

تأثیر تمرین مقاومتی با زمان بندی خطی و غیرخطی بر قدرت و استقامت عضلانی دختران نوجوان تمرین نکرده

نسرین نیازی نژاد^۱، عبدالحسین پرنو^{۲*}، رسول اسلامی^۳

۱. کارشناسی ارشد فیزیولوژی ورزشی کاربردی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران.

۲. استادیار فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران.

۳. استادیار فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه علامه طباطبایی، تهران، ایران.

چکیده

زمینه و هدف: تأثیر زمان بندی بر سازگاری های تمرینی مورد تایید قرار گرفته است؛ اما موثرترین روش برای توسعه قدرت و استقامت در طیف گسترده ای از جمعیت ها هنوز به خوبی شناخته نشده است؛ از این رو هدف پژوهش حاضر بررسی تأثیر دو مدل تمرین مقاومتی با زمان بندی خطی و غیرخطی بر قدرت و استقامت عضلانی دختران نوجوان تمرین نکرده بود. **روش تحقیق:** تعداد ۲۳ دختر نوجوان تمرین نکرده به طور تصادفی در سه گروه کنترل، تمرین با زمان بندی خطی و تمرین با زمان بندی غیرخطی قرار گرفتند. زمان بندی خطی مشتمل بر کاهش حجم تمرین و افزایش شدت آن همزمان با پیشرفت تمرینی؛ اما زمان بندی غیرخطی مشتمل بر افزایش و کاهش شدت و حجم تمرین در طول چرخه های تمرینی بود. قدرت عضلانی بالاتنه و پایین تنه آزمودنی ها به ترتیب از طریق آزمون یک تکرار بیشینه (1RM) در حرکات پرس سینه و پرس پا؛ و استقامت عضلانی بالاتنه و پایین تنه به ترتیب از طریق شنای روی دست و اجرای حرکت اسکات؛ ۴۸ ساعت قبل و بعد از ۸ هفته تمرین ارزیابی شدند. برای تجزیه و تحلیل داده ها از روش آماری تحلیل کوواریانس استفاده شد و سطح معنی داری $p < 0.05$ منظور گردید. **یافته ها:** تحلیل داده ها نشان داد که تمرینات خطی و غیرخطی هر دو باعث افزایش معنی دار قدرت عضلانی بالاتنه، پایین تنه و استقامت عضلانی بالاتنه ($p < 0.01$)، استقامت عضلانی پایین تنه ($p = 0.01$) و کاهش درصد چربی ($p = 0.04$) شده اند. علاوه بر این، تمرین خطی موجب افزایش بیشتر قدرت عضلانی پایین تنه ($p = 0.04$) و تمرین غیرخطی موجب افزایش بیشتر استقامت عضلانی بالاتنه ($p = 0.03$) شد؛ در حالی که در توان انفجاری ($p = 0.07$)، قدرت عضلانی بالاتنه ($p = 0.88$)، استقامت عضلانی پایین تنه ($p = 0.99$) و درصد چربی ($p = 0.64$) تفاوت معنی داری بین دو گروه تمرینی مشاهده نشد. **نتیجه گیری:** هر چند قدرت و استقامت عضلانی در نتیجه هر دو مدل تمرین مقاومتی خطی و غیرخطی بهبود می یابند؛ مدل تمرین مقاومتی خطی، روش تمرین مناسب تری برای بهبود قدرت عضلانی پایین تنه و مدل تمرین مقاومتی غیرخطی، روش تمرین مناسب تری برای بهبود استقامت عضلانی بالاتنه در دختران نوجوان تمرین نکرده می باشد.

واژه های کلیدی: تمرینات مقاومتی، زمان بندی خطی، زمان بندی غیرخطی، دختران نوجوان، قدرت و استقامت عضلانی.

*نویسنده مسول، آدرس: کرمانشاه، باغ ابریشم، دانشگاه رازی، دانشکده علوم ورزشی؛

مقدمه

زمان بندی ها به طور موفقیت آمیزی در جمعیت های مختلف با سطوح مختلف آمادگی بدنی و تجربه تمرینی، با اهداف توان بخشی مورد استفاده قرار می گیرند (دلیما^۱ و دیگران، ۲۰۱۲). زمان بندی برای تمرینات مقاومتی از سال ۱۹۵۰ استفاده شد و از آن سال به بعد، محبوبیت آن رواج یافت (سیمائو^۱ و دیگران، ۲۰۱۲). زمان بندی به معنای دست کاری برنامه ریزی شده متغیرهای تمرینی (بار، نوبت و تکرار) برای به حداکثر رساندن سازگاری تمرینی و جلوگیری از شروع سندرم بیش تمرینی است (لورنز، ۲۰۱۰). هدف از زمان بندی، به حداکثر رساندن اصل اضافه بار (پرستز و دیگران، ۲۰۰۹؛ لورنز، ۲۰۱۰) یعنی فرآیندی است که در آن سیستم عصبی-عضلانی با بار نا آشنا یا عوامل استرس زا، سازگار می شود (لورنز، ۲۰۱۰) و اجازه می دهد رابطه بهتری بین استرس/ریکاوری نیز ایجاد شود (پرستز و دیگران، ۲۰۰۹). مطالعات مقایسه ای که بین برنامه های زمان بندی و برنامه های غیر زمان بندی شده^{۱۱} (NP) انجام شده، نشان می دهد که برنامه های زمان بندی شده، منجر به افزایش بیشتر قدرت می شوند (پرستز و دیگران، ۲۰۰۹؛ فلک^{۱۲}، ۲۰۱۱؛ سیمائو و دیگران، ۲۰۱۲). اخیراً نیز گزارش شده است که زنان در مقایسه با مردان، پاسخ بزرگ تری به زمان بندی تمرینات مقاومتی نشان می دهند. نتیجه آن که این نوع تمرینات می توانند یک روش موثر و جالب برای بهبود سلامت، ظرفیت عملکردی و در نتیجه کیفیت زندگی زنان باشند (دلیما و دیگران، ۲۰۱۲).

علاوه بر این، دست آوردهای قدرت بین دو روش زمان بندی خطی^{۱۳} (LP) و زمان بندی غیرخطی^{۱۴} (NLP) تمرینات قدرتی، با هم مقایسه گردیده است. در روش LP، در ابتدا حجم تمرین بالا و شدت تمرین پایین است و پیشرفت تمرین از طریق مزوسیکل^{۱۵} ویژه حجم تمرین کاهش پیدا می کند؛ در حالی که شدت تمرین افزایش می یابد (اونتوویچ^{۱۶}، ۲۰۰۹؛ سیمائو و دیگران، ۲۰۱۲). مرحله حجم اولیه بالا، برسازگاری های هایپرتروفیک و در ادامه، مرحله شدت بالا بر پاسخ های عصبی تاکید دارد (کوک^{۱۷} و دیگران، ۲۰۰۹). این روش در هر مرحله تمرینی بر یک هدف خاص (مثل هایپرتروفی، قدرت یا توان) تاکید می کند (دلیما و

