Journal of Practical Studies of Biosciences in Sport

The effect of complex and contrast resistance training on testosterone, cortisol, lactate levels, and jumping profile of basketball players

Pouya Damavandi[1], Farhad Rahmani-Nia[2], Bahman Mirzaei[2]

1. PhD. Student in Exercise Physiology, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, University of Guilan, Rasht, Iran.
2. Professor of Department of Exercise Physiology, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, University of Guilan, Rasht, Iran.

Abstract

Background and Aim: Combined resistance training is a method that integrates high-intensity resistance training with plyometric exercises. This method is sometimes implemented in two forms: contrast and complex training. The current study aimed to examine the effects of combined resistance training (contrast and complex) on testosterone, cortisol, lactate levels, and the jumping profile of male basketball players. **Materials and Methods:** Thirty-six male basketball players, aged 18 to 23 years, participated in this study. The participants were randomly assigned to one of three resistance training groups: contrast, complex, and control. They engaged in resistance training combined with plyometric exercises using either the contrast or complex methods for six weeks, with two sessions per week. Before and after the intervention, the following measurements were taken: vertical jump test (jump profile), 60-second repeated vertical jump test (lactate), resting serum testosterone and cortisol levels. The data were analyzed using a covariance and Bonferroni test at a significance level of $p \leq 0.05$. **Results:** The complex and contrast training groups had significant improvements in peak power (p=0.013 and p=0.007), peak jump velocity (p=0.001 and p=0.032), jump height (p=0.001 and p=0.012), serum testosterone (p=0.001), and serum cortisol (p=0.014 and p=0.011) compared to the control group. Lactate levels also showed a significant decrease following the repeated vertical jumps test in the complex (p=0.003) and contrast (p=0.005) groups compared to the control group. **Conclusion:** Both contrast and complex resistance training effectively enhance athletic performance and optimize jump profile variables, along with testosterone and cortisol hormone levels in basketball players. Moreover, neither training method was found to be superior to the other.

Keywords: Complex resistance training, Contrast resistance training, Jumping profile, Testosterone, Cortisol.

نسخه پیش از انتشار ویرایش نشده

* Corresponding Author, Address: Faculty of Physical Education and Sport Sciences, Guilan of University, Rasht;
Email: Pdamavandi1988@yahoo.com

مطالعات کاربردی
علوم زیستی در ورزش

تاثیر تمرینات مقاومتی کمپلکس و کنتراست بر میزان تستوسترون، کورتیزول، لاکتات و نیمرخ پرش بازیکنان بسکتبال

پویا دماوندی[۱*]، فرهاد رحمانی نیا[۲]، بهمن میرزایی[۳]

۱. دانشجوی دکتری فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه گیلان، رشت، ایران
۲. استاد گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه گیلان، رشت، ایران

نسخه پیش از انتشار ویرایش نشده

چکیده

زمینه و هدف: تمرینات مقاومتی ترکیبی روشی از طراحی تمرینات مقاومتی پر شدت با تمرینات پلایومتریک می باشند که در برخی موارد به دو شکل کنتراست و کمپلکس اجرا می شوند. هدف تحقیق حاضر بررسی تاثیر تمرینات مقاومتی ترکیبی (کنتراست و کمپلکس) بر میزان تستوسترون، کورتیزول، لاکتات و نیمرخ پرش بازیکنان بسکتبال بود. **روش تحقیق**: تعداد ۳۶ بازیکن بسکتبال مرد ۱۸ تا ۲۳ سال در این مطالعه شرکت کردند. شرکت کنندگان به روش تصادفی ساده به سه گروه تمرینات مقاومتی کنتراست، کمپلکس و کنترل تقسیم شدند و به مدت شش هفته (دو جلسه در هفته) تمرینات مقاومتی را در ترکیب با تمرینات پلایومتریک به دو روش کنتراست یا کمپلکس انجام دادند. پیش و پس از مداخله، آزمون پرش عمودی (نیمرخ پرش)، و آزمون ۶۰ ثانیه پرش عمودی متوالی (لاکتات) و سطح سرمی تستوسترون و کورتیزول استراحتی اندازه گیری شد. سپس برای تحلیل داده ها از آزمون کوواریانس و بونفرونی در سطح معنی داری $p\leq ۰/۰۵$ استفاده گردید.**یافته‌ها:** گروه‌های تمرین کمپلکس و کنتراست در اوج توان (**p=۰/۰۱۳** و **p=۰/۰۰۷**)، اوج سرعت پرش (**p=۰/۰۰۱** و **p=۰/۰۳۲**)، ارتفاع پرش (**p=۰/۰۰۱** و **p=۰/۰۱۲**)، تستوسترون سرم (**p=۰/۰۰۱**) و کورتیزول سرم (**p=۰/۰۱۴** و **p=۰/۰۱۱**) نسبت به گروه کنترل بهبود معنی داری داشتند. سطح لاکتات پلاسما نیز به دنبال آزمون پرش متوالی در گروه کمپلکس (**p=۰/۰۰۳**) و کنتراست (**p=۰/۰۰۵**) نسبت به گروه کنترل کاهش معنی داری نشان داد. **نتیجه-گیری:** تمرینات مقاومتی کنتراست و کمپلکس، هر دو، موجب بهبود عملکرد ورزشی و بهینه سازی متغیرهای نیمرخ پرش و سطح هورمون های تستوسترون و کورتیزول در بازیکنان بسکتبال می شوند و برتری بر یکدیگر ندارند.

واژه های کلیدی: تمرینات مقاومتی کمپلکس، تمرینات مقاومتی کنتراست، نیمرخ پرش، تستوسترون، کورتیزول.

* نویسنده مسئول، آدرس: رشت، دانشگاه گیلان، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، گروه فیزیولوژی ورزشی
پست الکترونیک: Pdamavandi1988@yahoo.com

مقدمه

افزایش سرعت و توان عضلانی در رشته های مختلف ورزشی بسیار مهم است و پژوهشگران را ترغیب به تحقیق در مورد روش های تمرینی موثر در بهبود این فاکتورها می کند. دو رویکرد متداول در توسعه این عوامل جسمانی ها انجام تمرینات مقاومتی[۱]سنگین و تمرینات پلایومتریک می باشد (داد[۲]و دیگران ۲۰۰۷). با این حال، علاقه اخیر محققان بر تمرینات مقاومتی از نوع کمپلکس[۳]و کنتراست[۴]به عنوان یک رویکرد ترکیبی متمرکز شده است. تمرینات مقاومتی ترکیبی[۵] به طور خاص، شامل جفت کردن یک تمرین مقاومتی با بار سنگین با یک تمرین پلایومتریک مشابه از منظر بیومکانیکی با حرکت قدرتی در یک جلسه تمرینی به صورت ست به ست (کنتراست) یا جدا از هم (کمپلکس) می باشد (مارشال[۶]و دیگران ۲۰۲۱). این رویکرد تمرینی از پدیده "برانگیختگی پس از فعال سازی" (PAP)[۷] استفاده می کند. دو مکانیسم اصلی پیشنهادی مسئول فعال شدن پدیده PAP : فسفوریلاسیون زنجیره سبک تنظیمی میوزین (RLC) و افزایش فراخوانی واحدهای حرکتی با سطح بالا می باشد.

