اثرات سه نوع پرش عمقی بر فعالیت آنزیم کراتین کیناز در مردان ورزشکار

کریم آزالی علمداری[۱]، سیروس چوبینه[۲]، محمد رضا کردی[۲]، میثم هدایت نژاد[۳]

[۱]دانشگاه آزاد اسلامی واحد تبریز، دانشکده علوم انسانی

[۲]دانشگاه تهران، گروه مبانی علوم زیستی دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی

[۳]دانشگاه محقق اردبیلی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی

چکیده:

هدف تحقیق: هدف این تحقیق، مقایسه میزان آسیب زایی سه نوع پرش عمقی متداول بوده است. **روش تحقیق**: بدین منظور ۳۶ نفر مرد ورزشکار داوطلب (سن ۲/۴۷ ± ۲۱/۹۷، وزن ۴/۷۴ ± ۷۰/۸۸، قد ۱۰/۲۳ ± ۱۷۵/۴۹ و شاخص توده بدن ۷/۳۸ ± ۲۳/۰۱)، به طور تصادفی به چهار گروه BDJ۱، CMDJ۲،CMWDJ۳ و کنترل، تقسیم شدند. ابتدا پس از جمع آوری نمونه های خونی، گروه BDJ، بلافاصله پس از تماس پاها با زمین(بدون خم شدن زانوها)، گروه CMDJ، با کمی مکث و خم کردن زانوها (۹۰درجه)و گروه CMWD، با استفاده از وزنه، تکنیک پرش عمقی مربوط به خود را در طی ۶ ست پیاپی تا سرحد خستگی و با فاصله استراحت ۵ دقیقه در بین ستها، انجام دادند. در خاتمه، پس از گذشت به ترتیب ۲۰ دقیقه و ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت از پایان آزمون، نمونه های خونی به طور مجدد جمع آوری شدند. **نتایج**: نتایج نشان داد که در اثر استفاده از هر سه نوع تکنیک پرش عمقی، تغییر معنی داری در فعالیت آنزیم CK در مقایسه با زمان استراحت به وجود می آید و علیرغم کاهش پیشرونده آن در هر سه گروه (پس از پایان آزمون)، بجز در گروه CMDJ، هنوز سطح فعالیت این آنزیم حتی پس از گذشت ۷۲ ساعت نیز، به مقادیر اولیه خود بر نمی گردد($P<۰/۰۵$). همچنین تفاوت معنی داری در میزان تغییرات فعالیت این آنزیم در گروههای تجربی در مقایسه با گروه کنترل، در تمام مراحل اندازه گیری مشاهده شد ($P<۰/۰۵$). به علاوه تفاوت معنی داری در میزان تغییرات فعالیت CK هر دو گروه تجربی BDJ و CMDJ، نسبت به گروه CMWDJ، در فاصله زمانی بین استراحت تا ۲۰ دقیقه پس از پایان آزمون مشاهده شد($P<۰/۰۵$). **بحث و نتیجه گیری**: بطور کلی می توان نتیجه گیری کرد که تفاوت معنی داری از لحاظ میزان احتمال آسیب زایی سه تکنیک پرش عمقی مورد تحقیق، وجود ندارد.

واژه های کلیدی: پلایومتریک، تکنیک پرش، احتمال آسیب زایی

Effects of three drop jump techniques on plasma creatine kinase activity in male athletes

Abstract

The aim of this research, was to compare the effects of three common depth jump training techniques (one session until exhustion) on plasma creatine kinase activity, in male athletes. Therefore 36 male athletes,(age: 21.97±2.47, weight: 70.88±4.74, height:175.49±10.23, BMI: 23.31±7.38) were randomly divided into four groups [Bounce depth jump-(BDJ), counter movement depth jump-(CMDJ), counter movement weight depth jump (CMWDJ) and control]. Five ml blood was taken at rest from anticubital vein for determination of the plasma CK activity. Following a 10-min warme up-(5 min strech and 5 min cycling on ergometer).each group performed self-related training technique in 6 consequtive sets until exhustion(5 min rest between the sets), All the tests included jumping to top of a 60 cm box following a depth jump from a 40 cm box on the floor. The BDJ group, jumped up after landing and without flexing the knees as

1- Bounce drop jump
2- Counter movement drop jump
3- Counter movement weight drop jump

immidiately as possible. In the CMDJ group there was a stopping period after landing (up to 3 sec) and the knees were flexed approximately up to 90°. The CMWDJ technique was similar to CMDJ, but they weared weight vests equal to 2.5% of body weight. After the tests four blood sampeles were taken (20 min after and 24, 48 and 72 hours after the test. Data were analyzed using K-S, LEVEN and repeated measures of ANOVA. The results showed that plasma CK levels increased significantly in all of the depth jump groups, when compared with control group($P<0.05$). Inaddition, plasma CK levels decreased after 48 hours in all of the depth jump groups, but it didn't reached to the basal level even after 72 hours recovery for all groups except for the CMDJ group ($P<0.05$). Furtheremore; there were significant differences among the magnitude of the changes in ck leveles for BDJ, CMDJ and CMWDJ compared to the control group, in all of the 5 blood sampling phases ($P<0.05$). Moreover' significant differences were observed in magnitude of changes in CK levels between the BDJ and CMDJ groups compared to CMWDJ group in response to the tests ($P<0.05$). It can be concluded that, there is no differences between damaging potency of BDJ, CMDJ and CMWDJ techniques.

