد پرش یک تکرار نگه داشته شده و بقیهٔ عوامل حذف شدند. همان‌طور که در معادلهٔ ۱ ملاحظه می‌شود در پیش‌بینی ضریبِ ثابتِ ۱۲ با ۰/۶۶ رکورد پرش یک تکرار جمع می‌شود.

1 Stepwise

معادلهٔ ۱: (رکورد پرش یک تکرار به سانتی‌متر × ۰/۶۶) + ۱۲ = رکورد پرش ده تکرار به سانتی‌متر

$R = ۰/۸۶$ $R^2 = ۰/۷۵$ $SEE = ۵/۷$

برای تحلیل تشخیص، آزمودنی‌ها به سه گروه دسته‌بندی شدند. گروه اول، آزمودنی‌هایی که بین ارتفاع رکورد پرش یک تکرار و رکورد پرش ده تکرارشان ۱۵ سانتی‌متر یا کمتر افت داشتند. گروه دوم، آزمودنی‌هایی که بین ارتفاع رکورد پرش یک تکرار و رکورد پرش ده تکرارشان بین ۲۰ تا ۲۵ سانتی‌متر افت داشتند و گروه سوم، آزمودنی‌هایی که بین ارتفاع رکورد پرش یک تکرار و رکورد پرش ده تکرارشان ۳۰ سانتی‌متر و بیشتر افت داشتند. جدول ۴ نشان می‌دهد که براساس فرایند تحلیل تشخیص، ۲۶ نفر از افراد در گروه ۱۵ سانتی‌متر و کمتر، ۶ نفر در گروه ۲۰ تا ۲۵ سانتی‌متر، و ۷ نفر در گروه ۳۰ سانتی‌متر و بیشتر به‌درستی گروه‌بندی شده‌اند. تعدادی از افراد هم وجود دارند که به‌عنوان مثال در گروه ۱۵ سانتی‌متر و کمتر بودند، ولی در گروه ۲۰ تا ۲۵ سانتی‌متر قرار گرفته‌اند. در بخش پایینی جدول نیز درصد تشخیص پیش‌بینی‌های درست مشخص شده است. درمجموع، تابع تشخیص توانسته است تعلق گروهی را در ۵۹ درصد از افراد به‌درستی طبقه‌بندی کند.

جدول۴. نتایج طبقه‌بندی براساس تحلیل تشخیص[1] (۴۵ دختر و ۳۵ پسر)

	گروه	عضویت گروهی پیش‌بینی شده*			مجموع
		۱۵>	۲۵-۲۰	۳۰<	
تعداد	۱۵>	۲۶	۵	۰	۳۱
	۲۵-۲۰	۹	۶	۱۱	۲۶
	۳۰<	۰	۲	۷	۹
	افراد گروه‌بندی نشده	۹	۲	۳	۱۴
درصد	۱۵>	۸۴	۱۶	۰	۱۰۰
	۲۵-۲۰	۳۵	۲۳	۴۲	۱۰۰
	۳۰<	۰	۲۲	۷۸	۱۰۰
	افراد گروه‌بندی نشده	۶۴	۱۴	۲۲	۱۰۰

* ۵۹ درصد از گروه‌ها درست طبقه‌بندی شده‌اند.

بحث و نتیجه‌گیری

عوامل اصلی پژوهش حاضر عبارت بودند از: رکورد پرش یک تکرار، رکورد پرش ده تکرار، جنسیت، وزن، و قد. به‌طور منطقی، به نظر می‌رسد که بیشترین همبستگی باید بین رکورد یک و رکورد ده تکرار وجود