پژوهش های علمی مزایای تمرینات مقاومتی با هدف افزایش سلامت، آمادگی جسمانی و طول عمر را نشان داده اند. از جمله این مزایا، افزایش در قدرت، توان، استقامت عضلانی و توده بدون چربی است (پرستز^۱ و دیگران، ۲۰۰۹). انجمن ملی قدرت و آمادگی^۲ (NSCA) در باره اثر تمرین مقاومتی بر جوانان و نوجوانان بیان می کند که شرکت منظم در تمرین مقاومتی می تواند تقویت استخوان، بهبود عملکرد مهارت های حرکتی، بهبود ترکیب بدنی و افزایش مقاومت در برابر آسیب های ورزشی را در پی داشته باشد (پروکپیو^۳، ۲۰۱۴). همه این موارد برای حفظ خوب سلامتی در مردان و زنان لازم هستند (کالج پزشکی ورزشی آمریکا، ۲۰۰۰). برنامه تمرین مقاومتی می تواند تقریباً هر سیستمی از بدن را تحت تاثیر قرار دهد و در طیف گسترده ای از جمعیت ها، از بچه های جوان آماده برای ورزش، تا جبران اثرات پیری در افراد سالمند، استفاده شود (کالج پزشکی ورزشی آمریکا، ۲۰۰۰). در زنان نیز تمرین مقاومتی به یک جزء تمرینی مهم و محبوب در کل برنامه های آمادگی (از جمله تمرین قدرت و استقامتی عضلانی) تبدیل شده است (کرامر و راتامز^۴، ۲۰۰۴) و به خوبی مشخص گردیده است که انواع برنامه های تمرینات مقاومتی، می توانند توسعه قدرت در اجرای یک تکرار بیشینه^۵ (1RM) در زنان را تحریک کنند (ویلیم و کرامر^۶، ۲۰۰۱). همچنین پژوهش منتشر شده توسط دیوید نیکولز^۷ در سال ۲۰۰۱ نشان داد که تراکم مواد معدنی استخوان دختران نوجوان پس از تمرینات مقاومتی، افزایش می یابد (پروکپیو، ۲۰۱۴).

میزان مقاومت مورد استفاده برای تمرینات خاص، یکی از متغیرهای کلیدی در هر برنامه تمرین مقاومتی است. آن ها محرک های اصلی مربوط به تغییرات مشاهده شده در اندازه های قدرت و استقامت عضلانی موضعی هستند. هنگام طراحی یک برنامه تمرین مقاومتی، مقاومت برای هر تمرین باید به دقت انتخاب شود (کالج پزشکی ورزشی آمریکا، ۲۰۰۰). بنابراین، کالج پزشکی ورزشی آمریکا زمان بندی تمرینات مقاومتی برای افراد سالم با اهداف تمرینی مختلف را توصیه کرده است؛ این

1. Prestes

2. National strength and conditioning association

3. Procopio

4. Kraemer & Ratamess

5. 1 repetition maximum

6. William & Kraemer

7. David Nichols

8. Periodization

9. De Lima

10. Simão

11. Non-periodized

12. Fleck

13. Linear periodization

14. Non linear Periodization

15. Mesocycle

16. Evetovich

17. Kok

زنان غیرفعال با توجه به تاثیر بیشتر مدل های زمان بندی بر ترکیب بدن و تغییرات عملکردی قدرت پس از مداخله تمرینات مقاومتی، مورد نیاز است.

در مجموع، مطالعات تقریباً محدودی به طور مستقیم برنامه های تمرینی LP و NLP را در زنان و دختران نوجوان با هم مقایسه کرده اند و نتایج مطالعات موجود نیز با یکدیگر همخوانی ندارند. در حال حاضر، بحثی که وجود دارد این است که دست آوردهای قدرت در کدام شکل زمان بندی بیشتر است (اپل^۲ و دیگران، ۲۰۱۱). با وجود فواید روشن تمرینات مقاومتی، اطلاعات کافی درباره اثر مختلف مدل های پیشرفت تمرینات مقاومتی بر قدرت و استقامت در دختران جوان ۱۶ تا ۱۸ سال، به ویژه در افراد تمرین نکرده وجود ندارد و با توجه به نتایج متفاوت پژوهش های پیشین در رابطه با موثرتر بودن یکی از روش های زمان بندی در افزایش قدرت بیشینه، هدف کلی پژوهش حاضر پاسخ به این سوال اساسی است که کدام شکل زمان بندی (LP یا NLP) بر بهبود قدرت، استقامت و ترکیب بدنی دختران نوجوان ۱۶ تا ۱۸ سال تمرین نکرده؛ موثرتر است؟

روش تحقیق

مطالعه حاضر از نوع نیمه تجربی با دو گروه تمرینی است که از طرح پیش آزمون و پس آزمون همراه با گروه کنترل پیروی می کند. این مطالعه بر روی دختران ۱۶ تا ۱۸ ساله شهرستان اسلام آباد غرب در سال ۱۳۹۴ انجام شد. برای تعیین تعداد نمونه مورد نیاز، از روش نمونه گیری در دسترس استفاده گردید. ۲۷ دختر تمرین نکرده برای شرکت در این مطالعه داوطلب شدند، اما در انتهای پژوهش ۲۳ نفر برنامه تمرینی را به پایان رساندند و ۴ نفر از آزمودنی ها به دلایلی از جمله آسیب دیدگی و عدم تمایل به ادامه برنامه، از ادامه پژوهش بازماندند. آزمودنی ها بر اساس معیارهایی از جمله قرار گرفتن در دامنه سنی ۱۶ تا ۱۸ سال، عدم وجود سابقه بیماری های مزمن مانند بیماری های قلبی-عروقی، دیابت، پرفشار خونی، ام اس^۴ و ...، عدم شرکت در تمرینات مقاومتی ۶ ماه قبل از شروع پژوهش، عدم وجود آسیب دیدگی و محدودیت کارکردی و همچنین عدم مصرف

دیگران، ۲۰۱۲). این مدل سنتی زمان بندی به منظور ارتقاء متغیرهای اساسی آمادگی از طریق انتخاب تمرین پیاپی، با استفاده از یک نظم مناسب برای به حداکثر رساندن عملکرد در یک متغیر آمادگی متفاوت (به عنوان مثال قدرت، سرعت توسعه نیرو و یا اوج قدرت)، در یک برهه زمانی دقیق و محدود، انجام می شود (اوتنویچ، ۲۰۰۹). روش NLP ابتدا توسط پولیکوین^۱ (۱۹۸۸) پیشنهاد شد و مشتمل بر تنوع چشمگیر در حجم و شدت تمرین در دوره های کوتاه تر زمانی بود. برای برخی از برنامه های تمرینی، هدف ممکن است به طور همزمان، هم توسعه توان و هم هایپرتروفی باشد. مثلاً تغییرات در برنامه روزانه ورزشکاران برای این است که هر دو توانایی را هم زمان به دست آورند (دلیما و دیگران، ۲۰۱۲). به تعبیری دیگر، NLP تغییر در شدت و حجم تمرین در یک چرخه با پروتکل های چرخشی مختلف با هدف توسعه مولفه های مختلف عملکرد عصبی-عضلانی (مانند قدرت، توان یا استقامت عضلانی موضعی) است (اوتنویچ، ۲۰۰۹)؛ به گونه ای که تغییرات در برنامه، به صورت روزانه یا هفتگی به اجرا در می آیند (کوک و دیگران، ۲۰۰۹). مهم ترین نوع NLP، زمان بندی غیرخطی روزانه است (فلک، ۲۰۱۱). اساس زمان بندی غیرخطی روزانه^۲ (DUP) بر تغییرات زیاد در حجم و شدت بین جلسات تمرینی متوالی می باشد (سیمائو و دیگران، ۲۰۱۲). نام گذاری DUP، به این دلیل است که در آن تغییرات در حجم و شدت به صورت روزانه انجام می شود (دلیما و دیگران، ۲۰۱۲)؛ در حالی که مطالعات قبلی نتایج مثبت و معنی داری را بعد از هر دو شکل تمرینات مقاومتی در زنان، با سطوح بالاتر قدرت بیشینه و زیر بیشینه، توان و استقامت عضلانی؛ نشان داده اند (دلیما و دیگران، ۲۰۱۲). این مطلب به طور گسترده ای پذیرفته شده است که به نوعی برخی شکل های زمان بندی موثرتر هستند (مورایز و دیگران، ۲۰۱۳). جالب توجه است که بسیاری از این مطالعات افزایش یا حفظ توده بدن را به جای کاهش در چربی بدن گزارش کرده اند. تنها در یک مطالعه که بر استقامت عضلانی تاکید شده، کاهش در محیط پا گزارش شده است (دلیما و دیگران، ۲۰۱۲). بنابراین، مطالعات بیشتری در