مقدمه

در زمان انجام فعالیتهای عضلانی برونگرا، تولید نیرو در زمان طویل شدن عضله اتفاق می افتد که می تواند با ادامه یافتن ورزش در شدتهای بالا، به افزایش مقدار و فعالیت آنزیم CK پلاسمایی نسبت به ورزش درونگرا و بروز آسیب عضلانی منجر شود (۶، ۱۴، ۲۶). شاخص های آسیب عضلانی شامل بروز تغییرات ریخت شناختی در بافتها، کاهش سطح عملکرد، افزایش فعالیت آنزیم کراتین کیناز (CK)، التهاب و بروز کوفتگی عضلانی تاخیری می باشند.

پلایومتریک، نوعی روش تمرینی متداول در بین ورزشکاران رشته هایی است که سعی در بالا کشیدن وزن بدن خود، علیه جاذبه را دارند (۶، ۱۵). به نظر می رسد که در تمرینات پلایومتریک، به دلیل ماهیت فعالیتهای برونگرای ناگهانی و همچنین افزایش میزان تنش و آتشبار تارهای عضلانی، میزان بروز کوفتگی عضلانی، قابل توجه باشد (۶، ۱۲، ۱۴، ۲۱، ۲۷، ۳۱، ۳۴). اگر چه تمرینات پلایومنریک شامل هر دوی تمرینات درونگرا و برونگرا می شوند، ولی رابطه ضعیفی مابین کوفتگی عضلانی ناشی از انقباضات برونگرا، درونگرا و پلایومتریک وجود دارد (۱۲). از سویی، در تمرینات پلایومتریک و به ویژه در پرش های عمقی، شدت کار بالا بوده و فشارهای فوق العاده ای، بر سیستم عضلانی اسکلتی اعمال می شود. بنابراین، همواره مساله آسیب زا بودن این نوع تمرینات، یکی از مشکلات مربیان و متخصصان ورزش بوده است. بسیاری از متخصصان پزشکی ورزشی و مربیان معتقدند که این تمرینات، اصولاً پر خطر هستند و به ویژه در افراد ناآماده، می توانند به بروز صدماتی چون ضرب دیدگی پاشنه، عارضه آزگود شلاتر، صدمه به مینیسک ها، تاندون‌ها، کشکک، ستون مهره ها و بروز استرس فراکچر، منجر شوند (۲). آنچه که مسلم است، استفاده از این نوع تمرینات نسبت به سایر روشهای تمرینی، به ویژه در ورزشهای پرشی و پرتابی، دارای محاسن بسیار برجسته ای می باشد(۹، ۲۱، ۲۵، ۳۲، ۳۵) که با وجود احتمال بروز صدمات، باز هم کاربرد گسترده ای در بین ورزشکاران دارد. با این وجود، تمام تحقیقات اثر بخشی این تمرینات را تایید نکرده اند و حتی برخی اشاره کرده اند که استفاده از تمرینات پلایومتریک توسط مربیان، عملی غیر مسئولانه و مغایر با وظیفه یک مربی است (۱). گزارشاتی وجود دارد که آسیبهای ناشی از انجام تمرینات پلایومتریک، نتیجه وجود عدم تناسب مابین میزان آمادگی ورزشکار و شدت تمرینات می باشد. بیشتر آسیبها، ناشی از تعداد زیاد جلسات تمرینی، تکرارهای زیاد در هر جلسه، پرشهای نادرست روی سطوح نامناسب و یا کمبود قدرت لازم می باشند. انجمن بدنسازی آمریکا در سال ۱۹۹۴، پیشنهاد کرده است که ورزشکار قبل از شرکت در تمرینات پلایومتریک، بایستی قادر باشد تا ۱.۵ تا ۲ برابر وزن خود را در حرکت اسکات پشت جابجا کند (۲). تاکنون، تحقیقات زیادی انجام شده است که موضوع آنها مربوط به بررسی کارایی تمرینات پلایومتریک (۳، ۱۰، ۱۱، ۱۳، ۱۶، ۱۹، ۲۴، ۲۹، ۳۷)، اثرات ترکیبی این نوع تمرینات با سایر انواع تمرینات مقاومتی (۳، ۷، ۳۴، ۳۷، ۳۹، ۴۰)، جایگاه این نوع تمرینات در زمان بندی تمرین (۴، ۹، ۱۲، ۱۹، ۲۱)، تعیین ارتفاع مطلوب پرش(۸، ۱۲، ۲۹) و تعیین مکانیسمهای احتمالی (۱۸، ۲۹، ۳۰، ۳۸)، بوده است. همچنین تحقیقات دیگری نیز وجود دارد که اثر آسیب زایی تمرینات پلایومتریک را مطالعه کرده اند (۶، ۲۱، ۲۷، ۳۱، ۳۴)، اما تاکنون تنها دو تحقیق در زمینه بررسی میزان آسیب زایی انواع مختلف تکنیکهای متداول پرش عمقی انجام شده است. در یکی از آن

