

«مقاله پژوهشی»

تأثیر آموزش خطی و غیرخطی بر الگوی هماهنگی مهارت دراپ فورهند بدمینتون در دختران نوجوان

فرناز ترابی^{1*}، معصومه ممتازی²

1. دانشیار، گروه تربیت بدنی، دانشگاه پیام نور

2. کارشناسی ارشد، تربیت بدنی، دانشگاه پیام نور

تاریخ دریافت: 1400/06/01 تاریخ پذیرش: 1400/12/22

Comparison of the Effect of Linear and Non-Linear Training on the Coordination Pattern of Drop forehand Badminton Skills in Adolescent Girls

F. Torabi^{*1}, M. Momtazi²

1. Associate Professor, Physical Education Department, Payame Noor University

2. MA of Physical Education, Payame Noor University

Received: 2021/08/23 Accepted: 2022/03/13

Abstract

The aim of this study was to compare the effect of linear and nonlinear training on the coordination pattern of drop forehand badminton skills of adolescent girls in Tehran. The research method was quasi-experimental and was performed as pretest and post-test. The statistical population of the present study consisted of all adolescent girls aged 10 to 12 years in Shiroodi Club, District 7 of Tehran. The statistical sample of this study consisted of 30 beginner girls in badminton who had less than 3 months of experience in badminton, who were selected by purposive sampling and randomly divided into two groups of linear and nonlinear training. Thirty participants were trained in drop forehand skills using linear and nonlinear training methods. The linear method was designed and implemented based on traditional and conventional methods and in contrast to the nonlinear method derived from ecological dynamics using task constraints (rules related to activity and equipment). For data analysis, descriptive (mean and standard deviation) and inferential (paired t-test and analysis of covariance) statistical methods were used on SPSS software version 22. The results of the present study showed that the two groups had a significant difference in the pattern of coordination and accuracy of drop forehand skills and the nonlinear training group had better performance than the linear group ($p < 0.05$). The results of the present study showed that nonlinear training is a good method to improve the coordination patterns of drop forehand badminton skills in adolescents.

Keywords

Linear Training, Nonlinear Training, Coordination Patterns, Badminton, Drop Forehand, Girls

چکیده

پژوهش حاضر با هدف مقایسه تأثیر آموزش خطی و غیرخطی بر الگوی هماهنگی مهارت دراپ فورهند بدمینتون دختران نوجوان شهر تهران انجام شد. روش پژوهش نیمه تجربی بود و به صورت پیش‌آزمون و پس‌آزمون انجام شد. جامعه آماری پژوهش حاضر را کلیه دختران نوجوان 10 تا 12 سال باشگاه شیروودی منطقه هفت شهر تهران تشکیل دادند. نمونه آماری این پژوهش را 30 نفر از دختران مبتدی در رشته بدمینتون که سابقه فعالیت کمتر از 3 ماه در رشته بدمینتون داشتند، تشکیل دادند که به شیوه نمونه‌گیری هدفمند انتخاب شدند و به صورت تصادفی به دو گروه آموزش خطی و غیرخطی تقسیم شدند. 30 شرکت‌کننده مهارت دراپ فورهند را با استفاده از دو روش آموزش خطی و غیرخطی آموزش دیدند. روش خطی بر پایه روش‌های سنتی و مرسوم و در مقابل روش غیرخطی برگرفته از پویایی‌های بوم‌شناختی با استفاده از قیود تکلیف (قوانین مربوط به فعالیت و تجهیزات) طرح‌ریزی و اجرا شد. برای تحلیل اطلاعات از روش‌های آماری توصیفی (میانگین و انحراف معیار) و استنباطی (آزمون t زوجی و تحلیل کوواریانس) بر روی نرم‌افزار آماری Spss نسخه 22 استفاده شد. نتایج پژوهش حاضر نشان داد که دو گروه در الگوی هماهنگی و دقت مهارت دراپ فورهند تفاوت معناداری با هم داشتند و گروه آموزش غیرخطی نسبت به گروه خطی از عملکرد بهتری برخوردار بود ($p < 0/05$). نتایج پژوهش حاضر نشان داد که آموزش غیرخطی می‌تواند روش مناسبی در جهت بهبود الگوهای هماهنگی مهارت دراپ فورهند بدمینتون در نوجوانان باشد.

واژه‌های کلیدی

آموزش خطی، آموزش غیرخطی، الگوهای هماهنگی، بدمینتون، دراپ فورهند، دختران

مقدمه

رویکردها که نوعاً به دنبال همسانی در حرکت هستند (رانگانتان و نیول⁵، 2013)، اغلب تغییرپذیری به عنوان خطای اندازه‌گیری قلمداد می‌شود که باید حذف گردد. اما نباید فراموش کرد که هر فردی که در صدد یادگیری مهارت حرکتی باشد، موجودی پیچیده با درجات آزادی فراوان و تجارب حرکتی مختلف به حساب می‌آید که دارای تمایلات ذاتی برای شکل دادن به الگوهای هماهنگی است. بر همین اساس تئوری پویایی‌های بوم‌شناختی پیشنهاد می‌کند که یادگیرندگان باید به عنوان سیستم‌های پویای غیرخطی درک شوند که شامل بخش‌های بی‌شمار هستند و به صورت خودسازمان برای شکل‌گیری الگوهای پایدار با یکدیگر تعامل می‌کنند (دیویدز، باتون و بنت⁶، 2008).

در سال‌های اخیر، تحقیق و بررسی تعلیماتی و متدولوژی ورزش باعث شده است که پیشنهادها و روندهای جدیدی در آموزش ورزشی مانند آموزش غیرخطی ظاهر شود. یکی از مهم‌ترین جنبه‌هایی که این رویکرد جدید منتقل می‌کند، نیاز به درک عملکرد ورزشی به عنوان یک رابطه سازگاری بازیکن با محیط است و نه به عنوان یک فرایند مکانیکی اجرا که قبل از آن الگویی ارائه می‌شود. درک این رویکرد جدید بسیار مهم است، زیرا روان‌شناسی زیست محیطی به ما می‌گوید که رفتار انسان نمی‌تواند خارج از زمینه‌ای که در آن رخ می‌دهد، تجزیه و تحلیل شود (مارتین - برارو و لازاراگا⁷، 2020). علاوه بر این، روند یادگیری و بهبود عملکرد بازیکن با جمع قابل تقسیم کیفیت‌های مختلف ورزشکار تعیین نمی‌شود؛ بلکه با یک فرایند خودسازماندهی امکان‌پذیر می‌شود تا ظرفیت‌ها و توانایی‌های مختلف ورزشکار بهینه شود (فلورس - رودریگز⁸، 2019). این رویکرد جدید اساساً با روش‌های سنتی آموزش، مبتنی بر تکرار الگوهای بسته حرکتی و جایی که تصمیم‌گیری محدود به زمینه‌ها و شرایط بسته است، متفاوت است (بالاگو و همکاران⁹، 2019).