1 Classification results

داشته باشد. در این پژوهش نیز همین اتفاق افتاد و بین این دو فاکتور ضریب همبستگی برابر ۰/۸۸ به‌دست آمد. بین جنسیت با پرش‌های یک و ده تکرار نیز به ترتیب همبستگی ۰/۷۶ و ۰/۸۶ به‌دست آمده است. این بدان معناست که پسران بیشتر از دختران می‌پرند که موضوعی طبیعی و منطقی است و در پژوهش‌های داخلی و خارجی به‌طور مکرر نشان داده شده است (۳، ۴، ۱۲، ۱۷). همبستگی سهمی قد با رکوردهای یک و ده تکرار به ترتیب تا ۰/۳۳ و ۰/۱۵ و همبستگی سهمی وزن با رکوردهای یک و ده تکرار به ترتیب تا ۰/۰۵- و ۰/۲۲- افت کرد. سه مورد از این همبستگی‌ها معنادار نبودند ($p\geq$۰/۰۵). همچنین بین رکوردهای یک و ده تکرار همبستگی سهمی ۰/۶۹ به‌دست آمد. به این ترتیب، معلوم شد که قد و وزن جوانان با جنسیت ارتباط دارد و نمی‌توانند به‌خودی خود تعیین‌کنندهٔ میزان پرش باشند. از اینجا مشخص می‌شود که احتمالاً بهترین پیش‌بینی‌کنندهٔ رکورد ده تکرار، رکورد یک تکرار است. در برخی پژوهش‌ها بیان شده که بین پرش سارجنت و قد ضریب همبستگی بالای ۰/۷۵ وجود دارد (۶، ۷) و بنابراین نمی‌توان آزمون سارجنت را آزمون معتبری دانست. با توجه به مطالبی که در بالا ذکر شد می‌توان خلاف این گفته را نشان داد، به‌گونه‌ای که اگر این آزمون را برای دختران و پسران به‌طور جداگانه اجرا کنیم آنگاه همبستگی کاذب بین قد و ارتفاع پرش از بین خواهد رفت (۳).

میانگین رکوردهای یک تکرار و ده تکرار دختران برابر ۷۹ و ۶۴ سانتی‌متر و میانگین رکوردهای یک تکرار و ده تکرار پسران برابر ۱۰۶ و ۸۱ سانتی‌متر بود. با مقایسهٔ دختران و پسران، مشخص شد که پسران در هر دو پرش یک و ده تکرار بیشتر از دختران می‌پرند. تفاوت میانگین رکوردهای یک تکرار دختران و پسران ۲۷سانتی‌متر (۲۵درصد) و تفاوت میانگین رکوردهای ده تکرار دختران و پسران ۱۷سانتی‌متر (۲۱ درصد) می‌باشد. افت رکورد ده تکرار نسبت به یک تکرار در پسران ۲۵ سانتی‌متر (۲۴ درصد) و در دختران ۱۵سانتی متر (۱۸درصد) بوده است. بنابراین با هر دو ملاک فوق، افت رکوردهای پسران حدود ۱۰ سانتی‌متر بیشتر از دختران است. علت این اختلاف را این‌گونه می‌توان توضیح داد که چون رکورد یک تکرار در پسران بیشتر است، احتمالاً افت رکوردشان در پرش ده تکرار نیز بیشتر خواهد بود. در مقابل، چون دختران پرش یک تکرار کوتاه‌تری نسبت به پسران دارند، احتمالاً افت رکوردشان در پرش ده تکرار نیز کمتر است. باید توجه داشت که گرچه تفاوت مقدار افت‌ها (۱۵ در برابر ۲۵ سانتی‌متر) از لحاظ عددی چشم‌گیر است، از حیث درصدی (۱۸ در برابر ۲۴ درصد) مقادیر افت کمتر با هم تفاوت دارند. درمجموع می‌توان نتیجه‌گیری کرد که در هر دو جنس رکورد ده تکرار نسبت به رکورد یک تکرار به‌طور معناداری افت می‌کند. مقدار افت برای کسانی که رکوردهای یک تکرار بلندتری دارند بیشتر می‌باشد، ولی وقتی میزان افت به درصد بیان شود این تفاوت تا حدی از بین می‌رود.