تحقیقات (کردی ۱۳۸۲)، سنجش های به عمل آمده از فعالیت CK، در زمان ۲۴ ساعت بعد از پایان آخرین جلسه تمرین انجام شده است (۱) و بنابراین توجه کمتری به ماهیت تاخیری کوفتگی عضلانی مزمن، معطوف شده است. در تحقیق دیگر نیز (شیران ۱۳۸۵)، اثر تمرین در دو محیط آب و خشکی، مقایسه شده اند (۲). بنابراین، همچنان در این زمینه نیاز به انجام تحقیق وجود دارد. همچنین تعداد تحقیقاتی که کارایی روشهای مختلف پرش عمقی بر بهبود قابلیتهای جسمانی و مهارتی را مقایسه کرده اند، محدود می باشد. به عبارت دیگر، در حال حاضر مشخص نمی باشد که استفاده از کدام تکنیک تمرینی، خطرات کمتر و فواید بیشتری دارد (۱).

لازم به ذکر است که پرشهای عمقی، یکی از متداولترین انواع تمرینات پلایومتریک هستند و شامل تکنیکهای مختلفی می باشند که اختلاف آنها در ارتفاع پرش، مدت زمان تماس پاها با زمین، میزان جابجائی مرکز ثقل و مدت زمان پرواز می باشد (۸). سه نوع تکنیک پرش عمقی متداولتر هستند. تکنیک اول، پرش عمقی جهشی (BDJ) است که بلافاصله پس از تماس پاها با زمین، پرش به بالا با سرعت و قدرت هر چه تمامتر انجام می شود. به عبارت دیگر، سرعت رو به پایین، تبدیل به سرعت رو به بالا می شود. تکنیک دوم، پرش عمقی با حرکت مخالف (CMDJ) است که در آن میزان خم شدن زانوها کمی بیشتر است. در این تکنیک، مقدار و زمان حرکت رو به پایین، در مقایسه با تکنیک BDJ، بیشتر است و بنابراین، فرآیند تبدیل حرکت رو به پایین به حرکت رو به بالا، آهسته تر می باشد. تکنیک سوم، پرش عمقی با حرکت مخالف و همراه با وزنه (CMWDJ) است که همراه با پوشیدن جلیقه های حاوی وزنه و انجام پرش با کمی مکث و خم شدن زانو انجام می شود (۱).

بنابراین، از آنجا که پرشهای عمقی به عنوان یک عامل موثر در توسعه قابلیتهای جسمانی و در عین حال به عنوان یک عامل زمینه ساز برای بروز آسیبهای مختلف لحاظ می شوند و همچنین به دلیل گسترش روز افزون استفاده از این تمرینات در بین ورزشکاران، لزوم اجرای پژوهشهای مقایسه ای در مورد میزان کارایی و احتمال بروز آسیب ناشی از انجام تکنیکهای مختلف پرش عمقی وجود دارد. با انجام چنین تحقیقاتی، تکنیکهای مناسب و ویژه انواع مختلف ورزشها شناسایی می شوند و همچنین اطلاعاتی در مورد احتمال ایجاد آسیب ناشی از انجام چنین تکنیکهایی فراهم می شود. بدین ترتیب، این تحقیق با هدف مقایسه میزان آسیب زایی حاد سه نوع پرش عمقی متداول BDJ، CMDJ و CMWDJ، و همچنین پیگیری تغییرات در زمان بازیافت، انجام شد.

