آثار قیود تکلیف بر الگوهای پرتاب کودکان

حمید صالحی[۱]، پریسا کلانتری[۲]

۱. دانشیار رفتار حرکتی، دانشگاه اصفهان*
۲. کارشناسی‌ارشد بیومکانیک ورزش، دانشگاه اصفهان

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۰۹/۱۱ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۰۱/۱۸

چکیده

در این پژوهش، تغییرپذیری‌های الگوهای پرتاب کودکان درنتیجهٔ تغییر قیود تکلیف بررسی شد. روی‌هم‌رفته، ۲۴ کودک (۱۲ پسر و ۱۲ دختر) پنج و شش ساله، داوطلبانه در پژوهش شرکت کردند. دست‌کاری‌های قیود تکلیف شامل تغییر در موقعیت هدف (حلقه‌های افقی و عمودی) و اندازهٔ توپ (قطر شش و ۱۲ سانتی‌متر) به‌عنوان قیود اصلی درنظر گرفته شدند. الگوهای قابل‌مشاهده‌ای که کودکان استفاده کردند، ارزیابی شدند و تغییرات ویژگی‌های سینماتیکی مؤلفه‌های اصلی الگوی پرتاب ترجیحی شرکت‌کنندگان بررسی شدند. انتقال از الگوی پرتاب دو دست به یک دست و تغییر از پرتاب زیرشانه به بالای شانه در انگشت‌شمار کوشش‌های نخستین دیده شد (بیشتر در پرتاب توپ‌های بزرگ‌تر)؛ ولی پاسخ حرکتی ترجیحی الگوی پرتاب یک دست از بالای شانه بود. تحلیل سینماتیکی نشانگر حساسیت مؤلفه‌های تاب‌به‌عقب، بازو و ساعد الگوی پرتاب از بالای شانه درنتیجهٔ اِعمال قیود تکلیف موردنظر بود و بیشترین تغییرات در ویژگی‌های سینماتیکی مرتبط با مؤلفهٔ ساعد رخ داد. یافته‌های پژوهش شواهدی تجربی برای توجیه تغییرات الگوهای حرکتی در رشد حرکتی برای نظریهٔ سیستم‌های پویا فراهم می‌کنند. همچنین، دربارهٔ مزایای بالقوهٔ کاربرد قیود برای بهبود فرایند اکتساب مهارت در زمینه‌های تربیت‌بدنی بحث شد.

واژگان کلیدی: قیود، نظریهٔ سیستم‌های پویا، رشد حرکتی، الگوهای پرتاب

* نویسندهٔ مسئول
Email: salehi@zoho.com

مقدمه

الگوهایی که یک کودک برای انجام یک حرکت مانند پرتاب توپ استفاده می‌کند، گوناگونی و تغییرات فراوانی دارند (۱). نظریه‌پردازان بوم‌شناختی، شاخهٔ سیستم‌های پویا (۴-۲) بر ریشهٔ این گوناگونی و تغییرات متمرکز شده‌اند و آن را به قیود[1] فرد، محیط، و تکلیف، و برهمکنش این سه قید نسبت می‌دهند طبق مدل پیشنهادی نیوول[2] (۵، ۶) قید مرتبط با تکلیف، قیدی است که بیرون از بدن و وابسته به هدف تکلیف، قواعد تحمیلی/ آموزشی حاکم بر انجام تکلیف یا ابزارهای مورداستفاده در انجام یک تکلیف یا مهارت ویژه است؛ به‌عنوان‌نمونه، در بسکتبال، هدف پرتاب توپ به‌سوی حلقه، بدون برداشتن گام‌های اضافه است. قید مرتبط با فرد شامل ویژگی‌های فیزیکی یا رفتاری فرد است. قیود محیطی شرایط مرزی فیزیکی بیرون از بدن و مربوط به جهان پیرامون هستند. در حرکتی مانند پرتاب توپ، دقت یا نیروی موردنیاز (۷)، اندازهٔ توپ (۱۰-۸)، یا وضعیت هدف (۱۱) نمونه‌هایی از قیود تکلیف هستند. ویژگی‌های جسمانی فرد مانند جنس، قد، وزن و شکل فرد به‌همراه ویژگی‌های اندام‌های حرکتی پرتاب‌کننده مانند قدرت و انعطاف‌پذیری، ازجمله قیود مرتبط با فرد هستند. گرانش، روشنایی محیط، دما، ویژگی‌های زمین، محیط (مانند جهت یا سرعت باد) یا عوامل فرهنگی- اجتماعی مانند پشتیبانی خانوادگی، گروه‌های دوستان، ارزش‌ها و توقعات اجتماعی قیود محیطی هستند.

اندازهٔ توپ یکی از قیود تکلیف است که می‌تواند باعث ایجاد تغییراتی در الگوهای پرتاب شود (۹، ۱۰). تنها در چند پژوهش می‌توان ردپاهایی از آثار دست‌کاری اندازهٔ توپ در الگوی حرکتی پرتاب در کودکان را پیگیری کرد. برتون[3] و همکاران (۹) تغییرات الگوی پرتاب برحسب اندازهٔ توپ را براساس پنج مؤلفهٔ پیشنهادهای روبرتن[4] (۱۲)، برای پرتاب از بالای شانه شامل تاب دست‌به‌عقب، بازو، ساعد، تنه، و پاها تحلیل کردند. این پژوهش روی ۲۰ شرکت‌کننده (از هر دو جنس) در چهار گروه سنی الف (پنج تا شش سال)، ب (هفت تا هشت سال)، ج (نه تا ۱۰ سال)، و د (۱۸ تا ۳۳ سال) با توپ‌هایی با شش قطر مختلف انجام شد. نتایج پژوهش آن‌ها نشان داد هنگامی‌که نسبت قطر توپ به اندازهٔ دست (وجب) فرد بزرگ‌تر بود، تکنیک پرتاب افت کرد. به‌طور ویژه، بیشترین افت مربوط به مؤلفهٔ تاب دست‌به‌عقب و مؤلفهٔ ساعد بود. هنگامی‌که قطر توپ از وجب تجاوز می‌کرد، شرکت‌کنندگان با کوتاه‌کردن تاب دست‌به‌عقب، اندازهٔ دست خود را دربرابر اندازهٔ بزرگ توپ اصلاح می‌کردند. شرکت‌کنندگان در این وضعیت تأخیر حرکت ساعد را با اتخاذ شیوهٔ متفاوتی برای پرتاب‌کردن ازمیان

1. Constraints
2. Newell
3. Burton
4. Roberton

بردند و از دو دست برای کنترل توپ بهره گرفتند. برتون و همکاران (۹) به این نتیجه رسیدند که توپ‌هایی با اندازهٔ متفاوت باعث پیدایش الگوهای گوناگون می‌شوند و اینکه شاید نسبت قطر توپ به وجب یک عامل مهم (ارزش بحرانی) در این دگرگونی باشد. درهمین‌راستا، برتون و همکاران (۱۰) نشان دادند که اگر نسبت قطر توپ به وجب کودکان کمتر از ۱/۵ باشد، الگوی ترجیحی کودکان، پرتاب یک دست از بالای شانه است و اگر این نسبت بیش از این معیار باشد، در انتخاب الگوی ترجیحی بی‌ثباتی رخ می‌دهد و الگوی پرتاب بین پرتاب یک دست و دو دست متغیر خواهد بود.

لانن‌دورفر[1] (۷) و روبرتن (۱۳) دو پژوهش دیگر را درراستای بررسی اثر دیگر قیود تکلیف بر الگوهای مورداستفاده برای اجرای پرتاب از بالای شانه انجام داده‌اند. لانن‌دورفر (۷) تغییرات به‌وجودآمده در مؤلفه‌های پرتاب از بالای شانه دراثر تغییر هدف تکلیف و از تأکید بر دقت به تأکید بر اعمال نیرو را در کودکان چهارساله و بزرگسالان بررسی کرده است. در شرایط تأکید بر دقت، به شرکت‌کنندگان گفته شد از فاصلهٔ شش‌متری (کودکان) و ۱۰ متری (بزرگسالان) با توپ تنیس به‌سوی مرکز هدفی با قطر ۲/۴۴ متر نشانه‌گیری کنند. در وضعیت تأکید بر به‌کارگیری بیشترین نیرو، به شرکت‌کنندگان گفته شد از همان فاصله‌ها توپ را با بیشترین نیروی ممکن به‌سوی همان هدف پرتاب کنند. نتایج نشان داد که در شرایط تأکید بر به‌کارگیری بیشترین نیرو، از پنج مؤلفهٔ پرتاب، سطح چهار مؤلفه (به‌جز تاب دست‌به‌عقب) در افراد مذکر افزایش یافت؛ ولی تنها اثر تغییر به تکلیف نیرو در شرکت‌کنندگان مؤنث دیده شد؛ به این شکل که در مؤلفهٔ پاها و تنها در دختران چهارساله، افزایش روی داد. لانن‌دورفر (۷) معتقد است که آثار متفاوت دست‌کاری تکلیف بر دختران و پسران شاید به‌دلیل تفاوت جنسیتی در نیروی نسبی موردنیاز برای پرتاب به فواصل برابر باشد. ارزش این دستاوردها از آن جهت است که نشان داد قیود مربوط به نیازهای تکلیف، مانند هدف تکلیف، اثر زیادی بر سطح مؤلفه‌های الگوی پرتاب دارد. روبرتن (۱۳) پرتاب کیسه‌های نخود (با تأکید بر به‌کاربردن بیشترین نیرو) را در دختران و پسران سه تا هشت‌ساله از فواصل ۲/۴۴ متر (کوچک‌ترها) و ۳/۳۵ متر (بزرگ‌ترها) به‌سمت چهار وضعیت بدون هدف، هدف ثابت، هدف با تغییر مکان دربین کوشش‌ها و هدف با تغییر مکان درهنگام انجام هر کوشش، بررسی کرد. نتایج این پژوهش نشان داد که دراثر دست‌کاری‌های انجام‌شده، سطوح مؤلفه‌های بازو، ساعد، تنه و پاها، تغییری نمی‌کنند. بررسی‌های دقیق‌تر نشان داد در وضعیتی که جایگاه هدف درهنگام انجام کوشش‌ها تغییر می‌کرد، تعدیل اندکی در سرعت پرتاب توپ دیده شد؛ ولی این تعدیل‌ها به‌اندازه‌ای نبود که باعث تغییر حرکتی