1. Poliquin

3. Apel

2. Daily undulating periodization

4. Multiple sclerosis (MS)

درصد چربی آزمودنی ها تعیین گردید. یک روز پس از اندازه گیری های ترکیب بدنی، شاخص های عملکردی مورد ارزیابی قرار گرفتند که شامل قدرت عضلانی، استقامت عضلانی و توان انفجاری بود. از آنجا که مطالعات گذشته نشان داده اند 1RM روشی امن برای نوجوانان است (مورایز و دیگران، ۲۰۱۴)، برای سنجش قدرت بیشینه بالاتنه و پایین تنه، از آزمون 1RM به ترتیب در حرکت پرس سینه (نیمان، ۲۰۱۱) و حرکت پرس پا (مکنزی^۲، ۲۰۰۵) استفاده شد. همچنین، برای سنجش استقامت عضلانی بالاتنه از حرکت شنای روی دست (نیمان، ۲۰۱۱)؛ استقامت عضلانی پایین تنه از حرکت اسکات؛ و توان انفجاری پا از آزمون پرش عمودی (سارجنت^۴) استفاده شد (مدیسین^۵، ۲۰۱۰؛ نیمان، ۲۰۱۱). برای تعیین 1RM، پس از گرم کردن مناسب، از آزمودنی خواسته شد که بیشترین وزنه ای که حدس می زند می تواند بلند کند را انتخاب نماید. در صورتی که وزنه را تنها برای یک بار می توانست بلند کند؛ آن وزنه برابر با 1RM بود؛ در صورتی که وزنه را بیش از یک تکرار جابجا می کرد؛ با قراردادن تعداد تکرار و وزن وزنه در مغداله زیر (چرچ^۶ و دیگران)، 1RM در حرکت مورد نظر تعیین گردید.

مکمل های غذایی همانند مولتی ویتامین، کراتین یا پروتئین قبل یا در طول تمرین؛ انتخاب شدند. با استفاده از پرسشنامه آمادگی برای فعالیت بدنی^۱ (PAR-Q) (نیمان^۲، ۲۰۱۱)، سلامت جسمانی و عدم سابقه بیماری برای شرکت در پژوهش مشخص شد. سپس فرم رضایت نامه مشتمل بر برنامه تمرینی و آزمون ها، به طور آگاهانه توسط والدین آزمودنی ها تکمیل گردید. طرح تحقیق به طور کلی ۱۰ هفته به طول انجامید؛ بدین شکل که در ابتدا تمامی آزمودنی ها به مدت ۲ هفته و ۲ جلسه در هفته و قبل از پیش آزمون، در برنامه آشنایی با دستگاه ها، حرکات و آزمون قدرت 1RM شرکت کردند و در حرکات منتخب، یک نوبت ۱۰ تکراری انجام دادند. پس از دو هفته آشنایی، عوامل ترکیب بدنی شامل قد، وزن، درصد چربی، شاخص توده بدن و نسبت دور کمر به لگن در آزمودنی ها مورد ارزیابی قرار گرفتند. ارزیابی درصد چربی، با استفاده از روش ارزیابی چین پوستی دو نقطه از سمت راست همه آزمودنی ها انجام شد. چین پوستی با استفاده از کالیپر مدل SEYHAN ساخت کشور کره جنوبی در ناحیه سه سر و ساق پا اندازه گیری شد و سپس از طریق معادله "۵ + (مجموع چین های پوستی + ۰/۱۶۱۰) = درصد چربی بدن" که برای کودکان و نوجوانان توصیه شده است (نیمان، ۲۰۱۱)؛

وزنه جابه جا شده (کیلوگرم)

$$1RM = \frac{\text{وزنه جابه جا شده (کیلوگرم)}}{\text{تعداد تکرار تا خستگی} \times 0.278}$$

$$1RM = \frac{\text{وزنه جابه جا شده (کیلوگرم)}}{\text{تعداد تکرار تا خستگی} \times 0.278}$$

تعیین گردید. آزمودنی ها متعاقب پیش آزمون، به طور تصادفی در سه گروه کنترل (n=۸)، گروه LP (n=۸) و گروه NLP (n=۷) قرار گرفتند. بعد از انجام ۸ هفته تمرین، جهت کاهش تاثیر تغییرات احتمالی روزانه در آزمودنی ها، عوامل ترکیب بدنی و عملکردی در همان زمان در طول روز و به ترتیب برنامه پیش آزمون، مورد ارزیابی مجدد قرار گرفتند.

علاوه بر استفاده از 1RM در آزمون های پرس سینه و اسکات در پیش آزمون و پس آزمون، جهت تعیین شدت تمرین، بر اساس درصدی از 1RM، در برنامه های خطی و غیرخطی (جدول ۱)، 1RM عضلات اصلی درگیر در حرکات مورد نظر مانند جلو پا، پشت پا، بلند شدن روی پنجه، جلو بازو، پشت بازو، سر شانه از جلو، زیر بغل و سرشانه از پشت با دمبل ایستاده پیش از شروع برنامه های تمرینی ۸ هفته ای و بعد از ۴ هفته از تمرین؛ نیز ارزیابی و تعیین شد. سپس بار تمرینی با توجه به 1RM جدید

1. Physical activity readiness questionnaire

2. Nieman

3. Mackenzie

4. Vertical Jump (Sarjent)

5. Medicine

6. Chrusch

برنامه تمرینی، در زمان و توالی حجم و شدت تمرین بود. گروه کنترل در طول ۸ هفته، در هیچ برنامه تمرینی شرکت نکرد. در مطالعه حاضر، در برنامه گروه LP، در هر میکروسیکل (هفته) شدت تمرین افزایش و حجم کاهش یافت؛ اما در برنامه گروه NLP، شدت و حجم از هفته چهارم هر جلسه تغییر کرد. برنامه تمرینی هر دو گروه طبق جدول ۱ انجام شد. هر دو گروه تمرینی حرکات مشابه شامل پرس سینه، پرس پا، جلو پا، پشت پا، بلندشدن روی پنجه، جلو بازو، پشت بازو، سر شانه از جلو زیربغل، سرشانه از پشت با دمبل ایستاده را در طول دوره تمرینی به اجرا درآوردند.