روش تحقیق

نمونه ها

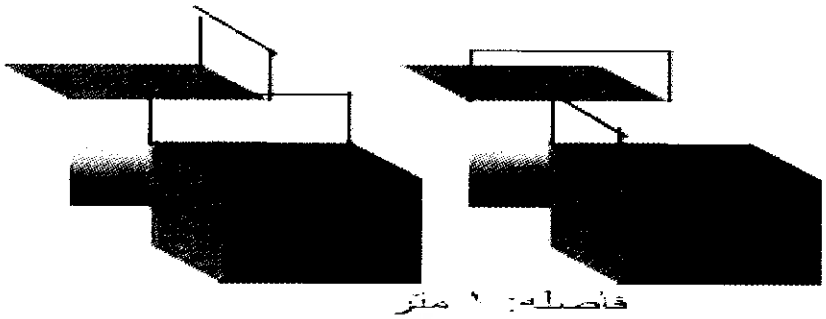
۳۶ نفر مرد ورزشکار داوطلب (سن ۲/۴۷ ± ۲۱/۹۷، وزن ۴/۷۴ ± ۷۰/۸۸، قد ۱۰/۲۳ ± ۱۷۵/۴۹ و شاخص توده بدن ۷/۳۸ ± ۲۳/۰۱) که حداقل سابقه ۶ ماه تمرین مستمر در یکی از رشته های فوتبال(۵ نفر)، والیبال (۱۵ نفر) و بسکتبال (۱۶ نفر) را داشتند، به عنوان آزمودنی انتخاب شدند. لازم به ذکر است که هیچ کدام از آنها در طی ۶ ماه گذشته، سابقه مصدومیت نداشته و تمامی آنها قادر به انجام حرکت پرس پا، با وزنه ای معادل ۲/۵ برابر وزن بدن خود و تکرار رکورد پرش جفتی، پس از پرش عمقی از سکوی ۴۰ سانتی متر بودند. همچنین آنها در طی حداقل یک هفته مانده به انجام تحقیق، هیچ گونه فعالیت ورزشی دیگری انجام نداده بوده و از داروهای ضد التهاب، استفاده نکرده بودند.

پروتکل تحقیق

پس از برگزاری جلسه توجیهی، در جلسه اول انجام تحقیق، ابتدا نمونه های خونی (۵ سی سی از سیاهرگ بازوئی) جهت سنجش فعالیت آنزیم کراتین کیناز جمع آوری شدند. سپس آزمودنیها به طور تصادفی به چهار گروه ۹ نفری BDJ، CMDJ، CMWDJ و کنترل، تقسیم شدند. گروهBDJ، بلافاصله پس از تماس پاها با زمین و در حد امکان بدون خم کردن زانوها، پرش عمودی را انجام می دادند. گروه CMDJ، پرش عمودی را با کمی مکث (حداکثر ۳ ثانیه) و خم کردن زانوها در حدود ۹۰ درجه(بعد از هر فرود، یک مرحله ایست وجود داشت) انجام می دادند. تمرینات گروهCMWD، مشابه گروه CMDJ بود، ولی آنها از جلیقه های حاوی وزنه (معادل٪۲/۵ از حداکثر قدرت پرس پا)، استفاده می کردند. آزمودنی های گروه کنترل، هیچ گونه فعالیتی انجام نمی دادند. در جلسه آزمون، افراد هر گروه پس از ۵ دقیقه گرم کردن بر روی دوچرخه کارسنج و به دنبال آن انجام ۵ دقیقه حرکات کششی، تکنیک مربوط به خود را در ۶ ست تا سرحد خستگی و با فاصله ۵ دقیقه در بین ستها، انجام دادند. آزمون هر سه گروه به صورت انجام پرشهای متوالی از روی سکوی ۴۰ سانتی متری و به دنبال آن پرش عمودی از روی سکوی ۶۰ سانتی متر (شکل ۱)، انجام شد. لازم به ذکر است که ابتدا یک جلسه آشنایی با آزمون وجود داشت و جلسه آزمون اصلی، به فاصله یک هفته بعد از آن انجام شد. در خاتمه، پس از

گذشت به ترتیب ۲۰ دقیقه و ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت از پایان آزمون، نمونه های خونی آزمودنی ها جمع آوری شدند. سنجش فعالیت آنزیم CK با استفاده از روش اسپکتروفتومتری (۶) انجام شد.

شکل ۱- نحوه قرار گیری سکوهای پرش عمقی



جدول ۱- برخی ویژگی های جسمانی و فیزیولوژیکی آزمودنی ها (تعداد ۳۶ نفر)

گروه	تعداد	سن(سال)	قد (سانتی متر)	وزن(کیلوگرم)	BMI(Kg/m^2)
کنترل	۹	۲۰/۵۷±۱/۷۵	۱۷٤/۱٤ ±۱۱/۳۷	٦۹/۷۸±٤/۲٤	۲۳/۰۱±۲/۵٤
BDJ	۹	۲۱/٦۲±۱/۷۹	۱۷۵/۷٦ ±۹/۲٦	۷۲/۷۳±۷/۱۹	۲۳/۵٤±٦/٤۸
CMDJ	۹	۲۲/۲۳±۲/۳۳	۱۷٦/٦٤ ±۱۲/۷۷	۷۰/۸۸±۱۲/۲۲	۲۲/۷۱±٦/۹۲
CMWDJ	۹	۲۳/٤۹±۲/۷۵	۱۷۵/٤۲±۱۰/۱۵	۷۰/۱۵±۱۰/۲۱	۲۲/۷۹±۷/۰۵