1. Langendorfer

آشکاری در سطح هریک از مؤلفه‌های الگوی پرتاب شود. محدودیتی که در پژوهش روبرتن (۱۳) وجود دارد، این است که معیارهای ارزیابی مؤلفه‌ها اغلب کیفی هستند. چوی، هاوکینز، و لانگلی[1] (۱۱) الگوی پرتاب از بالای شانه با یک دست چهار کودک چهار ساله را درنتیجهٔ تغییر ارتفاع هدف (حلقه‌ای به قطر حدود ۵۰ سانتی‌متر) نسبت به دید افقی، درطول هفت هفته و با یک طرح تک‌آزمودنی بررسی کرده‌اند. نتایج این پژوهش نشان داد که بیشتر این کودکان برای پرتاب توپ به‌سوی هدفی که در ارتفاع بالاتر (۱۹۰ سانتیمتری در برابر ۵۶ سانتی‌متری) قرار داشت، با بالاآوردن بازو نسبت به سطح شانه در دست پرتاب و موقعیت آرنج الگوی بالیده‌تری از خود نشان دادند؛ ولی در این وضعیت، کودکان به‌جای گام‌برداشتن می‌پریدند و روی پنجه بلند می‌شدند.

چوی و همکاران (۱۱) نشان دادند که وضعیت هدف (تغییر ارتفاع هدف زیر و بالای دید افقی) یک قید اثرگذار بر الگوی پرتاب کودکان است. محدودیت این پژوهش آن است که در آن تغییرپذیری‌های احتمالی الگوهای انتخابی/ ترجیحی کودکان بررسی نشده است. راه‌حل مسئلهٔ کم‌توجهی به اهمیت اندازهٔ توپ و ویژگی‌های هدف در پژوهش‌های رشد حرکتی تنها این نیست که در بخش روش‌شناسی درخصوص ویژگی‌های هدف و اندازهٔ توپ به‌کاررفته در اندازه‌گیری‌ها توضیحاتی ارائه شود. یا اینکه در پژوهش بدون هیچ زیربنای نظری، تنها یک یا چند چیز (مانند اندازهٔ توپ یا هدف تکلیف) را تغییر داد و آثار این تغییرات را بررسی کرد؛ به‌جای آن، نخست نیاز است یک دیدگاه یا مدل رشدی دراختیار داشت تا به یاری آن بتوان فرضیه‌های روشن مرتبط با تغییر این عوامل را به‌صورت تجربی آزمود. در پژوهش حاضر، کوشش می‌شود که این محدودیت ازمیان برداشته شود؛ بنابراین، با وام‌گرفتن از رویکرد نظری سیستم‌های پویا (۴-۲) و مدل قیود نیوول (۵، ۶)، فرضیه‌های قابل‌آزمون نوشته شدند و آزمایش شدند. در این دیدگاه نظری، این فرضیهٔ کلی مطرح است که یک الگوی حرکتی ویژه در دامنهٔ مشخصی از قیود فردی، محیطی و تکلیف (که به آن‌ها پارامترهای کنترل می‌گویند)، باثبات خواهد ماند؛ ولی اگر تغییراتی در یک یا چند قید ایجاد شوند، شاهد بروز تغییرات کیفی در پاسخ‌های حرکتی خواهیم بود. توضیح بیشتر اینکه، با پیدایش بی‌ثباتی گذرا، برای چیرگی بر مشکل حرکتی پیش‌آمده از یک الگو به یک راه‌حل بهینهٔ جدید (الگوی حرکتی جدید)، گذار (انتقال)[2] صورت می‌گیرد. در این بی‌ثباتی، شاید نسخه‌های گوناگونی از یک الگوی حرکتی یا چند الگوی حرکتی متفاوت مشاهده شوند.

افزون‌بر آنچه گفته شد، محدودیت‌های پژوهش‌های مرورشدهٔ پیشین می‌توانند انگیزه و زمینهٔ انجام پژوهش دراین‌زمینه باشند. ازجملهٔ این محدودیت‌ها آن است که تاکنون در پژوهشی آثار وضعیت

1. Choi, Hawkins & Langley
2. Transition

قرارگرفتن هدف بر الگوهای پرتاب کودکان بررسی نشده است. نکتهٔ قابل‌توجه دراین‌ارتباط آن است که در آزمون‌های ارزیابی وضعیت رشد مهارت‌های حرکتی درشت، به ویژگی‌های بوم‌شناختی مرتبط با ویژگی‌های هدف (مانند وضعیت/ موقعیت قرارگرفتن، اندازه یا شکل) کم‌توجهی شده است؛ به‌عنوان‌نمونه، در آزمون پرتاب توپ که یکی از مهارت‌های زیرمقیاس کنترل شیء در آزمون رشد حرکتی درشت (TGMD)[1] (۱۴) است، کودک موظف است توپ تنیس را از فاصلهٔ ۶/۱۰ متر (۲۰ پایی) با شدت به‌سوی دیوار پرتاب کند. روشن است که معیار ارزیابی تنها شدت ضربه (تولید بیشترین نیرو) است و دقت در انجام تکلیف (هدف پرتاب) اهمیت چندانی ندارد و آثار احتمالی تغییر ویژگی‌های هدف در این آزمون دیده نشده است. به‌کارگیری معیارهای ارزیابی کیفی (به‌جز بخشی از پژوهش چوی و همکاران (۱۱))، دیگر محدودیت آشکار در پژوهش‌های مرورشدهٔ پیشین است.

هدف از انجام پژوهش حاضر، بررسی تغییرات الگوهای پرتاب کودکان درنتیجهٔ تغییر دو قید مرتبط با نیازهای تکلیف بود. بدین‌منظور، در طرح پژوهش با دست‌کاری (الف) وضعیت قرارگرفتن هدف و (ب) اندازهٔ توپ، افزون‌بر ارزیابی الگوهای مورداستفاده برای پرتاب در کودکان پنج و شش‌ساله، پارامترهای سینماتیکی مؤلفه‌های پرتاب ترجیحی این کودکان اندازه‌گیری و تحلیل شدند. منطق نظریهٔ سیستم‌های پویا و مدل قیود نیوول حکم می‌کند که با تغییر قیود تکلیف (در این پژوهش، ویژگی‌های فیزیکی هدف شامل وضعیت قرارگرفتن هدف و اندازه/ قطر توپ)، کودکان الگوهای پرتاب گوناگونی از خود نشان دهند و شاید در مؤلفه‌های پرتاب تغییراتی آشکار شوند. جست‌وجوی ما نشان داد که پیش از این پژوهش، در پژوهش دیگری به‌طور هم‌زمان آثار تغییر این دو قید بر الگوهای ترجیحی و ویژگی‌های سینماتیکی پرتاب کودکان بررسی نشده است. ازسوی‌دیگر، پژوهش‌های گذشته دانش کافی فراهم نکرده‌اند تا با بهره‌مندی از آن بتوان دربارهٔ آثار این قیود بر الگوهای پرتاب کودکان به نتیجه‌گیری قطعی رسید. با بررسی تغییرات پویا در رشد مهارت‌های حرکتی پایه، ازیک‌طرف بینش خوبی دربارهٔ ویژگی‌های هماهنگی و کنترل این دسته از حرکات در کودکان فراهم می‌شود و ازسوی‌دیگر، شاید بتوان شرایط و متغیرهایی را که ظرفیت پیشرفت یا پسرفت روند رشد حرکتی دارند، تعیین کرد و محیط رشدی مناسب‌تری را برای رسیدن به مراحل پیشرفتهٔ مهارت‌های حرکتی بنیادی در کلاس‌های تربیت‌بدنی ویژهٔ کودکان فراهم کرد.