با توجه به مطالعات قبلی (بیوفورد^۱ و دیگران، ۲۰۰۷؛ سیمائو و دیگران، ۲۰۱۲)، برنامه‌های زمان‌بندی مورد استفاده در تحقیق حاضر، تعدیل گردید؛ بدین صورت که آزمودنی‌ها به مدت ۸ هفته، ۳ جلسه در هفته، به مدت حدود ۹۰ دقیقه در هر جلسه، تمرین کردند. در هر جلسه تمرینی پس از گرم کردن عمومی، آزمودنی‌ها ۱۰ حرکت (جدول ۱) با ۲ تا ۴ نوبت، ۱۰ تکرار در هر نوبت و با شدت‌های متفاوت؛ حرکات منتخب را انجام دادند. استراحت بین نوبت‌ها در هر تمرین بین ۸۰ تا ۹۰ ثانیه بود؛ با این حال، حجم متوسط (کل تکرار انجام‌شده) و شدت در طول ۸ هفته تمرین برای گروه‌های LP و NLP مشابه بود. تفاوت دو

جدول ۱. برنامه‌های تمرینی گروه‌های تمرین خطی و غیرخطی

نوع برنامه	هفته ها	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸
تمرین خطی (LP)	شدت (%)	۳۰	۳۵	۴۰	۵۰	۶۰	۵۰	۶۰	۷۰
	تکرار	۱۵	۱۵	۱۴	۱۳	۱۲	۱۳	۱۲	۸
	نوبت	۲	۳	۳	۴	۴	۴	۴	۴
تمرین غیرخطی (NLP)	شدت (%)	۳۰	۴۰	۵۰	۶۰	۴۰-۵۰-۴۰	۶۰-۴۰-۶۰	۵۰-۶۰-۴۰	۷۰-۵۰-۶۰
	تکرار	۱۵	۱۴	۱۳	۱۲	۱۴-۱۳-۱۴	۱۲-۱۴-۱۲	۱۳-۱۲-۱۳	۸-۱۳-۱۲
	نوبت	۲	۳	۴	۴	۴-۳-۴	۴-۳-۳	۳-۴-۳	۴-۳-۴

نرم افزار SPSS نسخه ۲۱ به اجرا درآمد و سطح معنی داری $p < 0/05$ منظور گردید.

یافته‌ها

اطلاعات توصیفی (میانگین \pm انحراف استاندارد) متغیرهای وابسته تحقیق در مراحل مختلف و به تفکیک گروه‌ها، در جدول‌های ۲ و ۳ ارائه شده است.

به منظور بررسی طبیعی بودن توزیع داده‌ها، از آزمون کولموگوروف - اسمیرنوف^۲ استفاده شد. با توجه به طبیعی بودن توزیع داده‌ها و وجود یک گروه کنترل و دو گروه مداخله و نیز آزمون‌گیری در دو زمان پیش‌آزمون و پس‌آزمون، برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از روش آماری تحلیل کوواریانس^۳ (ANCOVA) و آزمون تعقیبی LSD^۴ استفاده گردید. عملیات آماری با کمک

1. Buford
2. Kolmogorov-Smirnov
3. Analysis of covariance
5. Least significant difference

جدول ۲. نتایج مربوط به تاثیر دو مدل زمان بندی خطی و غیرخطی بر شاخص های آنتروپومتریک و ترکیب بدنی با استفاده از روش آماری تحلیل کوواریانس

گروه‌ها	مراحل	قد (سانتی‌متر)	وزن (کیلوگرم)	شاخص توده بدن (کیلوگرم / مترمربع)	چربی بدن (درصد)	نسبت دور کمر به لگن
گروه کنترل	پیش آزمون	۱۶۱/۳۱ ± ۴/۲۷	۵۲/۴۱ ± ۵/۱۱	۱۹/۹۹ ± ۲/۲۲	۱۱/۷۶ ± ۱/۷۳	۰/۷۵ ± ۰/۰۴
	پس آزمون	-	۵۲/۹۶ ± ۵/۹۹	۲۰/۴۱ ± ۲/۶۲	۱۲/۰۱ ± ۱/۷۶	۰/۷۷ ± ۰/۰۳
گروه تمرین خطی	پیش آزمون	۱۶۱/۵۶ ± ۵/۲۱	۵۴/۸۱ ± ۱۹/۰۸	۲۰/۷۵ ± ۶/۱۰	۱۲/۲۶ ± ۲/۸۹	۰/۷۷ ± ۰/۰۲
	پس آزمون	-	۵۵/۰۱ ± ۱۷/۷۶	۲۰/۸۶ ± ۵/۶۴	۱۱/۴۴ ± ۲/۴۲	۰/۷۴ ± ۰/۰۳
گروه تمرین غیرخطی	پیش آزمون	۱۶۱/۸۵ ± ۱۷/۳	۴۲/۶۳ ± ۱۱/۹۹	۲۵/۲۵ ± ۴/۷۹	۱۲/۶۹ ± ۱/۹۸	۰/۷۹ ± ۰/۰۶
	پس آزمون	-	۶۲/۲۲ ± ۱۰/۵۴	۲۳/۷۹ ± ۴/۲۴	۱۱/۹۵ ± ۲/۰۱	۰/۷۶ ± ۰/۰۵
مقدار p	پس آزمون	-	p=۰/۲۴	p=۰/۲۴	p=۰/۰۴*	p=۰/۰۳*

* تفاوت معنی دار بین گروه‌های تمرینی با گروه کنترل در سطح $p < 0.05$ ؛ # تفاوت معنی دار بین گروه تمرین خطی و غیر خطی در سطح $p < 0.05$.

ترتیب $p=0.001$ و $p=0.008$ ؛ و در حالی که استقامت پایین تنه بین گروه های تمرین LP و NLP تفاوت معنی داری نداشت ($p=0.99$)؛ ضمن این که تمرین NLP نسبت به تمرین LP باعث افزایش بیشتر در استقامت عضلانی بالاتنه شد ($p=0.03$).

در متغیر درصد چربی و شاخص نسبت دور کمر به دور لگن، بین دو گروه تمرینی LP و NLP با گروه کنترل تفاوت معنی داری به دست آمد (به ترتیب $p=0.002$ و $p=0.008$). به عبارت دیگر، هر دو تمرین LP و NLP باعث کاهش درصد چربی و شاخص نسبت دور کمر به دور لگن در دختران نوجوان تمرین نکرده شدند (به ترتیب $p=0.04$ و $p=0.03$)؛ اما بین تاثیر دو تمرین LP و NLP بر این شاخص ها، تفاوت معنی داری به دست نیامد (به ترتیب $p=0.64$ و $p=0.60$). همچنین، در توان انفجاری و BMI تفاوت معنی داری در پس آزمون سه گروه شرکت کننده مشاهده نشد (به ترتیب $p=0.07$ و $p=0.24$).