جدول ۲- فعالیت آنزیم CK گروهها (بر حسب واحد بین المللی)، در مراحل مختلف

مرحله	گروه			
	کنترل	BDJ	CMDJ	CMWDJ
استراحت	۱۹۸/٦۲±۲۲/٦۳	±۲۷/۹۱ ۱۹۵/٦۹	۱۹۷/۱۲±۲۵/٦۹	۲۰٤/۳۷±۲۰/۷۵
۲۰دقیقه پس از آزمون	۱۹٦/۳۷±۲۳/۲۲	±٤۳/٦۱ ۳۲۷/۷۵	۳۲۱/٦۲±۳۰/۸۹	۲۹۵/۲۵±۲٦/٦۲
۲٤ ساعت پس از آزمون	۱۹۹/۱۲±٦۸/۲۲	± ۵۵/۳۳ ۵۲۵	۵۲٦/۵±٦۹/۲٦	۵۰۹/٦۲±۵۸/۲۱
٤۸ساعت پس از آزمون	۱۹۸/۵±۷٦/۱۸	۷۱/۳۵ ٦۵۱/۵±	٦۰۳/۱۲±۷۰/۸۰	۵۹٦/٦۲±۵۹/۷۳
۷۲ساعت پس از آزمون	۱۹٦/٦۲±۱٦/۱۹	±٤٦/٦۳ ۲۵٦/۳۷	۲٤٦/۸۷±٤۱/۷۰	۲۵۳/۳۷±۲۹/۹۹

پس از کسب اطمینان از توزیع طبیعی تمام داده ها از طریق آزمون K-S و همچنین عدم وجود تفاوت بین گروهی در میانگین ها و همسانی واریانسهای هر چهار گروه در زمان استراحت (آزمون لون)، داده های به دست آمده در طی ۵ مرحله اندازه گیری (پیش از آزمون، ۲۰ دقیقه و ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت بعد از آزمون) با استفاده از آزمون اندازه گیری مکرر، تجزیه تحلیل شدند و در صورت معنی دار بودن تفاوت، به منظور بررسی بیشتر تفاوتهای بین گروهها، از آزمون تعقیبی توکی و بین مراحل از آزمونLSD[1] استفاده شد. لازم به ذکر است که در کل آزمونها، خطای نوع اول برابر با ۰/۰۵ در نظر گرفته شد.

نتایج

لازم به ذکر است که در هر ست به طور میانگین گروه BDJ، ۱/۷۴ ± ۱۶ پرش، گروه CMDJ، ۱/۴۳ ± ۱۳ پرش و گروه CMWDJ، ۱/۴۲ ± ۱۴ پرش را انجام دادند. برخی ویژگی های جسمانی و فیزیولوژیکی آزمودنی ها در جدول ۱ و میانگین فعالیت آنزیم CK گروهها، در مراحل مختلف اندازه گیری، در جدول ۲ آمده است.

مقایسه سطوح فعالیت آنزیم CK هر گروه در مراحل مختلف، نشان داد که در اثر استفاده از هر سه نوع تکنیک پرش عمقی، تغییر معنی داری در فعالیت این آنزیم در مقایسه با زمان استراحت به وجود می آید و علیرغم کاهش پیشرونده آن در هر سه گروه (پس از پایان آزمون)، بجز در گروه CMDJ، هنوز میزان فعالیت این آنزیم حتی پس از گذشت ۷۲ ساعت نیز، به مقادیر اولیه خود بر نمی گردد($P < ۰/۰۵$). به علاوه، نوعی تغییرات مداومی در فعالیت این آنزیم، در فاصله بین ۲۰ دقیقه پس از پایان آزمون تا ۷۲ ساعت بعد (در هر سه گروه تجربی)، مشاهده شد ($P < ۰/۰۵$). همچنین تفاوت معنی داری در میزان تغییرات فعالیت آنزیم CK، در گروههای تجربی در مقایسه با گروه کنترل، در تمام مراحل اندازه گیری مشاهده شد($P < ۰/۰۵$) و به علاوه، تفاوت معنی داری در میزان تغییرات فعالیت CK هر دو گروه تجربی BDJ و CMDJ، نسبت به گروه CMWDJ، در فاصله زمانی بین شروع استراحت تا ۲۰ دقیقه پس از پایان آزمون، مشاهده شد ($P < ۰/۰۵$).

بحث و نتیجه گیری

به طور کلی، نتایج این تحقیق نشان داد که در اثر استفاده از هر سه نوع تکنیک پرش عمقی BDJ، CMDJ و CMWDJ، تغییر معنی داری در سطوح CK پلاسمایی به وجود می آید و علیرغم کاهش پیشرونده فعالیت آنزیم CK در فاصله استراحت، سطوح این آنزیم حتی پس از گذشت ۷۲ ساعت نیز، هنوز به مقادیر اولیه خود بر نمی گردد. همچنین تفاوت معنی داری در میزان تغییرات فعالیت این آنزیم در گروههای تجربی در مقایسه با گروه کنترل، در تمام مراحل اندازه گیری مشاهده شد.