مزایای تمرینات مقاومتی کمپلکس و کنتراست به ویژه در عملکردهای سرعتی و توانی قابل توجه است. در بسکتبالیست های جوان، مداخله تمرینی ۱۲ هفته ای تمرین کمپلکس باعث افزایش معنادار زمان دوی ۱۵ متر و چابکی شد (نیکولیک[۸] و دیگران، ۲۰۱۷). تحقیق در بازیکنان هندبال زن جوان نشان داد که ۱۰ هفته تمرین مقاومتی کمپلکس، منجر به کاهش زمان دوی ۱۰ و ۲۰ متر، ارتفاع پرش عمودی و چابکی در آزمون تی می شود (حمامی[۹]و دیگران، ۲۰۱۹). حرکات مقاومتی سنگین باعث تحریک دستگاه عصبی ـ عضلانی و افزایش فراخوانی واحدهای حرکتی شده و در ادامه تمرینات پلایومتریک بعدی از این برانگیختگی استفاده کرده و افزایش نرخ تولید سریع نیرو[۱۰]را فراهم می کنند (استیلگر[۱۱]۱۹۹۷). بازیکنان جوان فوتبال بعد از ۱۲ هفته تمرینات کنتراست، پیشرفت معنی داری را در سرعت دویدن، پرش عمودی، چابکی و سرعت ضربه زدن به توپ نشان داده اند (گارسیا ـ پینیلوس[۱۲]و دیگران، ۲۰۱۴). به طور مشابه، مطالعه ای ضمن بررسی بازیکنان بسکتبال پیش از بلوغ نشان داد که یک برنامه تمرینی ۱۰ هفته ای تمرینات کنتراست، توانایی پرش عمودی و عملکرد

---

[۱] Strength training
[۲] Dodd
[۳] Complex resistance training
[۴] Contrast resistance training
[۵] Combined resistance training
[۶] Marshall
[۷] Post activation potentiation
[۸] Nikolic
[۹] Hammami
[۱۰] Rate of force development
[۱۱] Stilger
[۱۲] Garcia-pinillos

نسخه پیش از انتشار ویرایش نشده

دوی سرعت را بهبود می بخشد (لاتور[1]و دیگران، ۲۰۱۷). سازگاری در چرخه کشش ـ کوتاه شدن[2](SSC) به ورزشکاران اجازه می‌دهد تا تولید نیرو را در طول انقباضات سریع و پشت هم برونگرا و درونگرا به حداکثر برسانند (گارسیا ـ پینیلوس و دیگران، ۲۰۱۴).

ظرفیت بی هوازی به عنوان توانایی حفظ تلاش های با شدت بالا تعریف می‌شود و به شدت تحت تأثیر نرخ تولید لاکتات و پاکسازی آن است. ماهیت پر شدت بسکتبال، به ویژه در کوارترهای[3]پایانی بازی با تجمع خستگی و تشدید انباشت لاکتات، منجر به کاهش معیارهای عملکردی مانند سرعت و ارتفاع پرش می شود (استوگانوویچ[4]و دیگران، ۲۰۱۸). هدف اصلی مربیان بدنساز ورزشی سطح بالا علاوه بر توسعه قابلیت های جسمانی تجویز صحیح بارهای تمرین[5](TL) برای به حداکثر رساندن عملکرد ورزشکاران در طول فصل رقابت است. تمرین صحیح نه تنها باید شامل اضافه بار تدریجی باشد، بلکه باید از ترکیب اضافه بار بیش از حد و ریکاوری ناکافی نیز جلوگیری کند (میسن[6]و دیگران، ۲۰۱۳). کنترل بار داخلی[7] (IL) ناشی از تمرین و رقابت باید براساس اصل شخصی سازی تمرین برای هر پست بازی[8]و مدت زمان بازی[9](PT) در ورزش هایی مانند بسکتبال در نظر گرفته شود (عبدوالکریم[10]و دیگران، ۲۰۱۰؛ کاتریسانو[11]و دیگران، ۱۹۹۷). بنابراین، بهینه سازی متغیرهای تمرینات مانند شدت، حجم و دوره های استراحت برای به حداکثر رساندن اثرات آنابولیک تمرین و در عین حال به حداقل رساندن پاسخ های بیش تمرینی ضروری است.

نوع تمرینات بویژه تمرینات مقاومتی در تنظیم واکنش غدد درون ریز نیز بر ترشح هورمون‌های آنابولیک و کاتابولیک مانند تستوسترون و کورتیزول نقش مهمی ایفا می کنند. نشان داده شده است که جلسات حاد تمرینات مقاومتی، به ویژه جلسات با شدت بالا (≥۷۵ درصد 1-RM) و حرکات ترکیبی همراه با فواصل استراحت متوسط باعث افزایش موقت سطح تستوسترون سرم می شوند. این افزایش جهت تقویت سنتز پروتئین عضلانی، بهبود سازگاری عصبی ـ عضلانی بسیار مهم است (کریمر[12]راتامس[13]، ۲۰۰۵). از سوی دیگر، تمرینات مقاومتی ترشح کورتیزول، هورمون گلوکوکورتیکوئیدی که در متابولیسم انرژی و بسیج اسیدهای آمینه برای گلوکونئوژنز نقش دارد را تحریک می کند. افزایش کوتاه مدت کورتیزول برای سازگاری های فیزیولوژیکی ضروری است، اما افزایش مزمن آن اغلب به دلیل حجم تمرین بیش از حد و ریکاوری

---

[1] Lattore
[2] Stretch-shortening cycle
[3] Quarters
[4] Stojanović
[5] Training load
[6] Meeusen
[7] Internal load
[8] Player position
[9] Playing time
[10] Abdelkerim
[11] Caterisano
[12] Kraemer
[13] Ratamess

نسخه پیش از انتشار ویرایش نشده

ناکافی می تواند منجر به کاتابولیسم عضلانی و اختلال در عملکرد ورزشی شود (کرودر[1] دیگران، ۲۰۱۱). سطح تستوسترون، کورتیزول و نسبت تستوسترون به کورتیزول به عنوان شاخص های تعادل بین فرآیندهای آنابولیک و کاتابولیک پیشنهاد شده اند (فیلیپس[2] دیگران، ۲۰۱۲). همانطور که گفته شد سطوح بالاتر تستوسترون با عملکرد و ریکاوری بهتر و سطوح کاهش یافته تستوسترون و افزایش سطح کورتیزول با تمرین بیش از حد و کاهش عملکرد مرتبط می باشد (کوتس[3] دیگران، ۲۰۰۷).

درک بهتر از اثرات یک فصل رقابتی بر نشانگرهای زیستی مانند، تستوسترون و کورتیزول می تواند در انتخاب استراتژی برنامه نویسی پیشرفته در سطح یک بازیکن حرفه ای مهم باشد. علاوه بر این، استفاده از استراتژی های تمرینی و تغذیه ای گوناگون به هدف تعدیل تجمع لاکتات، بهبود ظرفیت بافر عضلانی و به تاخیر انداختن خستگی و حفظ عملکرد در فعالیت های پر شدت می تواند موثر باشد (غلامی و دیگران، ۲۰۲۲). با این حال، با وجود مزایای احتمالی متغیرهای فوق، تنها تعداد کمی از پژوهش ها به بررسی تغییرات این متغیرها پیرو تمرینات کمپلکس و کنتراست در بازیکنان بسکتبال پرداخته اند. هدف از پژوهش حاضر بررسی تمامی متغیرهای نیمرخ پرش اعم از اوج توان[4](PP)، اوج نیرو[5](PF)، اوج سرعت[6](PV) و ارتفاع پرش[7](JH)، تغییرات پلاسمایی سطح تستوسترون، کورتیزول و نسبت تستوسترون به کورتیزول به همراه تغییرات میزان ترشح لاکتات در بازیکنان بسکتبال شاغل در لیگ استان گیلان فصل ۱۴۰۳-۱۴۰۲ بود.