در تکلیف هماهنگ که شامل عنصر چندگانه با درجات آزادی هستند، افراد می‌توانند ضمن رسیدن به نتایج تکلیفی یکسان از تنوعی از ترکیب‌های مختلف بخش‌های سیستم استفاده کنند (لی و همکاران¹⁰، 2014). بدین ترتیب رویکرد

فراگیری مهارت‌های حرکتی کار پیچیده‌ای است که باید از منظر جامع تجزیه و تحلیل شود تا استراتژی‌های مناسب‌تر برای پیشرفت دانش‌آموزان به عنوان یک کل را پیدا کند (گومز - کرایدو و والورد - استیو¹، 2021). حرکات هماهنگ دامنه وسیعی از مهارت‌های روزانه و ورزشی را در برمی‌گیرد و درحقیقت، لازمه اجرای هر مهارتی هماهنگ کردن اجزای متعدد حرکت در حالات متفاوت است. یادگیری حرکتی و اکتساب هماهنگی فرایند جستجو برای الگوهای هماهنگی کارکردی است که یادگیرنده می‌تواند بهترین الگوی هماهنگی را متناسب با شرایط به کار گیرد. هر فردی ویژگی‌ها و تجارب متفاوتی دارد و این موضوع بر ظهور الگوهای حرکتی از سوی فرد، تأثیر می‌گذارد. تفاوت‌های فردی و اکتشاف الگوهای هماهنگی، چندجانبه بودن و پویایی فرایند یادگیری را نشان می‌دهند. واضح است که یادگیری و کسب تبحر در اجرای حرکات هماهنگ به دلیل اجرای همزمان دو عضو دشوارتر از سایر حرکاتی است که تنها در یک عضو اجرا می‌شوند. سوآلی که در حوزه کنترل و یادگیری حرکتی مطرح می‌شود این است که چگونه سیستم عصبی مرکزی چندین تکلیف حرکتی پیچیده را سازماندهی و اجرا می‌کند؟ از این رو، داشتن یک رویکرد آموزشی مناسب که عوامل اثرگذار بر یادگیری را به حساب آورد، برای اکتساب یک مهارت ورزشی ضروری است (موسوی و همکاران، 1399).

تحقیقات قبلی نشان داده است که متداول‌ترین روش آموزش تربیت بدنی در سراسر جهان، رویکرد سنتی است (موی، رنشاو و دیویدز²، 2014). در تئوری‌های سنتی اکتساب مهارت بر مبنای استدلال منطقی و کلامی‌سازی، تقلید و درونی‌سازی دانش اخباری و رویه‌ای با استفاده از روش‌های آشکار یا تکرار دستورالعمل‌های کلامی برای رسیدن به هدف تکلیف انجام می‌شده است (آبرنتی و همکاران³، 2007). فرض زیربنای یک چنین رویکردی این است که یک الگوی حرکتی ایده‌آل برای هر تکلیف وجود دارد و نقش تمرین‌دهنده این است که یادگیرنده را برای خلق مجدد آن الگو کمک کند (ویلیامز و هادگس⁴، 2005). در این نوع

5. Ranganathan, Newell
6. Davids, Button, Bennett
7. Martín-Barrero, Lazarraga
8. Flores-Rodríguez
9. Balagué
10. Lee

1. Gómez-Criado, Valverde-Esteve
2. Moy, Renshaw, Davids
3. Abernethy
4. Williams, Hodges

این راستا می‌تواند به اثربخشی بیشتر تمرینات ورزشکاران منجر شود. کومار، پاندوین، چالت و شیفت⁵ (2019)، ماچادو و همکاران⁶ (2019) و سرکیلاتهی⁷ (2020) در پژوهش‌های خود تمرینات غیرخطی را به عنوان راهکاری تمرینی و اثربخش در زمینه بهبود عملکرد و کسب هماهنگی در مهارت‌های حرکتی معرفی کردند.

با این حال و در این راستا نتایج تحقیقات نشان می‌دهد به‌طور مشخص افراد از الگوهای هماهنگی مختلفی برای رسیدن به اهداف تکلیف بهره می‌گیرند و این مسئله در رویکردهای سنتی آموزش مورد توجه قرار نگرفته است. از سویی شعار اصلی در رویکرد نوین آموزش، فراهم ساختن امکان ظهور این الگوهای هماهنگی و توجه به پویایی یادگیری و یادگیرنده است. به واقع، تشویق یادگیرنده برای اکتشاف، با این هدف انجام می‌شود که ضمن بهره‌گیری از تمایلات افراد، به اهداف تکلیف دست یابد. در زمینه مداخلات آموزشی با رویکرد غیرخطی پژوهش‌های اندک و بسیار محدودی در داخل کشور انجام شده و اثربخشی این تمرینات در الگوی مختلف تمرینی در حاله‌ای از ابهام است و نیاز است تا مهارت‌های مختلف مورد بررسی قرار گیرد تا بتوان در زمینه اثربخشی این تمرینات به نتایج مستندتری دست یافت. لذا با توجه به خلأ تحقیقاتی در زمینه نقش این تمرینات در مهارت دراپ فورهند در بدمیتون، این پژوهش در نظر دارد تا به بررسی تأثیر آموزش غیرخطی بر ظهور الگوی هماهنگی در مهارت دراپ فورهند در بدمیتون بپردازد.

روش تحقیق

با توجه به موضوع، تکنیک و روش کار، این تحقیق از نوع تحقیقات نیمه تجربی است که به‌صورت میدانی اجرا گردید. جامعه آماری پژوهش حاضر را کلیه دختران نوجوان 10 تا 12 سال باشگاه شیروودی منطقه هفت شهر تهران که در کلاس‌های آموزش تابتسانی بدمیتون شرکت کرده و دوره مقدماتی را آغاز کرده بودند، تشکیل دادند. شرکت‌کنندگان در مطالعه حاضر از طریق تبلیغات (شبکه‌های اجتماعی، پوسترهای چاپ شده در باشگاه شیروودی منطقه هفت شهر تهران) به شیوه نمونه‌گیری هدفمند انتخاب شدند و به صورت تصادفی به دو گروه آموزش خطی و غیرخطی تقسیم شده و

آموزش غیرخطی، تغییرپذیری کارکردی (سازشی) را مدنظر قرار داده است (اسمیت و همکاران¹، 2014). رویکرد غیرخطی آموزش هم از طریق دستکاری قیود تکلیف مانند دستورالعمل‌ها، قوانین مربوط به فعالیت و تجهیزات (به عنوان مثال راکت توپ و اندازه زمین) تلاش می‌کند با فراهم‌سازی عملکردی، موجب یکی‌شدن عمل و ادراک گردد تا یادگیرنده را به کشف راه‌حل‌های مختلفی تشویق کند که برای آن مناسب‌ترین است (تان، چاو و دیویدز²، 2012). به طور قطع ادراک و تجارب هر فرد با فرد دیگر متفاوت است که در این رویکرد سعی می‌شود به ظهور الگوی اختصاصی منحصر به هر فرد کمک کند و تفاوت‌های فردی در یک چارچوب آموزشی مناسب در نظر گرفته شوند، بر همین اساس در رویکرد غیرخطی آموزش بر نتایج حرکت بیشتر از شکل حرکت تأکید می‌شود (چاو و همکاران، 2008)؛ همان گونه که برنشتاین³ (1967) نشان داد که آهنگران در ضربه زدن به چکش به صورت یکسان عمل نکردند (آبرنسی و همکاران، 2007).