تمرین پلایومتریک شامل ترکیبی از تمرینات درونگرا و برونگرا می باشد (چرخه کشش - انقباض) که در طی آن، فرآیند ذخیره و آزاد شدن نیروی کشسانی در عضله، اتفاق می افتد. بر طبق رابطه نیرو - سرعت، هر تار عضلانی در زمانی که در حال کشش است، نیروی بیشتری تولید می کند (۵، ۱۶، ۱۹، ۲۹، ۳۰، ۳۸). بنابراین برای تولید یک مقدار معین نیرو، تعداد کمتری از تارهای عضلانی به کار گرفته می شوند (۱۵، ۱۷). با توجه به اینکه پیشنهاد شده است، باز شدن غیر فعال عضله در حال فعالیت و انجام فعالیت برونگرا، عامل اصلی آسیب محل اتصال عضله به تاندون و سایر اجزای بافتهای پیوندی است (۶، ۱۲)، بنابراین تصور می شود که وجود بخش برونگرا در هر سه نوع تکنیک پرش عمقی، مسئول افزایش سطوح CK پلاسمایی مشاهده شده در این تحقیق می باشد. در سایر یافته های این تحقیق، تفاوت معنی داری در تغییرات فعالیت CK هر دو گروه BDJ و CMDJ، نسبت به گروه CMWDJ، در فاصله زمانی بین شروع استراحت تا ۲۰ دقیقه پس از پایان آزمون مشاهده شد. بنابراین نتیجه گیری می شود که در اثر استفاده از هر سه نوع روش تمرینی مورد تحقیق، احتمال بروز کوفتگی عضلانی وجود دارد. با این حال، شاید میزان احتمال بروز این عارضه در روش CMWDJ، کمتر باشد.

پیشنهاد شده است که کاهش مقدار کشش در بخشهای غیرانقباضی عضلات سفت شده (در زمان کاهش انعطاف)، سبب کشش بیشتر سارکومرهای آن عضله در حین فعالیت می شود و بدین ترتیب ممکن است، آسیبهای بیشتری ایجاد شود (۲۷). از آنجا که در حین انجام پرشهای CMDJ و CMWDJ، زانوها کمی خم می شوند، بنابراین همانند وضعیت کاهش انعطاف، انتظار وجود دارد که میزان بروز آسیب عضلانی در حین انجام تمرینات CMDJ و CMWDJ، بیش از تمرینات BDJ باشد. اما نتایج این تحقیق برخلاف انتظار، نشان داد که فعالیت CK گروه CMWDJ، کمتر از گروههای BDJ و CMDJ است. در توضیح این امر به نظر می رسد که در روش های CMDJ و CMWDJ، به دلیل طولانی تر بودن مرحله مکث در فاصله بین فاز منفی و مثبت، شدت

1- Least significance square

تنش وارده به واحد عضلانی- وتری و در نتیجه احتمال بروز پارگی های میکروسکوپی، کمتر باشد. همچنین به دلیل مکث طولانی، بخش عمده ای از نیروی ذخیره شده در اجزای الاستیک، به هدر می رود و در نتیجه هزینه انرژی هر پرش در مقایسه با روش BDJ، افزایش می یابد (۹، ۲۴، ۲۹، ۳۶). به علاوه در روش CMWDJ، ورزشکاران از جلیقه های وزنه استفاده می کنند، بنابراین تصور می شود که بروز خستگی نسبت به روش BDJ زودتر اتفاق بیافتد. وجود تفاوت در تعداد پرشهای انجام شده در هر ست توسط گروههای تجربی، موید این مطلب می باشد. نتیجه گیری می شود که با کاهش تعداد دفعات پرش، تعداد تنشهای وارد شده بر واحد عضلانی- وتری نیز، کاهش می یابد.

متاسفانه تعداد شواهد تحقیقی مشابه بسیار اندک است و تنها دو تحقیق در این زمینه و آن هم فقط در کشور ایران انجام شده است. در یک تحقیق (کردی ۱۳۸۲)، هیچ تفاوتی در میزان آسیب زایی (فعالیت CK) سه نوع برنامه تمرین پرش عمقی با شدت٪۷۰ درصد از حداکثر توانایی، مشاهده نشد (۱). لازم به ذکر است که در تحقیق مذکور، گروه کنترل وجود نداشت و علیرغم انجام تمرینات به مدت ۱۶ هفته، هر دو سنجش به عمل آمده از مقادیر فعالیت CK در هفته های هشتم و شانزدهم، در زمان ۲۴ ساعت بعد از پایان آخرین جلسه تمرین انجام شده است و به دلیل ماهیت تاخیری کوفتگی عضلانی مزمن، نتایج تحقیق حاضر نسبت به آن، قابل اعتماد تر است. در یک تحقیق دیگر نیز (شیران ۱۳۸۵)، اثر تمرینات پلایومتریک در محیط آب و خشکی، مقایسه شده است که در آن تحقیق نیز تفاوت معنی داری در فعالیت CK و LDH مشاهده نشد (۲). از این نظر نتایج تحقیقات مذکور با یافته های تحقیق حاضر همسو می باشد.