روش تحقیق: جامعه آماری تحقیق حاضر شامل ۳۶ بازیکن بسکتبال مرد با دامنه سنی ۱۸ تا ۲۳ سال و BMI بین ۲۲ تا ۳۰ کیلوگرم بر متر مربع بود. معیارهای ورود در این مطالعه شامل حداقل دو سال سابقه تمرین مقاومتی، توانایی اجرای حرکت اسکات بیشتر و مساوی با یک و نیم برابر وزن بدن، عدم تجربه اجرای تمرینات کنتراست و کمپلکس در شش ماه منتهی به تحقیق، عدم هرگونه آسیب اسکلتی و عضلانی در شش ماه قبلی، عدم استفاده از استروئیدهای آنابولیک، عدم وجود بیماری‌های عصبی، ارتوپدی و قلبی ـ عروقی، بیماری‌های تنفسی و عدم مصرف مکمل های کراتین و بتاآلانین در طول دوره مطالعه بود. معیارهای خروج از این تحقیق غیبت بیشتر از دو جلسه در دوره تمرینات، مصدومیت حین دوره تمرینات و عدم حضور در جلسات ارزیابی بعد از تمرینات بود. طرح این پژوهش توسط کار گروه اخلاق در پژوهش دانشگاه صنعتی شاهرود با کد شناسه ETHICS-2303-1014 (R1) ثبت و مورد تایید قرار گرفت و کلیه مراحل پژوهش طبق اعلامیه هلسینکی[8] اجرا شد.

جدول ۱. توصیف مشخصات فردی شرکت کنندگان (میانگین ± انحراف استاندارد)

[1] Crewther
[2] Philips
[3] Coutts
[4] Peak power
[5] Peak force
[6] Peak velocity
[7] Jump height
[8] Helsinki

نسخه پیش از انتشار ویرایش نشده

گروه / متغیر	تمرین کمپلکس	تمرین کنتراست	کنترل
سن (سال)	۱۸/۳۳±۱/۸۲	۱۹/۵۸±۲/۶۷	۱۹/۶۶±۲/۵۷
وزن (کیلوگرم)	۸۹/۴۱±۱۳/۷۷	۸۵/۰۸±۱۰/۱۱	۹۲/۶۶±۱۳/۰۸
قد (سانتیمتر)	۱۸۲/۱۲±۹/۴۰	۱۸۸/۴۵±۷/۴۸	۱۸۲/۹۵±۸/۹۲
BMI (کیلوگرم / متر^2)	۲۷/۱۲±۳/۷۱	۲۴/۱۱±۲/۲۸	۲۷/۸۴±۳/۷۶

طرح پژوهش: این پژوهش از نوع نیمه تجربی بود که برای انجام آن از طرح پیش آزمون ـ پس آزمون استفاده شد. شرکت کنندگان در مطالعه بشکل تصادفی ساده در سه گروه ۱۲ نفره (تمرین کمپلکس، تمرین کنتراست و کنترل) تقسیم شدند و یک هفته پس از جلسه دوم ارزیابی انجام شش هفته تمرینات (دو جلسه در هفته) را آغاز کردند. در جلسه اول شرکت کنندگان پس از تکمیل فرم های رضایت‌نامه و پرسشنامه فعالیت بدنی و پرسشنامه سوابق پزشکی ـ ورزشی با مراحل تحقیق و نحوه آزمون ها و روش اجرای تمرینات آشنا شدند و پس از اندازه گیری قد و وزن از آنها آزمون یک تکرار بیشینه[۱](1-RM) در حرکت اسکات گرفته شد. در جلسه دوم ورزشکاران آزمون پرش عمودی با نشست و برخاست[۲](CMJ) و آزمون پرش عمودی متوالی[۳](RVJ) یک دقیقه ای را انجام دادند. نمونه خون در دو مرحله جمع آوری شد. مرحله اول نمونه گیری پیش از انجام آزمون ها و پس از ۱۵ دقیقه نشستن در حالت استراحت و مرحله دوم بلافاصله پس از انجام تست پرش عمودی متوالی اخذ گردید. جلسات ارزیابی در پیش آزمون و پس آزمون با فاصله زمانی ۴۸ الی ۷۲ ساعت از هم برگزار شدند و هر گروه جلسات ارزیابی خود را در روز و ساعت مشابه (۱۰ صبح) در پیش آزمون و پس آزمون انجام داد. از آزمودنی‌ها خواسته شد که ۲۴ ساعت پیش از هر جلسه ارزیابی فعالیت شدید ورزشی نداشته باشند. افراد گروه کنترل حاضر در مطالعه صرفا به انجام تمرینات و رقابت بسکتبال و یک جلسه در هفته تمرینات مقاومتی کم شدت پرداختند و از انجام هر گونه تمرین پلایومتریک منع بودند.

پروتکل تمرینات مقاومتی ترکیبی: شرکت کنندگان در این تحقیق شش حرکت، شامل دو حرکت قدرتی با شدت ۸۵ درصد 1-RM (اسکات و پل باسن[۴]) و یک حرکت سرعتی/ قدرتی با شدت ۳۰ درصد 1-RM (هل دادن هالتر به بالا سر[۵]) را به همراه سه حرکت پلایومتریک (اسکات پرشی، پرش طول و پرش عمقی از ارتفاع ۴۰ سانتی متر) در چهار ست چهار تکراری به دو شکل کنتراست و کمپلکس اجرا کردند. هر ست در گروه کنتراست شامل اجرا چهار تکرار حرکت مقاومتی و بلافاصله چهار تکرار حرکت پلایومتریک زوج حرکت قدرتی بود. گروه کمپلکس ابتدا هر چهار ست یک حرکت قدرتی و سپس چهار ست حرکت پلایومتریک زوج آن حرکت را اجرا کرد. زمان استراحت بین ست در هر دو گروه سه دقیقه و استراحت بین حرکات پنج دقیقه بود. شدت حرکات قدرتی دو نوبت (پیش و در هفته سوم تحقیق) و براساس

[۱] 1-repeatition maximum
[۲] Countermovement jump
[۳] Repeated vertical jumps
[۴] Hip thrust
[۵] Push jerk

نسخه پیش از انتشار ویرایش نشده

رکورد 1-RM هر آزمودنی شخصی سازی شد. بعلاوه تعداد تکرار هر ست به شش تکرار در هر دو نوع حرکت (قدرتی و پلایومتریک) افزایش پیدا کرد. شرکت کنندگان در هر جلسه تمرین ابتدا ۱۵ دقیقه به گرم کردن پرداختند و سپس بدنه اصلی تمرین را به مدت ۴۵ الی ۶۰ دقیقه اجرا کردند. گرم کردن شامل انجام پنج حرکت (اسکات و چرخش[۱] اسکات همسترینگ[۲] نشست قورباغه نزدیک کننده ها ران[۳] چرخش و باز کردن شانه در حالت چهار دست و پا[۴] و پرس از جانب با سیم کش[۵] در دو ست ۱۵ تکراری همراه با ۲۰ ثانیه استراحت بین هر ست بود. (جدول دو و سه).

