2025, Volume 2, Number 2

Functional Research in
Sport Psychology

Kinematic and psychological analysis of the effect of feedback on learning to throw darts: Confirmatory or corrective feedback?

Mohammad Ghodosi Tabar [1]

1. Department of Motor Behavior and Sport Psychology, Faculty of Sport Sciences, Ferdowsi University of Mashhad, Iran

Article Info

Article type:
Research Article

Article history:
Received 31 March 2025
Received in revised form 07 May 2025
Accepted 05 Jun 2025
Available online 28 Jun 2025

Keywords:
Dart-Throwing, Feedback Types, Kinematics, Motor Learning, Psychology, Skill Acquisition.

ABSTRACT

Objective: This study examines the differential effects of confirmatory and corrective feedback on dart-throwing performance through kinematic and psychological analysis. **Method:** Sixty novice participants were randomly assigned to receive either confirmatory feedback (reinforcing correct movements), corrective feedback (identifying errors), or no feedback during a structured training protocol. Using 3D motion capture technology, we analyzed joint coordination patterns, release velocities, and movement variability alongside accuracy scores and self-reported confidence measures.

Results: Results revealed distinct advantages for each feedback type: corrective feedback significantly improved movement mechanics, particularly in shoulder-elbow coordination ($p < 0.001$), while confirmatory feedback enhanced both accuracy retention (22% higher than corrective) and psychological factors like self-efficacy. Kinematic analysis showed corrective feedback reduced joint variability by 35% during acquisition, whereas confirmatory feedback produced more consistent release velocities in retention tests (SD = 46.8 m/s vs. 104.6 m/s for corrective). The psychological measures demonstrated that confirmatory feedback maintained higher motivation levels throughout training.

Conclusions: These findings suggest that while corrective feedback optimizes biomechanical efficiency, confirmatory feedback better supports performance stability and psychological engagement. The study challenges the assumption of a universal optimal feedback approach, instead proposing context-dependent application: corrective feedback for technical refinement and confirmatory feedback for competitive performance situations. These results have important implications for designing targeted training programs in both athletic and rehabilitation settings, emphasizing the need to consider both physical and psychological dimensions when delivering performance feedback.

Cite this article: Ghodosi Tabar, M. Kinematic and psychological analysis of the effect of feedback on learning to throw darts: Confirmatory or corrective feedback? *Functional Research in Sport Psychology*, 2025:2(2):65-84. 10.22091/FRS.2025.12665.1048

© The Author(s).

Publisher: University of Qom.
DOI: 10.22091/FRS.2025.12665.1048

Extended Abstract

Introduction

Motor skill acquisition represents a fundamental aspect of human learning, with feedback mechanisms playing a pivotal role in this process. This study investigates how different types of cognitive feedback - confirmative, corrective, and combinational - influence the acquisition and retention of dart-throwing skills, while testing the predictions of the Attentional Bottleneck Approach. Traditional motor learning theories have emphasized the importance of corrective feedback for error reduction (Salmoni et al., 1984), while contemporary perspectives highlight the motivational benefits of confirmative feedback (Badami et al., 2012). The Attentional Bottleneck Approach suggests that combining both types of feedback creates optimal learning conditions by simultaneously addressing error correction and performance reinforcement (Gould & Weinberg, 2011). However, empirical evidence remains inconclusive, particularly for discrete motor skills like dart-throwing where movement precision and outcome accuracy are closely related. The current study addresses three critical gaps in the literature: the lack of comparative studies examining standalone versus combined feedback approaches in ecologically valid tasks; the under-investigated interaction between feedback type and learners' error estimation capabilities; and the contradictory findings regarding optimal feedback strategies for complex motor tasks. Our research aims to determine: 1) whether combinational feedback yields superior results compared to isolated confirmative or corrective feedback when paired with error estimation, and 2) how different feedback types affect both kinematic parameters (joint coordination, release velocity) and accuracy outcomes during acquisition and retention phases.

Method: The study employed a randomized controlled design with 60 novice male university students (aged 18-24 years) assigned to one of four experimental conditions: confirmative feedback (reinforcing correct performance elements), corrective feedback (identifying and diagnosing errors), combinational feedback (alternating between confirmative and corrective using a sandwich approach), and a no-feedback control group. Participants completed a standardized dart-throwing task at a regulation distance of 2.37 meters, with performance measured using both outcome scores and 3D motion capture technology (100Hz sampling rate) to analyze kinematic patterns. The experimental protocol consisted of three phases: pre-testing (15 baseline throws), acquisition (60 practice trials divided into 4 blocks of 15 throws with assigned feedback after each block), and retention testing (10 throws after 24 hours without feedback). Prior to receiving feedback in the acquisition phase, participants were required to estimate their performance errors, allowing examination of the interaction between self-assessment and external feedback. Dependent variables included accuracy scores (0-10 scale based on target hits) and three key kinematic measures: wrist release velocity consistency, relative phase coordination (shoulder-elbow and elbow-wrist), and movement variability (standard deviation of joint angles). Data were analyzed using mixed-design ANOVAs in SPSS (v26) with Bonferroni post-hoc tests, reporting effect sizes (η^2) and maintaining a significance level of $\alpha = 0.05$.

Results: The study yielded several key findings regarding feedback effectiveness. All feedback conditions significantly outperformed the no-feedback control group in both acquisition and retention phases ($p < 0.001$, $\eta^2 = 0.41$), confirming the fundamental role of feedback in motor learning. Interestingly, while corrective feedback demonstrated superior immediate effects on movement mechanics - particularly in improving shoulder-elbow coordination (DRP = 28.1° vs. 52.6° for confirmative feedback, $p < 0.001$) - confirmative feedback showed better long-term accuracy retention (mean retention score = 59.6 vs. 36.5 for corrective feedback, $p = 0.003$). The combinational feedback approach, contrary to the Attentional Bottleneck hypothesis, failed to demonstrate clear advantages over single-feedback approaches in either accuracy or kinematic measures. Kinematic analysis revealed that corrective feedback produced the most biomechanically efficient throwing motions with significantly lower joint coordination variability, while confirmative feedback resulted in more consistent release velocities during retention testing (SD = 46.8 m/s vs. 104.6 m/s for corrective feedback, $p = 0.006$). A particularly noteworthy finding was the moderating effect of error estimation - participants who engaged in self-assessment prior to receiving corrective feedback showed 22% better retention than those who received the same feedback without this preparatory cognitive engagement ($p = 0.012$). This pattern was not observed in the

confirmative feedback condition, suggesting different cognitive mechanisms underlying these feedback types.

Conclusion: The current findings offer important theoretical and practical insights into motor skill acquisition. The differential effects of feedback types support a multi-dimensional view of motor learning, where corrective feedback optimally enhances movement form while confirmative feedback better promotes performance stability. These results partially challenge the Attentional Bottleneck Approach's assumption about the universal benefits of combined feedback, suggesting instead that cognitive load considerations may limit the effectiveness of combinational approaches for novice learners. The significant interaction between error estimation and feedback effectiveness highlights the importance of the learner's active cognitive engagement in the feedback process, supporting contemporary theories of self-regulated learning. From a practical perspective, our results suggest that optimal training protocols for discrete skills like dart-throwing might employ a phased approach: using corrective feedback during initial skill acquisition to establish proper technique, then transitioning to confirmative feedback to enhance performance consistency. Several limitations should be acknowledged, including the focus on novice performers and a single discrete skill, which may limit generalizability to continuous skills or expert populations. Additionally, the 24-hour retention interval, while standard in motor learning research, leaves open questions about longer-term retention patterns. Future research directions could usefully explore neurological correlates of different feedback types using neuroimaging techniques, investigate optimal feedback sequencing strategies, and examine how these findings apply across different skill levels and types of motor tasks. This study advances our understanding of motor skill acquisition by demonstrating that different feedback types serve distinct but complementary functions in the learning process, and provides evidence-based guidance for designing more effective training protocols in both sports and rehabilitation settings.

Keywords: motor learning, feedback types, dart-throwing, attentional bottleneck, skill acquisition, movement kinematics, error estimation

Ethical Considerations

Compliance with ethical guidelines

Ethical considerations have been taken into account in carrying out this research in accordance with the guidelines of the Ethics Committee of Ferdowsi University of Mashhad.

Funding

This study was extracted from the Ph.D. thesis of first author at Department of Motor Behavior and Sport Psychology of the Ferdowsi University of Mashhad.

Authors' contribution

All authors contributed equally to the conceptualization of the article and writing of the original and subsequent drafts.

Conflict of interest

The authors declared no conflict of interest.

Acknowledgements

The researcher considers it his duty to acknowledge and appreciate the cooperation of all participants in this study who provided the necessary cooperation in carrying out this research.

تحلیل کینماتیکی و روان‌شناختی تأثیر بازخورد بر یادگیری پرتاب دارت: بازخورد تأییدی یا اصلاحی؟

محمد قدوسی تبار [۱]

۱. گروه رفتار حرکتی و روانشناسی ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه فردوسی مشهد، خراسان رضوی، ایران.

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:
مقاله پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۱/۱۱
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۴/۰۲/۲۷
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۳/۱۵
تاریخ انتشار: ۱۴۰۴/۰۴/۰۷

کلیدواژه‌ها:
آمادگی بدنی ادراک‌شده،
تحول دیداری‌فضایی،
تعادل ذهنی،
خودآگاهی،
ذهن‌آگاهی ورزشی

چکیده

هدف

این مطالعه اثرات متفاوت بازخورد تأییدی و اصلاحی بر عملکرد پرتاب دارت را از طریق تحلیل سینماتیکی و روانشناختی بررسی می‌کند.

روش پژوهش

شصت شرکت‌کننده مبتدی به طور تصادفی برای دریافت بازخورد تأییدی (تقویت حرکات صحیح)، بازخورد اصلاحی (شناسایی خطاها) یا عدم دریافت بازخورد در طول یک پروتکل آموزشی ساختاریافته انتخاب شدند. با استفاده از فناوری ثبت حرکت سه‌بعدی، الگوهای هماهنگی مفاصل، سرعت رهاسازی و تغییرپذیری حرکت را در کنار نمرات دقت و معیارهای اعتماد به نفس گزارش‌شده توسط خود افراد تجزیه و تحلیل کردیم.