تحلیل تشخیص نشان داد که افت پرش ده تکرار نسبت به یک تکرار در برخی از افراد ۱۵ سانتی‌متر و کمتر، در برخی بین ۲۰ تا ۲۵ سانتی‌متر، و در عده‌ای نیز ۳۰ سانتی‌متر و بیشتر بود. مانند آنچه در رگرسیون چندعاملی به‌دست آمد، در تحلیل تشخیص نیز ملاحظه شد که از بین عوامل حاضر در پژوهش تنها رکورد یک تکرار در تابع پیش‌بینی قرار گرفت و بقیهٔ عوامل حذف شدند. بر این اساس، ۵۹ درصد از طبقه‌بندی‌های پیش‌بینی شده دقیق بود. یعنی ۵۹ درصد از افت رکورد پرش ده تکرار را می‌توان از روی رکورد یک تکرار پیش‌بینی کرد و ۴۱ درصد از افت نیز با عوامل دیگری مرتبط است. در نگاه اول از جمله

عواملی که به ذهن می‌رسد، قد، وزن، و جنسیت است. ولی هم تحلیل تشخیص و هم تحلیل رگرسیون چندعاملی نشان دادند که این عوامل نمی‌توانند نقش تعیین‌کننده‌ای داشته باشند. پس باید به دنبال عوامل دیگری گشت. آنچه به نظر می‌رسد می‌تواند در این ارتباط نقش به‌سزایی داشته باشد، احتمالاً میزان مهارت فرد در اجرای پرش و عامل استقامت در توان[1] است.

در بیشتر مطالعات پیشین، بدون آنکه هیچ پیشنهادی در مورد شدت تمرین شود، توصیه شده است که برای اجرای تمرینات پلایومتریک از وهله‌های تمرینی ده‌تایی استفاده شود (۱، ۲، ۱۹، ۲۱). بومپا نیز پیشنهاد کرده بود که ارتفاع بیش از ۶۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شود (۲). در پژوهش حاضر، هدف آن بود که شدت یا به گفتهٔ دقیق‌تر ارتفاع پرش از روی ۱۰ مانع متوالی به‌گونه‌ای مؤثر تخمین زده شود. یافته‌های پژوهش پیشنهاد کرد که بهترین مبنا این است که ابتدا آزمون تعیین رکورد پرش یک تکرار را اجرا و سپس افراد را با توجه به سطح مهارتشان طبقه‌بندی کنیم. معادلهٔ ۱ نشان داد که ارتفاع مانع پرش ده تکرار برابر است با حاصل جمع عدد ۱۲ به اضافهٔ ۶۶ درصد پرش یک تکرار. این معادله با احتمال ۹۵ درصد رکورد پرش ده تکرار افراد را در یک محدوده ۱۰ ± سانتی‌متری پیش‌بینی می‌نماید. پرسش این است که در کدام افراد باید نتیجهٔ معادلهٔ ۱ را به اضافه و در کدام افراد منهای ۱۰ سانتی‌متر کرد. احتمالاً در افراد غیرماهر و نیمه‌ماهر باید نتیجه را به ترتیب منهای ۱۰ و ۵ سانتی‌متر کرد. این افراد به علت اینکه برای پرش تمام عضلات خود را درگیر و انرژی زیادی مصرف می‌کنند، پس از اجرای تعداد کمی پرش خسته می‌شوند. بنابراین نمی‌توانند از ده مانع با ارتفاع بالا بپرند. اما احتمالاً در افراد ماهر و خیلی ماهر نتیجه را باید به ترتیب به اضافه ۵ و ۱۰ سانتی‌متر کرد. این افراد هنگام پرش عضلات کمتری را درگیر و درنتیجه انرژی کمتری مصرف می‌کنند. بنابراین این افراد دیرتر خسته شده و در پرش ده تکرار ارتفاع بالاتری را می‌پرند (۱۱، ۱۶، ۲۲، ۲۳). در مراحل بعدی تمرین نیز بسته به واکنشی که بدن ورزشکار به تمرین نشان می‌دهد، مربی می‌تواند با افزایش‌های ۵ تا ۱۰ سانتی‌متری اقدام به اعمال اصل اضافه‌بار نماید. میزان خستگی و کوفتگی فرد در حین و پس از اجرای تمرین بهترین نشانگر میزان تناسب شدت تمرین است. در صورت عدم توجه به این نشانگرها، ممکن است بیش‌تمرینی آسیب‌دیدگی به همراه آورده و کم‌تمرینی نیز عدم پیشرفت را موجب شود.