تجربه و تحلیل داده ها با استفاده از روش ANCOVA و آزمون تعقیبی LSD نشان داد که با در نظر گرفتن مقادیر پیش آزمون، تمرینات LP و NLP هر دو باعث افزایش معنی دار 1RM در قدرت عضلانی بالاتنه و پایین تنه ($p < 0.001$) در دختران نوجوان تمرین نکرده می شود. نتایج آزمون تعقیبی LSD نیز نشان داد که بین دو گروه LP و NLP با گروه کنترل تفاوت معنی داری در قدرت عضلانی بالاتنه و پایین تنه وجود دارد (به ترتیب با $p=0.001$ و $p=0.002$)؛ در حالی که بین گروه های تمرین LP و NLP تفاوت معنی داری در قدرت عضلانی بالاتنه مشاهده نشد ($p=0.88$). قدرت عضلانی پایین تنه در گروه خطی نسبت به گروه غیرخطی بیشتر بود ($p=0.04$). علاوه بر این، مشخص گردید که تمرینات LP و NLP، هر دو باعث افزایش معنی دار استقامت عضلانی بالاتنه و پایین تنه (به ترتیب با $p < 0.001$ و $p < 0.05$) در دختران نوجوان تمرین نکرده می شوند. نتایج آزمون تعقیبی نشان داد که بین دو گروه تمرین LP و NLP با گروه کنترل تفاوت معنی داری در استقامت عضلانی بالاتنه و پایین تنه وجود دارد (به

جدول ۳. نتایج مربوط به تاثیر دو مدل زمان بندی خطی و غیر خطی بر آزمون های عملکردی با استفاده از روش آماری تحلیل کوواریانس

توان انفجاری (وات)	استقامت عضلانی (بالاتنه (تعداد)	استقامت عضلانی پایین تنه (تعداد)	قدرت عضلانی پایین تنه (کیلوگرم)	قدرت عضلانی بالاتنه (کیلوگرم)	مراحل	گروه ها
۲۴۰۲/۱۶ ± ۱۷۴/۷۰	۱۰/۲۵ ± ۸/۵۱	۴۸/۶۲ ± ۴/۱۸	۱۱۱/۲۵ ± ۸/۵۵	۷/۵۸ ± ۰/۷۹	پیش آزمون	گروه کنترل
۲۳۹۶/۸۴ ± ۱۷۰/۹۶	۱۰/۱۲ ± ۸/۰۹	۴۸/۸۷ ± ۳/۱۶	۱۰۱/۷۷ ± ۱۰/۹۴	۷/۴۳ ± ۰/۶۱	پس آزمون	
۲۲۰۷/۱۶ ± ۲۷۵/۸۱	۱۲/۳۷ ± ۹/۶۵	۶۸ ± ۲۹/۸۹	۱۰۵/۲۰ ± ۲۰/۹۵	۸/۰۳ ± ۲/۶۷	پیش آزمون	گروه تمرین خطی
۲۴۴۳/۸۴ ± ۲۶۰/۷۱	۲۲/۱۲ ± ۹/۶۷	۱۱۰/۳۷ ± ۴۸/۴۹	۱۵۶/۷۶ ± ۴۸/۵۱	۱۳/۱۰ ± ۴/۱۳	پس آزمون	
۲۷۶۰/۷۱ ± ۲۱۱/۰۴	۸/۲۸ ± ۷/۳۱	۶۸/۸۵ ± ۱۹/۸۱	۱۳۱/۲۷ ± ۱۹/۶۴	۱۴/۰۵ ± ۵/۵۸	پیش آزمون	گروه تمرین غیر خطی
۲۸۷۵/۱۸ ± ۱۹۶/۴۱	۲۲/۷۱ ± ۱۱/۳۲	۱۱۱/۵۷ ± ۳۸/۷۸	۱۷۵/۲۵ ± ۴۲/۹۵	۲۰/۹۹ ± ۸/۵۲	پس آزمون	
p > ۰/۰۵	#* p < ۰/۰۵	#* p < ۰/۰۰۱	#* p < ۰/۰۰۱	* p < ۰/۰۰۱	پس آزمون	مقدار p

* تفاوت معنی دار بین گروه های تمرینی و گروه کنترل در سطح p < ۰/۰۵؛ # تفاوت معنی دار بین گروه تمرین خطی و غیر خطی در سطح p < ۰/۰۵.

بحث

محدودیت‌ها، مطالعات قبلی نشان داده‌اند که زنان نیز به تمرینات مقاومتی پاسخ می‌دهند و می‌توانند کسب قدرت را تجربه کنند (کرامر و دیگران، ۲۰۰۳ و ۲۰۰۴). یکی از اهداف مدل های مختلف تمرینات مقاومتی، بهبود ترکیب بدنی است. یافته‌های پژوهش حاضر نشان داد که هر دو مدل تمرینی موجب کاهش معنی‌دار درصد چربی و نسبت دور کمر به دور لگن شدند. حامدی‌نیا و دیگران (۲۰۱۰) نشان داده‌اند که تمرینات خطی معکوس^۱ (RPL) و DUP، باعث بهبود معنی‌دار در ترکیب بدن، حداکثر اکسیژن مصرفی و ضربان قلب بازیافتی می‌شوند. پرستز و دیگران (۲۰۰۹) نیز کاهش ۱۷/۷ درصدی توده چربی و افزایش ۶/۶۲ درصدی توده بدون چربی را بعد از ۱۲ هفته تمرین مقاومتی در گروه LP و بدون تغییر قابل ملاحظه در آزمودنی‌های زن گروه RPL گزارش کرده‌اند.

یافته‌های مطالعه حاضر نشان داد که هر دو مدل تمرینی LP و NLP اجرا شده باعث افزایش قدرت و استقامت عضلانی در هر دو ناحیه بالاتنه و پایین‌تنه و کاهش درصد چربی شدند. با این وجود، بین تاثیر این دو نوع تمرین مقاومتی بر قدرت عضلانی بالاتنه و استقامت عضلانی پایین‌تنه و کاهش درصد چربی تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. از مهم‌ترین یافته‌های پژوهش حاضر این است که تمرین LP افزایش بیشتر در قدرت عضلانی پایین‌تنه و تمرین NLP افزایش بیشتر در استقامت عضلانی بالاتنه دختران نوجوان را به همراه دارد. در مقایسه با مردان، مطالعات کمی در مورد تاثیر تمرینات مقاومتی در زنان انجام شده است و همچنین مطالعات کمی به طور مستقیم مدل‌های زمان بندی را در دختران و در رده سنی ۱۶ تا ۱۸ سال بررسی کرده‌اند. با وجود این

دست آمد. در مقابل، گزارش شده که DNLP نسبت به LP و RLP در افزایش قدرت بیشینه موثرتر است (رثا^۴ و دیگران، ۲۰۰۳). مورایز و دیگران (۲۰۱۳) نیز تفاوتی در تغییرات قدرت پس از دو مدل تمرین مقاومتی (DNLP و NP) گزارش نکرده اند؛ اما هر دو نوع تمرین موجب افزایش قابل توجهی در 1RM پرس سینه و پرس پا شد؛ به گونه‌ای که تغییرات 1RM پس از مدل DNLP درصد بهبود و اندازه اثر بیشتری را نشان داد. در پژوهشی دیگر، مونتر^۵ و دیگران (۲۰۰۹) با مطالعه روی مردان تمرین کرده نشان دادند که زمان بندی NLP در مقایسه با NP، در افزایش قدرت بالاتنه و پایین تنه افراد تمرین کرده که به تمرین عادی جداگانه می پردازند، موثرتر است. اما در پژوهشی دیگر که بر روی مردان جوان انجام شده (پرستز و دیگران، ۲۰۰۹)؛ محققین نشان داده اند که گرچه تمرین با زمان بندی NLP، افزایش قدرت بیشتری را در همه حرکات ایجاد می کند، اما تفاوت آماری با تمرین خطی ندارد. همچنین گزارش شد که برای به حداکثر رساندن قدرت، تغییرات شدت و حجم روزانه موثرتر از تغییرات هفتگی است. بیوفورد و دیگران (۲۰۰۷) افزایش معنی دار در قدرت عضلانی در همه زمان ها در حرکت پرس سینه و پرس پا را نشان داده اند؛ اما تفاوت معنی داری بین سه نوع تمرین LP، DNLP و WUD گزارش نشد.