1. Test Of Gross Motor Development (TGMD)

روش پژوهش

در چهارچوب یک طرح درون‌آزمودنی‌ها، ۲۴ کودک (۱۲ دختر و ۱۲ پسر) پنج یا شش‌ساله از کودکان مهدکودک و پیش‌دبستانی دانشگاه اصفهان، در این پژوهش به‌صورت داوطلبانه مشارکت کردند. تنها کودکانی گزینش شدند که جز بینایی اصلاح‌شده (استفاده از عینک)، مشکلی برای انجام آزمون‌های پژوهش نداشتند و وضعیت انجام مهارت‌های حرکتی پایهٔ آنان متناسب سن آن‌ها بود. برای ارزیابی وضعیت رشد حرکات درشت این کودکان، از معیارهای خرده‌آزمون مهارت‌های کنترل شیء، در آزمون رشد حرکتی درشت (TGMD-3) استفاده شد که در پژوهش‌های گذشته برای جامعهٔ ایران روان‌سنجی شده است (۱۵). پیش از شرکت کودکان در پژوهش، از والدین آن‌ها رضایت‌نامه گرفته شد. اطلاعات آماری مربوط به سن، جنسیت، طول قامت، طول ساعد، وجب و نسبت قطر توپ بزرگ به وجب نمونه، در جدول شمارهٔ یک خلاصه شده است.

جدول ۱- سن، قامت، طول ساعد، وجب، و نسبت قطر توپ به وجب شرکت‌کنندگان (تعداد =۲۴).

	سن (سال)		قامت (سانتی‌متر)		طول ساعد (سانتی‌متر)		وجب (سانتی‌متر)		نسبت قطر توپ به وجب
	تعداد	میانگین	انحراف استاندارد	میانگین	انحراف استاندارد	میانگین	انحراف استاندارد	میانگین	توپ بزرگ
پسر	۱۲	۵/۸۳	۳۹	۱۰۴/۹۲	۸/۶۷	۲۴/۵۸	۱/۲۴	۱/۴۲	۱/۱۶
دختر	۱۲	۵/۹۲	۲۹	۱۰۳/۵۰	۶/۷۴	۲۴/۹۲	۲/۳۱	۱/۱۷	۱/۱۹
کل	۲۴	۵/۸۸	۳۴	۱۰۴/۲۱	۷/۶۳	۲۴/۷۵	۱/۸۲	۱/۲۹	۱/۱۸

با توجه به هدف پژوهش، شرایط به این شکل دست‌کاری شد که از یک حلقهٔ هولاهوپ پلاستیکی به قطر یک متر استفاده شد که در دو وضعیت افقی و عمودی و درراستای دید افقی (سطح/ارتفاع چشم) کودکان تنظیم و ثابت می‌شد. از توپ‌هایی با قطرهای شش سانتی‌متر و ۱۲ سانتی‌متر استفاده شد. با توجه به نتایج پژوهش برتون و همکاران (۱۰) و براساس اطلاعات جدول شمارهٔ یک، نسبت قطر این توپ‌ها به وجب کودکان شرکت‌کننده در پژوهش کمتر از معیار ۱/۵ بود. توپ‌ها، پلاستیکی و به رنگ قرمز ولی با وزن یکسان انتخاب شدند. در طرح پژوهش چهار وضعیت فراهم شدند: (الف) حلقهٔ افقی- توپ کوچک؛ (ب) حلقهٔ افقی- توپ بزرگ؛ (ج) حلقهٔ عمودی- توپ کوچک؛ (د) حلقهٔ عمودی- توپ بزرگ. از هر کودک خواسته شد از نقطه‌ای که فاصلهٔ آن از مرکز حلقهٔ هدف سه متر (نزدیک سه برابر طول قامت کودکان) بود، توپی را که درکنارش روی زمین قرار دارد، بردارد و با دست

ترجیحی به‌سمت حلقه پرتاب کند. به هر کودک گفته شد توپ را طوری پرتاب کند که از مرکز حلقه عبور کند؛ ولی از جای خود حرکت نکند (شکل شمارهٔ یک). ابتدا، هر کودک در هریک از شرایط دو پرتاب برای آشنایی با شرایط کار انجام داد و سپس، هر کودک در هر وضعیت ۱۰ کوشش و درمجموع، ۴۰ پرتاب را با فاصلهٔ استراحت میان‌کوششی پنج تا ۱۰ ثانیه‌ای اجرا کرد. ترتیب وضعیت‌ها به روش متوازن‌سازی متقابل (مربع لاتین) همتاسازی شد. درمیان انجام کوشش‌های اصلی و با یک توالی تصادفی، هشت کوشش مچ‌گیری (دو کوشش برای هر وضعیت) ارائه و اجرا شدند که در آن‌ها برای پرتاب از یک توپ تنیس خاکی و یک حلقه با قطر ۰/۵ متر استفاده شد. تنها در کوشش‌های تمرینی توضیحاتی مختصر دربارهٔ شرایط آزمون داده شد. پیش، درهنگام یا پس از انجام کوشش‌های اصلی، به‌جز آنچه کودک خود اجرا و تماشا می‌کرد، هیچ شیوه‌نامه یا بازخوردی دربارهٔ الگو یا نتیجهٔ اجرا داده نشد.

شکل ۱- چیدمان انجام تکلیف (در این شکل برای پرتاب از توپ بزرگ و حلقهٔ افقی استفاده شده است.)

از اجرای همهٔ پرتاب‌های کودکان با استفاده از یک دوربین دیجیتال سونی سرعت‌بالا مدل DSC-WX300 فیلم گرفته شد. سرعت دوربین روی ۶۰ فریم بر ثانیه تنظیم شد. دوربین روی یک سه‌پایه در فاصلهٔ شش‌متری هر کودک و در حالت اپتیکال زوم[1] قرار گرفت. دوربین روی سه‌پایه جابه‌جا

1. Optical Zoom

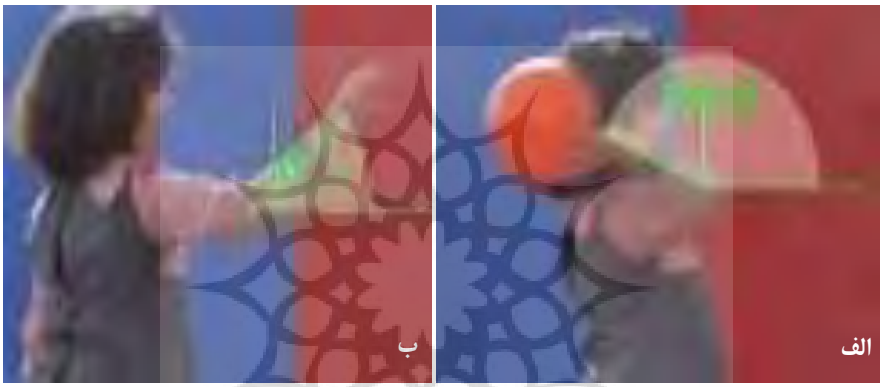
می‌شد تا محور عدسی آن بر بدن کودک عمود باشد و به‌طور ویژه در صفحهٔ ساجیتال تصویر تنه و دست پرتاب، مسیر پرتابه و حلقهٔ هدف ثبت شود (شکل‌های شمارهٔ یک و شمارهٔ دو). برای کالیبراسیون طول و زاویه، به‌ترتیب از یک متر و یک گونیای استاندارد استفاده شد. فیلم‌های ضبط‌شده با استفاده از نرم‌افزار دارت‌فیش کانکت سری حرفه‌ای نسخه ۷[1] (۱۶) تجزیه‌وتحلیل شدند.

پرتاب‌های ناموفق که در آن‌ها توپ وارد حلقه (هدف) نشد بود (پنج درصد)، حذف شدند و تنها پرتاب‌های موفق (۹۵ درصد) ارزیابی و تحلیل شدند. ارزیابی بدین‌شکل انجام شد که روش مورداستفادهٔ هرکودک برای پرتاب توپ به‌سمت هدف، شامل پرتاب با دو دست، پرتاب یک دست از زیر شانه و پرتاب یک دست از بالای شانه، به‌عنوان الگوهای پرتاب ثبت می‌شدند و نسبت هر نوع پرتاب به کل پرتاب‌های موفق، به‌عنوان عملکرد (برحسب درصد) درنظر گرفته شد.

با استفاده از روش‌های معمول در نرم‌افزار دارت‌فیش (۱۶)، فیلم اجراهای موفق کودکان که در آن الگوی ترجیحی پرتاب یک دست از بالای شانه بود، در صفحهٔ ساجیتال تجزیه‌وتحلیل سینماتیکی شد. برای محاسبهٔ زوایا و فواصل، از کالیبراسیون دوبعدی در صفحهٔ ساجیتال استفاده شد. با درنظرگرفتن شرایط اعمال‌شده در شیوهٔ اجرا و محدودیت‌های فیلم‌برداری از اجرای شرکت‌کنندگان، ازبین پنج مؤلفهٔ پیشنهادی روبرتن (۱۲)، برای پرتاب یک دست از بالای شانه، ویژگی‌های سینماتیکی سه مؤلفهٔ تاب‌به‌عقب، بازو و ساعد استخراج شدند. تجزیه‌وتحلیل سینماتیکی بدین‌صورت انجام شد که با بازبینی لحظه‌به‌لحظهٔ فیلم‌ها در نرم‌افزار دارت‌فیش، برای هر پرتاب، زمان پرتاب (Δt، برحسب sec) از لحظهٔ شروع پرتاب ساعد به جلو (شکل شمارهٔ دو الف) تا لحظهٔ رهایی توپ (شکل شمارهٔ دو ب)، مشخص و ثبت شد. درطول زمان پرتاب، زاویه‌سنجی‌ها در بازه‌های زمانی ۰/۰۱۷ (ثانیه۰/۰۱۷ = ۶۰ ÷ ۱) ثانیه‌ای انجام شدند. مسافت زاویه‌ای پیموده‌شده ($\Delta\theta^{o}$، برحسب درجه) درطی زمان پرتاب (Δt) برای هر پرتاب محاسبه شد و به‌عنوان مؤلفهٔ تاب‌به‌عقب ثبت شد. دو زاویه شامل زاویهٔ بازو نسبت به تنه در لحظهٔ رهایی توپ (HA^{o})[2] و زاویهٔ ساعد نسبت به سطح افق در لحظهٔ رهایی توپ (FA^{o})[3] تعیین شدند و به‌ترتیب به‌عنوان دو مؤلفهٔ مربوط به بازو و ساعد ثبت شدند (شکل شمارهٔ دو ب). دیگر ویژگی‌های سینماتیکی مربوط به مؤلفهٔ ساعد به این شرح اندازه‌گیری شدند. سرعت‌های زاویه‌ای ساعد با یک بار مشتق‌گیری زمانی (در بازه‌های زمانی ۰/۰۱۷ ثانیه‌ای) از مسافت‌های زاویه‌ای پیموده‌شدهٔ ساعد درطول زمان پرتاب (Δt) محاسبه شدند و از روی آن‌ها، سرعت زاویه‌ای ساعد در لحظهٔ رهایی توپ (ω، برحسب درجه بر ثانیه) به‌دست آمد. با یک‌بار مشتق‌گیری از