در این راستا کومار، چاو، چالت و شیفت⁴ (2014) به بررسی اثر دستورالعمل‌های قیاسی در شنای قورباغه پرداختند. علی‌رغم اینکه کیفیت هماهنگی بین اندامی در گروه قیاسی بهبود یافت، نتایج حرکت این گروه نسبت به گروه کنترل که سریع‌تر طی کردن مسافت بود، تفاوتی را نشان نداد. همچنین کومار و همکاران (2015)، در تحقیقی با عنوان دیجنرسی عصبی زیستی در حمایت از ثبات، انعطاف‌پذیری و پتانسیل‌های چندگانه در مهارت‌های حرکتی پیچیده، نشان دادند که دیجنرسی می‌توانست نقش کارکردی در اطمینان از ثبات در عین انعطاف‌پذیری در اکتساب مهارت حرکتی داشته باشد. علاوه بر آن، لی و همکاران (2014) با استفاده از فرآیند دستکاری قیود به آموزش مهارت فورهند تنیس به دو روش خطی و غیرخطی پرداختند و نشان دادند که تغییرپذیری حرکت الزاما مضر نیست و برای به دست آوردن یک مهارت جدید مورد نیاز است، اگرچه دو گروه در رسیدن به نتایج تکلیف عملکرد یکسانی داشتند. با این حال دستیابی به الگوی هماهنگ و متناسب در مهارت‌های حرکتی جزء اهداف نهایی تمرین و تکرار است و شناخت راهکارهای مناسب تمرینی در

1. Smith
2. Tan, Chow
3. Bernstein
4. Komar, Chow, Chollet, Seifert

5. Komar, Potdevin, Chollet, Seifert

6. Machado

7. Särkilahti

چهار، سه، دو و یک است. چنانچه توپ به لبه تور یا طناب بخورد، ضربه تکرار می‌شود اما اگر به مناطقی خارج از بخش‌های رسم شده فرود آید یا از بالای طناب عبور کند، امتیازی تعلق نمی‌گیرد (متشرعی و همکاران، 1397).

روش گردآوری این مطالعه به روش میدانی بود. در ابتدا از والدین رضایت نامه آگاهانه کتبی کسب شد. همچنین کودکان نیز به صورت شفاهی تمایل خود را برای شرکت در پژوهش اعلام کردند. سپس شرکت‌کنندگان با اهداف تحقیق و نحوه امتیازدهی و اجرای آزمون‌های مورد نظر آشنا گردیدند. مطالعه شامل مراحل پیش‌آزمون، مداخله (تمرین) و پس‌آزمون بود. در ابتدا شرکت‌کنندگان برای آشنایی با تکلیف موردنظر به اجرای 5 بار دراپ فورهند پرداختند. شکل مهارت دراپ توسط یک فرد ماهر به آزمودنی‌ها نمایش داده شد و سپس قیود تکلیف شامل قوانین مربوط به دراپ فورهند گفته شد و با چند بار تکرار اطمینان حاصل شد که قوانین را یاد گرفته‌اند. در مرحله پیش‌آزمون شرکت‌کنندگان اقدام به انجام 10 کوشش دراپ فورهند نمودند. در حین اجرای تکلیف دراپ فورهند، توسط دوربین مورد نظر (دوربین فیلمبرداری CASIO-EXZR700) که در سطح جانبی (به سمت دستی که راکت در دست آزمودنی‌ها قرار دارد) قرار گرفته است اقدام به ضبط فیلم اجرای مهارت شد (مارکرها برای تحلیل‌های ساده‌تر بر مفصل آرنج، شانه و مچ نصب شد). در مرحله مداخله (تمرین)، که به مدت شش هفته و هر هفته 3 جلسه 60 دقیقه‌ای به طول انجامید گروه‌های آموزش خطی و آموزش غیرخطی به تمرینات مربوطه پرداختند. در مرحله پس‌آزمون نیز شرکت‌کنندگان اقدام به انجام 10 کوشش دراپ فورهند کردند. پروتکل تمرینی در پژوهش حاضر به شرح ذیل می‌باشد:

روش غیرخطی: برای دستکاری قیود تکلیف در شرایط آموزش غیرخطی و انجام تمرین به صورت غیرخطی، ابتدا شکل اجرای مهارت توسط یک فرد ماهر به آزمودنی‌ها نمایش داده شد. سپس، قیود تکلیف شامل قوانین مربوط به این سرویس و خطاهای آن به افراد گفته شد و با چند بار تکرار اطمینان حاصل شد که قوانین را کامل یاد گرفته باشند. برای کوشش‌های تمرینی قیود فردی و تکلیف را به 10 روش زیر دستکاری کردیم: کوتاه کردن ارتفاع تور، افزایش ارتفاع تور، کاهش منطقه دراپ، افزایش منطقه دراپ، استفاده از توپ پلاستیکی، استفاده از توپ پر، استفاده از راکت تنیس روی میز، اجرای دراپ مورب، استفاده از راکت تنیس خاکی، استفاده از راکت به همراه کاور) این دستکاری‌ها در هر جلسه

با توجه به معیارهای ورود (نوجوانان سالم، دختر 10-12 ساله؛ سابقه کمتر از 3 ماه فعالیت در رشته بدمینتون و رضایت پزشکی) و معیارهای خروج (هرگونه بیماری قلبی عروقی؛ دیابت؛ محدودیت ارتوپدی/عصبی؛ افسردگی شدید براساس پرسش‌نامه افسردگی بک؛ استفاده از داروها) تأیید شدند. حداقل اندازه نمونه 26 نفر (سیزده نفر در هر گروه) با محاسبه توان (G*Power نسخه 3,1,9,2) با استفاده از آلفای 5 درصد، بتای 80 درصد و اندازه اثر 0/88 براساس مطالعات پیشین، اقتباس گردید. در مطالعه حاضر جهت افت نمونه‌ها در مراحل مختلف تحقیق، تعداد 15 نفر در هر گروه انتخاب گردیدند.