از نتایج این تحقیق این نکته بر می آید که سه تکنیک پرش عمقی مورد تحقیق، از لحاظ میزان احتمال آسیب زایی، تفاوت معنی داری با همدیگر ندارند و بنابراین از این نظر، استفاده مربیان و ورزشکاران از این تکنیکها، با در نظر گرفتن سایر ملاحظات تمرینی و فیزیولوژیکی بلامانع است. پیشنهاد می شود که برای کسب نتایج دقیق تر در مورد تکنیکهای مختلف پرش عمقی و سایر شیوه های تمرینی پلایومتریک، بایستی در طراحی تحقیقات بعدی، همسانی مدت زمان، تعداد تکرار، هزینه انرژی و شدت انجام تکنیکهای مختلف، لحاظ شود. همچنین پیشنهاد می شود که از روشهای دیگری چون پرسشنامه ویژه درد و کوفتگی عضلانی، مقایسه مقدار افت عملکرد، بررسی بافتها از لحاظ تغییرات ریختی و محتوای فرآورده های التهابی نیز، استفاده شود.

منابع

۱- کردی محمد رضا. بررسی و مقایسه سه روش تمرینی پرشهای عمقی بر عملکرد، آسیب عضلانی و شاخص های الکترومایوگرافی و الکترونوروگرافی ورزشکاران ۱۸- ۱۶ سال باشگاهی. رساله دکتری. دانشکده تربیت بدنی دانشگاه تهران،سال ۱۳۸۲، صفحه ۱۰-۵۴.

۲- شیران محمد یاسر. مقایسه تاثیر تمرینات پلایومتریک در آب و خشکی بر عملکرد و آسیب کشتی گیران مرد جوان باشگاهی. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشکده تربیت بدنی دانشگاه تهران، سال ۱۳۸۵، صفحه ۱۱-۳۳.

3- Adams K., O'Shea J.P., O'Shea K.L., and Climstein M. (1992) The effect of six weeks of squat, plyometric and squat-plyometric training on power production. Journal of Strength and Conditioning Research. 6, 36-41.

4- Allerheiligen B., Rogers R. (1995). Plyometrics program design, part 2. Strength Cond. J. 17(5): 33–39.

5- Armstrong R.B., Warren G.L., and Warren J.A. (1991) Mechanisms of exercise induced muscle fibre injury. Sports Med 12, 184–207.

6- Athanasios z. Jamurtas., Ioannis G., Fatouros., Philip B uckenmeyer., E fstratios Kokkinidis., Kyriakos Taxildaris., Antonios Kambas., and George Kyariazis. (2000) Effects of plyometric exercise on muscle soreness and plasma creatine kinase levels and its comparison with eccentric and concentric exercise, Journal of Strength and Conditioning Research. 14(1): 68–74 .

7- Avery D Faigenbaum., James E McFarland., Fred B Keiper., William Tevlin., Nicholas A., Ratamess Jie Kang., and Jay R Hoffman. (2007) Effects of a short-term plyometric and resistance training program on fitness performance in boys age 12 to 15 years. Journal of Sports Science and Medicine. 6, 519-525.

8- A Baca. (1999) A comparison of methods for analyzing drop jump performance. Med Sci Sports Exerc, 31(3): 437-442.