1. Dartfish Connect Prosuite 7
2. Humerus Angle (HA)
3. Forearm Angle (FA)

سرعت‌های زاویه‌ای ساعد در طول زمان پرتاب (Δt) و درنظرگرفتن لحظهٔ رهایی توپ، شتاب زاویه‌ای ساعد در لحظهٔ رهایی توپ (α، برحسب درجه بر مجذور ثانیه) محاسبه و ثبت شد. فاصلهٔ نوک انگشت بزرگ دست تا زائدهٔ آرنجی (برحسب cm) محاسبه شد و به‌عنوان طول ساعد (r) ثبت شد. سرعت خطی ساعد در لحظهٔ رهایی توپ (v، برحسب سانتی‌متر بر ثانیه) با استفاده از روابط حاکم بین متغیرهای خطی و زاویه‌ای ($v = r \times \omega$) محاسبه و ثبت شد.



شکل ۲- زاویه‌سنجی در پرتاب از بالای شانه. شروع پرتاب ساعد به جلو (الف)، لحظهٔ رهایی توپ (ب)

میانگین (و انحراف استاندارد) اطلاعات سینماتیکی پرتاب‌های هر کودک در هریک از وضعیت‌های طرح پژوهش محاسبه شدند و به‌عنوان متغیرهای وابسته درنظر گرفته شدند. طرح پژوهش از نوع درون‌آزمودنی‌ها با دو عامل اندازهٔ توپ و وضعیت قرارگرفتن حلقه در سطح دید افقی کودکان بود. برای تحلیل آماری اطلاعات جمع‌آوری‌شده، از آزمون *F*، به روش تحلیل واریانس و آزمون t استفاده شد. برای تعیین اندازهٔ اثر از شاخص مجذور ایتای سهمی (η^2_p)[1] (۱۷) استفاده شد.

نتایج

مشاهده و ثبت الگوهای مورداستفادهٔ کودکان برای پرتاب نشان داد که ازمجموع ۲۴ کودک مشارکت‌کننده در پژوهش، ۱۰ کودک (شش پسر و چهار دختر) در کوشش‌های اولیهٔ خود از الگوی

1. Partial Eta-Squared (η2p)

پرتاب دودستی (درکل، هشت درصد از کل پرتاب‌ها، به‌ویژه هنگام استفاده از توپ بزرگ‌تر: شش درصد از پرتاب‌ها) یا پرتاب از زیرشانه (درکل، ۱۲ درصد از کل پرتاب‌ها) استفاده کردند؛ ولی پس از چند (حداکثر چهار) کوشش اولیه، تغییر الگوهای حرکتی ازبین رفت و همهٔ کودکان از یک الگوی واحد برای پرتاب استفاده کردند؛ به‌طوری‌که پاسخ حرکتی ترجیحی الگوی پرتاب یک دست از بالای شانه بود.

اطلاعات مربوط به مقادیر متغیرهای سینماتیکی الگوی حرکتی پرتاب یک دست از بالای شانه، برحسب اندازهٔ توپ و وضعیت قرارگرفتن حلقه در کودکان موردبررسی در جدول شمارهٔ دو خلاصه شده است.

جدول ۲- ویژگی‌های سینماتیکی پرتاب از بالای شانه برحسب وضعیت حلقه و اندازهٔ توپ (تعداد = ۲۴)

حلقه	توپ	Δθ (درجه)		HA (درجه)		FA (درجه)		ω (درجه بر ثانیه)		v (سانتی‌متر بر ثانیه)		α (درجه بر مجذور ثانیه)	
		میانگین	انحراف استاندارد	میانگین	انحراف استاندارد	میانگین	انحراف استاندارد	میانگین	انحراف استاندارد	میانگین	انحراف استاندارد	میانگین	انحراف استاندارد
افقی	کوچک	۵۴/۲۱	۲۱/۹۰	۱۱۲/۱۴	۱۴/۶۵	۱۴/۳۰	۵۰/۱۵	۱۲/۹۵	۵/۸۳	۱/۵۹	۳/۲۲	۱/۳۵	۰/۶۲
	بزرگ	۵۳/۳۷	۱۸/۵۴	۱۱۶/۷۶	۱۲/۰۸	۱۸/۵۱	۶۰/۶۳	۱۳/۳۹	۳/۱۴	۰/۸۳	۳/۳۲	۱/۱۸	۰/۵۳
عمودی	کوچک	۶۱/۷۴	۲۲/۷۹	۱۰۶/۱۷	۱۵/۰۸	۱۵/۴۴	۵۱/۱۸	۱۷/۶۶	۵/۰۷	۱/۳۲	۴/۳۸	۱/۸۵	۰/۷۴
	بزرگ	۵۹/۶۶	۱۶/۰۰	۱۰۶/۰۶	۱۶/۲۰	۱۷/۹۴	۵۵/۲۱	۱۴/۴۶	۳/۴۳	۰/۹۴	۳/۶۴	۱/۵۶	۰/۵۵

توضیح: مسافت زاویه‌ای پیموده شده در طی پرتاب ($\Delta\theta$)، زاویهٔ بازو در لحظهٔ رهایی توپ (HA)، زاویهٔ ساعد در لحظهٔ رهایی توپ (FA)، سرعت زاویه‌ای ساعد در لحظهٔ رهایی توپ (ω)، سرعت خطی ساعد در لحظهٔ رهایی توپ (v)، و شتاب زاویه‌ای ساعد در لحظهٔ رهایی توپ (α).

پیش از بررسی متغیرهای الگوی پرتاب یک دست از بالای شانه، لازم بود مشخص شود آیا دو عامل جنسیت و ردهٔ سنی تفاوتی در اندازهٔ قامت، طول ساعد و وجب نمونه داشته‌اند یا خیر. بررسی آثار دو عامل جنسیت و ردهٔ سنی در اندازه‌های بدنی نمونه با استفاده از تحلیل واریانس عاملی دو (دختر یا پسر) × دو (ردهٔ سنی چهار یا پنج سال) نشان داد که برای هیچ‌یک از سه متغیر اندازهٔ قامت، طول ساعد و وجب، آثار دو عامل جنسیت و ردهٔ سنی معنادار نیستند (برای تمام موارد $F_s(1, 22) < 1, P_s > 0.05$)؛ بنابراین، اطمینان حاصل شد که نمونهٔ انتخابی از این نظر همگن بوده است.

برای بررسی آثار وضعیت قرارگرفتن هدف (حلقه) و اندازهٔ توپ بر هریک از شاخص‌های اندازه‌گیری‌شدهٔ الگوی حرکتی پرتاب یک دست از بالای شانه، از یک طرح تحلیل واریانس دو (اندازهٔ

توپ: کوچک، بزرگ) × دو (وضعیت حلقه: افقی، عمودی) با تکرار سنجش روی هر دو عامل استفاده شد.

نتایج تحلیل واریانس برای مسافت زاویه‌ای ($\Delta\theta$)، نشان داد تنها اثر اصلی وضعیت حلقه معنادار است و دیگر آثار شامل، اثر اصلی اندازهٔ توپ $F(1, 23)=5.43, P=0.029, \eta^2_P=0.19$ و اثر تعاملی $F(1, 23)=5.43, P=0.64, \eta^2_P=0.01$ معنادار $F(1, 23)=0.04, P=0.85, \eta^2_P=0.002$ نیست. در نتیجه، زاویهٔ پیموده شدهٔ دست کودکان در پرتاب به سمت حلقهٔ عمودی ($M=60.70, SD=16.64$) بیشتر از وضعیت حلقهٔ افقی ($M=53.79, SD=17.01$) بوده است، و اختلاف[1] زاویه‌ای این دو وضعیت ازنظر آماری معنادار است ($d \pm 95\%confidence\ interval: 6.91\pm6.14, P=0.001$).