در این پژوهش برای جمع‌آوری داده‌ها از فرم رضایت آگاهانه، پرسش‌نامه تندرستی، فعالیت بدنی و سلامت پزشکی، ترازوی دیجیتال سکا جهت اندازه‌گیری وزن، مترنوااری جهت اندازه‌گیری قد، دوربین فیلمبرداری (از دوربین دیجیتال مدل CASIO-EXZR700 با فرکانس 120 هرتزی با نصب در طرف جانبی آزمودنی‌ها (سطح ساجیتال) در فاصله 3 متری برای فیلمبرداری از اجرای مهارت دراپ فورهند آزمودنی‌ها استفاده گردید)، نرم‌افزار کینوا نسخه 0/8 (نرم‌افزار کینوا نسخه 0/8 یک پخش کننده ویدئو برای آنالیز حرکات ورزشی است. این نرم‌افزار مجموعه‌ای از ابزارها مانند ضبط کردن، کند کردن ویدئو، مطالعه و مقایسه، حاشیه‌نویسی و اندازه‌گیری عملکرد فنی را فراهم می‌سازد. در این مطالعه مارکر بر مفصل آرنج، مفصل مچ و مفصل شانه شرکت‌کنندگان نصب می‌گردد که در هنگام فیلمبرداری و تحلیل در محیط نرم‌افزار کینوا مفاصل دقیق مشخص باشد) و آزمون فورهند دراپ فرنچ و همکاران (1996) استفاده شد که در ادامه به شرح آن پرداخته خواهد شد.

آزمون فورهند دراپ فرنچ و همکاران (1996): هدف از این آزمون بررسی دقت ضربات فورهند دراپ است. در این آزمون نوار پارچه‌ای به طول تور بدمینتون با طناب با فاصله 50 سانتیمتر در بالای تور محکم نصب شده و چهار مربع یک متر در یک متر در سمت چپ زمین و در بخش جلویی و کناری زمین رسم می‌شود. آزمون شونده در زمین مقابل و در سمت راست زمین خود قرار می‌گیرد و تلاش می‌کند توپ‌هایی را که توسط آزمون‌گر به وسیله سرویس بلند به سمت او ارسال شده است، از محدوده بین طناب و تور به مناطق مشخص شده ارسال کند. امتیاز مربع‌ها به ترتیب

شده فرمول سیداوی (1995) است استفاده شده است. زمانی که از No-RMS به منزله روشی برای کمی کردن هماهنگی استفاده می‌شود، انحراف معیار داده‌ها که نشان‌دهنده پراکندگی داده‌های مربوط به یک کوشش است عامل تعیین‌کننده‌ای است و اختلاف زیاد این شاخص در کوشش‌های مختلف نتایج را تحت تأثیر قرار می‌دهد و مشکل‌ساز می‌شود. برای رفع این مشکل مولینوکس (2001) روش همسان کردن داده‌ها در تمام کوشش‌ها را پیشنهاد کرد. در این تحقیق به منظور همسان کردن داده‌های تمام کوشش‌ها از نرم‌افزار متلب و دو روش شبکه عصبی مصنوعی و درون‌یابی استفاده شد. در زمان فیلمبرداری از حرکت با استفاده از دوربین قرمز این امکان وجود دارد که دوربین‌ها بخشی از حرکت برخی مارکرها را تشخیص ندهند و موفق به ضبط اطلاعات آنها نشوند. در این تحقیق برای رفع این مشکل از روش شبکه عصبی مصنوعی به منظور پیش‌بینی اطلاعات از دست رفته استفاده شد تا در تک‌تک فرم‌ها برای تمام مارکرها اطلاعات وجود داشته باشد. سپس با استفاده از سه نوع درون‌یابی خطی، اسپالین و نیارسیت که در نرم‌افزار متلب صورت گرفت، داده‌ها در تمامی کوشش‌ها همسان شدند و در نهایت از داده‌های همسان شده به وسیله درون‌یابی اسپالین به دلیل داشتن بیشترین میانگین SNR به منظور کمی کردن هماهنگی درون عضوی شانه، آرنج و مچ استفاده شد. پس از همسان شدن داده‌ها با استفاده از فرمول مولینوکس (2001) No-RMS برای هر فرد در پیش‌آزمون و پس‌آزمون محاسبه شد.

به منظور تجزیه و تحلیل اطلاعات، از روش‌های آمار توصیفی (میانگین و انحراف معیار) و استنباطی (آزمون تی وابسته و آزمون کوواریانس) استفاده شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه 22 انجام گردید.

یافته‌ها

در جدول 1. میانگین و انحراف معیار سن، قد و وزن شرکت‌کنندگان در گروه‌های مختلف ارائه گردیده است. علاوه بر این نتایج آزمون تی مستقل حاکی از این می‌باشد که گروه‌ها در هر سه متغیر به علت بالاتر بودن سطح معناداری از 0/05 همگن می‌باشند.

جدول 1. میانگین و انحراف معیار مربوط به سن، قد و وزن آزمودنی‌ها

گروه	تعداد	سن (سال)	قد (سانتی‌متر)	وزن (کیلوگرم)
آموزش غیرخطی	15	11/0±13/91	126/80±10/09	31/3±26/23
آموزش خطی	15	10/0±93/88	122/8±93/68	30/2±73/76
آزمون تی مستقل	-	(t=0/60, P=0/54)	(t=1/12, P=0/27)	(t=0/48, P=0/63)

تمرین برای همه افراد گروه غیرخطی انجام شد که تغییرپذیری و هماهنگی کارکردی را تشویق می‌کرد (موسوی و همکاران، 1399). هر کدام از افراد برای هر دستکاری 10 کوشش تمرینی انجام دادند و قبل از اجرای تمرین به آنها این نکته یادآوری شد که نتیجه سرویس با حالت نرمال اجرا هیچ تفاوتی نباید داشته باشد. شرکت‌کنندگان در این گروه دستورالعمل‌هایی براساس میزان پیشرفت در 20 کوشش آخر در هر دور تمرینی دریافت کردند (براساس نقاط عطف بازی‌های توری اقتباس شده از هاپر) و در صورت تأیید، به مرحله بعدی هدایت شدند (لی و همکاران، 2014).

روش خطی: برای آموزش سرویس دراپ فورهند به روش خطی، ابتدا نحوه گرفتن توپ و راکت بدمیتون و در ادامه، شکل قرارگرفتن در موقعیت سرویس، بهترین موقعیت برای زدن سرویس و نحوه وارد کردن ضربه، توضیح و نمایش داده شد. پس از چندین اجرای اول، در صورت نیاز اجرای سرویس دوباره نمایش داده می‌شد. همچنین، تمرین‌های ویژه این نوع سرویس را در برنامه تمرینی گنجانیدیم تا یادگیرنده به الگوی ایده‌آل و بهینه دست پیدا کند. محور اصلی این رویکرد استفاده از نشانه‌های دستوری و تمرین‌های تکراری است که فرصت کمی را برای کشف باقی می‌گذارد. تلاش اصلی در راستای خلق الگوی ایده‌آل توسط یادگیرنده بود. شرکت‌کنندگان در طی 20 کوشش آخر در هر دوره تمرینی دستورالعمل‌هایی براساس پیشرفت دریافت کردند.