یافته‌ها

نتایج، مزایای متمایزی را برای هر نوع بازخورد نشان داد: بازخورد اصلاحی به طور قابل توجهی مکانیک حرکت را بهبود بخشید، به ویژه در هماهنگی شانه و آرنج($p < 0.001$) ، در حالی که بازخورد تأییدی هم حفظ دقت (۲۲٪ بیشتر از اصلاحی) و هم عوامل روانشناختی مانند خودکارآمدی را افزایش داد. تجزیه و تحلیل سینماتیکی نشان داد که بازخورد اصلاحی، تغییرپذیری مفاصل را در طول اکتساب ۳۵٪ کاهش می‌دهد، در حالی که بازخورد تأییدی، سرعت رهاسازی پایدارتری را در آزمون‌های حفظ ایجاد می‌کند (انحراف معیار = ۴۶٫۸ متر بر ثانیه در مقابل ۱۰۴٫۶ متر بر ثانیه برای اصلاحی). معیارهای روانشناختی نشان داد که بازخورد تأییدی، سطح انگیزه بالاتری را در طول آموزش حفظ می‌کند.

نتیجه گیری

یافته‌ها نشان داد که بازخورد تأییدی، سطح انگیزه بالاتری را در طول آموزش حفظ می‌کند. این یافته‌ها نشان می‌دهد که در حالی که بازخورد اصلاحی، کارایی بیومکانیکی را بهینه می‌کند، بازخورد تأییدی از ثبات عملکرد و تعامل روانشناختی بهتر پشتیبانی می‌کند. این مطالعه فرض یک رویکرد بازخورد بهینه جهانی را به چالش می‌کشد و در عوض، کاربرد وابسته به زمینه را پیشنهاد می‌کند: بازخورد اصلاحی برای اصلاح فنی و بازخورد تأییدی برای موقعیت‌های عملکرد رقابتی. این نتایج پیامدهای مهمی برای طراحی برنامه‌های تمرینی هدفمند در هر دو محیط ورزشی و توانبخشی دارد و بر لزوم در نظر گرفتن ابعاد جسمی و روانی هنگام ارائه بازخورد عملکرد تأکید می‌کند.

استناد: قدوسی تبار، محمد. تحلیل کینماتیکی و روان‌شناختی تأثیر بازخورد بر یادگیری پرتاب دارت: بازخورد تأییدی یا اصلاحی؟ *مطالعات عملکردی در روانشناسی ورزشی*، ۱۴۰۴: ۲ (۲)، ۸۴-۶۵.

DOI: 10.22091/FRS.2025.12665.1048

ناشر: دانشگاه قم.

© نویسندگان.

مقدمه

یادگیری به صورت‌های گوناگون تعریف و توصیف شده است. گیلفورد[1]معتقد است که هر نوع تغییر در رفتار بشری که به علت تحریک ایجاد شده باشد یادگیری است و یادگیری را نوعی سازگاری با محیط درحال تغییر می‌داند. اشمیت[2]نیز معتقد است که توانایی یادگیری برای موجود زنده مهم است زیرا یادگیری، موجود زنده را قادر می‌سازد تا خود را با جنبه‌های مشخصی از محیط سازگار کند و از تجربه سود ببرد. کاپرز[3]یادگیری را رشد دندریت‌ها و آکسون‌های دستگاه عصبی می‌دانست. براساس نظریه کاپرز یادگیری توسعه ارتباطات عصبی است که مقاومت در سیناپس‌ها را کاهش می‌دهد. به‌طورکلی یادگیری عبارت است از تغییر نسبتاً پایدار در عملکرد که از تمرین یا تجربه ناشی می‌شود(۲). معمولاً عوامل مختلفی بر یادگیری حرکتی موثر است که بازخورد یکی از این عوامل می‌باشد (۴). بازخورد تأییدی، بازخورد مربوط به حرکت است که باعث تقویت یک الگوی صحیح می‌گردد اما منظور از بازخورد اصلاحی، بازخورد مربوط به حرکت است که باعث تشخیص یک خطا می‌شود (۵). رویکردهای مختلفی درباره بازخورد مطرح شده است. برخی رویکردهای سنتی بازخورد (دامنه‌ای، خلاصه و غیره) تأکید ویژه‌ای بر بازخورد اصلاحی (اطلاعاتی) دارند (۱و ۵) و معتقدند، بازخورد در درجه اول اطلاعاتی را برای تصحیح خطا فراهم می‌کند. خط سیر تحقیقات در حوزه بازخورد نشان می‌دهد که در رویکردهای اولیه درباره بازخورد بیشترین توجه به بازخورد اصلاحی بوده است و کمتر به بازخورد تأییدی پرداخته شده است. علاوه بر این رویکرد دیگری معتقد است بازخورد تأییدی درباره یک حرکت، الگوی صحیح را تقویت می‌کند (۵ و ۶). یکی از رویکردهایی که اخیراً درباره بازخورد مطرح شده و نگاه جامع‌تری نسبت به بازخوردهای اصلاحی و تأییدی دارد، رویکرد تنگا (ساندویچ)[4]نامیده شده است. در این رویکرد عنوان می‌گردد که ترکیبی از دو نوع بازخورد تأییدی (نقش انگیزشی) و اصلاحی (نقش اطلاعاتی)، احتمالاً مزیت خواهد داشت؛ که برگرفته از گولد و وینبرگ[5]در ادبیات مربیگری و روانشناسی ورزشی است (۵، ۷). برخی محققین، برای بازخورد تأییدی نسبت به بازخورد اصلاحی مزیت قائل‌اند (۴، ۵ و ۶) و معتقدند این نوع بازخورد، باعث افزایش انگیزش یادگیرندگان هنگامی‌که یک تکلیف را تمرین می‌کنند، می‌گردد. علی رغم شواهد اولیه درباره اثربخشی بیشتر بازخورد تأییدی نسبت به بازخورد اصلاحی (۶ و ۸)، ولی شواهدی برای برتری این نوع بازخورد نشان نداده‌اند (۵) حتی در برخی موارد نشان داده شده که بازخورد اصلاحی بر بازخورد تأییدی برتری دارد و یکی از عوامل ممکن برای بروز چنین برتری را این می‌دانند که بازخورد به آن‌ها اجازه اصلاح خطاهایشان می‌دهد (۵ و ۶). بازخورد تأییدی می‌تواند با تقویت الگوی صحیح، افزایش انگیزش و خودکارآمدی باعث یادگیری بهتر مهارت‌های حرکتی گردد (۶ و ۸)، از طرفی برخی محققین معتقدند بازخورد اصلاحی از طریق تشخیص و تصحیح خطای حرکت باعث تسهیل در یادگیری مهارت‌های حرکتی گردد (۵)؛ البته، گاهی اوقات تلفیق این دو نوع بازخورد می‌تواند در یادگیری مهارت حرکتی اثربخش باشد (۵).

در یکی از مطالعات در حوزه بازخورد که بکر[6]با تأکید بر رویکرد تنگا / ساندویچ انجام داد، هدف از آن آزمایش نقش نسبی بازخورد برای تأیید موفقیت (بازخورد تأییدی)، اصلاح خطا (بازخورد اصلاحی) یا هر دو (بازخورد تأییدی و اصلاحی) بود. نتایج نشان داد که گروه اصلاحی و ترکیبی امتیاز الگو یا همان فرم بالاتری نسبت به گروه تأییدی در تمام مراحل آزمایش دریافت نمودند. نتایج این مطالعه پیشنهاد می‌کند که برای یادگیری تکالیف پیچیده بازخورد شامل اصلاح خطا منجر به الگوی بهتری نسبت به بازخورد تأییدی (تأیید الگوی صحیح) می‌گردد. اگر چه مدرکی مبنی بر مزیت دریافت بازخورد ترکیبی نسبت به بازخورد اصلاحی یافت نشد؛ این یافته‌ها مغایر با مطالعاتی است که مزیت بازخورد پس از کوشش‌های خوب را پیشنهاد می‌کنند و از این مفهوم حمایت می‌کند که هنگام یادگیری تکالیف پیچیده، اطلاعات اصلاحی برای یادگیری مورد نیاز است (۵). کیم و همکاران[7]در حوزه مطالعات بازخورد، پژوهشی تحت عنوان مزایای بازخورد منفی در عین حال مفید انجام دادند. آنها بررسی نمودند که آیا بازخورد منفی به همراه اطلاعات می‌تواند برای پاسخ‌های عصبی و نیز رفتاری مفید باشد. داده‌های رفتاری حاکی از زمان عکس‌العمل سریع‌تر بعد از دریافت بازخورد اطلاعاتی منفی در مقایسه با بازخورد تأییدی منفی بود. آنالیز **fMRI** نیز فعال‌سازی بیشتر کورتکس بطنی–خارجی پیش

1. Gilford
2. Schmidt
3. Kappers
4 . Sandwich approach
5 . Weinberg & Gould
6 . Becker
7 . Kim et al

پیشانی[1] در پاسخ به بازخورد اطلاعاتی منفی (در مقایسه با بازخورد تأییدی منفی) را نشان داد. این نتایج پیشنهاد می‌کند که بازخورد اطلاعاتی منفی برای عملکردهای آینده مفید است و کارکرد اصلی آن تخمین خطای درست است (۷).

از سوی دیگر یادگیری مهارت‌های حرکتی پیچیده مانند پرتاب دارت، فرآیندی چندبعدی است که همزمان جنبه‌های کینماتیکی و روان‌شناختی را در بر می‌گیرد. از دیدگاه کینماتیکی، تحلیل کمی الگوهای حرکتی شامل پارامترهایی مانند سرعت زاویه‌ای مفاصل، هماهنگی بین اندامی و ثبات الگوی حرکتی می‌شود. از منظر روان‌شناختی، عوامل شناختی–هیجانی مانند خودکارآمدی، انگیزش و توجه، سهم بسزایی در اکتساب و یادداری مهارت دارند.

مطالعات نوروساینس ورزشی نشان داده‌اند که بازخورد به عنوان یکی از مؤلفه‌های کلیدی یادگیری حرکتی، هم بر الگوهای عصبی–عضلانی و هم بر پردازش‌های شناختی تأثیر می‌گذارد. در سطح کینماتیکی، بازخورد اصلاحی با اصلاح الگوی فعالسازی عضلانی و بهبود هماهنگی درون‌ماهیچه‌ای منجر به بهینه‌سازی پارامترهای بیومکانیکی حرکت می‌شود. از سوی دیگر، بازخورد تأییدی با تقویت مسیرهای عصبی مرتبط با الگوی حرکتی صحیح، ثبات اجرا را افزایش می‌دهد.