نتایج آزمون تی تک‌نمونه‌ای، که در آن زاویهٔ بازو در لحظهٔ رهایی توپ (HA) با مقدار ثابت (زاویهٔ بازو نسبت به تنه در سطح شانه: $HA=90^{\circ}$) مقایسه شد نشان داد در هر یک از چهار وضعیت طرح تحقیق (جدول شمارهٔ دو) بازوی کودکان در لحظهٔ رهایی توپ به میزان معنادار از سطح شانه بالاتر بوده است ($t_s(23)\geq4.86, P_s<0.001$)، و در کل چهار وضعیت نیز بازوی کودکان در لحظهٔ رهایی توپ ($HA=110.28\pm12.26^{\circ}$) بالاتر از سطح شانه قرار داشته است ($t(23)=8.11, P<0.001$ ± d 95%confidence interval: 20.28±5.18,). نتایج تحلیل واریانس برای زاویهٔ بازو در لحظهٔ رهایی توپ (HA) نشان داد تنها اثر اصلی وضعیت حلقه $F(1, 23)=15.20, P=0.001, \eta^2_P=0.40$ معنادار است و دیگر آثار شامل، اثر اصلی اندازهٔ توپ $F(1, 23)=1.24, P=0.28, \eta^2_P=0.05$ و اثر تعاملی $F(1, 23)=3.16, P=0.09, \eta^2_P=0.12$ معنادار نیست. در نتیجه، زاویهٔ بازوی کودکان در لحظهٔ رهایی توپ به سمت حلقه‌ای که در وضعیت افقی ($M=114.45, SD=11.67$) قرار داشته است بیش از زمانی بوده که حلقهٔ هدف در وضعیت عمودی ($M=106.11, SD=14.80$) بوده است و اختلاف زاویه‌ای این دو وضعیت معنادار است ($d \pm 95\%confidence\ interval: 8.33\pm4.42, P=0.001$).

نتایج تحلیل واریانس برای زاویهٔ ساعد در لحظهٔ رهایی توپ (FA) نشان داد تنها اثر اصلی اندازهٔ توپ $F(1, 23)=6.86, P=0.015, \eta^2_P=0.23$ معنادار است و دیگر آثار شامل، اثر اصلی وضعیت حلقه $F(1, 23)=0.49, P=0.49, \eta^2_P=0.02$ و اثر تعاملی $F(1, 23)=0.96, P=0.34, \eta^2_P=0.04$ معنادار نیست. به‌این‌ترتیب، زاویهٔ ساعد در لحظهٔ رهایی در پرتاب توپ بزرگ ($M=57.92, SD=12.70$) از نظر آماری بیش از هنگام پرتاب توپ کوچک ($M=50.67, SD=12.70$) بوده است ($d \pm 95\%confidence\ interval: 7.26\pm5.73, P=0.015$).

1. Difference (*d*)

نتایج تحلیل واریانس برای سرعت زاویه‌ای ساعد در لحظهٔ رهایی توپ (ω) نشان داد تنها اثر اصلی وضعیت حلقه $F(1, 23)=8.57, P=0.008, \eta^2_P=0.27$ معنادار است و دیگر آثار شامل، اثر اصلی اندازه توپ $F(1, 23)=2.63, P=0.12, \eta^2_P=0.10$ و اثر تعاملی $F (1, 23)=3.28, P=0.08, \eta^2_P=0.12$ معنادار نیست. به‌این‌ترتیب، سرعت زاویه‌ای دست کودکان در لحظه رهایی توپ در هنگام پرتاب به سمت حلقهٔ عمودی (M=16.15, SD=3.04) نسبت به وضعیت حلقهٔ افقی (M=13.17, SD=3.59) افزایش داشته است (d ± 95% confidence interval: 2.98±2.11 , P=0.008)

نتایج تحلیل واریانس انجام‌شده برای سرعت خطی ساعد در لحظهٔ پرتاب (v) نشان داد تنها اثر اصلی وضعیت حلقه $F(1, 23)=8.65, P=0.007, \eta^2_P=0.27$ معنادار است و دیگر آثار شامل، اثر اصلی اندازهٔ توپ $F(1, 23)=2.60, P=0.12, \eta^2_P=0.10$ و اثر تعاملی $F(1, 23)=2.96, P=0.10, \eta^2_P=0.11$ معنادار نیست. به‌این‌ترتیب، سرعت خطی دست کودکان در لحظهٔ رهایی توپ پرتاب‌شده به سمت حلقهٔ عمودی (M=4.01, SD=0.85) نسبت به وضعیتی که حلقه افقی (M=3.27, SD=1.00) بوده افزایش یافته است (d ± 95% confidence interval: 0.73±0.25, P=0.007).

نتایج تحلیل واریانس انجام شده برای شتاب زاویه‌ای ساعد در لحظهٔ رهایی توپ (α) نشان داد اثر اصلی وضعیت حلقه $F(1, 23)=13.26, P=0.001, \eta^2_P=0.37$ و اثر اصلی اندازهٔ توپ $F(1, 23)=4.80, P=0.04, \eta^2_P=0.17$ معنادار است، ولی اثر تعاملی $F(1, 23)=0.17, P=0.68, \eta^2_P=0.01$ معنادار نیست. در نتیجه، شتاب زاویه‌ای دست کودکان در لحظه رهایی توپ پرتاب‌شده به سمت حلقهٔ عمودی (M=1.70, SD=0.44) بیش از زمانی بوده که توپ به سمت حلقه افقی (M=1.26, SD=0.42) پرتاب شده است (d ± 95% confidence interval: 0.44±0.25, P=0.001). همچنین، شتاب زاویه‌ای دست کودکان در لحظهٔ رهایی توپ کوچک (M=1.60, SD=0.42) نسبت به زمان پرتاب توپ بزرگ (M=1.37, SD=0.38) بیشتر بوده است (d ± 95% confidence interval: 0.23±0.22, P=0.001).

تحلیل‌های تکمیلی برای بررسی اثر عامل جنسیت بر هر یک از شاخص‌های اندازه‌گیری شده برای پرتاب یکدست از بالای شانه با استفاده از طرح تحلیل واریانس مخلوط ۲(جنسیت: دختر، پسر) × ۲(اندازه توپ: کوچک، بزرگ) × ۲(وضعیت حلقه: افقی، عمودی) با تکرار سنجش روی دو عامل آخر نشان داد اثر اصلی جنسیت و آثار تعاملی مرتبط با عامل جنسیت در هیچ‌یک از شاخص‌های اندازه‌گیری شده معنادار نیست (برای تمام موارد: $F_s(1, 22)<1, P_s>0.05$).

بحث و نتیجه‌گیری

در پژوهش حاضر، آثار قیود بر پاسخ‌های حرکتی پرتاب‌کردن در کودکان بررسی شدند. در روش‌شناسی، دستورالعملی درخصوص روش اجرای پرتاب داده نشد و شرایطی ایجاد شد که کودکان به تصمیم‌گیری‌های خاص مجبور نشوند. قیود مربوط به ویژگی‌های تکلیف شامل توپ و هدف عبارت بودند از: (الف) اندازهٔ توپ، (ب) وضعیت قرارگرفتن هدف، (پ) فاصله تا هدف، (ت) شکل هدف و (ث) اندازهٔ هدف. قیود مرتبط با فرد (پرتابگر) عبارت بودند از: (الف) سن، (ب) جنسیت، (پ) اندازهٔ وجب و (ت) شرایط دید افقی/ قرارگرفتن هدف در ارتفاع چشم. الگوهای انتخابی کودکان برای پرتاب به‌عنوان پاسخ‌های حرکتی ارزیابی شدند و مؤلفه‌های الگوی ترجیحی تحلیل سینماتیکی شدند.

همان‌گونه‌که در مقدمه نیز بیان شد، نسبت اندازهٔ توپ به اندازهٔ دست یک عامل تعیین‌کننده در انتخاب الگوی پرتاب در کودکان است (۱۰). با درنظرگرفتن این مهم، در طرح پژوهش این ویژگی به‌عنوان یک قید مرتبط با ویژگی‌های فردی کنترل شد و توپ‌هایی با قطر متناسب با اندازهٔ دست کودکان (نسبت قطر توپ به اندازهٔ دست کمتر از ۱/۲) انتخاب شدند. با ثابت‌کردن اهداف در سطح دید افقی (ارتفاع چشم) هر پرتابگر نسبت به زمین، که با قامت کودکان متناسب بود، این ویژگی نیز به‌عنوان یک قید مرتبط با فرد کنترل شد. با انتخاب کودکان پنج یا شش‌ساله، دیگر قید مرتبط با ویژگی‌های فردی؛ یعنی سن نیز کنترل شد. با تعیین فاصلهٔ سه‌متری برای پرتاب و استفاده از حلقه‌های هولاهوپ به قطر یک متر که به‌عنوان هدف استفاده شدند، علاوه‌بر کنترل قیود فاصله، شکل و اندازهٔ هدف، این‌گونه فرض شد که کودکان تجربه و آشنایی قبلی با این تکلیف نداشته‌اند و درنتیجه، پرتاب توپ به‌سمت این حلقه‌ها در این فاصله تکلیفی جدید برای آن‌ها خواهد بود. تلن[1] (۳، ۴)، همچنین گیجن و گچل[2] (۱۸) تأکید کرده‌اند که در بررسی روابط پویا بین قیود، جدیدبودن تکلیف بسیار مهم است؛ زیرا، هدف، آشکارسازی فرایندی است که پیامد/ نتیجهٔ تجربیات گذشته نباشد. درهمین‌راستا، در طرح پژوهش، وضعیت قرارگرفتن حلقه‌های هدف به‌صورت افقی و عمودی در سطح دید افقی کودکان تغییر کرد. هدف، پرتاب توپ به مرکز حلقه بود. با تغییر وضعیت قرارگرفتن حلقه، مشخص است که شعاع‌های نور برای تشخیص و ادراک مرکز هدف دو نمای ویژه و متفاوت دارند. پیش‌بینی این بود که تفاوت در وضعیت ادراکی هدف به‌همراه تغییر اندازهٔ توپ، به شکلی پویا بر الگوهای پرتاب کودکان اثر بگذارد.