نتایج تحقیقات انجام شده درباره سینماتیک ضربه دراپ فورهند بدمیتون نشان می‌دهد که اگرچه ضربه دراپ فورهند بدمیتون یک مهارت چندمفصلی است، در این مهارت حرکات مفاصل نزدیک به ضربه شاتل به خصوص مفاصل شانه، آرنج، مچ و هماهنگی بین این مفصل نقش تعیین‌کننده برای موفقیت در اجرای این مهارت دارند. بنابراین در این تحقیق حرکات مفاصل شانه، آرنج، مچ و نمودار زاویه-زاویه آرنج-مچ و نمودار زاویه-زاویه شانه-آرنج به منزله داده‌های سینماتیکی تحت بررسی قرار گرفت. به این جهت از روش محاسبه No-RMS برای کمی کردن اطلاعات نمودار زاویه-زاویه و بررسی هماهنگی حرکتی استفاده شده است. به این منظور از فرمول مولینوکس (2001) که شکل اصلاح

جدول 2. تغییرات بین گروهی و درون گروهی الگوی هماهنگی زاویه‌ای میج - آرنج، زاویه‌ای آرنج - شانه و دقت دراپ فورهند

متغیر	گروه	پیش‌آزمون	پس‌آزمون	تفاوت‌های درون گروهی	تفاوت‌های بین گروهی (کوواریانس)	
					F	P
زاویه‌ای میج - آرنج	غیرخطی	26/46 ± 7/88	18/73 ± 4/75	(t = 2/78, P = 0/01)	3/55	0/043*
	خطی	28/40 ± 7/92	22/40 ± 6/23	(t = 2/34, P = 0/03)		
زاویه‌ای آرنج - شانه	غیرخطی	24/40 ± 4/88	12/20 ± 3/72	(t = 8/18, P = 0/001)	7/18	0/012*
	خطی	22/53 ± 5/24	16/80 ± 5/00	(t = 2/75, P = 0/01)		
دقت دراپ فورهند	غیرخطی	1/10 ± 0/35	2/44 ± 0/45	(t = -9/99, P = 0/001)	30/86	0/001*
	خطی	1/18 ± 0/29	1/62 ± 0/35	(t = -3/91, P = 0/002)		

تفاوت‌های معنادار از پیش‌آزمون به پس‌آزمون، * تفاوت معنادار بین دو گروه (گروه آموزش غیرخطی با گروه آموزش خطی).

همچنین میانگین الگوی هماهنگی زاویه‌ای آرنج - شانه در گروه آموزش غیرخطی به‌طور معناداری نسبت به گروه آموزش خطی کمتر بوده است. مقدار مجذور اتا برابر است با 0/21، بدین معنا که حدود 21 درصد از تغییرات الگوی هماهنگی زاویه‌ای آرنج - شانه از تفاوت در گروه آموزش غیرخطی می‌باشد و توان آزمون برای تشخیص این تفاوت 73 درصد مشاهده شد. بنابراین بین اثر آموزش خطی و غیرخطی بر الگوی هماهنگی زاویه‌ای آرنج - شانه تفاوت معناداری وجود دارد.

و در آخر، میانگین دقت مهارت در گروه آموزش غیرخطی به‌طور معناداری نسبت به گروه آموزش خطی بیشتر بوده است. مقدار مجذور اتا برابر است با 0/53، بدین معنا که حدود 53 درصد از تغییرات دقت مهارت از تفاوت در گروه آموزش غیرخطی می‌باشد و توان آزمون برای تشخیص این تفاوت 100 درصد مشاهده شد. بنابراین بین اثر آموزش خطی و غیرخطی بر دقت مهارت تفاوت معناداری وجود دارد.

نتیجه‌گیری و بحث

هدف از پژوهش حاضر، مقایسه تأثیر آموزش خطی و غیرخطی بر الگوی هماهنگی مهارت دراپ فورهند بدمیتون دختران نوجوان شهر تهران بود. نتایج پژوهش حاضر نشان داد که بین اثر آموزش خطی و غیرخطی بر الگوی هماهنگی زاویه‌ای میج - آرنج تفاوت معناداری وجود دارد که با نتایج مطالعات پیشین همسو است (محمدی اورنگی و همکاران، 1399؛ موسوی و همکاران، 1399؛ علیزاده و همکاران، 1398؛ رابرتز، رود و ریوس¹، 2020؛ پیزارو و همکاران²، 2020؛ سرکیلاتهی، 2020؛ کومار و همکاران، 2019؛ ماچادو و همکاران، 2019؛ ماجدکوتی و همکاران³، 2018). در

برای بررسی نرمال بودن داده‌های تحقیق از آزمون شاپیرو ویلک استفاده شد که سطح معناداری همه متغیرها در همه گروه‌ها بالاتر از 0/05 بود، در نتیجه داده‌ها از توزیع طبیعی بودن پیروی می‌کردند. برای بررسی فرض برابری واریانس داده‌های تحقیق از آزمون لوین استفاده شد. نتایج آزمون برای متغیر دقت دراپ فورهند (P=0/622 پیش‌آزمون، P=0/098 پس‌آزمون)، هماهنگی زاویه‌ای میج - آرنج (P=0/578 پیش‌آزمون، P=0/054 پس‌آزمون) و هماهنگی زاویه آرنج - میج (P=0/696 پیش‌آزمون، P=0/128 پس‌آزمون) به دست آمد که نشان می‌دهد سطح معناداری آزمون لون بالاتر از 0/05 است. در نتیجه داده‌ها از فرض برابری واریانس‌ها پیروی می‌کنند. همچنین سطح معناداری آزمون همگنی شیب خط رگرسیون در متغیر دقت دراپ فورهند (F=0/918؛ P=0/409)، هماهنگی زاویه‌ای میج - آرنج (F=2/436؛ P=0/107) و هماهنگی زاویه‌ای آرنج - شانه (F=2/161؛ P=0/169) به دست آمد که همگی بالاتر از 0/05 می‌باشد در نتیجه داده‌ها از فرض همگنی شیب خط رگرسیون پیروی می‌کنند.

طبق نتایج جدول 2، آموزش خطی و غیرخطی بر الگوی هماهنگی زاویه‌ای میج - آرنج، آرنج - شانه و دقت مهارت دراپ فورهند بدمیتون تأثیر معناداری دارد. همچنین با کنترل اثر پیش‌آزمون تفاوت معناداری بین الگوی هماهنگی زاویه‌ای میج - آرنج، آرنج - شانه و دقت در دو گروه مشاهده شد (p < 0/05). میانگین الگوی هماهنگی زاویه‌ای میج - آرنج در گروه آموزش غیرخطی به‌طور معناداری نسبت به گروه آموزش خطی کمتر بوده است. مقدار مجذور اتا برابر است با 0/11، بدین معنا که حدود 11 درصد از تغییرات الگوی هماهنگی زاویه‌ای میج - آرنج از تفاوت در گروه آموزش غیرخطی هستند و توان آزمون برای تشخیص این تفاوت 44 درصد مشاهده شد. بنابراین بین اثر آموزش خطی و غیرخطی بر الگوی هماهنگی زاویه‌ای میج - آرنج تفاوت معناداری وجود دارد.