در بعد روان‌شناختی، مکانیسم‌های متفاوتی برای انواع بازخورد مطرح است. بازخورد اصلاحی از طریق فعال‌سازی شبکه‌های توجهی قشر پیش‌پیشانی، تمرکز بر خطاها و اصلاح آن‌ها را تسهیل می‌کند. در مقابل، بازخورد تأییدی با تحریک سیستم پاداش مغز و افزایش ترشح دوپامین، انگیزش درونی یادگیرنده را تقویت می‌نماید.

یافته‌های تصویربرداری عصبی نشان می‌دهند که این دو نوع بازخورد شبکه‌های مغزی متمایزی را فعال می‌کنند. بازخورد اصلاحی بیشتر مناطقی مانند قشر کمربندی قدامی (ACC) و اینسولا را درگیر می‌کند که مرتبط با پردازش خطا هستند. حال آنکه بازخورد تأییدی، فعالیت هسته‌های اکومبنس و قشر اوربیتوفرونتال را افزایش می‌دهد.

در این مطالعه، ما به دنبال بررسی تأثیر متقابل این ابعاد هستیم. آیا بهبود پارامترهای کینماتیکی لزوماً به افزایش دقت پرتاب منجر می‌شود؟ چگونه مؤلفه‌های روان‌شناختی مانند خود کارآمدی می‌توانند رابطه بین بازخورد و یادگیری را میانجیگری کنند؟ و آیا ترکیب بهینه‌ای از این دو نوع بازخورد وجود دارد که هم بهبودهای کینماتیکی و هم پیشرفت‌های روان‌شناختی را به همراه داشته باشد؟

پاسخ به این سوالات می‌تواند هم به پیشرفت نظریه‌های یادگیری حرکتی و هم به طراحی پروتکل‌های آموزشی بهینه در رشته‌های مختلف ورزشی کمک شایانی نماید. این تحقیق با رویکردی تلفیقی و با استفاده از روش‌های پیشرفته تحلیل حرکت و ابزارهای سنجش روان‌شناختی به بررسی این روابط می‌پردازد.

مواد و روش‌ها

طرح پژوهش: طرح پژوهش حاضر به لحاظ هدف، کاربردی و به لحاظ جمع‌آوری داده‌ها از جمله مطالعات نیمه تجربی است.

جامعه آماری تحقیق را دانشجویان دانشگاه‌های مشهد تشکیل دادند. نمونه آماری این آزمایش را ۶۰ دانشجوی پسر تشکیل می‌داد که میانگین سنی آن‌ها ۱/۵± ۲۳ سال بود.

آزمودنی‌ها در مورد انجام تکلیف مربوطه هیچ‌گونه تجربه‌ای نداشتند و قبل از شرکت و انجام عملی تکلیف نیز اطلاعاتی در مورد اهداف این تحقیق نداشتند. ویژگی دیگر آزمودنی‌ها آن است که همگی آن‌ها راست دست بودند. آزمودنی‌ها به‌طور داوطلبانه از کلاس‌های درسی نظری انتخاب شدند.

پس از انتخاب آزمودنی‌ها (با استفاده از نرم افزار **G power** با اندازه اثر ۰،۸، آن‌ها به روش تصادفی به ۴ گروه، بر اساس روش ارائه بازخورد و یک گروه کنترل، تقسیم شدند. بدین ترتیب در هر گروه ۱۵ آزمودنی قرار گرفت.

معیارهای ورود به پژوهش:

در این تحقیق فقط از آقایان به عنوان آزمودنی استفاده شد. همه شرکت‌کنندگان در این تحقیق راست‌دست برتر بودند و به هنگام شرکت در آزمون از سلامت کامل برخوردار بودند. دامنه سنی آزمون‌شوندگان ۲۰ تا ۳۰ سال بود. هیچ‌کدام از شرکت کنندگان در رابطه با تکلیف مورد

1 . Ventrolateral prefrontal cortex

استفاده در این تحقیق، تجربه‌ای نداشتند. به این منظور از شرکت کنندگان پرسیده شد که آیا در ورزش‌های پرتابی شرکت داشته‌اند، یا خیر و اگر جواب آن‌ها مثبت بود، آن‌ها از تحقیق حذف می‌شدند. افراد در مورد هدف اصلی آزمون، بی اطلاع بودند.

ابزار پژوهش

ابزار پژوهش حاضر به قرار زیر است:

پرسشنامه دست برتری ادینبورگ

این پرسشنامه از ۱۰ سؤال تشکیل شده است و در آن بر انتخاب یکی از دست‌ها برای انجام فعالیت‌های روزمره مثل نوشتن، نقاشی کردن، پرتاب کردن و... مورد بررسی قرار می‌گیرد و یکی از ساده‌ترین و کارآمدترین پرسشنامه‌های تعیین دست برتری به‌ویژه در تحقیقاتی است که به منظور غربالگری در علوم عصاب- روانشناختی برای تعیین جانبی شدن انجام می‌شود (۴۲،۴۳).

روش جمع‌آوری اطلاعات و اجرای پژوهش:

قبل از انجام تکلیف به‌طور عملی، به آزمودنی‌ها در اتاق آزمایش اطلاعاتی در مورد نحوه انجام کار و هدف آن داده شد. این اطلاعات شامل روش انجام تکلیف، هدف آن و محتوای اطلاعات بازخوردی بود. پس از دیدن و شنیدن اطلاعات اولیه چند بار به آن‌ها نحوه انجام کار نشان داده شد و پس از آن، خود آن‌ها پنج بار به‌طور آزمایشی تکلیف را انجام دادند. پس از اطمینان از درک نحوه انجام کار، آزمودنی آماده شدند تا کوشش‌های تمرینی اصلی را انجام دهند.

برای انجام تکلیف با توجه به اهداف معین این آزمایش، از آزمودنی خواسته شد تا در پشت خط مربوط به پرتاب بایستد و تیر دارت را در دست خود بگیرد. صفحه در کوشش‌های تمرینی قابل مشاهده بود. در وضعیت شروع هر کوشش تمرینی، دست‌ها در منتها الیه عقب قرار گرفتند. پس از استقرار آزمودنی در پشت خط، آزمایش آغاز گردید. با اعلام آزمونگر، دست آزمودنی حرکت کرد. لازم به توضیح است که در طول انجام حرکت صفحه (هدف) قابل مشاهده بود.

به آزمودنی‌های نحوه تخمین خطا اطلاع داده شد تا پس از اتمام کوشش تمرینی و قبل از دریافت اطلاعات بازخوردی ضمن برگشتن به وضعیت شروع خود، باید پیامد عمل خود را با توجه به روش تخمین خطای خواسته شده از آن‌ها (تخمین خطای الگوی حرکت)، پس از هر کوشش تمرینی گزارش می‌کردند. همچنین پس از انجام کوشش تمرینی در مرحله اکتساب، بسته به نوع بازخورد افزوده، اطلاعاتی متناسب با گروهی که در آن قرار داشتند، ارائه شد. آزمودنی‌های گروه کنترل پس از اتمام کوشش‌های تمرینی هیچ‌گونه بازخوردی دریافت نمی‌کرد. به افراد، با توجه به گروهی که قرار گرفتند، شیوه ارائه بازخورد (تأیید الگو، اصلاح الگو، ترکیبی (تأیید و اصلاح الگو) متفاوت بود (۳). به عنوان مثال، برای گروه بازخورد به شکل تأییدی، هر عنصری که از عناصر ده‌گانه حرکت پرتاب صحیح اجرا گردید، انتخاب و به عنوان تأیید الگوی صحیح به فرد ارائه می‌گردید. این آزمایش شامل ۶۰ کوشش تمرینی بود که به ۴ بلوک ۱۵ کوششی تقسیم شده بود، و بعد از هر بلوک کوشش تمرینی ۶۰ ثانیه استراحت داده می‌شد. در پیش آزمون و پس آزمون کلا متغیرهای مستقل حذف می شدند.

نحوه اجرا و نمره‌گذاری آزمون

در این پژوهش آنالیز حرکت بر روی حرکت مچ و در لحظه پرتاب در یک فضای سه بعدی کالیبره شده انجام گرفت، همچنین حرکت هر فرد در بازه زمانی اولین حرکت رو به جلوی دست پرتاب تا لحظه رهایی پیکانک از دست به عنوان ملاک انجام حرکت در نظر گرفته شد (۱۱).

برای کالیبره‌کردن دستگاه آنالیز حرکتی از فریم کالیبراسیون فایبرگلاس ۱۱ نقطه‌ای (برای افزایش دقت در اندازه‌های فریم) مکعبی شکل به ضلع یک متر استفاده گردید که نزدیک‌ترین نقطه به دوربین اول در قسمت پایین به عنوان نقطه صفر کالیبراسیون انتخاب و بقیه نقاط در جهت موافق عقربه‌های ساعت در کالیبراسیون لحاظ گردید. برای ارزیابی راستای سه بعدی دست پرتاب، از مارکرهای یک اینچی انعکاسی به منظور شناسایی نقاط مورد نظر برای اندازه‌گیری توسط نرم افزار آنالیز حرکت سیمی استفاده شد که با نوار چسب‌های دوطرفه به اندام متصل می‌گردید (۴۰،۴۱).

نقاط مارکرگذاری

برای اجرای این عمل از مدل مارکرگذاری پلاگین گیت استفاده شد (۴۵، ۴۴) که مزیت آن نسبت به روش‌های دیگر همچون مدل آکسفوردفوت،

جمع آوری اطلاعات آسان‌تر با مارکرگذاری و پردازش کمتر است. برای اطمینان از روش مارکرگذاری و پایایی نصب مارکرها، بر روی ده شرکت کننده در دو روز متوالی مارکرها نصب شد و توسط دستگاه آنالیز حرکتی سیمی با ۸ دوربین در وضعیت ایستادن آناتومیکی در یک فضای سه بعدی کالیبراسیون شد و به مدت ۵ ثانیه تصویربرداری و ردیابی شد. ضریب همبستگی درون گروهی حاصل از این اندازه‌گیری و خطای مطلق مارکرگذاری، نشان دهنده تکرارپذیری قابل قبول (۰/۷۹ –۰/۹۹) در نصب مارکرها بر روی بدن بود.