1. Thelen
2. Gagen & Getchell

ارزیابی الگوهای پرتاب نشان داد که معدودی از کودکان و تنها در کوشش‌های اول از الگوی پرتاب دودستی یا پرتاب یک دست از زیرشانه (بیشتر درهنگام استفاده از توپ‌های بزرگ) استفاده کردند؛ ولی پس از چند کوشش، همهٔ کودکان برای پرتاب از الگوی پرتاب یک دست از بالای شانه استفاده کردند. مشابه پژوهش‌های پیشین (۹-۱۱)، نتایج پژوهش حاضر نیز نشان داد که اغلب کودکان در زمان استفاده از توپ‌هایی که نسبت قطر توپ به پهنای وجب کمتر از ۱/۲ است، کمابیش از پرتاب یک دست از بالای شانه استفاده می‌کنند؛ باوجوداین، برخی از کودکان در کوشش‌های اولیه از الگوی پرتاب زیرشانه و پرتاب‌های دودستی نیز استفاده می‌کنند. از دیدگاه سیستم‌های پویا شاخهٔ بوم‌شناختی (۴-۲)، کودکی که تجربهٔ زیادی در پرتاب نداشته است، وقتی در شرایط پرتاب قرار می‌گیرد، برای رسیدن به ثبات پویا به‌سمت جاذب قوی‌تر سیستم متمایل می‌شود. همان‌گونه‌که نتایج پژوهش نیز نشان داد و اغلب ما نیز شاهد بوده‌ایم، الگوهای حرکتی ناهماهنگی در رفتار کودکان دیده می‌شوند. تغییرپذیری‌هایی که در اجرای الگوهای حرکتی بروز می‌کنند ممکن است نتیجهٔ تلاش برای دستیابی به تعادل میان قیود یا نشانهٔ وجود یک جاذب قوی‌تر در سیستم برای رسیدن به ثبات باشند. براساس آنچه درمورد ویژگی‌های پویای سیستم حرکتی انسان بیان شده است (۴-۲)، مشاهدهٔ اینکه برخی از کودکان در برخی از کوشش‌های اولیهٔ خود از پرتاب‌های زیر شانه یا الگوی پرتاب دودستی استفاده کرده‌اند، می‌توان این‌گونه تبیین کرد که کودکان در موقعیت‌هایی که با وضعیت هدف جدید روبه‌رو شده‌اند (مثل قرارگرفتن حلقه در وضعیت‌های افقی و عمودی یا توپ‌هایی با اندازه‌های بزرگ و کوچک) در تلاش بوده‌اند که در حرکت پرتاب به نظام دینامیکی باثبات‌تری دست یابند. پرتاب از زیر شانه مناسب وضعیت‌هایی است که هدف در زیر دید افقی است؛ مانند هنگامی‌که هدف روی زمین پهن شده است. ازطرف‌دیگر، به‌نظر می‌رسد که استفاده از توپ‌های کوچک متناسب با اندازهٔ دست می‌تواند باعث ترغیب کودکان به استفاده از پرتاب یک دست از بالای شانه شود و انگیزهٔ آن‌ها را برای پرتاب‌های دودستی مانند شوت بسکتبال کمتر می‌کند. با توجه به آنچه بیان شد و با درنظرگرفتن نتایج حاصل از پژوهش، به‌نظر می‌رسد که وقتی اندازهٔ توپ متناسب با دست کودکان باشد و برای پرتاب هدفی درراستای دید افقی کودکان درنظر گرفته شود، الگوی پرتاب یک دست از بالای شانه کارآمدترین و باثبات‌ترین الگو برای پرتاب است.

پژوهش‌ها نشان داده‌اند که سرعت در پرتاب از بالای شانه بیشتر از پرتاب از پایین است؛ چون، در پرتاب از بالای شانه با دامنهٔ حرکتی بیشتری می‌توان دست را تاب داد و اندام‌های بیشتری می‌توانند در یک لحظه به تولید گشتاور نیرو برای پرتاب کمک کنند (۱۹). شاید کودکان نیز مانند پژوهشگران کشف می‌کنند که الگوی پرتاب از بالای شانه برای دقت بالاتر، سرعت بیشتر و برد طولانی‌تر مناسب‌تر

است. ازطرف‌دیگر، این امکان نیز وجود دارد که پرتاب از بالای شانه یک الگوی ذاتی است که کودکان درطول دوران رشد حرکتی آن را کسب می‌کنند. بی‌شک، نمی‌توان پذیرفت که عمل دست کودکان برای پرتاب توپ‌هایی با اندازه‌های متفاوت به‌سمت حلقه‌هایی که در دو وضعیت عمودی و افقی قرارگرفته‌اند، کارآمدترین روش برای پرتاب و دستیابی به هدف بوده است؛ اما این روش جزو یکی از راه‌حل‌های ممکن است؛ به‌ویژه برای کودکان پیش‌دبستانی که هنوز در مهارت‌های پرتاب‌کردن به بالیدگی و سطح پیشرفته نرسیده‌اند. از دیدگاه آموزش غیرخطی (اکتشافی) مهارت‌های حرکتی، نتیجهٔ به‌کارگیری قیود مختلف درهنگام اجرای چند تکلیف همیشه به انتخاب بهترین نتیجه در اجرای فرد منجر نمی‌شود (۲۰). درهمین‌راستا، رویکرد تحلیل تکلیف بوم‌شناختی نیز تأکید می‌کند که هنگام اعمال چند قید روی چند تکلیف، باید به نوآموز فرصت داد تا به شکل اکتشافی با الگوهای مختلف آشنا شود و الگوی مناسب را کشف کند (۲۱).

از دیدگاه سیستم‌های پویا، بدون داشتن تجربهٔ بسیار زیاد به‌آسانی نمی‌توان ویژگی‌های یک تکلیف (مثل پرتاب به‌سمت حلقه افقی) را به تکلیفی دیگر (مثل حلقهٔ عمودی) تعمیم داد. به‌بیان‌دیگر، انتخاب و تولید مسیر پرتاب توپ مناسب برای تکلیف حلقهٔ افقی با جاذب مربوط به تکلیف حلقهٔ عمودی که از قبل به ثبات کافی رسیده است، ارتباطی ندارد (۲۲). جاذب یک وضعیت، دامنه‌ای خاص از پیامدهای رفتاری است که می‌توان آن را به یک چاهک تشبیه کرد که در آنجا یک ارگانیسم به ثبات دینامیکی می‌رسد (۴). به‌آسانی نمی‌توان الگوی حرکت سیستمی که به حالت جاذب باثبات خود رسیده است (چاهک عمیق) را تغییر داد؛ اما سیستمی که در وضعیت جاذب باثبات کم (چاهک کم‌عمق) قرار دارد، مستعد تغییر است و وقتی در یک تکلیف تازه با مجموعه‌ای جدید از قیود روبه‌رو می‌شود، تغییرات اغلب اجتناب‌ناپذیرند. ازطرف‌دیگر، به‌نظر می‌رسد که پرتاب یک توپ کوچک به‌سمت یک هدف بزرگ (نسبت به قطر توپ) راحت‌تر از پرتاب یک توپ بزرگ است و ممکن است باعث ظهور الگوی متفاوتی در اجرای عمل هدف‌گیری شود. نتایج حاصل از بررسی ویژگی‌های سینماتیکی مؤلفه‌های الگوی پرتاب این پیش‌بینی‌های دیدگاه سیستم‌های پویا تأیید می‌کند. نتایج پژوهش به‌طور مشخص نشان داد که کودکان پنج تا شش‌ساله برای پرتاب توپ‌های بزرگ و کوچک به‌سمت حلقهٔ عمودی و افقی، از الگوهای پرتاب از بالای شانهٔ یک دست با ترکیبی از مؤلفه‌های سینماتیکی متفاوت استفاده کرده‌اند. کودکان وقتی نیاز می‌شد توپ را به‌سمت حلقه‌های عمودی هدف‌گیری و پرتاب کنند، همواره بازوی خود را بالاتر از شانه آورده‌اند؛ هم‌زمان دست خود را بیشتر به عقب کشیده‌اند و سرعت زاویه‌ای و خطی بیشتر، ولی شتاب زاویه‌ای کمتری را به دست خود

داده‌اند. این کودکان در زمان استفاده از توپ‌هایی با اندازهٔ کوچک‌تر، به دست خود شتاب زاویه‌ای بیشتری دادند. یافتهٔ مهم این بود که بیشترین تغییرات در ویژگی‌های سینماتیکی مرتبط با مؤلفهٔ ساعد و آن هم در زمان دست‌کاری وضعیت قرارگرفتن هدف اتفاق افتاده بود. با توجه به تفاوت هدف و روش‌شناسی به‌کاررفته در پژوهش حاضر، امکان مقایسهٔ نتایج پژوهش حاضر با یافته‌های پژوهش‌های قبلی که در آن‌ها آثار دست‌کاری اندازهٔ توپ (برتون و همکاران (۹، ۱۰) بینگام و همکاران (۸)) و وضعیت هدف (تغییر ارتفاع هدف توسط چوی و همکاران (۱۱)) بررسی شده بود، میسر نشد. یافتهٔ اختصاصی پژوهش درخصوص مؤلفه‌های بررسی‌شده نشان می‌دهد که با قیود مشخص‌شده در روش‌شناسی پژوهش حاضر و در زمان دست‌کاری وضعیت قرارگرفتن هدف و اندازهٔ توپ، علاوه‌بر توجه به مؤلفه‌های تاب‌به‌عقب و بازو، باید به مؤلفهٔ ساعد توجهی ویژه کرد.