تمرینات پلایومتریک تمریناتی هستند که به‌طور روزافزونی به قهرمانان ورزشی توصیه می‌شوند. در این پژوهش مشخص شد که تعیین شدت پرش‌های جفت تمرینات پلایومتریک از لحاظ عملیاتی امکان‌پذیر است. بر این اساس، برای برآورد ارتفاع پرش ده تکرار از روی پرش یک تکرار یک راه حل معادله‌ای ارائه گردید. مقدار دقیق، توسط اصلاحات پنج تا ده سانتی‌متری و با توجه به میزان خستگی و کوفتگی ناشی از تمرین اعمال می‌گردد. مشخص شد که افزایش سطح مهارت با افزایش بیشتر رکورد یک تکرار و به تبع آن افزایش بیشتر ارتفاع موانع ده تکرار همراه است. همچنین معلوم شد که افت پرش ده تکرار نسبت به پرش یک تکرار می‌تواند از ۵ تا ۳۵ سانتی‌متر متغیر باشد. این یافته در ورزش‌هایی مثل والیبال بسیار اهمیت دارد. چون در والیبال فرد نمی‌خواهد تنها یک بار بپرد. او ممکن است برای کسب هر امتیاز نیاز به چندین

1 Power endurance

پرش داشته باشد. در چنین ورزش‌هایی که فرد در آنها نیاز به تکرار پرش‌های پی‌درپی دارد، آگاهی از میزان ارتفاع پرش یک تکرار اهمیت چندانی ندارد. به‌خصوص در مواقعی که افت در پرش‌های مکرر زیاد است، آگاهی فوق می‌تواند بسیار گمراه‌کننده باشد. در چنین مواردی توصیه آن است که اساساً از آزمون‌های چندپرشی استفاده شود. در پژوهش حاضر یک شیوهٔ نسبتاً دقیق برای تعیین شدت تمرینات پرشی پلایومتریک به‌دست آمد. توصیه می‌شود محققان بعدی این روش تجویز تمرینی را با روش‌های رایج وابسته به تجربه مقایسه کنند تا کارایی این شیوهٔ تمرینی آزمایش شود. در این پژوهش رکورد پرش ده تکرار ۵۹ درصد افراد از روی رکورد پرش یک تکرارشان به‌درستی برآورد شد و در ۴۱ درصد باقی‌مانده با توجه به سطح مهارت افراد اصلاحات مورد نیاز به انجام رسید. در مطالعات آتی، برای آنکه مشخص شود سطح مهارت پرش تا چه حدی بر افت پرش‌های متوالی مؤثر است، پیشنهاد می‌شود منحنی الکترومیوگرافی پرش افراد ماهر و غیرماهر مقایسه شوند. در این روش مشخص خواهد شد که انقباضات عضلات موافق و مخالف حرکت افراد ماهر در حین پرش چه مقدار کمتر از افراد غیرماهر است. بنابراین توصیه می‌شود در مطالعات بعدی، میزان انقباضات عضلات موافق و مخالف توسط دستگاه الکترومیوگرافی اندازه‌گیری شود تا معلوم شود آیا بین سطح کنش عضلانی در عضلات و میزان افت پرش رابطه‌ای هست یا خیر؟ این پژوهش بر روی پرش‌های جفت‌پا و با تکرارهای ده‌تایی صورت گرفته است. پرش‌های تک‌پا و سایر تکرارها هریک به‌طور جداگانه نیاز به پژوهش خاص خود دارند. به‌نظر می‌رسد که در موارد فوق نیز از روش پژوهشی مشابه بتوان پاسخ‌ها را یافت. برای سایر تمرینات پلایومتریک (مثل پرتاب‌های دستی) نیز می‌توان با همین شیوهٔ پژوهشی شدت تمرینات را تعیین نمود.