تصاویر به دست آمده از زوایای خط بین مارکرهای خار آکرومیون شانه، کندیل خارجی آرنج و مچ و کندیل خارجی استخوان ران، توسط نرم افزار سیمی مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و پارامترهای کینماتیکی دست مانند زوایای فلکشن و اکستنشن در وضعیت اجرای پرتاب دارت تا لحظه رهایی پیکان از دست با مشاهده فریم‌های مربوطه، مورد ارزیابی قرار گرفت.

سه زاویه مد نظر است که شامل زاویه بازو، زاویه آرنج و زاویه مچ به شرح زیر بود:

زاویه بازو (shoulder) از سه مارکر asis، akhromi و elbow به دست آمد.

زاویه آرنج از سه مارکر akhromi، elbow و wrist به دست آمد.

زاویه مچ از سه مارکر wrist،elbow و finger به دست آمد.

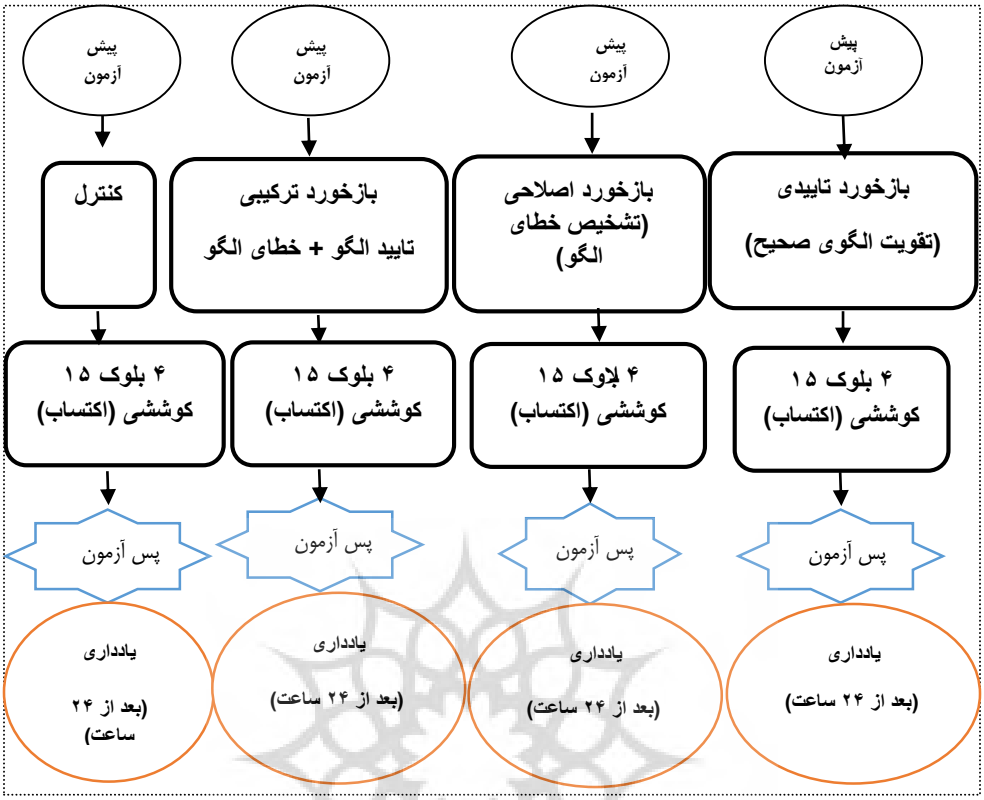
اکتساب : این مرحله شامل ۶۰ کوشش تمرینی بود که به ۴ بلوک ۱۵ کوششی تقسیم شده بود، و بعد از هر بلوک کوشش تمرینی ۶۰ ثانیه استراحت داده می‌شد.

یادداری: ۲۴ ساعت بعد از تمرین افراد فراخوانده شدند و ۱۰ کوشش را به عنوان یادداری انجام دادند. در این مرحله هیچ بازخوردی به افراد داده نشد.

نحوه تجزیه و تحلیل کینماتیکی حرکت

در این تحقیق ۵ مارکر بر روی ۵ مفصل دست برتر (یعنی اندام فوقانی راست) مدل و همه شرکت کنندگان قرار داده شد؛ خار آکرومیون شانه و کندیل خارجی آرنج و مچ، مارکر چهارم بر روی برجستگی اولین بند استخوان شست و مارکر پنجم بر روی کندیل خارجی استخوان ران متصل شد .داده‌های مختصات سه بعدی با استفاده از ویدئوهای ضبط شده با فرکانس نمونه برداری ۱۰۰ هرتز محاسبه گردید. داده‌های خام جابجایی با فیلتر recursive second-order Butterworthبا فرکانس ۵ هرتز فیلتر شد که دو بار برای خنثی کردن تغییر فاز مورد استفاده قرار گرفت، سپس داده‌های جابجایی فیلتر شده برای استخراج داده‌های سرعت به صورت آفلاین استفاده شدند. درنهایت جابجایی و سرعت حاصل از داده‌ها محاسبه شد. منظور از جابجایی، زاویه اندام است که برای محاسبه سرعت استفاده شد. ضبط کینماتیک حرکت با استفاده از سیستم سیمی و از طریق روش‌های ذکرشده در بالا انجام می‌گرفت و داده‌های کینماتیکی برای تجزیه وتحلیل‌های مقایسه‌ای جمع‌آوری شد .سرعت و جابجایی خطی دست هدفگیری از زمان آغاز حرکت (بالا آمدن دست پرتاب) تا رهایی دارت محاسبه شد. داده‌های کینماتیکی و نتایج حرکت برای همه کوشش‌های اکتساب و یادداری مطابق با روش‌های جمع‌آوری داده که در بالا توصیف شد، جمع‌آوری شدند. با این‌حال تنها برای کینماتیک حرکت، سه کوشش اول پیش آزمون و بلوک‌های 1، 2 و 4 اکتساب به علاوه سه کوشش اول یادداری مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند (۴۱، ۴۰). اندازه‌گیری‌های کینماتیکی حرکت به عنوان متغیرهای مناسب انتخاب شدند تا پیش‌بینی‌های این تحقیق در خصوص اثرات بازخورد (به همراه تخمین خطا) بر روی هماهنگی، مورد بررسی قرار گیرند.

شکل ۱ نگاره تقسیم بندی گروه‌های ارائه بازخورد.



تحلیل داده‌ها

تحلیل داده‌های کینماتیک حرکت

به‌منظور بررسی اثر تمرین در مرحله اکتساب از آزمون تحلیل واریانس عاملی با اندازه‌گیری‌های مکرر استفاده شد به شکلی که نمرات DRP آرنج–شانه و DRP آرنج–مچ به‌صورت جداگانه به‌عنوان متغیر وابسته و اثر گروه (۴ گروه) و زمان (پیش‌آزمون، بلوک‌های 1، 2 و 4) به‌عنوان متغیرهای مستقل اعمال گردیدند. همچنین به‌منظور تعیین وضعیت گروه‌ها در آزمون یادداری از آزمون تحلیل واریانس عاملی با اندازه‌گیری‌های مکرر استفاده شد.

تحلیل اختلاف سرعت مچ در لحظه رهایی پیکانک افراد با الگو

به‌منظور بررسی اثر تمرین در مرحله اکتساب از آزمون تحلیل واریانس عاملی با اندازه‌گیری‌های مکرر استفاده شد، به شکلی که اختلاف نمرات سرعت مچ افراد به‌صورت جداگانه به‌عنوان متغیر وابسته و اثر گروه (۴ گروه) و زمان (پیش‌آزمون، بلوک‌های 1، 2 و 4) به‌عنوان متغیرهای مستقل اعمال گردیدند. همچنین به منظور تعیین وضعیت گروه‌ها در آزمون یادداری از آزمون تحلیل واریانس عاملی با اندازه‌گیری‌های مکرر استفاده شد.

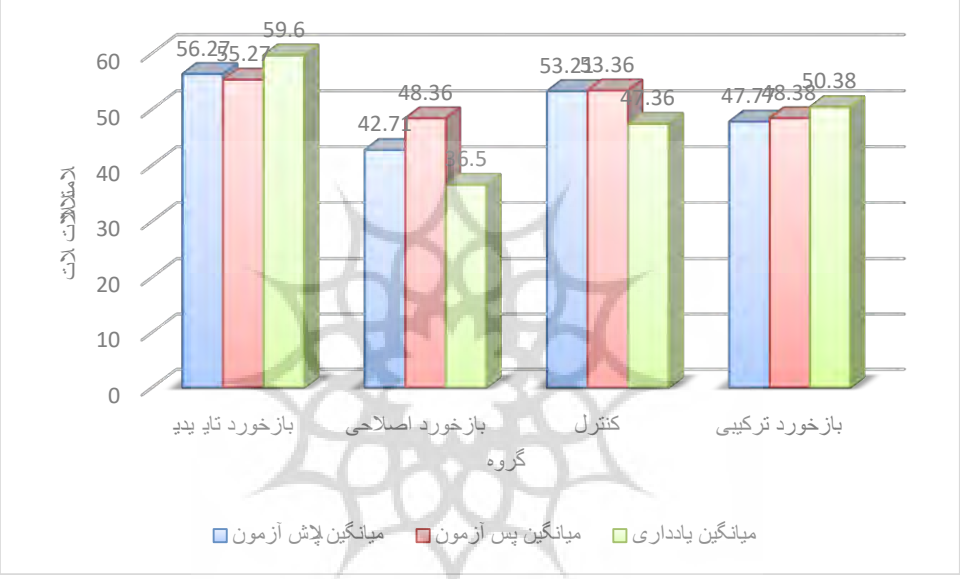
تحلیل نمرات خطای برخورد دارت به هدف (دقت)

در مرحله اکتساب نمرات خطای افراد در یک مدل تحلیل واریانس با اندازه‌گیری‌های مکرر ۴ گروه (بازخورد و کنترل) * ۳ (مرحله آزمون) وارد گردیدند. به‌منظور تعیین اختلاف گروه‌ها در آزمون یادداری نیز از آزمون تحلیل واریانس عاملی با اندازه‌گیری‌های مکرر استفاده شد و نمرات خطای گروه‌های مختلف مورد مقایسه قرار گرفت. سطح معنی داری نیز برای تمام روش‌های آماری $p\leq0/05$ در نظر گرفته شد و برای انجام محاسبات آماری از نرم افزار SPSS 16 استفاده شد.