نسخه پیش

جدول ۲. جزئیات برنامه تمرین گروه کنتراست

زوج ۱	زوج ۲	زوج ۳	نوبت	تکرار	استراحت بین تکرار	استراحت بین ست	استراحت بین حرکات
اسکات ۸۵ درصد + اسکات پرشی	پل باسن + پرش طول	هل دادن هالتر بالا سر ۳۰ درصد + پرش عمقی	۴	۳ هفته اول ۴ تکرار ۳ هفته دوم ۶ تکرار	۳ – ۵ ثانیه	۳ دقیقه	۵ دقیقه

جدول ۳. جزئیات برنامه تمرین گروه کمپلکس

حرکت ۱	حرکت ۲	حرکت ۳	حرکت ۴	حرکت ۵	حرکت ۶	نوبت	تکرار	استراحت بین ست	استراحت بین حرکات
اسکات ۸۵ درصد 1-RM	اسکات پرشی	پل باسن	پرش طول	هل دادن هالتر ۳۰ درصد 1-RM	پرش عمقی	۴	۳ هفته؛ ۴ تکرار ۳ هفته؛ ۶ تکرار	۳ دقیقه	۵ دقیقه

[۱] Dip squat with rotation

[۲] Hamstring squat

[۳] Adductor frog sit

[۴] T-spine rotation

[۵] Cable pallof press

نحوه انجام آزمون 1-RM: پیش از ارزیابی این متغیر ابتدا شرکت کنندگان جهت گرم کردن سه حرکت جنبش پذیری مفصل لگن را در دو نوبت ۱۵ تکراری اجرا کردند و سپس مطابق با دستورالعمل تست یک تکرار بیشینه از آن ها گرفته شد (سئو[1]و دیگران، ۲۰۱۲). به این منظور پس از گرم کردن از هر آزمودنی خواسته شد تا با ۵۰ درصد رکورد پیش بینی شده یک ست ۱۰ تکراری حرکت اسکات تا عمق ۹۰ درجه را اجرا کند. سپس با افزایش بار به میزان ۸۰ درصد وزنه تمرینی پرسیده شده از خود آزمودنی ها از آن ها خواسته شد تا پس از ۵ دقیقه استراحت یک ست پنج تکراری دیگر را اجرا کنند. در تلاش های بعد با افزایش ۱۰ الی ۲۰ درصد بار از آزمودنی ها خواسته شد تا تنها یک تکرار را انجام دهند. درصورت موفق شدن در اجرا کامل هر تلاش دوباره افزایش بار اعمال شد و پس از پنج دقیقه استراحت آزمودنی ها تلاش بعدی خود را انجام دادند تا اینکه به باری برسند که در اجرا صحیح حرکت اسکات ناتوان باشند. رکورد شرکت کنندگان بین پنج الی هفت تلاش بدست آمد.

آزمون پرش عمودی با نشست و برخاست (CMJ): در این آزمون ورزشکار دست ها را در کنار لگن قرار داد و با فرمان آزمون گیرنده تا ۹۰ درجه نشست کرده و با استفاده از چرخه کشش و کوتاه شدن حرکت پرش عمودی را اجرا کرد. JH، PP، PV و PF در این تست توسط دستگاه صفحه نیرو و با استفاده از شاخص نیرو واکنشی زمین[2](GRF) ارزیابی شد (بوسو[3]و دیگران، ۱۹۸۳). هر شرکت کننده این تست را دو بار با فاصله زمانی استراحت سه دقیقه بین هر تلاش اجرا کرد و بهترین رکورد در پیش آزمون و پس آزمون ثبت شد.

آزمون پرش عمودی متوالی (RVJ): جهت اجرا ورزشکار بر روی صفحه نیرو ایستاده و پس از فرمان آزمون گیرنده تا ۹۰ درجه زانوها را خم کرده و شروع به پریدن متوالی در مدت زمان ۶۰ ثانیه کرد. این آزمون جهت ارزیابی استقامت در اجرا چرخه کشش ـ کوتاه شدن و بررسی میزان ترشح لاکتات خون انجام شد (بوسو[4]و دیگران، ۱۹۸۳).

روش های آنالیز نمونه های خونی: نمونه گیری در دو نوبت، ۱۵ دقیقه پیش از آزمون پرش متوالی یک دقیقه ای و بلافاصله پس از اتمام آزمون در پیش و پس از شش هفته گرفته شد. نمونه خون از ورید بازویی به مقدار ۱۰ میلی لیتر در حالت نشسته گرفته شد و به لوله حاوی هپارین و بدون هپارین انتقال داده و در دمای اتاق به مدت ۳۰ دقیقه ماند. سپس ۱۰ دقیقه با سرعت ۱۵۰۰ دور در دقیقه جهت جداسازی سرم سانتریفیوژ و سرم خون در دمای ۸۰- درجه منجمد شد تا پس از جمع آوری آنالیز شوند. برای اندازه گیری غلظت لاکتات پلاسما از کیت شرکت زل بایو[5]آلمان با ضریب تغییرات درون سنجی ۲/۹ درصد و برون سنجی ۳/۵ درصد و حساسیت دو میلی گرم بر دسی لیتر؛ و جهت آنالیز تغییرات غلظت تستوسترون سرم از روش الایزا و کیت شرکت مونوکیت[6]ساخت آمریکا با ضریب تغییرات کمتر از ۱۰٪ و ضریب حساسیت برابر با ۰/۰۶ نانوگرم بر میلی لیتر و همچنین جهت سنجش تغییرات غلظت کورتیزول سرم نیز از روش الایزا و

نسخه پیش از انتشار ویراستاری نشده

[1] Seo
[2] Ground reaction force
[3] Bosco
[4] Bosco
[5] ZellBio
[6] Monokit

کیت مونوبایند[1]ساخت آمریکا با ضریب تغییرات کمتر از شش و هشت درصد و ضریب حساسیت برابر با ۰/۲۵ میکروگرم بر دسی لیتر استفاده شد.

روش های تجزیه و تحلیل آماری : جهت بررسی توزیع طبیعی داده ها از آزمون شاپیرو ـ ویلک[2]و برای بررسی تجانس و همگنی واریانس ها از آزمون لون[3]استفاده شد. همچنین آزمون تحلیل کوواریانس جهت مقایسه گروه ها بکار گرفته شد. بعلاوه جهت مقایسه زوجی گروه ها از آزمون تعقیبی بونفرونی[4]استفاده شد. کلیه محاسبات آماری داده ها توسط نرم افزار SPSS نسخه ۲۶ در سطح معنی داری $p < ۰/۰۵$ انجام شد.