1. Roberts, Rudd, Reeves
2. Pizarro
3. Majeedkuty

پژوهش موسوی و همکاران (1399) که به مقایسه تأثیر آموزش غیرخطی بر ظهور الگوهای هماهنگی در سرویس بک‌هند کوتاه بدمیتون پرداختند، نتایج نشان داد که رویکرد آموزش غیرخطی در رسیدن به نتایج تکلیف و خلق الگوهای حرکتی متنوع و متناسب با ویژگی‌های یادگیرندگان مؤثر است اما ظهور الگوهای اختصاصی به عواملی چون ماهیت تکلیف، هدف و انگیزه یادگیرنده بستگی دارد؛ بنابراین، طراحی دقیق فراهم‌سازها می‌تواند نتایج بهتری را فراهم کند که برای یادگیرنده و تکلیف مناسب‌تر باشد. نتایج مطالعه محمدی اورنگی و همکاران (1399) نیز نشان داد که خلاقیت در گروه غیرخطی بالاتر بوده و اعتقاد دارند دست‌کاری قیود برای ارتقا خلاقیت تیمی به خاطر اکتشافی بودن و کمک به حل چالش‌های حرکتی مفید است. علیزاده و محمدزاده (1398) در پژوهش خود که به نقش دستکاری قیود تکلیف بر یادگیری مهارت‌ها و راهبردهای بسکتبال به روش آموزش غیرخطی پرداختند و نحوه دستکاری قیود شامل تغییر در فضای بازی، اندازه توپ، ارتفاع حلقه و تغییر در قوانین بازی بود به این نتیجه رسیدند که آموزش راهبردها و مهارت‌های بسکتبال مؤثر بود و آزمون‌ها پس از آموزش نسبت به زمان قبل از آموزش خود، یادگیری بیشتری داشتند. همچنین، اثر آموزش بسکتبال به روش‌های TGFU با دستکاری قیود تکلیف و TGFU بدون دستکاری قیود تکلیف بر یادگیری مهارت‌ها و راهبردهای بازی بسکتبال، با هم تفاوت داشت و نشانگر تأیید نقش مثبت دستکاری قیود تکلیف بود.

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که بین اثر آموزش خطی و غیرخطی بر الگوی هماهنگی زاویه‌ای آرنج - شانه تفاوت معناداری وجود دارد که با نتایج مطالعات پیشین همسو است (محمدی اورنگی و همکاران، 1399؛ موسوی و همکاران، 1399؛ علیزاده و همکاران، 1398؛ رابرتز و همکاران، 2020؛ پیزارو و همکاران، 2020؛ سرکیلاتهی، 2020؛ کومار و همکاران، 2019؛ ماچادو و همکاران، 2019؛ ماجدکوتی و همکاران، 2018). در پژوهش موسوی و همکاران (1398) رویکرد غیرخطی در دستیابی به اهداف تکلیف همپای گروه خطی بود، اما به دلیل محور قرار دادن، پردازش ناهوشیار، تفاوت‌های فردی و نیازهای ویژه تکلیف اثربخشی آن بیشتر است که با مطالعه پژوهش حاضر همسو است. توجه به مقوله‌هایی چون ماهیت تکلیف و نیازهای آن، تفاوت‌های فردی و همچنین طراحی دقیق‌تر فراهم‌سازها می‌تواند رویکرد غیرخطی را غنی‌تر سازد. هدف از دستکاری قیود که به صورت موقتی است و به ویژه در شروع فرایند یادگیری است، افزایش اجرای ویژه در ذهن و ترغیب سازگاری ویژه در رفتار یادگیرنده است. از این دیدگاه، اکتساب مهارت، فرایند تغییر تدریجی پویایی‌های هماهنگی موجود در هر شخص برای برآوردن مجموعه‌ای از قیود جدید تکلیف است. دیدگاه گیسون¹ (2014) که درباره ارتباط بین اطلاعات و حرکت است، از این ایده حمایت می‌کند که سازماندهی تمرین مؤثر باید براساس یکپارچگی کارکردی خرده سیستم‌های ادراک و عمل یادگیرنده باشد. این ایده‌ها بدین مفهوم هستند که

آنچه مشخص است یادگیری یک مهارت ورزشی یک فرآیند پیچیده است که چندین مؤلفه را در برمی‌گیرد و در یک فرآیند پیچیده این مؤلفه‌ها یا یکدیگر تعامل می‌کنند. در این ارتباط از جمله مؤلفه‌های تأثیرگذار بر روند اکتساب و یادگیری، ماهیت تکلیف، تجارب و هوش حرکتی افراد، ساختار بدنی و شرایط روانی است. در رویکرد سیستم‌های پویای کنترل حرکتی که به دنبال پاسخ به وجود درجات آزادی نیز هست، هماهنگی حرکت به عنوان یک خصوصیت ظهور یافته خودتنظیم، تلقی می‌شود (موسوی و همکاران، 1399). در سیستم‌های حرکت انسان، تعامل میان اجراکننده و محیط آن در شکل‌گیری رفتارهای خودتنظیم و خودسازمان سهیم است. ظهور خودسازمان راه‌حل‌های حرکتی در یک فرآیند جستجوگرایانه، از طریق تعامل میان قیود اجراکننده، تکلیف و محیط تسهیل می‌گردد که به واقع به عنوان حد و مرز عمل می‌کند تا رفتارهای هدفمند را شکل دهند (چاو و همکاران،