تقدیر و تشکر

این پژوهش با استفاده از امکانات دانشکدهٔ تربیت بدنی دانشگاه اصفهان صورت پذیرفت. از مسئولان محترم این دانشکده و اساتید و دانشجویان محترمی که برای اجرای پژوهش حاضر همکاری داشتند صمیمانه سپاس‌گزاریم.

منابع

۱. بومپا، تئودور، (۱۳۸۴)، تمرینات توان در ورزش، ترجمهٔ خسرو ابراهیم و هاجر دشتی دربندی، چاپ اول، تهران، دانشگاه شهید بهشتی، ۷.
۲. بومپا، تئودور، (۱۳۸۲)، زمان‌بندی و طراحی تمرین قدرتی در ورزش، ترجمهٔ حمید رجبی، حمید آقاعلی‌نژاد و معرفت سیاهکوهیان، چاپ اول، تهران، فردانش‌پژوهان، ۳۱۰-۳۲۲.
۳. درودگر، آزاده، (۱۳۸۵)، مقایسهٔ ارتفاع پرش عمودی درجا در وضعیت‌های مختلف قرارگیری پا. پایان‌نامهٔ کارشناسی ارشد. دانشگاه اصفهان، دانشکدهٔ تربیت بدنی و علوم ورزشی. ۶۸.
۴. ذوالاکتاف، وحید، مرندی، سید محمد، صفوی، شیلا، مهدوی‌نژاد، رضا، قاسمی، غلامعلی، (۱۳۸۷)، ساماندهی به ارزشیابی درس تربیت بدنی عمومی (۱). طرح پژوهشی، معاونت پژوهشی دانشگاه اصفهان.

۵. گاردینر، فیلیپ اف، ۱۳۸۷، جنبه‌های عصبی- عضلانی فعالیت بدنی، ترجمهٔ رضا قراخانلو و احمد آزاد. چاپ اول، تهران: نورگیتی، ۱۳۲.
۶. مازنی، علی اصغر، (۱۳۷۶)، بررسی ارتباط بین قد و وزن، با توان هوازی و توان بی‌هوازی دانش‌آموزان غیرورزشکار ۱۰-۱۱ سالهٔ منطقه ۶ آموزش و پرورش شهر تهران. پایان‌نامهٔ کارشناسی ارشد. دانشکدهٔ تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه تهران.
۷. یادآور واحد، پروین، (۱۳۷۶)، بررسی ارتباط بین برخی از ویژگی‌های آنتروپومتریک و آمادگی عمومی بدن بازیکنان تیم ملی والیبال بانوان. پایان‌نامهٔ کارشناسی ارشد. دانشکدهٔ تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه تهران.
8. Baumgartner TA, Jackson AS, Mahar MT, and Rowe DA. (2007). Measurement for evaluation in physical education and exercise science (8th ed.). New York, NY: McGraw-Hill.
9. Benjamin PJ, and Lamp SC. (2005). Understanding sports massage. Champaign, IL: Human Kinetics. p. 46.
10. Borkowski J. (1990). Prevention of pre-season muscle soreness: Plyometric exercise. Athl Train, 25:122.
11. Cronin J, and Sleivert G. (2005). Challenges in understading the influence of maximal power training on improving athletic performance. Sports Med, 35:213-234.
12. Ebben W, Flanagan E, and Jensen R. (2007). Gender similarities in rate of force development and time to takeoff during the countermovement jump. J Exerc Physiol Online, 10:10-17.
13. Foss ML, and Keteyian SJ. (1998). Fox's physiological basis for exercise and sport, (6th ed.). New York, NY: McGraw-Hill. P. 54.
14. Hewelt TE, Lindenfeld TN, Riccobene JV, and Noyes FR. (1999). The effect of neuromuscular training on the incidece of knee injury in female athletes: A prospective study. Am J Sports Med, 27:699-706.
15. Hewet TE, Stroupe AL, Nance TA, and Noyes FR. (1996). Plyometric training in female athletes. Am J Sports Med, 24:765-773.
16. Ishikawa M, and Komi PV. (2004). Effects of different dropping intensities on fascicle and tendinous tissue behaviour during stretch-shortening cycle. J Appl Physiol, 96:848-852.
17. Komi PV, and Bosco C. (1987). Utilization of stored elastic energy in leg extensor muscles by men and women. Med Sci Sports, 10:261-265.
18. MacAtee RE. (2007). Facilitated stretching. 3rd ed. Champaign, IL: Human Kinetic. p. 4.
19. Potach DH. (2003). Plyometric and speed training. In: Beachle TR and Earle RW, editors. NCSA's Essentials of personal training. Champaign, IL: Human Kinetics. pp. 426-455.