Other: Plyometric Training. NSCA Journal. 25(6), 53–54.
21- Horita T Komi., P.V Nicol C. (1996). Stretch-shorten cycle fatigue: interactions among joint stiffness, reflex and muscle mechanical performance in the drop jump. Eur J appl physiol. 73, 393-403.
22- James C Rodcliffe., Robert C Forentinos. (1991). High power plyometric, human kienetics. 121-148.
23- Kotzamanidis C. (2006). Effect of plyometric training on running performance and vertical jumping in prepubertal boys. Journal of Strength and Conditioning Research. 20, 441-445.
24- LaChance P. (1995). Plyometric Exercise. NSCA Journal. 17(5): 53–54.
25- R.L Lieber., and J.Friden. (1993). Muscle damage is not a function of muscle force but active muscle strain, Journal of Applied Physiology. 74 (2): 520-526
26- Marginson V., Rowlands A., Gleeson N., and Eston R. (2005). Comparison of the symptoms of exercise-induced muscle damage after and initial and repeated bout of plyometric exercise in men and boys. Journal of Applied Physiology. 99, 1174-1181
27- Martel G., Harmer M., Logan J., and Parker C. (2005). Aquatic plyometric training increases vertical jump in female volleyball players. Medicine and Science in Sports and Exercise. 37, 1814-1819.
28- Matavulj D., Kukolj M., Ugarkovic J., Tihanyi J., and Jaric S. (2001). Effects of plyometric training on jumping performance in junior basketball players. Journal of Sports Medicine and Physical Fitness. 41,159-164.
29- Myer G., Ford K., Palumbo J., and Hewitt T. (2005). Neuromuscular training improves performance and lower extremity biomechanics in female athletes. Journal of Strength and Conditioning Research. 119, 51-60.
30- Nosaka K., & kuramata T. (1991). Muscle soreness and serum enzyme activity following consequtive drop
9- Bompa Tudor O.(1993). Power Training for Sport: Plyometrics for Maximum Power Development. Human kienetics publications. 124-126.
10- Brown M.E., Mayhew J.L., and Boleach. L.W. (1986). Effect of plyometric training on vertical jump performance in high school basketball players. Journal of Sports Medicine and Physical Fitness. 26, 1-4.
11- Cossor J.M., Blanksby B.A., and Elliot B.C. (1999). The influence of plyometric training on the freestyle tumble turn. Journal of Science and Medicine in Sport. 2, 106-116.
12- Chu D.A. (1998). Jumping into plyometrics, 2nd edition, Champaign, IL. 60-79.
13- Chu D., Faigenbaum A., and Falkel J. (2006). Progressive plyomet plyometrics for kids. Healthy Learning, Monterey, CA. 35-74
14- Clarkson P.M., and Sayers S.P .(1999). Etiology of exercise-induced muscle damage. Can J Appl Physiol. 24, 234–248.
15- Cleak M.J., and Eston R.G. (1992). Muscle soreness, swelling, stiffness and strength loss after intense eccentric exercise. Br J Sports Med. 26, 267– 272.
16- Diallo O., Dore E., Duche P., and Van Praagh E. (2001). Effects of plyometric training followed by a reduced training programme on physical performance in prepubescent soccer players. Journal of Sports Medicine and Physical Fitness. 41, 342-348.
17- Duarte J.A., Magalhaes J.F., Monteiro L., Almeida-Dias A., Soares JMC., and Appell H.J.(1999). Exercise-induced signs of muscle overuse in children. Int J Sports Med. 20, 103–108.
18- DUKE S.G. (1990). Plyometrics: The theoretical and physiological foundations. Sports Med. 4(2): 37–41.
19- Fatouros I.G., Jamurtas A.Z., Leontsini D., Kyriakos T., Aggelousis N., Kostopoulos N., and Buckenmeyer P. (2000). Evaluation of plyometric exercise training, weight training, and their combination on vertical jump performance and leg strength. Journal of Strength and Conditioning Research. 14, 470-476
20- Friden J and Lieber R.L. (1992). Structural and mechanical basis of exerciseinduced muscle injury. Med Sci Sports Exerc. 24, 521–530.
21- Hedrick A. (2003). Learning From Each

jumps. J of sport sciences. 9(2): 213-220
31- Paul E.L., Jeffrey A.P., Mathew W.H., John P.T., Michael J.C., & Robert H.L. (2003). Effects of Plyometric Training and Recovery on Vertical Jump Performance and Anaerobic Power. Journal of Strength and Conditioning Research. 17(4): 704–709.
32- Polhemus R., Burkhart E., Osina M., and Patterson M. (1981). The effects of plyometric training with ankle and vest weights on conventional weight training programs form men and women. National Strength and Conditioning Association Journal. 2, 13-15.
33- Robinson L.E., S.T Devor., M.A Merrick., and J Buckworth. (2004). The effects of land vs. aquatic plyometrics on power, torque, velocity, and muscle soreness in women. J Strength Cond. Res. 18(1): 84–91.
34- Rahman Rahimi., Naser Behpur. (2005). The effects of plyometric, weight and plyometric-weight training on anaeroboc power and muscular strength. FACTA UNIVERSITATIS; Series: Physical Education and Sport. 3(1), 81 – 91
35- Radciffe Farentinos. (1998). High – powered plyometrics. Human Kinetics. 23-41.
36- Thomas D. (1988). Plyometrics – more than stretch reflex. NSCA Journal. 10(5): 73-92.
37- Vossen J.F., Burke D.G., and Vossen D.P. (2000). Comparison of dynamic push-up training and plyometric push-up training on upper-body power and strength. Journal of Strength and Conditioning Research. 14, 248-253.
38- Wilson G.J., Elliot B.C., and Wood G,A. (1992). Stretch shorten cycle performance enhancement through flexibility training. Medicine and Science in Sports and Exercise. 24, 116-123.

آدرس نویسنده مسئول: کریم آزالی علمداری (کارشناس ارشد فیزیولوژی ورزش)
دانشگاه آزاد اسلامی واحد تبریز، دانشکده علوم انسانی، گروه تربیت بدنی و علوم ورزشی، تلفن: ۰۹۳۵۴۸۴۹۸۴۶
azalof@yahoo.com