1. Gibson

داد که دقت اجرا و الگوی معیار بین گروه خطی و غیرخطی تفاوت معناداری نداشت، اما گروه غیرخطی خوشه‌های بیشتری را در هر دو مرحله پس‌آزمون و یادداری نشان دادند که به معنی وجود دیجنریسی است. در پژوهش قربانی و همکاران (1398) که به مقایسه اثربخشی آموزش خطی و غیرخطی بر عملکرد مهارت‌های حرکتی دستکاری کودکان پرداختند، به این نتیجه رسیدند که در مهارت دقت پرتاب، مهارت دریبل ماریچ و مهارت ضربه با پا، تفاوت معناداری بین دو گروه آموزش خطی و غیرخطی وجود داشت و کودکان برخوردار از آموزش خطی از سطح عملکرد بالاتری در مهارت‌های حرکتی دستکاری برخوردار بودند که با نتایج پژوهش حاضر همسو است. اما در پژوهش موسوی و همکاران (1398) که به بررسی اثر آموزش غیرخطی بر عملکرد سرویس بک‌هند کوتاه بدمینتون پرداختند، علی‌رغم پیشرفت هر دو گروه خطی و غیرخطی نسبت به پیش‌آزمون، تفاوتی در نمرات دقت اجرای سرویس بین گروه‌ها وجود نداشت. موسوی و همکاران (1395) در پژوهش خود به این نتیجه رسیدند که رویکرد آموزش غیرخطی برگرفته از تئوری پویایی‌های بوم‌شناختی (ترکیبی از ادراک مستقیم و زمینه پویا) با مهیا ساختن فراهم‌سازهای حرکتی از طریق دستکاری قیود به ویژه قیود تکلیف، ضمن در نظر گرفتن پیچیدگی‌های کسب مهارت و تمایلات ذاتی افراد در تحقق اهداف و رسیدن به نتایج دلخواه تکلیف مؤثر است. بنابراین نتایج نشان داد که لازم نیست فراگیران از الگو و مدل برای رسیدن به هدف و موفقیت تقلید کنند؛ زیرا گروه آموزش غیرخطی با تشویق فراگیر برای کاوش و داشتن تنوع، موفقیت بیشتری داشتند (لی و همکاران، 2014). نمرات بالاتر گروه آموزشی غیرخطی در دقت مهارت، توجه به تغییر روش‌های مختلف را برای دستیابی به یک هدف مشترک جلب می‌کند. مطالعات تئوری‌های زیست محیطی و سیستم‌های پویا در مورد یادگیری و انجام مهارت‌های ورزشی نشان داده است که بین دقت در عملکرد و تنوع عملکردی رابطه وجود دارد و این تنوع در استفاده از محدودیت‌های اصلی برای دستیابی به الگوی حرکتی مناسب برای هر شخص نقش مهمی را ایفا می‌کند تا به یادگیرنده کمک کند تا با تغییرات محیطی و نیازهای مختلف کار در حین تمرین و بازی سازگار باشد (آنتسیو و همکاران¹، 2014). از محدودیت‌های پژوهش حاضر می‌توان به شرایط روانی

تمرین باید در شرایط کم و بیش پویا با همه منابع کلیدی از اطلاعات موجود (یا درحال جریان) برای یادگیرنده‌ها روی دهد. این رویکرد به طور کامل با قوانین و خط مشی آموزش سنتی تمرین بخشی متناقض است که برای کنترل و آموختن بهتر بر محیط‌های ثابت به منظور کاهش بار اطلاعاتی یادگیرنده تأکید دارد. به جای آن، این رویکرد پیشنهاد می‌کند که مربیان آموزشی باید راهبردهای ساده‌سازی را اتخاذ کنند. چالش مربیان آموزشی این است که درحالی‌که قیود اطلاعاتی بر یادگیرنده را کنترل می‌کنند، فعالیت‌هایی را طراحی کنند که به یادگیرنده‌ها برای شکل دادن جفت شدن‌های اطلاعات - حرکت کمک کند. ساده‌سازی، یعنی شرایط تمرین باید شرایط طبیعی اجرا را شبیه‌سازی کند، ولی باید متغیرهای کلیدی اجرا مانند سرعت اشیاء و افراد، فاصله بین سطوح و اشیاء و نیروهای حرکت افراد و اشیاء کاهش یابد تا تکلیف ساده شود. در طی تمرین، این موضوع حیاتی است که منابع مهم اطلاعات ادراکی را همراه با حرکات کارکردی در شکل‌های ساده تکلیف هدف حفظ کنیم (علیزاده و محمدزاده، 1398). استفاده از قیود تکلیف و دستکاری آنها به یادگیرندگان اجازه می‌دهد با موفقیت حرکاتشان را با منابع اطلاعاتی حیاتی در زمینه‌های خاص جفت کنند. در واقع، در محیط‌هایی با قیود تکلیف دستکاری شده، یادگیرندگان انتقال‌پذیری مهارت‌ها را تقویت می‌کنند؛ زیرا مجبورند الگوهای هماهنگی‌شان را با زمینه جدید اجرا سازگار کنند. از طرفی، مشخص است که مهم‌ترین سود برای یادگیرندگان به این روش، این است که خودشان باید راه‌حل مناسب برای قیود جدید تکلیف را پیدا کنند (محمدزاده و همکاران، 1395). در پژوهش حاضر آموزش غیرخطی با دستکاری قیود شرایط بهتری را برای کسب الگوهای هماهنگی در آزمودنی‌ها بوجود آورده و نسبت به آموزش خطی جایگاه بالاتری را کسب نموده است.

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که بین اثر آموزش خطی و غیرخطی بر دقت مهارت دراپ فورهند بدمینتون در دختران نوجوان تفاوت معناداری وجود دارد و میانگین دقت در گروه آموزش غیرخطی بطور معناداری نسبت به گروه آموزش خطی بیشتر است که با نتایج مطالعه پیشین همسو است (محمدی اورنگی و همکاران، 1399؛ موسوی و همکاران، 1399؛ علیزاده و همکاران، 1398؛ رابرتز و همکاران، 2020؛ پیزارو و همکاران، 2020؛ سرکیلاتهی، 2020؛ کومار و همکاران، 2019؛ ماچادو و همکاران، 2019؛ ماجدکوتی و همکاران، 2018). در پژوهش موسوی و همکاران (1399) یافته‌ها نشان

یادگیری حرکتی در بهبود خلاقیت تیمی فوتبالیست‌های مبتدی. مجله رفتار حرکتی.

موسوی، سیدکاظم؛ یاعلی، رسول؛ بهرام، عباس؛ عباسی، علی (1399). مقایسه تأثیر آموزش غیرخطی بر ظهور الگوهای هماهنگی در سرویس بک‌ها در کوتاه بدمیتون. رفتار حرکتی، 34-17: (39)12.

موسوی، سیدکاظم؛ یاعلی، رسول؛ بهرام، عباس؛ عباسی، علی (1398). اثر آموزش غیرخطی بر عملکرد سرویس بک‌ها در کوتاه بدمیتون. پژوهش در مدیریت ورزشی و رفتار حرکتی. 9: 1-16: (18).

موسوی، سیدکاظم؛ یاعلی، رسول؛ بهرام، عباس؛ عباسی، بهرام (1395). اثر آموزش غیرخطی بر اکتساب مهارت سرویس بک‌ها در کوتاه بدمیتون، اولین کنفرانس ملی یافته‌های نوین پژوهشی علوم ورزشی در حوزه سلامت، نشاط اجتماعی، کارآفرینی و قهرمانی، اهواز.

Abernethy, B., Maxwell, JP., Masters, RSW, et al. (2007). Attentional processes in skill learning and expert performance. Handbook of sport psychology, 3rd ed. Hoboken, p. 245-63.

Atencio, M., Chow, JY., Clara, TW., Miriam, LC. (2014). Using a complex and Nonlinear pedagogical approach to design practical primary physical education lessons. European Physical Education Review. 20(2): 244-63.

Balagué, N., Pol, R., Torrents, C., Ric, A., Hristovski, R. (2019). On the Relatedness and Nestedness of Constraints. Sports Medicine, 5(6): 1-10.