20. Potach DH, and Chu DA. (1994). Plyomrtic training. In: Beachle TR and Earle RW. Essentials of strength training and conditioning. Champaign, IL: Human Kinetics. pp. 427-469.
21. Stojanovic T, and Kostic R. (2002). The effect of the plyometric sport training model on the development of the vertical jump of volleyball players. Phys Edu Sports, 1:11-25.
22. Ugrinowitsch C, Tricoli V, Rodacki ALF, Batista M, and Ricard MD. (2007). Influence of training background on jumping height. J Strength Cond Res, 21:848-852.
23. Weiss LW, Relyea GE, Ashley CD, and Propst RC. (1997). Using velocity-spectrum squats and body composition to predict standing vertical jumping ability. J Strength Cond Res, 11:14-20.

Determination of proper height of hurdles for continuous double-legged jump in plyometric training

Davar Panah Sh.[1*], Zolaktaf V.[2], Marandi S.M.[3]

[1]Master of Science in Exercise Physiology
[2, 3]Associate Professor, University of Isfahan

Abstract

Aim: The purpose of this study was to determine the proper height of hurdles for ten consecutive double-legged jumps in plyometric training

Method: The sample included 45 female (height: 165 ±5 cm and weight: 56.0 ±6.4 kg) and 35 male (height: 177 ± 6 cm and weight: 68.8 ±7.3 kg) volunteers. Two different tests of height jumps over hurdles, namely "1 repetition maximum jump (1RMJ)" and "10 repetition maximum jumps (10RMJ)" were administrated in two separate sessions 48 hours apart from each other. The rate of drop in height of 10RMJ (compared to 1RMJ) was divided into three groups of "15 cm and lower", "20-25 cm", and "30 cm and higher".

Results: Discriminant analysis showed that for 59% of cases, 1RMJ height could estimate 10RMJ height correctly. Furthermore, by the means of multiple regression analysis, an equation was produced to estimate proper height of 10RMJ from 1RMJ height. Accordingly, there was a variation of 10 to 35 cm in the drop rate of 10RMJ in different individuals. There was no relation between anthropometric measures and jump height. The best predictor of 10RMJ was 1RMJ.

Conclusion: It is likely that the technique of jump, which determines the energy cost of every jump, would have a vital impact here. It is suggested to determine the height of hurdles for different number of consecutive jumps apart from 10 repetitions by the use of the same study design.

Key words: Jump, Jump height, Plyometric training

* E-mail: shirindjazi@yahoo.com