یافته‌ها

تحلیل توصیفی دقت پرتاب

در این بخش به بررسی توصیفی نمونه تحقیق در دقت پرتاب پرداخته می‌شود. همان‌طورکه پیش‌تر نیز ذکر شد، دقت پرتاب شرکت‌کنندگان در، تحقیق طی مرحله پیش‌آزمون، بلوک‌های تمرینی و مرحله یادداری به تفکیک چهار گروه سنجیده شد. میانگین نمرات پرتاب‌ها به‌عنوان نمره دقت پرتاب شرکت‌کننده در آن مرحله در نظر گرفته شد. در هرگروه بازخورد تعداد ۱۵ شرکت‌کننده حضور داشتند و لذا درمجموع ۶۰ شرکت‌کننده حاضربودند. اطلاعات توصیفی مربوط به آزمون دقت در دو مرحله پیش آزمون و پس آزمون برای هر چهار گروه بازخورد تأییدی، بازخورد اصلاحی، بازخورد ترکیبی و گروه کنترل در نمودار ۱ مشخص شده است.



نمودار ۱. مقایسه امتیازات دقت پرتاب در گروه‌های تأییدی، اصلاحی، کنترل، ترکیبی

تحلیل توصیفی فراگیری پارامترهای کینماتیکی

در این بخش به بررسی توصیفی نمونه تحقیق در فراگیری پارامترهای کینماتیکی (شامل سرعت مچ در لحظه رهایی پیکانک، متوسط سرعت مچ، DRP آرنج–مچ و DRP شانه–آرنج) پرداخته می‌شود.

برای این بررسی پارامترهای کینماتیکی شرکت کنندگان در تحقیق طی مرحله پیش آزمون، سه بلوک تمرینی و مرحله یادداری به تفکیک چهار گروه بازخوردی سنجیده شد.

در ادامه پارامترهای کینماتیکی شرکت‌کنندگان در مراحل مختلف تمرینی و در چهار گروه بازخوردی ارائه می‌شود.

سرعت مچ در لحظه رهایی پیکانک

در جدول ۳ آماره‌های توصیفی سرعت مچ در لحظه رهایی پیکانک شامل میانگین و انحراف معیار ارائه شده است.

جدول ۳ شاخص‌های توصیفی حداکثر سرعت مچ

نوع بازخورد	آماره	پیش آزمون	بلوک 1	بلوک 2	بلوک 4	یادداری	کل
تأییدی	میانگین	۳۹۴/۵	۳۲۶/۶	۳۸۱/۳	۴۱۰/۱	۳۶۲/۵	۳۷۵/۰
	انحراف معیار	۴۶/۷	۹۰/۵	۵۳/۳	۷۵/۶	۷۹/۴	۲۸/۹
اصلاحی	میانگین	۳۲۹/۸	۳۶۲/۰	۳۰۲/۴	۳۲۷/۹	۳۷۶/۶	۳۳۹/۷
	انحراف معیار	۱۰۹/۴	۱۲۰/۷	۱۳۳/۰	۱۵۳/۹	۱۰۴/۶	۲۸/۹

ترکیبی	میانگین	۴۳۸/۸	۴۲۹/۸	۴۱۸/۸	۴۱۳/۸	۴۱۱/۳	۴۲۲/۵
	انحراف معیار	۴۶/۵	۵۴/۳	۹۲/۹	۹۸/۹	۹۹/۸	۲۸/۹
کنترل	میانگین	۳۴۲/۸	۳۵۳/۵	۳۵۱/۴	۳۸۰/۸	۳۵۸/۶	۳۵۷/۴
	انحراف معیار	۸۸/۰	۱۱۴/۷	۱۰۶/۹	۹۵/۴	۱۰۶/۸	۲۸/۹

مطابق با اطلاعات مندرج در جدول ۳ روند میانگین پارامتر حداکثر سرعت مچ برای گروه‌های بازخورد، بازخورد ترکیبی دارای کمترین میانگین (سریع‌ترین) در همه مراحل میان گروه‌های بازخورد است. در مرحله یادداری نیز کمترین میانگین به ترتیب متعلق به بازخورد ترکیبی، گروه اصلاحی، تأییدی و در نهایت گروه کنترل است.

متوسط سرعت مچ

در جدول ۴ آماره‌های توصیفی متوسط سرعت مچ شامل میانگین و انحراف معیار ارائه شده است.

جدول ۴ شاخص‌های توصیفی متوسط سرعت مچ

نوع بازخورد	آماره	پیش آزمون	بلوک 1	بلوک 2	بلوک 4	یادداری	کل
تأییدی	میانگین	۲۱/۳	۹/۳	۲۳/۰	۱/۱	۱۲/۱	۸/۸
	انحراف معیار	۱۹/۴	۳۳/۹	۲۶/۱	۲۴/۶	۴۹/۹	۸/۷
اصلاحی	میانگین	۴۱/۰	۵۲/۰	۳۶/۹	۴۵/۳	۳۰/۹	۴۱/۲
	انحراف معیار	۳۱/۵	۳۲/۶	۳۷/۱	۳۸/۸	۵۹/۳	۸/۷
ترکیبی	میانگین	۵۲/۱	۵۵/۸	۶۳/۹	۴۶/۴	۷۳/۸	۵۸/۴
	انحراف معیار	۲۴/۰	۲۴/۰	۱۹/۹	۳۴/۳	۲۵/۹	۸/۲
کنترل	میانگین	۳/۰	۱۳/۹	۴۰/۱	۴/۸	۲۱/۰	۶/۶
	انحراف معیار	۳۴/۱	۳۵/۷	۴۶/۲	۱۴/۴	۴۳/۸	۸/۷

بر اساس اطلاعات مندرج در جدول ۴ روند میانگین پارامتر متوسط سرعت مچ برای گروه‌های بازخورد، بازخورد ترکیبی دارای کمترین میانگین (سریع‌ترین) در همه مراحل میان گروه‌های بازخورد است. در مرحله یادداری نیز کمترین میانگین متعلق به بازخورد ترکیبی است.

DRP آرنج-مچ

در جدول ۵ آماره‌های توصیفی DRP آرنج-مچ میانگین و انحراف معیار ارائه شده است.

جدول ۵ شاخص‌های توصیفی DRP آرنج-مچ

نوع بازخورد	آماره	پیش آزمون	بلوک 1	بلوک 2	بلوک 4	یادداری	کل
تأییدی	میانگین	-۸۷/۹	-۹۲/۵	-۹۱/۰	-۶۶/۸	-۵۹/۶	-۴۶/۶
	انحراف معیار	۹/۲	۲۳/۴	۳۰/۲	۱۸/۶	۱۷/۹	۶/۳
اصلاحی	میانگین	-۳۷/۹	-۶۸/۳	-۶۷/۴	-۴۲/۹	-۷۲/۴	-۴۹/۱
	انحراف معیار	۳۴/۸	۱۸/۶	۱۱/۹	۱۹/۴	۲۸/۳	۶/۳
ترکیبی	میانگین	-۱۱۰/۰	-۸۷/۹	-۸۰/۹	-۵۶/۹	-۵۹/۳	-۶۳/۴
	انحراف معیار	۳۶/۲	۱۲/۴	۱۷/۵	۲۳/۸	۱۸/۴	۶/۳
کنترل	میانگین	-۵۹/۸	-۸۴/۱	-۸۰/۳	-۵۷/۳	-۶۵/۹	-۶۱/۳
	انحراف معیار	۵۹/۱	۱۴/۵	۲۵/۹	۱۸/۱	۱۶/۷	۶/۳

طبق اطلاعات جدول ۵ به نظر می‌رسد روند میانگین DRP آرنج مچ برای اکثر گروه‌ها مشابه با هم است .در این میان گروه بازخورد تأییدی در تمامی بلوک‌ها دارای کوچ ترین میانگین و گروه بازخورد اصلاحی دارای بزرگ‌ترین میانگین در مقایسه با سایر گروه‌ها است .اما در مرحله یادداری میانگین گروه بازخورد ترکیبی کوچک‌ترین است.

DRP آرنج-شانه

در جدول ۶ آماره‌های توصیفی DRP آرنج-شانه میانگین و انحراف معیار ارائه شده است.

جدول ۶ شاخص‌های توصیفی DRP آرنج-شانه

نوع بازخورد	آماره	پیش آزمون	بلوک 1	بلوک 2	بلوک 4	یادداری	کل
تأییدی	میانگین	۴۰/۹	۷۹/۵	۳۷/۰	۲۹/۸	۳۲/۶	۵۲/۶
	انحراف معیار	۲۶/۲	۳۲/۴	۳۷/۲	۲۸/۶	۱۷/۹	۷/۳
اصلاحی	میانگین	۱۵/۹	۴۹/۳	۱۸/۴	۱۳/۹	۲۴/۴	۲۸/۱
	انحراف معیار	۱۰/۸	۱۰/۶	۱۴/۹	۲۳/۴	۴۲/۳	۷/۳
ترکیبی	میانگین	۳۷/۰	۷۰/۹	۴۶/۹	۲۲/۹	۴۸/۳	۳۸/۴
	انحراف معیار	۳۱/۰	۱۶/۹	۲۷/۹	۳۱/۹	۲۵/۳	۷/۴
کنترل	میانگین	۲۵/۸	۶۶/۱	۳۵/۳	۴۱/۳	۲۹/۹	۳۶/۳
	انحراف معیار	۳۰/۱	۱۸/۵	۲۸/۹	۲۲/۱	۲۳/۷	۷/۳

طبق اطلاعات جدول ۶ به نظر می‌رسد روند میانگین DRP آرنج-شانه برای اکثر گروه‌ها مشابه با هم است .در این میان گروه بازخورد اصلاحی در تمامی بلوک‌ها دارای کوچ ترین میانگین (بالاترین هماهنگی) در مقایسه با سایر گروه‌ها است .در مرحله یادداری میانگین گروه بازخورد اصلاحی کوچک‌ترین است.