تفاوت‌های جنسیتی ازجمله قیود فردی اثرگذار بر عمل است. کمابیش اغلب پژوهش‌ها برتری وضعیت پسرهای پیش‌دبستانی نسبت به دخترهای این سن را در الگوی پرتاب از بالای شانهٔ کودکان پیش‌دبستانی گزارش کرده‌اند (برای نمونه، هاردی، کینگ، فارل، مکنوین، و هاولت[1] (۲۳)، اسپساتو، گابارد، والنتینی، و رادیسیل[2] (۲۴)، یا فولکز و همکاران (۲۵)) (برای نمونه، هاردی و همکاران اسپساتو و همکاران (۲۴)، فولکز و همکاران (۲۵))؛ ولی نتایج پژوهش حاضر نشان داد که ویژگی‌های سینماتیکی مرتبط با مؤلفه‌های تاب‌به‌عقب، بازو و ساعد در الگوی پرتاب از بالای شانهٔ کودکان پسر و دختر پیش‌دبستانی پنج تا شش‌ساله، تفاوت قابل‌توجهی نسبت به هم ندارند. دلیل تفاوت بین نتایج پژوهش حاضر و یافته‌های پژوهش‌های یادشده این است که در این پژوهش‌ها برای ارزیابی پرتاب از بالای شانه، معیارهای آزمون رشد حرکتی درشت (۱۴) ملاک قرار گرفته‌اند. همان‌گونه‌که در مقدمه نیز بیان شد، در این آزمون کودک باید توپ تنیس را از فاصلهٔ ۶/۱۰ متر با شدت به‌سمت دیوار پرتاب کند. مشخص است که معیار فقط شدت ضربه (تولید بیشترین نیرو) است و دقت در اجرای تکلیف اهمیت چندانی ندارد. ازطرف‌دیگر، اندازهٔ توپ بسیار کوچک و برای پرتاب هدف (حلقه یا چیز دیگری) درنظر گرفته نشده است. به‌نظر می‌رسد که دلیل ازبین‌رفتن تفاوت‌های جنسیتی در مؤلفه‌های پرتاب از بالای شانه در کودکان سنین پنج و شش‌ساله، لحاظ‌کردن فاصلهٔ پرتاب کمتر، استفاده از اندازهٔ توپ بزرگ‌تر و درنظرگرفتن هدفی به شکل حلقه بوده است.

در متون تخصصی رشد حرکتی، اطلاعاتی درخصوص نحوهٔ دست‌کاری اندازهٔ توپ در فعالیت‌هایی که برای کودکان ترتیب داده می‌شوند و در آن‌ها پرتاب‌کردن گنجانده شده است، ارائه شده است؛ ولی

1. Hardy, King, Farrell, Macniven, & Howlett
2. Spessato, Gabbard, Valentini, & Rudisill

این اطلاعات بیش‌ازحد کلی است و قابلیت استفاده از آن‌ها کم است؛ برای نمونه، هرکویتز[1] (۲۶) بیان کرد که در فعالیت‌های پرتاب‌کردن کودکان باید به‌تدریج از توپ‌های سنگین‌تر و با اندازهٔ بزرگ‌تر استفاده شود؛ اما هدف این دست‌کاری‌ها به‌طور واضح مشخص نشده است. آیا افزایش تدریجی اندازه و وزن توپ برای بهبود بُرد، دقت یا الگوی پرتاب است، یا تنها هدف این است که شرایطی برای کودک فراهم شود تا با اندازه‌های مختلف توپ آشنا گردد؟ همچنین، مبانی نظری و تجربی و نیز اندازه‌های (معیار) دقیقی برای‌این‌منظور ارائه نشده‌اند. نتایج پژوهش حاضر علاوه‌بر ارائهٔ زیربنای نظری و تجربی دراین‌زمینه، اطلاعاتی را درخصوص آثار قیود بر الگوهای پرتاب کودکان ارائه می‌کند. یکی از نتایج ضمنی یافته‌های پژوهش این است که معلمان نباید در کلاس‌های تربیت‌بدنی اندازهٔ توپ و ارتفاع اهدافی را که برای پرتاب درنظر می‌گیرند، به‌عنوان یک معیار مطلق درنظر گیرند؛ بلکه باید ارتفاع یا وضعیت هدف و قطر توپ مناسب کودک را برحسب ابعاد بدنی او انتخاب کنند تا تفاوت‌های جسمانی موجود بین کودکان کنترل شوند. بی‌شک، اگر تعداد کودکان در کلاس زیاد باشد، لحاظ‌کردن این ویژگی برای فعالیت پرتاب‌کردن دشوار است. راهکاری که می‌توان با توجه به یافته‌های پژوهش ارائه کرد، این است که میانگین ابعاد جسمانی (مانند اندازهٔ کف دست یا قامت) برای یک گروه سنی می‌تواند معیاری مناسب باشد. همچنین، باید به کودکان فرصت داد تا الگوهای پرتاب مختلف را تجربه کنند. با توجه به یافته‌های پژوهش، به‌نظر می‌رسد که کودکان قادرند خواص پویای سیستم حرکتی خود را درک کنند و با توجه به این ویژگی‌ها به‌سرعت الگوی مناسبی برای پرتاب‌کردن برگزینند. معلمان باید درنظر داشته باشند که وقتی اندازهٔ توپ با اندازهٔ دست کودک متناسب باشد (نسبتی کمتر از ۱/۲ داشته باشد) و هدف در فاصله‌ای تقریباً سه برابر قامت و درراستای دید افقی کودک قرار داشته باشد، الگوی پرتاب یک دست از بالای شانه یک جاذب برای تکلیف پرتاب است.

در پژوهش حاضر، آثار قیود بر الگوی پرتاب کودکان پیش‌دبستانی بررسی شد. یافته‌های پژوهش مزایای آموزشی استفاده از قیود برای تولید حرکات مطلوب/ ترجیحی را تأیید کرد. بی‌شک، نمی‌توان آن دسته از پاسخ‌های حرکتی که کودکان آن‌ها را درنتیجهٔ شرایط آزمایشی و دستکاری‌های تجربی از خود نشان می‌دهند اثربخش‌ترین الگوی مهارت پرتاب دانست؛ زیرا، هیچ دستورالعمل ویژه‌ای درمورد پاسخ‌های حرکتی کودکان داده نشد؛ اما با شرایط فراهم‌شده در طرح پژوهش کودکان قادر بودند ویژگی‌های فیزیکی را به‌عنوان قیود ساختاری تشخیص دهند و براساس آن پاسخ‌های خود را تعدیل کنند. استفاده از تکالیفی که مجهز به مجموعه‌ای از ویژگی‌های فیزیکی باشند، بسیار مهم

1. Herkowitz

است و می‌تواند باعث ارتقای توان آموزشی- تربیتی کلاس شود. ساختار کلاس‌های تربیت‌بدنی برای کودکان پیش‌دبستانی باید طوری طراحی شود تا به کودک کمک کند به شکل فعال و مثبت حرکات مختلف را کشف و تجربه کند. کلاس فعال جایی است که حرکت‌های کودک به آنچه مربی به او می‌گوید، (آموزش داده شده است) محدود و منحصر نشود. در کلاس فعال باید نقش مربی طراحی تکالیف حرکتی باشد و نیز مربی تسهیل‌کنندهٔ شرایط اجرا و ایجاد شرایط تجربه و اکتشاف برای کودکان باشد.