بیشتر مطالعات قبلی، دوره های تمرینی ۱۲ هفته ای را در جوامع هدف مختلف بررسی کرده اند؛ اما پژوهش حاضر تاثیر ۸ هفته تمرین مقاومتی با دو مدل تمرینی را در دختران نوجوان تمرین نکرده بررسی کرده است و نتایج مطالعه حاضر در اغلب موارد، از جمله تغییرات قدرت بیشینه پایین تنه، همسو با نتایج قبلی است. در افزایش قدرت عضلانی پایین تنه بین دو مدل تمرینی، تمرین LP به طور معنی داری موثرتر از مدل NLP بود. پیش تر نشان داده شده است که تمرینات مقاومتی LP نسبت به مدل های NLP در افزایش قدرت عضلانی (1RM حرکت اسکات) ارجحیت دارند و در مقابل نیز از مزایای تمرینات NLP نام برده شده است (اونتویچ، ۲۰۰۹). این گزارش ها دال بر آن است که محققین هنوز به نتایج قطعی و همسو در مورد مدل های تمرین مقاومتی دست نیافته اند. به ویژه در پژوهش حاضر، دختران

در مقابل، برخی از مطالعات نیز تغییرات معنی داری را در ترکیب بدنی و ویژگی های آنروپومتریکی به دنبال مدل های تمرین مقاومتی LP و NLP در مدت ۹ و ۱۲ هفته گزارش نکرده اند و از آنجایی که واضح است تمرینات مقاومتی در مدت زمان کافی می تواند باعث افزایش توده بدون چربی و کاهش درصد چربی بدن شود، احتمال می رود ۹ و ۱۲ هفته مدت زمان کافی برای تغییر معنی دار ترکیب بدنی در آزمودنی هایی با تجربه تمرینات مقاومتی نبوده و همچنین استفاده از چین های پوستی ممکن است به اندازه کافی برای تعیین تغییرات ترکیب بدنی در طول دوره های نسبتاً کوتاه تمرینی، روش مناسب نباشد (بیوفورد و دیگران، ۲۰۰۷؛ پرستز و دیگران، ۲۰۰۹).

همسو با نتایج پژوهش حاضر، افزایش قدرت عضلانی بالاتنه و پایین تنه در مطالعات دیگر هم نشان داده شده است (بیوفورد و دیگران، ۲۰۰۷؛ پرستز و دیگران، ۲۰۰۹؛ سیمائو و دیگران، ۲۰۱۲؛ مورایز و دیگران، ۲۰۱۳؛ هریس^۱ و دیگران، ۲۰۱۵)؛ با این تمایز که برخی مطالعات تمرینات LP را در افزایش قدرت عضلانی نسبت به سایر مدل های تمرینی NLP تاثیرگذارتر دانسته اند (پرستز و دیگران، ۲۰۰۹؛ اپل و دیگران، ۲۰۱۱؛ دلیما و دیگران، ۲۰۱۲). اپل و دیگران (۲۰۱۱) با مطالعه تاثیر تمرین مقاومتی با زمان بندی سنتی^۲ (TD) و غیرخطی هفتگی^۳ (WUD) با شدت و حجم یکسان در مردان جوان تمرین کرده تفریحی که به مدت ۱۲ هفته و تکرار ۴ بار در هفته انجام شد، نشان دادند که زمان بندی TD نسبت به WUD موجب کسب قدرت عضلانی بیشتر می شود؛ تفاوتی که احتمالاً از درد و خستگی عضلانی طولانی مدت به دنبال تمرین غیرخطی هفتگی نشات می گیرد. علاوه بر این، در طول تمرینات بلند مدت، افراد ممکن است بیشتر از برنامه های با زمان بندی TD بهره مند شوند؛ زیرا در این روش درد و خستگی عضلانی که مختل کننده تمرین محسوب می شود، کمتر است. پرستز و دیگران (۲۰۰۹) نیز در مطالعه ای در زنان جوان نشان دادند که بر اثر هر دو تمرین LP و RLP، قدرت بیشینه عضلات بالاتنه و پایین تنه افزایش می یابد؛ با این حال، پس از تمرین با LP، افزایش بیشتری در قدرت بیشینه مشاهده شد؛ تقریباً مشابه آن چه در پژوهش حاضر در مورد تاثیر بیشتر مدل تمرینی LP بر قدرت عضلانی به

1. Harries

4. Rea

2. Traditional periodized

5. Monteiro

3. Weekly undulating periodization

هفته تمرین مقاومتی با دو مدل تمرینی LP و RLP در استقامت عضلانی بالاتنه و پایین تنه گزارش نکرده اند و وهله های با تکرار ۴ تا ۱۴ تایی در نوبت های مختلف، تغییر معنی داری را در استقامت موضعی عضلانی ایجاد نکرده است (پرستز و دیگران، ۲۰۰۹). در پژوهشی با هدف تاثیر ۱۲ هفته تمرین استقامتی با تکرار بالا (۱۵ تا ۳۰) با دو مدل زمان بندی مختلف بر استقامت عضلانی، نشان داده شده که LP اثر بالاتری را بر متغیرهایی مانند قدرت بیشینه دارد؛ در حالی که NLP افزایش معنی داری را در استقامت عضلانی بالاتنه نشان داد (دلیما و دیگران، ۲۰۱۲)؛ یافته هایی که با نتایج ما همسو است.

یکی دیگر از نتایج پژوهش حاضر، عدم تغییرات معنی دار توان انفجاری پا بین سه گروه مورد مطالعه بود که با نتایج پژوهش رامالینگام و یی^۱ (۲۰۱۳) در نوجوانان ورزشکار هاکی و مورایز و دیگران (۲۰۱۳) در آزمودنی های نوجوان تمرین نکرده؛ همسو است. همچنین در گزارشی دیگر، تغییر معنی داری در آزمون های پرش عمودی^۲ (CMVJ) و پرش طول ایستاده^۳ (SLJ) مشاهده نشده است (مورایز و دیگران، ۲۰۱۳). در این راستا، کرامر (۲۰۰۴) گزارش کرده که برای تمرینات توانی که با تکرارهای پرتابی همراه نیستند، به بارهای نسبتاً بالا (بالاتر از ۷۸ درصد) نیاز است. جونس^۴ و دیگران (۲۰۰۱) نیز نشان داده اند که تمرینات با سرعت بالا و بار متوسط به بالا، نسبت به تمرینات با سرعت پایین، اثر بیشتری در پیشرفت توان دارند. نتایج به دست آمده در مورد توان در مطالعه حاضر را می توان به انجام حرکات با سرعت پائین نسبت داد.