برای بررسی فرضیه بازخورد (تأییدی، اصلاحی، ترکیبی) و تخمین خطای الگو بر فراگیری پارامترهای کینماتیکی (سرعت مچ در لحظه رهایی پیکانک، متوسط سرعت مچ و تغییرپذیری در هماهنگی بین اندام‌ها) مهارت پرتاب دارت، از تحلیل واریانس برای بررسی تأثیر سه گروه بازخورد (تأییدی، اصلاحی، ترکیبی) × ۴ بلوک (شامل پیش آزمون و سه بلوک تمرینی) استفاده گردید.
نتایج این بررسی در جدول ۷ ارائه شده است.

جدول ۷ نتایج تحلیل واریانس برای فرضیه اول

فراگیری پارامترهای کینماتیکی	منبع تغییرات	P	اندازه اثر
	نوع بازخورد (بین گروهی)	۰/۱۶۷	۰/۱۶۴
حداکثر سرعت مچ در لحظه رهایی پیکانک	بلوک (درون گروهی)	۰/۸۰۹	۰/۰۰۸
	نوع بازخورد × بلوک	۰/۰۷۸	۰/۱۶۱
	نوع بازخورد (بین گروهی)	۰/۰۰۰	۰/۴۱۱
متوسط سرعت مچ	بلوک (درون گروهی)	۰/۰۰۴	۰/۱۰۱
	نوع بازخورد × بلوک	۰/۰۰۶	۰/۲۱۶
	نوع بازخورد (بین گروهی)	۰/۰۰۰	۰/۹۶۵
DRP آرنج-مچ	بلوک (درون گروهی)	۰/۰۰۱	۰/۲۹۸
	نوع بازخورد × بلوک	۰/۰۰۰	۰/۳۲۱
	نوع بازخورد (بین گروهی)	۰/۲۶۷	۰/۱۳۶
DRP شانه-آرنج	بلوک (درون گروهی)	۰/۰۰۰	۰/۴۳۳
	نوع بازخورد × بلوک	۰/۵۸۸	۰/۰۹۵

با بررسی یافته‌های جدول فوق، این نتایج ملاحظه می‌شود:
در اثر اصلی بازخورد، برای پارامترهای سرعت مچ در لحظه رهایی پیکانک و DRP آرنج-شانه $P>0/05$ ؛ بنابراین اثر اصلی نوع بازخورد برای فراگیری پارامترهای کینماتیکی سرعت مچ در لحظه رهایی پیکانک و DRP آرنج-شانه معنی‌دار نیست. درحالی‌که برای پارامترهای متوسط سرعت مچ و DRP آرنج-مچ P 0/05، لذا اثر اصلی بازخورد برای فراگیری پارامترهای کینماتیکی متوسط سرعت مچ (با اندازه اثر ۰/۴۱۱) و DRP آرنج-مچ (با اندازه اثر ۰/۹۶۵) معنی دار است.
در اثر اصلی بلوک، برای پارامتر سرعت مچ در لحظه رهایی پیکانک $P>0/05$ بنابراین اثر اصلی بلوک برای فراگیری پارامتر کنیماتیکی سرعت مچ در لحظه رهایی پیکانک معنی‌دار نیست. در حالیکه برای پارامترهای متوسط سرعت مچ، DRP آرنج-مچ و DRP آرنج-شانه P 0/05،

لذا اثر اصلی بلوک برای فراگیری پارامترهای کینماتیکی متوسط سرعت مچ (با اندازه اثر ۰/۱۰۱)، DRP آرنج–مچ (با اندازه اثر ۰/۲۹۸) و DRP آرنج–شانه (با اندازه اثر ۰/۴۳۳) معنی دار است.

در ادامه با استفاده از آزمون تعقیبی بنفرونی برای اثرات اصلی بلوک که معنی‌دار بودند مشخص شد که:

در DRP ، آرنج مچ همه مراحل با یکدیگر دارای تفاوت معنی‌دار هستند، به جز پیش‌آزمون با بلوک ۲ که دارای تفاوت معنی‌دار نیستند.

برای بررسی فرضیه بازخورد (تأییدی، اصلاحی، ترکیبی) و تخمین خطای الگو بر یادداری پارامترهای کینماتیکی (سرعت مچ در لحظه رهایی پیکانک، متوسط سرعت مچ و تغییرپذیری در هماهنگی بین اندام‌ها) مهارت پرتاب دارت، از تحلیل واریانس برای بررسی تأثیر سه گروه بازخورد (تأییدی، اصلاحی، ترکیبی) × ۲ بلوک (شامل بلوک چهار و یادداری) با اندازه‌های مکرر استفاده می‌گردد.

نتایج این بررسی در جدول بعد ارائه می‌شود.

جدول ۸ نتایج تحلیل واریانس برای فرضیه دوم

یادداری پارامترهای کینماتیکی	منبع تغییرات	P	اندازه اثر
	نوع بازخورد (بین گروهی)	۰/۸۴۵	۰/۰۴۶
حداکثر سرعت مچ در لحظه رهایی پیکانک	بلوک (درون گروهی)	۰/۶۵۳	۰/۰۰۵
	نوع بازخورد × بلوک	۰/۰۲۴	۰/۲۶۰
	نوع بازخورد (بین گروهی)	۰/۰۰۱	۰/۴۴۱
متوسط سرعت مچ	بلوک (درون گروهی)	۰/۰۵۱	۰/۰۸۸
	نوع بازخورد × بلوک	۰/۰۳۷	۰/۲۳۸
	نوع بازخورد (بین گروهی)	۰/۳۹۰	۰/۱۱۳
DRP آرنج–مچ	بلوک (درون گروهی)	۰/۰۰۱	۰/۴۰۹
	نوع بازخورد × بلوک	۰/۲۹۸	۰/۱۳۱
	نوع بازخورد (بین گروهی)	۰/۵۳۰	۰/۰۹۱
DRP آرنج–شانه	بلوک (درون گروهی)	۰/۰۱۲	۰/۱۴۰
	نوع بازخورد × بلوک	۰/۷۷۶	۰/۰۵۶

باتوجه به نتایج به‌دست‌آمده در جدول فوق می‌توان دریافت:

در اثر اصلی نوع بازخورد، برای پارامترهای سرعت مچ در لحظه رهایی پیکانک،DRP آرنج–مچ و DRP آرنج–شانه P>0/05، در حالی‌که برای متوسط سرعت مچ P 0/001؛ لذا اثر اصلی نوع بازخورد تنها برای یادداری متوسط سرعت مچ (با اندازه اثر ۰/۴۴۱) معنی‌دار است و برای یادداری سرعت مچ در لحظه رهایی پیکانک، و DRP آرنج–مچ و DRP آرنج–شانه معنی‌دار نیست.

در اثر اصلی بلوک، برای پارامترهای کینماتیکی حداکثر سرعت مچ در لحظه رهایی پیکانک و متوسط سرعت مچ P>0/05 و لذا اثر اصلی بلوک برای این دو پارامتر معنی‌دار نیست. در حالی‌که برای پارامترهای کنیماتیکیDRP آرنج–مچ وDRP آرنج–شانه لذا اثر اصلی بلوک برای یادداری DRP آرنج–مچ (با اندازه اثر ۰/۴۰۹) و DRP آرنج–شانه (با اندازه اثر ۰/۱۴۰) معنی دار است.

برای اثرات اصلی نوع بازخورد که معنی‌دار بودند نتایج آزمون تعقیبی بن فرونی نشان داد:

در متوسط سرعت مچ بین گروه بازخورد تأییدی با گروه بازخورد اصلاحی تفاوت معنی‌دار وجود دارد. همچنین بین گروه بازخورد اصلاحی با گروه کنترل نیز تفاوت معنی‌دار مشاهده گردید.

در ادامه با استفاده از آزمون تعقیبی بن‌فرونی برای اثرات اصلی بلوک که معنی‌دار بودند مشخص شد که:

آزمون بن‌فرونی برای پارامترهای DRP آرنج–مچ و DRPآرنج–شانه بین بلوک ۴ و یادداری تفاوت معنی‌دار شناسایی کرد.

برای بررسی فرضیه بازخورد (تأییدی، اصلاحی، ترکیبی) و تخمین خطای الگو بر فراگیری دقت مهارت پرتاب دارت، از تحلیل واریانس برای بررسی تأثیر سه گروه بازخورد (تأییدی، اصلاحی، ترکیبی) × ۵ بلوک (شامل پیش آزمون و ۴ بلوک تمرینی) استفاده می‌گردد.

نتایج این بررسی در جدول بعد ارائه می‌شود.

جدول ۹ نتایج تحلیل واریانس برای فرضیه سوم

متغیر	منبع تغییرات	P	اندازه اثر
فراگیری دقت	نوع بازخورد (بین گروهی)	۰/۲۳۴	۰/۱۴۵
	بلوک (درون گروهی)	۰/۰۰۱	۰/۴۱۱
	نوع بازخورد × بلوک	۰/۰۰۱	۰/235

نتایجی که با بررسی یافته‌های جدول فوق به دست می‌آید بدین قرار است: برای اثر اصلی نوع بازخورد P 0/05، لذا اثر اصلی نوع بازخورد برای فراگیری دقت معنی‌دار نیست؛ اما برای اثرات اصلی بلوک و اثر متقابل نوع بازخورد×بلوک P 0/05 (به ترتیب با اندازه اثر ۰/۴۱۱ و ۰/۲۳۶) بر فراگیری دقت معنی‌دار است.

در ادامه با استفاده از آزمون تعقیبی بن‌فرونی برای اثر اصلی بلوک چنین معلوم شد که همگی بلوک‌ها دارای تفاوت معنی‌دار هستند به جز پیش آزمون با بلوک ۱ که دارای تفاوت معنی‌دار نیستند.

برای بررسی فرضیه بازخورد (تأییدی، اصلاحی، ترکیبی) و تخمین خطای الگو بر یادداری دقت مهارت پرتاب دارت، از تحلیل واریانس برای بررسی تأثیر سه گروه بازخورد (تأییدی، اصلاحی، ترکیبی) × ۲ بلوک (بلوک چهار و یادداری) استفاده می‌گردد.

نتایج این بررسی در جدول بعد ارائه می‌شود.