یافته ها : نتایج آزمون تحلیل کوواریانس نشان داد که بین گروه ها از نظر اوج توان (**p=۰/۰۰۱**)، اوج سرعت (**p=۰/۰۰۱**)، ارتفاع پرش (**p=۰/۰۰۱**)، مقدار تستوسترون سرم (**p=۰/۰۰۱**)، مقدار کورتیزول سرم (**p=۰/۰۰۵**) و سطح لاکتات پلاسما (**p=۰/۰۰۳**) تفاوت معنی داری وجود دارد. اما بین گروه ها از نظر اوج نیرو پرش (**p=۰/۸۸۱**) و نسبت تستوسترون به کورتیزول (**p=۰/۹۰۱**) تفاوت معنی داری مشاهده نشد (جدول دو). نتایج آزمون تعقیبی بونفرونی نشان داد که گروه‌های تمرین کمپلکس و کنتراست در اوج توان (**p=۰/۰۱۳** و **p=۰/۰۰۷**)، اوج سرعت پرش (**p=۰/۰۰۱** و **p=۰/۰۳۲**)، ارتفاع پرش (**p=۰/۰۰۱** و **p=۰/۰۱۲**)، تستوسترون (**p=۰/۰۰۱**) و کورتیزول (**p=۰/۰۱۴** و **p=۰/۰۱۱**) در مقایسه با گروه کنترل بهبود معنی داری داشتند. سطح لاکتات نیز در گروه کمپلکس (**p=۰/۰۰۳**) و کنتراست (**p=۰/۰۰۵**) نسبت به گروه کنترل کاهش معنی داری نشان داد. بعلاوه گروه های تمرین کمپلکس و کنتراست در مقایسه با هم در اوج توان (**p=۰/۱۲۱**)، اوج سرعت (**p=۰/۲۷۱**)، ارتفاع پرش (**p=۰/۶۵۸**)، مقدار تستوسترون سرم (**p=۰/۸۹۳**)، مقدار کورتیزول سرم (**p=۰/۸۲۱**) و سطح لاکتات پلاسما (**p=۰/۶۴۷**) تفاوت معنی داری نداشتند.

نسخه پیش از انتشار ویرایش نشده

[1]Monobind

[2]Shapiro-Wilk

[3]Levene's test

[4]Bonferroni

جدول ۲. نتایج آزمون تحلیل کوواریانس در مورد بررسی متغیرهای تحقیق بین گروه ها

متغیر	میانگین و انحراف استاندارد گروه کمپلکس		میانگین و انحراف استاندارد گروه کنتراست		میانگین و انحراف استاندارد گروه کنترل		F	P
	پیش آزمون	پس آزمون	پیش آزمون	پس آزمون	پیش آزمون	پس آزمون		
اوج توان (وات)	۳۳۷۵/۴۴ ±۵۲۰/۰۵	۴۲۷۲/۷۷ ±۵۹۰/۱۶	۳۵۶۴/۷۹ ±۳۶۴/۰۹	۴۳۶۸/۸۷ ±۴۰۷/۱۱	۳۵۵۵/۲۱ ±۲۶۱/۶۶	۳۷۸۷/۶۲ ±۲۷۵/۴	۶/۸۵۸	۰/۰۰۱*
اوج سرعت (متر / ثانیه)	۲/۳۷ ± ۰/۱۷	۲/۹۱ ± ۰/۳۶	۲/۴۶ ± ۰/۱۶	۲/۷ ± ۰/۲	۲/۴۱ ± ۰/۱۳	۲/۴۳ ± ۰/۱۳	۱۰/۳۵۴	۰/۰۰۱*
ارتفاع پرش (سانتیمتر)	۲۵/۶۶ ± ۴/۶۱	۳۸/۱۴ ± ۸/۲۸	۲۷/۷۷ ± ۴/۵۳	۳۴/۶۳ ± ۵/۶۵	۲۵/۹۵ ± ۳/۴۷	۲۶/۹۵ ± ۳/۲۶	۳۹۴/۳۹۰	۰/۰۰۱*
اوج نیرو (درصد وزن بدن)	۲/۳۶ ± ۰/۲۶	۲/۳۷ ± ۰/۲۴	۲/۲۷ ± ۰/۳۲	۲/۳ ± ۰/۲۳	۲/۳۶ ± ۰/۲۱	۲/۳۶ ± ۰/۱۶	۰/۱۲۷	۰/۸۸۱
لاکتات (میلی مول/ لیتر)	۶/۲۳ ± ۰/۳۱	۴/۱۷ ± ۰/۳۹	۶/۰۵ ± ۰/۴۶	۳/۹۱ ± ۰/۷۷	۶/۳۲ ± ۰/۴۷	۴/۸۴ ± ۰/۴۳	۷/۱۰۱	۰/۰۰۳*
تستوسترون (نانوگرم/ میلی لیتر)	۶/۱۱ ± ۱/۲۷	۷/۷۳ ± ۰/۵۶	۶/۳۵ ± ۰/۶۲	۷/۸۵ ± ۰/۵۹	۵/۹ ± ۰/۵۴	۶/۷۵ ± ۰/۶۳	۱۰/۸۹۷	۰/۰۰۱*
کورتیزول (میکروگرم/ دسی لیتر)	۱۴/۸۹ ± ۲/۸۶	۱۸/۲۵ ± ۲/۹۳	۱۵/۳۴ ± ۱/۸۹	۱۸/۵۸ ± ۱/۲۲	۱۴/۴۴ ± ۱/۸۶	۱۵/۸۱ ± ۱/۶۸	۶/۳۵۹	۰/۰۰۵*
نسبت تستوسترون به کورتیزول	۰/۴۲ ± ۰/۱۳	۰/۴۳ ± ۰/۰۸	۰/۴۱ ± ۰/۰۶	۰/۴۲ ± ۰/۰۳	۰/۴۱ ± ۰/۰۷	۰/۴۳ ± ۰/۰۷	۰/۱۰۴	۰/۹۰۱

* تفاوت معنی دار بین گروه ها در سطح ۰/۰۵ > p؛

بحث : نتایج تحقیق حاضر نشان داد تمرینات مقاومتی کمپلکس و کنتراست باعث افزایش معنی دار اوج توان، اوج سرعت پرش و ارتفاع پرش می شود؛ ضمن آن که کاهش معنی دار لاکتات و افزایش معنی دار مقدار تستوسترون و کورتیزول نیز در گروه های تمرین ایجاد می کند. با این حال تغییرات اوج نیرو پرش و نسبت تستوسترون به کورتیزول نیز در گروه های تمرین در مقایسه با گروه کنترل تفاوت معنی داری نداشت. از آنجاییکه توان حاصل ضرب نیرو در سرعت می باشد افزایش معنادار در اوج توان در تحقیق حاضر بیشتر به توسعه اوج سرعت پرش می تواند مرتبط باشد. نتایج این مطالعه هم راستا با تحقیقات گذشته نشان می دهد که تمرینات کنتراست و کمپلکس با ایجاد برانگیختگی عضلانی و تمرین در کل پیوستار نیرو ـ زمان منجر به بهبود عملکرد می شوند (مارشال و دیگران، ۲۰۲۱).