نتیجه گیری: با توجه به افزایش بیشتر قدرت عضلانی پایین تنه در نتیجه تمرین خطی و افزایش بیشتر استقامت عضلانی بالاتنه در نتیجه تمرین غیرخطی، می توان بیان کرد که متخصصین تمرینات ورزشی ضروری است آگاه باشند که مدل زمان بندی مناسب ممکن است بر اساس وضعیت تمرینی هر فرد متفاوت باشد. بر اساس یافته های به دست آمده، احتمالاً مدل تمرینی خطی روش مناسب تری برای بهبود قدرت عضلانی پایین تنه در دختران جوان تمرین نکرده است؛ هر چند در انجام مطالعه حاضر، محدودیت های نیز وجود داشت که می تواند بر نتایج تاثیرگذار باشد. از جمله این محدودیت ها می توان به در دسترس نبودن

نوجوان مورد مطالعه قرار گرفته اند و این در حالی است که بررسی های محدودی در مورد جامعه زنان و به ویژه افراد سنین نوجوانی صورت گرفته است. پاسخ پذیری این افراد می تواند متاثر از عوامل مختلفی باشد. با این وجود، تفاوت های عمده ای در میزان تاثیرگذاری این مدل های تمرینی وجود دارد که می توان از برخی موارد مانند سطح آمادگی، جنسیت، سن و ... نام برد (کرامر، ۱۹۹۷؛ بیوفورد و دیگران، ۲۰۰۷). نتایج موجود و نتایج مطالعه حاضر نشان از آن دارند که زنان همانند مردان به تمرینات مقاومتی پاسخ می دهند؛ زیرا نشان داده شد که ۸ هفته تمرین مقاومتی زمان بندی شده، اثرات مثبتی در آزمودنی های دختر تمرین نکرده دارد.

از دیگر نتایج قابل توجه تحقیق حاضر، تغییرات مثبت استقامت عضلانی دختران نوجوان تمرین نکرده به دنبال تمرینات مقاومتی LP و NLP می باشد. در مطالعه حاضر استقامت عضلانی بالاتنه و پایین تنه پس از هر دو نوع تمرین LP و NLP افزایش یافت؛ اما مدل تمرینی NLP تاثیر بیشتری بر افزایش بیشتر استقامت عضلانی بالاتنه (و نه پایین تنه) دختران نوجوان تمرین نکرده داشت. به رغم محدودیت در جامعه زنان در بررسی اثر مدل های تمرینی مختلف مقاومتی، مطالعات چندی تغییرات استقامت عضلانی در نتیجه تمرینات متفاوت مقاومتی را بررسی کرده اند (پرستز و دیگران، ۲۰۰۹؛ دلیما و دیگران، ۲۰۱۲). نتایج ما در مورد استقامت عضلانی بالاتنه و پایین تنه، مشابه نتایج رئا و دیگران (۲۰۰۳) است؛ هر چند این محققین از آزمودنی های بزرگسالان و تمرین نکرده استفاده کرده اند (رئا و دیگران، ۲۰۰۳). حامدی نیا و دیگران (۲۰۱۰) نیز نشان داده اند که تمرینات RLP و DNLP، باعث بهبود معنی دار استقامت عضلانی بالاتنه و پایین تنه می شوند. آن ها نیز بین دو برنامه تمرینات مقاومتی RLP و DNLP، تفاوت معنی داری گزارش نکرده اند؛ و این در حالی است که در مطالعه حاضر، تاثیرگذاری مدل تمرینی NLP بر استقامت عضلانی بالاتنه بیشتر از مدل تمرینی LP بود. حامدی نیا و دیگران (۲۰۱۰) از مدل های RLP و DNLP استفاده کرده اند که ماهیتاً با مدل غیرخطی متفاوت می باشد. این تفاوت در ماهیت برنامه ها، می تواند اثرات متفاوتی به همراه داشته باشد. با این وجود، برخی مطالعات نیز تغییرات معنی داری را بعد از ۱۲

1. Ramalingam & Yee

2. Countermovement vertical jump

3. Standing long jump

4. Jones

مطالعات کافی در جامعه زنان، عدم کنترل تغذیه و مصرف دارو

توسط آزمودنی‌ها، عدم کنترل فعالیت ورزشی خارج از برنامه و ...
 اشاره کرد. بر این اساس، ضمن توصیه به یافته‌های تحقیق حاضر
 در طراحی برنامه‌های مقاومتی، پیشنهاد می‌شود مطالعات
 بیشتری در جامعه زنان و به ویژه در سنین مختلف، صورت گیرد.
 از اداره ورزش و جوانان، هیات بدنسازی و پرورش اندام و آموزش
 و پرورش شهرستان اسلام آباد غرب و آزمودنی‌های نوجوان تمرین
 نکرده که در انجام مراحل مختلف پژوهش حاضر همکاری
 داشتند، کمال تشکر را داریم.

مطالعات کافی در جامعه زنان، عدم کنترل تغذیه و مصرف دارو
 توسط آزمودنی‌ها، عدم کنترل فعالیت ورزشی خارج از برنامه و ...
 اشاره کرد. بر این اساس، ضمن توصیه به یافته‌های تحقیق حاضر
 در طراحی برنامه‌های مقاومتی، پیشنهاد می‌شود مطالعات
 بیشتری در جامعه زنان و به ویژه در سنین مختلف، صورت گیرد.

Apel, J. M., Lacey, R. M., & Kell, R. T. (2011). A comparison of traditional and weekly undulating periodized strength training programs with total volume and intensity equated. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 25(3), 694-703.

American College of Sports Medicine. (2010). *ACSM's resources for the personal trainer. Resistance training programs*. 3th Edition. Lippincott Williams & Wilkins.

American College of Sports Medicine. (2010). *ACSM's health-related physical fitness assessment manual*. 4th Edition. Lippincott Williams & Wilkins.

Buford, T. W., Rossi, S. J., Smith, D. B., & Warren, A. J. (2007). A comparison of periodization models during nine weeks with equated volume and intensity for strength. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 21(4), 1245-1250.

Chursch, M., Chilibeck, P., Chad, K., Davison, K., & Burke, D. (2001). Creatine supplementation combined with resistance training in older men. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 33(12), 2111-2117.

De Lima, C., Bouslosa, D., Frollini, A., Donatto, F., Leite, R., Gonelli, P., & Cesar, M. (2012). Linear and daily undulating resistance training periodizations have differential beneficial effects in young sedentary women. *International Journal of Sports Medicine*, 33(9), 723-727.

Evetovich, T. K. (2009). Progression models in resistance training for healthy adults. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 41(6), 687-708.

Fleck, S. (2011). Non-linear periodization for general fitness & athletes. *Journal of Human Kinetics*, 29 (Special Issue), 41-45.

Hamedinia, M. R., Azimi, H., & Haghghi, A. H. (2010). Comparing the two resistance training program reverse linear and daily undulating periodized with total volume and intensity equated on non-athletes endurance. *Applied Sport Physiology*, 12(6), 119-131. [persian]

Harries, S. K., Lubans, D. R., & Callister, R. (2015). Comparison of resistance training progression models on maximal strength in sub-elite adolescent rugby union players. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 19(2), 163-169.