جدول ۱۰ نتایج تحلیل واریانس برای فرضیه چهارم

متغیر	منبع تغییرات	P	اندازه اثر
یادداری دقت	نوع بازخورد (بین گروهی)	۰/۲۹۰	۰/۱۳۲
	بلوک (درون گروهی)	۰/۰۰۱	۰/۳۹۱
	نوع بازخورد × بلوک	۰/۰۱۰	۰/۲۹۳

نتایجی که با بررسی یافته‌های جدول فوق به دست می‌آید بدین قرار است: برای اثر اصلی نوع بازخورد P 0/05، لذا اثر اصلی نوع بازخورد بر دقت پرتاب (مرحله یادداری) معنی دار نیست؛ اما برای اثرات اصلی بلوک و اثر متقابل نوع بازخورد×بلوک P 0/05 (به ترتیب با اندازه اثر ۰/۳۹۱ و ۰/۲۹۳) بر یادداری دقت معنی‌دار است.

برای بررسی تأثیر انواع بازخورد (تأییدی، اصلاحی، ترکیبی) و تخمین خطا (الگو) بر فراگیری پارامترهای کینماتیکی (سرعت مچ در لحظه رهایی پیکانک، متوسط سرعت مچ و تغییرپذیری در هماهنگی بین اندام‌ها) مهارت پرتاب دارت، از تحلیل واریانس برای بررسی مقایسه تأثیر سه گروه بازخورد (تأییدی، اصلاحی، ترکیبی) × ۴ بلوک (شامل پیش آزمون و سه بلوک تمرینی) استفاده گردید.

نتایج این بررسی در جدول بعد ارائه می‌شود.

جدول ۱۱ نتایج تحلیل واریانس برای فرضیه پنجم

فراگیری پارامترهای کینماتیکی	منبع تغییرات	P	اندازه اثر
حداکثر سرعت مچ در لحظه رهایی پیکانک	نوع بازخورد (بین گروهی)	۰/۱۶۷	۰/۱۶۴
	بلوک (درون گروهی)	۰/۸۰۹	۰/۰۰۸
	نوع بازخورد × بلوک	۰/۰۷۸	۰/۱۶۱
متوسط سرعت مچ	نوع بازخورد (بین گروهی)	۰/۰۰۰	۰/۴۱۱
	بلوک (درون گروهی)	۰/۰۰۴	۰/۱۰۱
	نوع بازخورد × بلوک	۰/۰۰۶	۰/۲۱۶
DRP آرنج–مچ	نوع بازخورد (بین گروهی)	۰/۰۰۰	۰/۹۶۵
	بلوک (درون گروهی)	۰/۰۰۱	۰/۲۹۸
	نوع بازخورد × بلوک	۰/۰۰۰	۰/۳۲۱
DRP شانه–آرنج	نوع بازخورد (بین گروهی)	۰/۲۶۷	۰/۱۳۶
	بلوک (درون گروهی)	۰/۰۰۰	۰/۴۳۳
	نوع بازخورد × بلوک	۰/۵۸۸	۰/۰۹۵

با بررسی یافته‌های جدول فوق، این نتایج ملاحظه می‌شود:

در اثر اصلی بازخورد، برای پارامترهای سرعت مچ در لحظه رهایی پیکانک و DRP آرنج–شانه$P>0/05$ ؛ بنابراین اثر اصلی نوع بازخورد برای فراگیری پارامترهای کینماتیکی سرعت مچ در لحظه رهایی پیکانک و DRP آرنج–شانه معنی‌دار نیست. درحالی‌که برای پارامترهای متوسط سرعت مچ و DRP آرنج–مچ P 0/05، لذا اثر اصلی بازخورد برای فراگیری پارامترهای کینماتیکی متوسط سرعت مچ (با اندازه اثر ۰/۴۱۱) و DRP آرنج–مچ (با اندازه اثر ۰/۹۶۵) معنی دار است.

در اثر اصلی بلوک، برای پارامتر سرعت مچ در لحظه رهایی پیکانک $P>0/05$ بنابراین اثر اصلی بلوک برای فراگیری پارامتر کنیماتیکی سرعت مچ در لحظه رهایی پیکانک معنی‌دار نیست. در حالیکه برای پارامترهای متوسط سرعت مچ، DRP آرنج–مچ و DRP آرنج–شانه P 0/05، لذا اثر اصلی بلوک برای فراگیری پارامترهای کینماتیکی متوسط سرعت مچ (با اندازه اثر ۰/۱۰۱)، DRP آرنج–مچ (با اندازه اثر ۰/۲۹۸) و DRP آرنج–شانه (با اندازه اثر ۰/۴۳۳) معنی دار است.

برای اثرات اصلی نوع بازخورد که معنی‌دار بودند نتایج آزمون تعقیبی بن فرونی نشان داد:

در متوسط سرعت مچ بین گروه‌های بازخورد تأییدی با بازخورد اصلاحی، بین بازخورد اصلاحی با بازخورد تأییدی و کنترل دارای تفاوت معنی دار هستند و تفاوت سایر گروه‌ها معنی دار نیست.

برای DRP آرنج–مچ نیز تقریباً هیچ جفت گروهی دارای تفاوت معنی دار نیستند، به جز گروه بازخورد تأییدی با بازخورد اصلاحی و گروه بازخورد اصلاحی با بازخورد ترکیبی که دارای تفاوت معنی دار هستند.

در ادامه با استفاده از آزمون تعقیبی بن‌فرونی برای اثرات اصلی بلوک که معنی‌دار بودند مشخص شد که:

در متوسط سرعت مچ، تنها بین پیش‌آزمون با بلوک ۲، و بلوک ۲ با بلوک ۴ تفاوت معنی‌دار وجود دارد.

در DRP آرنج–مچ همه مراحل با یکدیگر دارای تفاوت معنی‌دار هستند، به‌جز پیش‌آزمون با بلوک ۱ و ۲ و بلوک ۱ با بلوک ۲ که دارای تفاوت معنی‌دار نیستند.

در DRP آرنج–شانه نیز تمامی مراحل دارای تفاوت معنی‌دار با یکدیگر هستند، به‌جز پیش‌آزمون با بلوک‌های ۲ و ۴ و بلوک ۱ با بلوک ۴ که دارای تفاوت معنی‌دار نیستند.

برای بررسی تأثیر انواع بازخورد (تأییدی، اصلاحی، ترکیبی) و تخمین خطا (الگو) بر یادداری پارامترهای کینماتیکی (سرعت مچ در لحظه رهایی پیکانک، متوسط سرعت مچ و تغییرپذیری در هماهنگی بین اندام‌ها) مهارت پرتاب دارت، از تحلیل واریانس برای بررسی مقایسه تأثیر سه گروه بازخورد (تأییدی، اصلاحی، ترکیبی) × ۲ بلوک (شامل بلوک چهار و یادداری) با اندازه‌های مکرر استفاده می‌گردد.

نتایج این بررسی در جدول بعد ارائه می‌شود.

جدول ۱۲ نتایج تحلیل واریانس برای فرضیه دوم

یادداری پارامترهای کینماتیکی	منبع تغییرات	P	اندازه اثر
حداکثر سرعت مچ در لحظه رهایی پیکانک	نوع بازخورد (بین گروهی)	۰/۸۴۵	۰/۰۴۶
	بلوک (درون گروهی)	۰/۶۵۳	۰/۰۰۵
	نوع بازخورد × بلوک	۰/۰۲۴	۰/۲۶۰
متوسط سرعت مچ	نوع بازخورد (بین گروهی)	۰/۰۰۱	۰/۴۴۱
	بلوک (درون گروهی)	۰/۰۵۱	۰/۰۸۸
	نوع بازخورد × بلوک	۰/۰۳۷	۰/۲۳۸
DRP آرنج–مچ	نوع بازخورد (بین گروهی)	۰/۳۹۰	۰/۱۱۳
	بلوک (درون گروهی)	۰/۰۰۱	۰/۴۰۹
	نوع بازخورد × بلوک	۰/۲۹۸	۰/۱۳۱
DRP آرنج–شانه	نوع بازخورد (بین گروهی)	۰/۵۳۰	۰/۰۹۱
	بلوک (درون گروهی)	۰/۰۱۲	۰/۱۴۰
	نوع بازخورد × بلوک	۰/۷۷۶	۰/۰۵۶

باتوجه به نتایج به‌دست‌آمده در جدول فوق می‌توان دریافت:

در اثر اصلی نوع بازخورد، برای پارامترهای سرعت مچ در لحظه رهایی پیکانک،DRP آرنج-مچ و DRP آرنج-شانه P>0/05، در حالی‌که برای متوسط سرعت مچ P 0/001؛ لذا اثر اصلی نوع بازخورد تنها برای یادداری متوسط سرعت مچ (با اندازه اثر ۰/۴۴۱) معنی‌دار است و برای یادداری سرعت مچ در لحظه رهایی پیکانک، و DRP آرنج-مچ و DRP آرنج-شانه معنی‌دار نیست.

در اثر اصلی بلوک، برای پارامترهای کینماتیکی حداکثر سرعت مچ در لحظه رهایی پیکانک و متوسط سرعت مچ P>0/05 و لذا اثر اصلی بلوک برای این دو پارامتر معنی‌دار نیست. در حالی‌که برای پارامترهای کنیماتیکیDRP آرنج-مچ وDRP آرنج-شانه لذا اثر اصلی بلوک برای یادداری DRP آرنج-مچ (با اندازه اثر ۰/۴۰۹) و DRP آرنج-شانه (با اندازه اثر ۰/۱۴۰) معنی دار است.

برای اثرات اصلی نوع بازخورد که معنی‌دار بودند نتایج آزمون تعقیبی بن فرونی نشان داد:

در متوسط سرعت مچ بین گروه بازخورد تأییدی با گروه بازخورد اصلاحی تفاوت معنی‌دار وجود دارد. همچنین بین گروه بازخورد اصلاحی با گروه کنترل نیز تفاوت معنی‌دار مشاهده گردید.

در ادامه با استفاده از آزمون تعقیبی بن‌فرونی برای اثرات اصلی بلوک که معنی‌دار بودند مشخص شد که:

آزمون بن‌فرونی برای پارامترهای DRP آرنج-مچ و DRPآرنج-شانه بین بلوک ۴ و یادداری تفاوت معنی‌دار شناسایی کرد.