در راستای اثر تمرینات کنتراست بر متغیرهای نیمرخ پرش و سرعت دویدن حمامی و دیگران، (۲۰۱۹) گزارش دادند که برنامه تمرین کنتراست هشت هفته ای در بازیکنان نوجوان فوتبال، منجر به بهبود قابل توجهی در زمان‌های دوی

سرعت (۵ و ۴۰ متر)، توانایی تغییر جهت و حداکثر توان نسبت به تمرینات پلایومتریک به تنهایی شد. مایو[۱] و دیگران (۲۰۱۰) نشان دادند که شش هفته تمرینات کنتراست در بازیکنان فوتبال، که شامل تمرینات با وزنه و متعاقبا انجام فعالیت های پلایومتریک بود منجر به افزایش معنی دار عملکرد دوی سرعت و پرش اسکات شد. این محققان پیشرفت معنی داری در پرش عمودی با نشست و برخاست و تست های چابکی مشاهده نکردند که با نتایج مطالعه حاضر ناهمسو است. دابز[۲] و دیگران (۲۰۲۲) اثر هفت هفته تمرینات کنتراست و تمرینات کمپلکس را در بازیکنان راگبی دبیرستانی مقایسه کردند و نتایج آن ها عدم تفاوت معنی دار بین دو گروه تمرین بر شاخص های پرش عمقی و تفاوت معنی دار در اوج نیرو، اوج سرعت، و اوج توان در پرش عمودی و افقی را در گروه تمرینات کنتراست نسبت به کمپلکس نشان داد که یافته های آنها نیز با نتایج تحقیق حاضر همسو نیست. نتایج تحقیق حاضر عدم تفاوت معنی دار متغیرهای نیمرخ پرش به جز اوج نیرو را بین گروه تمرینات کمپلکس و کنتراست را نسبت به هم و تفاوت معنی دار آنها را نسبت به گروه کنترل نشان داد. این عدم تفاوت می تواند بعلت شیوه طراحی پروتکل دو گروه و حرکات انتخابی باشد. پروتکل تحقیق دابز و دیگران تنها اجرای چهار ست حرکت اسکات و چهار ست پرش عمودی و افقی در هر جلسه بود. همچنین آنها مدت زمان استراحت چهار دقیقه بین ست های کنتراست و کمپلکس را استفاده کردند. در تحقیق حاضر حجم تمرین بیشتر و تعداد حرکات جلسات بیشتر بود که محرک قویتر و بیشتری را برای سازگاری با تمرینات ایجاد کرد. همچنین عدم تجربه اجرای تمرینات کمپلکس و کنتراست و عدم سابقه استفاده مزمن از پدیده PAP در تمرینات شرکت کنندگان این تحقیق نیز می تواند از دلایل عدم تفاوت معنی دار بین دو گروه در این تحقیق باشد. به علاوه، این دو فرم از چینش حرکات قدرتی و توانی شاید محرکی قویتر جهت تقویت توان انفجاری اندام تحتانی و عملکرد بهینه عصبی ـ عضلانی باشد که این امر نیز می تواند علت تفاوت معنی دار دیده شده در دو گروه تمرین در متغیرهای نیمرخ پرش نسبت به گروه کنترل باشد.

در راستای مقایسه آثار تمرینات ترکیبی بر عملکرد ورزشی فریتاز[۳] و دیگران (۲۰۱۹) اثر تمرین با بار بهینه[۴] و تمرینات کمپلکس را در فصل رقابت در بازیکنان بسکتبال بررسی کردند. این محققان افزایش معنی دار حداکثر قدرت، ارتفاع پرش، اوج توان پرش و کاهش معنی دار رکورد سرعت ۱۰ متر و چابکی را در هر دو گروه و عدم تفاوت معنی دار بین این دو گروه را گزارش کردند. در زمینه آثار مداخله بلند مدت تمرینات مقاومتی ترکیبی در بازیکنان بسکتبال می توان به تحقیق کوکریک[۵] و دیگران (۲۰۱۲) و ساتوز[۶] و دیگران (۲۰۰۸)، نیز اشاره کرد. در حالی که هر دو روش منجر به بهبود در قدرت و توان عضلانی می شوند، توالی دقیق و ترکیب بارها می‌تواند بر میزان این دستاوردها تأثیر بگذارد (مارشال و دیگران، ۲۰۲۱). تحقیقات فرا تحلیلی نشان می‌دهد که عوامل ویژه ای مانند مدت زمان تمرین، سطح آمادگی ورزشکار و فواصل

[۱] Maio
[۲] Dobbs
[۳] Frietas
[۴] Optimal load training
[۵] kukric
[۶] santos

استراحت بین ست ها و حرکات می‌توانند اثر بخشی این روش‌ها را تعدیل کنند (کورمیر[1]و دیگران، ۲۰۲۰). مارشال و دیگران، (۲۰۲۱) به بررسی اثرات حاد و مزمن پروتکل های تمرینی مختلف بر نیروی پایین تنه، سرعت، توان و ارتفاع پرش پرداختند. این محققان برای تمرینات کنتراست اثر مثبت بزرگ بر حداکثر قدرت، ارتفاع پرش و سرعت دویدن و اثر مثبت متوسط برای اوج توان بیان کردند و برای تمرینات کمپلکس نیز اثر مثبت بزرگ بر حداکثر قدرت، اثر مثبت متوسط بر ارتفاع پرش و توان را گزارش کردند که نتایج پژوهش حاضر هم راستا با نتایج آنها بود.

در سازگاری به تمرینات قدرتی و توانی سازگاری های عصبی به هدف بهینه سازی عملکرد ورزشی نقش اولیه دارند. افزایش فرمان عصبی در به حداکثر رساندن قدرت و توان عضلانی نقش حیاتی دارد. محرک عصبی تقویت شده از طریق افزایش فعالیت عضلات موافق حرکت، بهبود نرخ فراخوانی و آتشبار واحدهای حرکتی و هماهنگ سازی بیشتر واحدهای حرکتی در طول انقباضات عضلانی با شدت بالا؛ منجر به بهبود عملکرد می شود (سایل[2] ۲۰۰۳). بعلاوه کاهش مکانیسم های مهاری (مانند اندام های وتری ـ گلژی) در پی تمرینات بلند مدت رخ داده و این امر افزایش عملکرد سرعتی و توانی را می تواند به همراه داشته باشد (گابریل[3]و دیگران، ۲۰۰۶). همچنین تمرینات قدرتی و توانی باعث تغییرات مثبت در پاسخ های واکنشی (مانند، دوک عضلانی یا واکنش کششی) سیستم عصبی عضلانی شده و در نتیجه میزان و سرعت توسعه نیرو را از طریق این فعالیت های واکنشی افزایش می دهند .این ویژگی واکنشی با مهار خواص الاستیک غیرارادی عضله و بافت همبند به طور مثبت منجر به افزایش تولید نیرو بدون نیاز به انرژی اضافی می شوند. افزایش متغیرهای نیمرخ پرش در تحقیق حاضر می تواند به افزایش سازگاری های عصبی ایجاد شده پیرو تمرینات کمپلکس و کنتراست و تاثیر نحوه چینش حرکات در این دو شیوه تمرینی باشد. از آنجاییکه این تمرینات دامنه ی بزرگتری از پیوستار نیرو ـ زمان را پوشش می دهند افزایش سرعت در پی افزایش فراخوان واحد های حرکتی و افزایش نرخ آتشبار آنها می تواند رخ داده باشد.