Chow, JY., David's, KW., Button, C., Renshaw, I., Shuttleworth, R., Uehara, LA. (2009). nonlinear pedagogy: implications for teaching games for understanding (TGfU). TGfU: Simply Good Pedagogy: Understanding a Complex Challenge. 1:131-43.

Chow, J. Y., Davids, K., Button, C., Rein, R. (2008). Dynamics of movement patterning in learning a discrete multi-articular action. Motor Control, 12(3): 219-40.

Davids, K., Button, C., Bennett, SJ. (2008). Coordination and control of movement in sport: An ecological approach. Champaign, IL: Human Kinetics.

Flores-Rodríguez, J. (2019). Pedagogía no lineal en el Balonmano: ideas generales para su aplicación. Martín-Barrero, A & Camacho, P(2019) Nuevas tendencias en el

آزمودنی‌ها در هنگام تمرین و به نوع تغذیه آزمودنی قبل از تمرین و فاصله تغذیه تا هنگام تمرین اشاره کرد. شرکت‌کنندگان در پژوهش حاضر از جامعه دختران نوجوان بودند، بنابراین پیشنهاد می‌شود در مطالعات آینده از شرکت‌کنندگان پسر نیز استفاده گردد.

منابع

قربانی مرزونی، معصومه؛ بهرام، عباس؛ قدیری، فرهاد؛ یاعلی، رسول (1398). مقایسه اثربخشی آموزش خطی و غیرخطی بر عملکرد مهارت‌های حرکتی دستکاری کودکان. رفتار حرکتی. 13: (2).

علیزاده، لیلی؛ محمدزاده، حسن (1398). نقش دستکاری قیود تکلیف بر یادگیری مهارت‌ها و راهبردهای بسکتبال به روش آموزش غیرخطی. رفتار حرکتی، 11(38): 115-128.

محمدی اورنگی، بهزاد؛ یاعلی، رسول؛ بهرام، عباس؛ اقدسی، محمدتقی (1399). بررسی نقش استراتژی‌های آموزشی entrenamiento y la planificación de los deportes colectivos Sevilla: Wanceulen.

French, KE., Werner, PH., Rink, JE., Taylor, K., Hussey, K. (1996). The effects of a 3-week unit of tactical, skill, or combined tactical and skill instruction on badminton performance of ninth-grade students. Journal of Teaching in Physical Education. 15(4): 418.

Gibson, JJ. (2014). The ecological approach to visual perception: classic edition: Psychology Press.

Gómez-Criado, C., Valverde-Esteve, T. (2021). Nonlinear pedagogy and its application in a volleyball didactic unit: a practical approach, Retos, 39, 805-810.

Komar, J., Chow, J-Y., Chollet, D., Seifert, L. (2014). Effect of analogy instructions with an internal focus on learning a complex motor skill. Journal of Applied Sport Psychology. 26(1):17-32.

Komar, J., Chow, J-Y., Chollet, D., Seifert, L. (2015). Neurobiological degeneracy: Supporting stability, flexibility and pluripotentiality in complex motor skill. Acta psychological. 154: 26-35

Komar, J., Potdevin, F., Chollet, D., Seifert, L. (2019). Between exploitation and exploration of motor behaviours: unpacking the constraints-led approach to foster nonlinear learning in physical education. Physical Education and Sport Pedagogy, 24(2), 133-145.

- Lee, M. C. Y., Chow, J. Y., Komar, J., Tan, C. W. K., Button, C. (2014) Nonlinear Pedagogy: An Effective Approach to Cater for Individual Differences in Learning a Sports Skill. *PLoS ONE* 9(8): e104744.
- Mohammadzadeh, H GA., Ghari, B., Samadi, H. (2016). Dynamics of skill acquisition: Tabriz: Fadya Publications.
- Moy, B., I. Renshaw, K. Davids. (2014). Variations in acculturation and Australian physical education teacher education students' receptiveness to an alternative pedagogical approach to games teaching. *Physical Education and Sport Pedagogy* 19(4): 349-369.
- Mullineaux, D.R., Bartlett, R.M., Bennett, S. (2001). Research design and statistics in biomechanics and motor control. *Journal of sports sciences*, 19(10): 739-760.
- Machado, J. C., Barreira, D., Galatti, L., Chow, J. Y., Garganta, J., Scaglia, A. J. (2019). Enhancing learning in the context of Street football: a case for Nonlinear Pedagogy. *Physical Education and Sport Pedagogy*, 24(2), 176-189.
- Majeedkuty, N A., Jabbar, MA., Min, M., Paul, A. (2018). Effect of linear and non-linear periodized resistance training on dynamic postural control and functional movement screen, *MOJ Yoga & Physical Therapy*, 3(1):18-22.
- Martín-Barrero, A., Lazarraga, PC. (2020). El diseño de tareas de entrenamiento en el fútbol desde el enfoque de la pedagogía no lineal (Design of training tasks in football from the nonlinear-pedagogy approach). *Retos*. 38(38): 768-7.
- Moteshareie e, Abdoli B, Vaez Mousavi SMK, Farsi A. (2018). The Effect of Psychological Skills Training on Performance, Retention and Transfer under Pressure of Novice Badminton Players. *Journal of Motor Learning and Movement*. 10(3): 293-326.
- Pizarro, D., Práxedes, A., Travassos, B., Moreno, A. (2020). Development of Defensive Actions in Small-Sided and Conditioned Games with Offensive Purposes in Futsal. *Front. Psychol.* 11: 591572.
- Ranganathan, R., Newell, KM. (2013). Changing Up the Routine: Intervention-Induced Variability in Motor Learning, *Exercise Sport Science Review*, 41(1): 64-70.
- Roberts, SJ., Rudd, JR., Reeves, MJ. (2020). Efficacy of using non-linear pedagogy to support attacking players' individual learning objectives in elite-youth football: A randomised cross-over trial. *Journal of sports sciences*. 38(11-12):1454-64.
- Särkilahti, L. (2020). Teaching judo efficiently: applied nonlinear pedagogy. Faculty of Sport and Health Sciences: University of Jyväskylä.
- Smith, T.J., Henning, R., Wade, M.G., Fisher, T. (2014). *Variability in Human Performance*. CRC Press is an imprint of Taylor & Francis Group.
- Sidaway, B., G. Heise, B., SchoenfelderZohdi. (1995). Quantifying the variability of angle-angle plots. *Journal of Human Movement Studies*, 29(4): 181-197.
- Tan, CWK., Chow, JY., David's, K. (2012). 'How does TGfU work?' examining the relationship between learning design in TGfU and a nonlinear pedagogy. *Physical education and sport pedagogy*, 17(4): 331-48.
- Williams, AM., Hodges, NJ. (2005). Practice, instruction and skill acquisition in soccer: Challenging tradition. *Journal of Sports Sciences*, 23(6):637-50.