شرایط طبیعی (بوم‌شناختی) که کودکان در آن عمل پرتاب‌کردن (برای نمونه، پرتاب توپ در بازی‌ها یا ورزش‌های مختلف) را تجربه می‌کنند، مستلزم این است که توپ‌هایی با اندازه‌های مختلف را به‌سمت هدف‌هایی در وضعیت متفاوت پرتاب کنند. کاربرد مهارت پرتاب برای کودکان در ورزش‌های قدرتی مانند هندبال، بسکتبال، بیس‌بال یا استفاده در برخی از اسباب‌بازی‌های توپی است؛ اما حتی در این فعالیت‌های حرکتی نیز درجه‌ای از دقت در هدف‌گیری مهم است و موقعیت یا وضعیت هدف می‌تواند الگوی پرتاب را تحت‌تأثیر خود قرار دهد؛ برای نمونه، در ورزش‌هایی مانند هندبال، بسکتبال و بیس‌بال، پرتاب با توپ‌هایی با اندازه‌های مختلف به‌سمت هدف‌هایی متفاوت (برای نمونه، در هندبال دروازهٔ عمودی و در بسکتبال حلقهٔ افقی) اجرا می‌شود. در این پژوهش، اندازهٔ توپ و وضعیت قرارگیری هدف به‌عنوان دو قید مرتبط با ویژگی‌های تکلیف تغییر داده شدند و نتیجهٔ این تغییرات روی الگوهای حرکت کودکان بررسی شد. طبق نتایج پژوهش حاضر، توجه به این متغیرها به‌صورت کمّی افق دید تازه‌ای را برای بررسی نقش قیود تکلیف در اجرای مهارت‌های حرکتی پایه و کاربرد آن‌ها در آموزش مهارت‌های حرکتی برای کودکان، فراهم می‌کند. دستاوردهای این پژوهش می‌توانند برای پژوهشگران حیطهٔ رشد حرکتی و مربیان و معلمان تربیت‌بدنی جالب باشند. ازیک‌طرف، اعتبار مفاهیم اصلی دیدگاه سیستم‌های پویا در رشد حرکتی آزمون شد. ازطرف‌دیگر، با توجه کمّی به قیود و متغیرهای اثرگذار بر الگوهای حرکتی، زاویهٔ دید متفاوتی برای بررسی مهارت‌های حرکتی پایه فراهم شد. از دستاوردهای پژوهش می‌توان به‌عنوان راهنمایی برای تغییر شرایط اجرای تکلیف پرتاب‌کردن در کلاس‌های تربیت‌بدنی استفاده کرد؛ بدین‌شکل‌که مشخص شد ازطریق تغییر یا تثبیت قیود مرتبط با تکلیف، فرد و محیط می‌توان شرایط بهینه‌ای برای آموزش و ارتقای الگوهای برخی از مهارت‌های حرکتی پایه (به‌طور خاص، پرتاب‌کردن) فراهم کرد. همچنین، به‌نظر می‌رسد که با لحاظ‌کردن وضعیت هدف و اندازهٔ توپ بتوان شاخص‌های ارزیابی مهارت‌های پرتابی کودکان را تعدیل کرد و ارتقا بخشید. در پژوهش‌های آینده می‌توان آثار دیگر قیود را بر تغییرپذیری‌های دیگر الگوهای حرکتی و در دامنهٔ سنی وسیع‌تری از کودکان و همچنین آثار تعاملی قیود را بررسی کرد.

تشکر و قدردانی

نویسـندگان وظیفهٔ خود می‌دانند از تمامی کودکان شرکت‌کننده در این پژوهش تشکر کنند. همچنین، از کمک‌ها و همکاری‌های ارزندهٔ مدیریت مهدکودک و پیش‌دبستانی دانشگاه اصفهان قدردانی می‌شود.

منابع

1. Halverson LE. Development of motor patterns in young children. Quest. 1966;6(1):44-53.
2. Kugler PN, Kelso JS, Turvey MT. On the control and coordination of naturally developing systems. In: Kelso JS, Clark JE, editors. The development of movement control and coordination. New York: Wiley; 1982. p. 5-78.
3. Thelen E. Motor development: A new synthesis. Am Psychol. 1995; 50(2):79-95.
4. Thelen E. Self-organization in developmental processes: Can systems approaches work. In: Johnson MH, Munakata Y, Gilmore RO, editors. Brain development and cognition. 2 ed. Boston, MA: Blackwell Publisher.; 2002. p. 336-74.
5. Newell KM, Jordan KJ. Task constraints and movement organization: A common language. In: Davis W, Broadhead G, editors. An ecological approach to human movement: Linking theory, research and practice. Champaign, IL: Human Kinetics; 2007. p. 5-23.
6. Newell KM. Constraints on the development of coordination. In: Wade MG, Whiting HTA, editors. Motor development in children: Aspects of coordination and control. Dordrecht, Germany: Martinus Nijhoff; 1986. p. 341-60.
7. Langendorfer S. Motor-task goal as a constraint on developmental status. In: Clark JE, Humphrey JH, editors. Advances in motor development. 1. New York: AMS Press; 1987. p. 16-28.
8. Bingham GP, Schmidt RC, Rosenblum LD. Hefting for a maximum distance throw: A smart perceptual mechanism. J Exp Psychol Hum Percept Perform. 1989; 15(3):507-28.
9. Burton AW, Greer NL, Wiese DM. Changes in overhand throwing patterns as a function of ball size. Pediatr Exerc Sci. 1992;4(1):50-67.
10. Burton AW, Greer NL, Wiese DM. Variations in grasping and throwing patterns as a function of ball size. Pediatr Exerc Sci. 1993; 5:25-41.
11. Choi Y, Hawkins AH, Langley JG, editors. Changes in throwing pattern as a function of task variation. 2008 AAHPERD National Convention and Exposition; 2008; Fort Worth, Texas, USA: Res Q Exercise Sport. p.A46.
12. Roberton MA. Changing motor patterns during childhood. In: Thomas J, editor. Motor development during childhood and adolescence/edited by Jerry R. Thomas. Minneapolis: Burgess; 1984. p. 48–90.

13. Roberton MA. Developmental level as a function of the immediate environment. In: Clark JE, Humphrey JH, editors. Advances in motor development. 1. New York: AMS Press; 1987. p. 1-15.
14. Webster EK, Ulrich DA. Evaluation of the psychometric properties of the Test of Gross Motor Development-3rd edition. Journal of Motor Learning and Development. 2017; 5(1):45-58.
15. Mohammadi F, Bahram A, Khalaji H, Ulrich DA, Ghadiri F. Evaluation of the psychometric properties of the persian version of the test of gross motor development–3rd edition. Journal of Motor Learning and Development. 2019; 7(1):106-21.
16. SimulCam™Technology. Dartfish connect prosuite. 7 ed. GA: Alpharetta; 2015.
17. Cohen J. Eta-squared and partial eta-squared in fixed factor anova designs. Educ Psychol Meas. 1973; 33(1):107-12.
18. Gagen LM, Getchell N. Using 'constraints' to design developmentally appropriate movement activities for early childhood education. Early Child Educ J. 2006; 34(3):227-32.
19. Garner J. Kinematic and kinetic comparison of overhand and underhand pitching: Implications to proximal-to-distal sequencing: Auburn University (PhD Dissertation); 2007.
20. Chow JY, Davids K, Button C, Shuttleworth R, Renshaw I, Araújo D. The role of nonlinear pedagogy in physical education. Rev Educ Res. 2007;77(3):251-78.
21. Balan CM, Davis WE. Ecological task analysis: An approach to teaching physical education. JOPERD 1993; 64(9):54-62.
22. Thelen E, Smith LB. A dynamic systems approach to the development of cognition and action. Cambridge, MA, US: The MIT Press; 1994. p. 376
23. Hardy LL, King L, Farrell L, Macniven R, Howlett S. Fundamental movement skills among australian preschool children. JSAMS 2010; 13(5):503-8.
24. Spessato BC, Gabbard C, Valentini N, Rudisill M. Gender differences in brazilian children's fundamental movement skill performance. Early Child Dev Care. 2013; 183(7):916-23.
25. Foulkes JD, Knowles Z, Fairclough SJ, Stratton G, O'Dwyer M, Ridgers ND, et al. Fundamental movement skills of preschool children in northwest england. Percept Mot Skills. 2015; 121(1):260-83.
26. Herkowitz J. Developmentally engineered equipment and playgrounds. In: Thomas JR, editor. Motor development during childhood and adolescence. Minneapolis: Burgess; 1984. p. 139-73.

استناد به مقاله

صالحی حمید، کلانتری پریسا. آثار قیود تکلیف بر الگوهای پرتاب کودکان. رفتارحرکتی. تابستان ۱۳۹۸؛ ۱۱(۳۶): ۲۶-۱۰۵. شناسهٔ دیجیتال: 10.22089/mbj.2018.5149.1601

Salehi H, Kalantari P. Effects of Task Constraints on Throwing Patterns of Children. Motor Behavior. Summer 2019; 11 (36): 105-26. (In Persian). Doi: 10.22089/mbj.2018.5149.1601

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

Effects of Task Constraints on Throwing Patterns of Children

H. Salehi[1], P. Kalantari[2]

1. Associate Professor of Motor Behavior, University of Isfahan*
2. M.Sc. in Sport Biomechanic, University of Isfahan

Received: 2017/12/02 **Accepted: 2018/09/10**

Abstract

In this investigation, the throwing patterns variations of children were examined as the resultants of changing in task constraints. A total of 24 children (12 males and 12 females), aged 5 and 6 years old voluntarily participated in the study. The manipulation of task constrains was done via changes in target orientations (horizontal vs. vertical hoops) and ball sizes (6 cm vs. 12 cm diameters) and were considered as the main constraints. The observable throwing patterns of children were evaluated, and the kinematic changes of the components of their preferred throwing pattern were analyzed. Though, transitions from two- to one-hand throws and switching from underhand to overhand one-hand throws were observed in the first few trials (mostly in throwing the bigger balls), yet, the preferred pattern was found to be one-hand overhand throwing. The kinematic analysis revealed the existence of sensitivity of the backswing, forearm, and upper arm components of overhand one-hand throwing pattern toward the imposed task constrains. It was also found that most changes took place in the kinematic properties related to the forearm component. The findings represent some empirical evidences for dynamical systems theory to explain changes of movement patterns in motor development. We discussed the potential advantages using constraints for appropriate skill acquisition processes in physical education settings.

Keywords: Constrains, Dynamic Systems Theory, Motor Development, Throwing Patterns

* Corresponding Author Email: salehi@zoho.com