Jones, K., Bishop, P., Hunter, G., & Fleisig, G. (2001). The effects of varying resistance-training loads on intermediate-and high-velocity-specific adaptations. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 15(3), 349-356.

Kok, L. Y., Hamer, P. W., & Bishop, D. J. (2009). Enhancing muscular qualities in untrained women: Linear versus undulating periodization. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 41(9), 1797-1807.

Kraemer, W. J. (1997). A series of studies-the physiological basis for strength training in american football: Fact over philosophy. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 11(3), 131-142.

Kraemer, W. J., Hakkinen, K., Triplett-McBride, N. T., Fry, A. C., Koziris, L. P., Ratamess, N. A., & Newton, R. U. (2003). Physiological changes with periodized resistance training in women tennis players. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 35(1), 157-168.

Kraemer, W. J., Nindl, B. C., Ratamess, N. A., Gotshalk, L. A., Volek, J. S., Fleck, S. J., & Hakkinen, K. (2004). Changes in muscle hypertrophy in women with periodized resistance training. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 36(4), 697-708.

Kraemer, W. J., & Ratamess, N. A. (2004). Fundamentals of resistance training: Progression and exercise prescription. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 36(4), 674-688.

Kraemer, W. J., Mazzetti, S. A., Nindl, B. C., Gotshalk, L. A., Volek, J. S., Bush, J. A., ... & Hakkinen, K. (2001). Effect of resistance training on women's strength/power and occupational performances. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 33(6), 1011-1025

Lorenz, D. S., Reiman, M. P., Walker, J. C. (2010). Periodization: Current review and suggested implementation for athletic rehabilitation. *Sports Health*, 2(6), 509-518.

Mackenzie, B. (2005). *101 Performance Evaluation Tests*. London: Electric World plc.

Moraes, E., Alves, H. B., Teixeira, A. L., Dias, M. R., Miranda, H., & Simao, R. (2014). Relationship between repetitions and selected percentage of one repetition maximum in trained and untrained adolescent subjects. *Journal of Exercise Physiology Online*, 17(2), 27-35.

Moraes, E., Fleck, S.J., Dias, M.R., & Simão, R. (2013). Effects on strength, power, and flexibility in adolescents of nonperiodized vs. Daily nonlinear periodized weight training. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 27(12), 3310-3321.

Monteiro, A. G., Aoki, M. S., Evangelista, A. L., Alveno, D. A, Monteiro, G. A., Picarro, I. C., & Ugrinowitsch, C. (2009). Nonlinear periodization maximizes strength gains in split resistance training routines. *Strength & Conditioning Research*, 23(4), 1321-6

Nieman, D. (2011). *Exercise testing and prescription: a health-related approach*. 7th Edition. Appalachian state university, North carolina research campus.

Pagano, J. (2005). *Strength training for women*. 1th Edition. DK Publishing, Inc.

Prestes, J., De Lima, C., Frollini, A. B., Donatto, F. F., & Conte, M. (2009). Comparison of linear and reverse linear periodization effects on maximal strength and body composition. *Strength & Conditioning Research*, 23(1), 266- 274.

Prestes, J., Frollini, A. B., De Lima, C., Donatto, F. F., Foschini, D., De Cássia Marqueti, R., & Fleck, S. J. (2009). Comparison between linear and daily undulating periodized resistance training to increase strength. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 23(9), 2437-2442.

Procopio, A. M. (2014). Impact of resistance training on bone mineral density and performance in competitive female gymnasts. Ms Thesis, Kinesiology Department, University of Rhode Island.

Ramalingam, S., & Yee, K. L. (2013). Comparison of linear and daily undulating periodization with equated volume and intensity for muscular endurance in adolescent athletes. *Asian Journal of Exercise & Sports Science*, 10(2), 36-48

Rhea, M. R., Phillips, W. T., Burkett, L. N., Stone, W. J., Ball, S. D., Alvar, B. A., & Thomas, A. B. (2003). A comparison of linear and daily undulating periodized programs with equated volume and intensity for local muscular endurance. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 17(1), 82-87.

Simão, R., Spinetti, J., De Salles, B. F., Matta, T., Fernandes, L., Fleck, S. J., & Strom-Olsen, H. E. (2012). Comparison between nonlinear and linear periodized resistance training: Hypertrophic and strength effects. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 26(5), 1389-1395

Abstract

Effect of linear and nonlinear periodized programs on muscular strength and endurance in untrained adolescence girlsNasrin Niazi Nezhad¹, Abdolhossein Parnow^{2*}, Rasoul Eslami³

1. MSc. in Applied Exercise Physiology, Faculty of Sport Sciences, Razi University, Kermanshah, Iran.

2. Assistant Professor of Exercise Physiology, Faculty of Sport Sciences, Razi University, Kermanshah, Iran.

3. Assistant Professor of Exercise Physiology, Faculty of Sport Sciences, Alameh Tabatabaiee University, Tehran, Iran.

Background and Aim: The effect of periodization has been confirmed on the training adaptations; but the most effective approach are not known well for strength and endurance development for a wide variety of populations; therefore, the aim of present study was to investigate the effect of linear periodized (LP) and Nonlinear periodized (NLP) resistance training on muscular strength and endurance in untrained adolescence girls. **Materials and Methods:** A number of 23 untrained adolescence girls were randomly assigned into 3 groups including control group, LP group, and NLP group. The linear model of periodization include a volume decrease and an intensity gradually increase as training progressive and the nonlinear model of periodization includes an increase and decrease of the intensity and volume training, respectively during cycles training. 48 hours before and after 8 weeks protocols, the upper and lower body muscular strength were assessed via 1RM leg press and bench press movements respectively, and lower and upper body muscular endurance were measured through push up and squat movement, respectively as well. The data was analyzed using ANCOVA test and the significance level was considered if $p < 0.05$. **Results:** Data analysis showed that LP and NLP significantly increased upper and lower body muscular strength, upper body muscular endurance ($p < 0.001$), lower body muscular endurance ($p = 0.01$), and decrease body fat percent ($p = 0.04$). In addition, LP led to more increase in lower body muscular strength ($p = 0.04$), and NLP led to more increase in upper body muscular endurance ($p = 0.03$), while there was no significant difference in explosive power ($p = 0.07$), upper body muscular strength ($p = 0.88$), lower body muscular endurance ($p = 0.99$) and body fat percent ($p = 0.64$) between LP and NLP groups ($p > 0.05$). **Conclusion:** Although muscular strength and endurance are improved by the LP and NLP models; the LP model is better training method to improve lower body muscular strength and NLP model is a more approach to improve upper body muscular endurance in untrained adolescence girls, although strength and endurance of muscles are improved in the result of LP and NLP models.

Keywords: Resistance training, Linear periodization, Nonlinear periodization, Adolescence girls, Muscular strength and endurance.

Journal of Practical Studies of Biosciences in Sport, vol. 6, no. 11, Spring & Summer 2018

Received: May 18, 2016

Accepted: Sep 17, 2016

*Corresponding Author, Address: Faculty of Kermanshah, Iran;
Email: parnowabdolhossein@gmail.com