کاهش ترشح لاکتات می تواند با بهبود استقامت در پرش و افزایش میانگین توان و بهبود در مقاومت به خستگی در ارتباط باشد. نیکولیک و دیگران (۲۰۱۷) عنوان کردند که، علیرغم پیشرفت های قابل توجه در سرعت و چابکی، تأثیر تمرینات مقاومتی ترکیبی بر استقامت در سرعت و مقاومت در برابر خستگی محدود به نظر می رسد. همچنین کاواکو[4]و دیگران (۲۰۱۴) گزارش کردند که تمرینات مقاومتی ترکیبی عملکرد دوی سرعت ۱۵ متر و دقت شوت را در بازیکنان جوان فوتبال بهبود می بخشد، اما تأثیر کمتری بر استقامت پایدار یا مقاومت در برابر خستگی دارد. در پژوهش حاضر محققان به این نتیجه رسیدند که کاهش ترشح لاکتات بعد از شش هفته تمرینات کمپلکس و کنتراست و عدم همراستا بودن نتایج تحقیق در بهبود مقاومت در برابر خستگی با تحقیقات گذشته میتواند بعلت حضور ورزشکاران در تمرینات تیم های خود و همچنین هم زمانی فصل رقابت تیم ها با اجرا این تحقیق بوده باشد در نتیجه محرک کافی جهت توسعه

[1] Cormier
[2] Sale
[3] Gabriel
[4] Cavaco

نسخه پیش از انتشار ویرایش نشده

ظرفیت بی هوازی برای شرکت کنندگان در این تحقیق فراهم بوده باشد. توانایی تولید و پاکسازی لاکتات به طور موثر برای بازیکنان بسکتبال حیاتی است. تحقیقات نشان می دهد که بازیکنان با آستانه لاکتات[1]بالاتر (LT) با به تعویق انداختن شروع خستگی و حفظ کارایی فنی در طول بازی عملکرد بهتری از خود نشان می دهند (کاستاناوّ[2] دیگران، ۲۰۱۰). نقش لاکتات فراتر از یک محصول جانبی متابولیک بلکه به عنوان یک سوبسترا انرژی برای بافت های اکسیداتیو و به عنوان بافر یون های هیدروژن کمک به کاهش اسیدوز در طی ورزش شدید پر رنگ می باشد(گلادن[3] ۲۰۰۴). این نقش دوگانه بر اهمیت توسعه استراتژی های تمرینی که نه تنها ظرفیت گلیکولیتیک، بلکه مکانیسم های پاکسازی لاکتات را نیز بهبود می‌بخشند تاکید دارد.

تحقیقات محدودی در زمینه اثر تمرینات مقاومتی کمپلکس و کنتراست بر پاسخ های هورمونی انجام شده است. بیون[4] و دیگران (۲۰۱۱) پاسخ تستوسترون و کورتیزول بزاقی را به چهار فرمت تمرینی مختلف بررسی کردند: توان/ توان، توان/ قدرت، قدرت/ توان، و قدرت/ قدرت با سه دقیقه استراحت بین ست و چهار دقیقه استراحت بین تمرینات، هر آزمودنی هر جلسه تمرینی را دو بار، در یک دوره چهار هفته ای انجام داد. بیشترین پاسخ های هورمونی کلی افزایش اندک در تستوسترون و افزایش جزئی در کورتیزول پس از جلسات قدرت / توان دیده شد. پاسخ هورمونی پس از فرمت قدرت / توان نشان داد که این توالی تمرین، محیط آنابولیک پیشرفته ای را برای سازگاری فراهم می کند. همچنین در زمینه تغییرات محیط آنابولیک ـ کاتابولیک و پاسخ های هورمونی بازیکنان بسکتبال در حین فصل رقابت تحقیقات ما نشان از وجود تعداد محدودی از ادبیات پژوهشی در این زمینه می باشد. چلینگ[5] و دیگران (۲۰۱۵) در تحقیقی چهار ساله به بررسی تغییرات سطح تستوسترون و کورتیزول براساس پست و مدت زمان بازی بازیکنان حرفه ای بسکتبال پرداختند. نتایج این محققان نشان داد که سطح ترشح هورمون ها و وضعیت آنابولیک ـ کاتابولیک هر بازیکن بسیار وابسته به پست بازیکن می باشد. بعلاوه بازیکنانی که میانگین بین ۱۳ الی ۲۵ دقیقه زمان بازی داشتند بیشترین میزان تستوسترون تام و نسبت تستوسترون به کورتیزول را نشان دادند. مارتینز[6] و دیگران (۲۰۱۰) بررسی تغییرات سطح تستوسترون و کورتیزول بازیکنان بسکتبال در طول فصل رقابت و در چهار نوبت انجام دادند. نتایج آنها نشان داد مقدار تستوسترون، کورتیزول و نسبت آنها در طول فصل افزایش یافت. نتایج تحقیق حاضر نیز همراستا با تحقیقات گذشته افزایش معنادار مقدار تستوسترون و کورتیزول را نشان داد. همچنین نسبت تستوسترون به کورتیزول افزایش پیدا کرد اما این افزایش نسبت به گروه کنترل معنادار نبود.

نتیجه گیری: بطور کلی نتایج تحقیق حاضر نشان داد که تمرینات مقاومتی کمپلکس و کنتراست با بهره بردن از پدیده PAP و تمرین در کل پیوستار نیرو ـ زمان می تواند منجر به افزایش توانایی نیمرخ پرش در ورزشکاران جوان شود. بعلاوه

نسخه پیش از انتشار ویرایش نشده

[1] Lactate threshold

[2] Castagna

[3] Gladden

[4] Beaven

[5] Schelling

[6] Martinez

این مدل از فرمت چینش حرکات تمرین می تواند محیط آنابولیک مناسبتری را جهت ایجاد سازگاری در محیط عضله برای ورزشکاران فراهم کند.

تعارض منافع : نویسندگان هیچگونه تعارض منافعی را عنوان نکرده اند.

قدردانی و تشکر: از کلیه عزیزان و ورزشکارانی که در این پژوهش یاری رسانده اند کمال تشکر و قدردانی را داریم.

منابع

Abdelkrim, N. B., Chaouachi, A., Chamari, K., Chtara, M., & Castagna, C. (2010). Positional role and competitive-level differences in elite-level men's basketball players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, *24*(5), 1346-1355. DOI: 10.1519/JSC.0b013e3181cf7510

Alves, J. M. V. M., Rebelo, A. N., Abrantes, C., & Sampaio, J. (2010). Short-term effects of complex and contrast training in soccer players' vertical jump, sprint, and agility abilities. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, *24*(4), 936-941. DOI: 10.1519/JSC.0b013e3181c7c5fd

Beaven, C. M., Gill, N. D., Ingram, J. R., & Hopkins, W. G. (2011). Acute salivary hormone responses to complex exercise bouts. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, *25*(4), 1072-1078. DOI: 10.1519/JSC.0b013e3181bf4414

Bosco, C., Luhtanen, P., & Komi, P. V. (1983). A simple method for measurement of mechanical power in jumping. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, *50*, 273-282. DOI: 10.1007/BF00422166

Castagna, C., Manzi, V., Impellizzeri, F., Chaouachi, A., Abdelkrim, N. B., & Ditroilo, M. (2010). Validity of an on-court lactate threshold test in young basketball players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, *24*(9), 2434-2439. DOI: 10.1519/JSC.0b013e3181e2e1bf

Caterisano, A., Patrick, B. T., Edenfield, W. L., & Batson, M. J. (1997). The effects of a basketball season on aerobic and strength parameters among college men: Starters vs. reserves. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, *11*(1), 21-24.

Cavaco, B., Sousa, N., Dos Reis, V. M., Garrido, N., Saavedra, F., Mendes, R., & Vilaça-Alves, J. (2014). Short-term effects of complex training on agility with the ball, speed, efficiency of crossing and shooting in youth soccer players. *Journal of Human Kinetics*, *43*, 105. DOI: 10.2478/hukin-2014-0095

Coutts, A., Reaburn, P., Piva, T., & Murphy, A. (2007). Changes in selected biochemical, muscular strength, power, and endurance measures during deliberate overreaching and tapering in rugby league players. *International Journal of Sports Medicine*, *28*(02), 116-124. DOI: 10.1055/s-2006-924145

Cormier, P., Freitas, T. T., Rubio-Arias, J. Á., & Alcaraz, P. E. (2020). Complex and contrast training: does strength and power training sequence affect performance-based adaptations in team sports? A systematic review and meta-analysis. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 34(5), 1461-1479. DOI: 10.1519/JSC.0000000000003493

Crewther, B. T., Cook, C., Cardinale, M., Weatherby, R. P., & Lowe, T. (2011). Two emerging concepts for elite athletes: the short-term effects of testosterone and cortisol on the neuromuscular system and the dose-response training role of these endogenous hormones. *Sports Medicine*, 41, 103-123. DOI: 10.2165/11539170-000000000-00000

Dobbs, C. W., Gill, N. D., Smart, D. J., & McGuigan, M. R. (2022). The training effect of short term enhancement from complex pairing on horizontal and vertical countermovement and drop jump performance. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. DOI: 10.1519/JSC.0000000000000874

Dodd, D. J., & Alvar, B. A. (2007). Analysis of acute explosive training modalities to improve lower-body power in baseball players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, *21*(4), 1177-1182. DOI: 10.1519/R-21306.1

نسخه پیش از انتشار ویرایش نشده

Freitas, T. T., Calleja-González, J., Carlos-Vivas, J., Marín-Cascales, E., & Alcaraz, P. E. (2019). Short-term optimal load training vs a modified complex training in semi-professional basketball players. *Journal of Sports Sciences*, *37*(4), 434-442. DOI: 10.1080/02640414.2018.1504618

Gabriel, D. A., Kamen, G., & Frost, G. (2006). Neural adaptations to resistive exercise: mechanisms and recommendations for training practices. *Sports Medicine*, *36*, 133-149. DOI: 10.2165/00007256-200636020-00004

García-Pinillos, F., Martínez-Amat, A., Hita-Contreras, F., Martínez-López, E. J., & Latorre-Román, P. A. (2014). Effects of a contrast training program without external load on vertical jump, kicking speed, sprint, and agility of young soccer players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, *28*(9), 2452-2460. DOI: 10.1519/JSC.0000000000000452

Gholami, F., Ali, A., Hasani, A., & Zarei, A. (2022). Effect of beta-alanine supplementation on exercise-induced cell damage and lactate accumulation in female basketball players: a randomized, double-blind study. *Journal of Human Kinetics*, *83*, 99. DOI: 10.2478/hukin-2022-0034

Gladden, L. (2004). Lactate metabolism: a new paradigm for the third millennium. *The Journal of Physiology*, *558*(1), 5-30. DOI: 10.1113/jphysiol.2003.058701

Hammami, M., Gaamouri, N., Aloui, G., Shephard, R. J., & Chelly, M. S. (2019). Effects of a complex strength-training program on athletic performance of junior female handball players. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, *14*(2), 163-169. DOI: 10.1123/ijspp.2018-0160

Hammami, M., Gaamouri, N., Shephard, R. J., & Chelly, M. S. (2019). Effects of contrast strength vs. plyometric training on lower-limb explosive performance, ability to change direction and neuromuscular adaptation in soccer players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 33(8), 2094-2103. DOI: 10.1519/JSC.0000000000002425

Kraemer, W. J., & Ratamess, N. A. (2005). Hormonal responses and adaptations to resistance exercise and training. *Sports Medicine*, 35, 339-361. DOI: 10.2165/00007256-200535040-00004

Kukrić, A., Karalejić, M., Jakovljević, S., Petrović, B., & Mandić, R. (2012). Impact of different training methods to the maximum vertical jump height in junior basketball players. *Fizička Kultura*, *66*(1), 25-31. DOI:10.5937/fizkul1201025K

Latorre Román, P. Á., Villar Macias, F. J., & García Pinillos, F. (2018). Effects of a contrast training programme on jumping, sprinting and agility performance of prepubertal basketball players. *Journal of Sports Sciences*, *36*(7), 802-808. DOI: 10.1080/02640414.2017.1340662

Marshall, J., Bishop, C., Turner, A., & Haff, G. G. (2021). Optimal training sequences to develop lower body force, velocity, power, and jump height: A systematic review with meta-analysis. *Sports Medicine*, *51*, 1245-1271. DOI: 10.1007/s40279-021-01430-z

Martínez, A. C., Calvo, J. S., Marí, J. A. T., Inchaurregui, L. C. A., Orella, E. E., & Biescas, A. P. (2010). Testosterone and cortisol changes in professional basketball players through a season competition. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, *24*(4), 1102-1108. DOI: 10.1519/JSC.0b013e3181ce2423

Meeusen, R., Duclos, M., Foster, C., Fry, A., Gleeson, M., Nieman, D., Raglin, J., Rietjens, G., Steinacker, J., & Urhausen, A. (2013). Prevention, diagnosis, and treatment of the overtraining syndrome: joint consensus statement of the European College of Sport Science and the American College of Sports Medicine. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, *45*(1), 186-205. DOI: 10.1249/MSS.0b013e318279a10a

Nikolic, D., Beric, D., Kocic, M., & Daskalovski, B. (2017). Complex training and sprint abilities of young basketball players. *Facta Universitatis, Series: Physical Education and Sport*, *15*(1), 025-036. DOI:10.22190/FUPES1701025N

Phillips, B. E., Hill, D. S., & Atherton, P. J. (2012). Regulation of muscle protein synthesis in humans. *Current Opinion in Clinical Nutrition & Metabolic Care*, *15*(1), 58-63. DOI: 10.1097/MCO.0b013e32834d19bc

نسخه پیش از انتشار ویرایش نشده

Sale, D. G. (2003). Neural adaptation to strength training. *Strength and Power in Sport*, 281-314.

Santos, E. J., & Janeira, M. A. (2008). Effects of complex training on explosive strength in adolescent male basketball players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, *22*(3), 903-909. DOI: 10.1519/JSC.0b013e31816a59f2

Schelling, X., Calleja-González, J., Torres-Ronda, L., & Terrados, N. (2015). Using testosterone and cortisol as biomarker for training individualization in elite basketball: A 4-year follow-up study. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, *29*(2), 368-378. DOI: 10.1519/JSC.0000000000000642

Seo, D.-i., Kim, E., Fahs, C. A., Rossow, L., Young, K., Ferguson, S. L., Thiebaud, R., Sherk, V. D., Loenneke, J. P., & Kim, D. (2012). Reliability of the one-repetition maximum test based on muscle group and gender. *Journal of Sports Science & Medicine*, *11*(2), 221.

Stilger, V. G. (1997). Explosive Power and Strength: Complex Training for Maximum Results. *Journal of Athletic Training*, *32*(1), 79.

Stojanović, E., Stojiljković, N., Scanlan, A. T., Dalbo, V. J., Berkelmans, D. M., & Milanović, Z. (2018). The activity demands and physiological responses encountered during basketball match-play: a systematic review. *Sports Medicine*, *48*, 111-135. DOI: 10.1007/s40279-017-0794-z

نسخه پیش از انتشار ویرایش نشده