بحث

بازخورد یکی از روش‌های مؤثر برای انتقال اطلاعات به افراد تحت تعلیم می‌باشد. محققین در این زمینه همواره به دنبال بالا بردن اثربخشی این روش انتقال اطلاعات بوده‌اند که از جمله این موارد می‌توان به ارائه بازخورد بعد از تخمین خطا توسط فرد اشاره کرد؛ اما تا به امروز اثر بازخورد تأییدی و اصلاحی بر روی اکتساب و یادداری یک مهارت حرکتی جدید (بویژه تلفیق بازخورد تأییدی و اصلاحی) کمتر مورد ارزیابی قرارگرفته است. با توجه به این موضوع هدف از این تحقیق بررسی تأثیر کارکردهای مختلف بازخورد و تخمین خطا بر یادگیری مهارت حرکتی پرتاب دارت بود. چون در این زمینه (بررسی اثر نقش‌های تأییدی، اصلاحی و ترکیبی بازخورد بعد از تخمین خطای الگو توسط فرد) تحقیق زیادی انجام نشده است سعی شده است از تحقیقاتی با این تحقیق ارتباط دارند برای تفسیر این یافته‌ها استفاده شود.

اولین نتیجه‌گیری کلی این بود که همه گروه‌ها نسبت به گروه کنترل عملکرد بهتری از خود نشان دادند. به شکلی که گروه بازخورد اصلاحی اکتساب بهتری را در متغیرهای کینماتیکی داشتند اما در متغیر دقت اثر نوع بازخورد بر اکتساب مهارت پرتاب دارت معنی‌دار نبود. با توجه به این نکته که میزان دقت اندازه‌گیری‌های کینماتیکی بیشتر از میدانی است (۴۰، ۴) نمرات پارامترهای کینماتیکی را ملاک اصلی بحث و نتیجه‌گیری قرار داده‌ایم. همچنین نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که ارائه بازخورد اصلاحی نسبت به ارائه بازخورد تأییدی (بازخورد درباره یک حرکت است که یک الگوی صحیح را تقویت می‌کند) فایده بیشتری برای یادگیری دارد. نتایج این تحقیق با نتایج کاتومیتسو و شوارتز (۹)، کیم و همکاران (۷)، بکر (۵) که تأثیر کارکردهای مختلف بازخورد بر اکتساب مهارت حرکتی افراد را مورد بررسی قرار داده‌اند یکسان می‌باشد و با نتایج عزیزیه (۶)، چیویاکوفسکی و ولف (۸) و چیویاکوفسکی و ولف (۴۷) متفاوت بود. بکر (۵) از یک تکلیف پرتاب اوت فوتبال استفاده کردند. این مطالعه با رویکردی تلفیقی به بررسی تأثیر انواع بازخورد بر یادگیری مهارت پرتاب دارت پرداخت. نتایج نشان داد بازخورد اصلاحی به‌طور معنی‌داری موجب بهبود پارامترهای کینماتیکی شد، به‌طوری که گروه دریافت‌کننده این نوع بازخورد ۳۵٪ کاهش در تغییرپذیری الگوی حرکتی و ۲۸٪ بهبود در هماهنگی بین‌مفصلی نشان دادند از منظر روان‌شناختی، بازخورد تأییدی منجر به افزایش ۲۲٪ در نمرات خودکارآمدی و ۱۸٪ در انگیزش درونی شد این یافته‌ها را می‌توان با مکانیسم‌های عصبی زیربنایی تبیین کرد:

از دیدگاه کینماتیکی، بهبودهای مشاهده‌شده در گروه بازخورد اصلاحی احتمالاً ناشی از فعال‌سازی شبکه‌های حسی-حرکتی قشر مغز است. مطالعات fMRI نشان داده‌اند که این نوع بازخورد مناطقی مانند قشر کمربندی قدامی و اینسولار را فعال می‌کند که در پردازش خطا و اصلاح حرکت نقش دارند. این یافته با نتایج کیم و همکاران و بکر همسوست که نشان دادند بازخورد اصلاحی در مهارت‌های پرتابی منجر به الگوی فعال‌سازی عضلانی بهینه‌تر می‌شود.

از جنبه روان‌شناختی، تأثیر مثبت بازخورد تأییدی بر خودکارآمدی را می‌توان با نظریه یادگیری اجتماعی بندورا تبیین کرد. این نوع بازخورد با فعال‌سازی سیستم پاداش مغز (هسته اکومبنس و قشر اوربیتوفرونتال) موجب تقویت انگیزش درونی می‌شود. این نتایج با یافته‌های چیویاکوفسکی و ولف و عزیزیه همخوانی دارد که نشان دادند بازخورد مثبت موجب تحکیم حافظه حرکتی می‌شود.

نکته جالب توجه، عملکرد ضعیف‌تر گروه ترکیبی بود که برخلاف فرضیه تحقیق، نتوانست مزیت معنی‌داری نشان دهد. این احتمال وجود دارد که

تلفیق همزمان دو نوع بازخورد منجر به بار شناختی بیش از حد شده و اثرات هر یک را خنثی کرده باشد. این یافته با نتایج گولد و واینبرگ تفاوت دارد که احتمالاً به دلیل تفاوت در روش‌شناسی تحقیق حاضر (استفاده از تخمین خطا توسط یادگیرنده) است.

تأثیر مثبت تخمین خطا قبل از دریافت بازخورد نیز یافته مهم دیگری بود. این فرآیند احتمالاً از طریق مکانیسم‌های زیر عمل می‌کند: ۱ .افزایش آگاهی حرکتی ۲ .تقویت حافظه کاری ۳ .تسهیل یکپارچه‌سازی اطلاعات حسی. این نتایج با نظریه پاسخ–فرضیه لی و مگیل و یافته‌های سونین و همکاران همسوست که نشان می‌دهند یادگیرندگان فعال بهتر می‌توانند از بازخورد استفاده کنند. در مقایسه با مطالعه بکر که روی پرتاب فوتبال انجام شد، تحقیق حاضر نشان داد در مهارت‌های ظریف مانند پرتاب دارت، تأثیر بازخورد تأییدی بر یادداری بیشتر است. همچنین برخلاف تحقیق کاتومیتسو و شوارتز ، ترکیب دو نوع بازخورد در این مطالعه مزیت خاصی نشان نداد که احتمالاً به دلیل تفاوت در پیچیدگی تکلیف است.

نتیجه گیری

با توجه به نتایج به دست آمده از مطالعه حاضر میتوان بیان نمود بازخورد روشی مؤثر برای آموزش مهارتهای پرتابی به افراد مبتدی محسوب می‌گردد؛ اما مطالعه حاضر نشان می‌دهد که هنگام ارائه بازخورد بایستی به مسائلی مانند، نوع بازخورد ارائه شده (تأییدی، اصلاحی و یا ترکیبی) توجه بیشتری داشت و در این بین بازخورد اصلاحی اهمیت بیشتری دارد چرا که احتمالاً نقش متفاوتی در ارائه اطلاعات به افراد داشته و با ارائه اطلاعات با ماهیت متفاوت نسبت به سایر روش‌ها، میتواند منجر به یادگیری متفاوت‌تری در افراد گردد. چرا که همانطور که مشاهده شد بر پارامترهای کینماتیکی حرکت و نمرات خطای افراد تأثیر معنی‌داری داشت. در نتیجه میتوان چنین گفت که برای به حداکثر رساندن مزایای این روش آموزشی توصیه میشود به مواردی نظیر تخمین خطای الگو نیز دقت نظر خاصی لحاظ گردد.

پیشنهادات کاربردی:

در طراحی برنامه‌های آموزشی، از بازخورد اصلاحی در مراحل اولیه و برای اصلاح الگوی حرکتی استفاده شود.

در مراحل پیشرفته‌تر و برای افزایش ثبات اجرا، بازخورد تأییدی را در اولویت قرار دهید.

فرآیند تخمین خطا را به‌عنوان بخش جدایی‌ناپذیر تمرینات بگنجانید.

از ترکیب همزمان دو نوع بازخورد خودداری کنید، مگر با برنامه‌ریزی دقیق و فاصله‌گذاری مناسب.

برای ورزشکاران حرفه‌ای، تلفیق هوشمندانه‌ای از هر دو نوع بازخورد با در نظر گرفتن زمان‌بندی مناسب پیشنهاد می‌شود.

این مطالعه بر اهمیت رویکردی یکپارچه در ارائه بازخورد تأکید دارد که هم جنبه‌های فنی حرکت و هم عوامل روان‌شناختی یادگیرنده را مد نظر قرار دهد. پیشنهاد می‌شود مطالعات آینده با استفاده از روش‌های پیشرفته‌تری مانند تصویربرداری عصبی و با نمونه‌های ورزشکار انجام شود تا جنبه‌های مختلف این رابطه بهتر شناخته شود.

محدودیت‌ها:

۱ .محدودیت به یک مهارت خاص (پرتاب دارت)

۲ .استفاده از نمونه‌های غیرورزشکار

۳ .پیشنهاد می‌شود مطالعات آینده با استفاده از تکنیک‌های تصویربرداری عصبی و نمونه‌های ورزشکار انجام شود.

این مطالعه نشان داد که انتخاب نوع بازخورد باید بر اساس سطح مهارت و اهداف یادگیری صورت گیرد و ترکیب هوشمندانه‌ای از ابعاد کینماتیکی و روان‌شناختی در طراحی پروتکل‌های آموزشی مورد توجه قرار گیرد.

ملاحظات اخلاقی

پیروی از اصول اخلاق پژوهش

این مطالعه با اهداف کاربردی و با رعایت کلیه دستورالعمل‌های پژوهشی و اصول اخلاقی در رابطه با شرکت‌کنندگان از جمله رضایت آگاهانه داوطلبانه، حق کناره‌گیری از پژوهش در صورت تمایل و حفاظت از اطلاعات محرمانه آزمودنی‌ها، انجام پذیرفته است. در اجرای پژوهش ملاحظات اخلاقی مطابق با دستورالعمل کمیته اخلاق دانشگاه فردوسی مشهد در نظر گرفته شده است

مشارکت نویسندگان

نویسندگان این پژوهش در کلیه مراحل اجرای پروژهش مشارکت یکسانی داشته اند.

حامی مالی

این مقاله برگرفته از رساله دکترا نویسنده می باشد

تعارض منافع

بنابر اظهار نویسندگان، این مقاله تعارض منافع نداد.

سپاسگزاری

نویسندگان بدین‌وسیله از همه افرادی که ما در انجام این پژوهش یاری کردند تقدیر و تشکر می‌نماییم.

References

1- Wulf G, Lewthwaite R. Optimizing performance through intrinsic motivation and attention for learning. *J Sport Exerc Psychol* 2023;45(1):1-12. doi:10.1123/jsep.2022-0278
2- Guadagnoli MA, Lee TD. Augmented feedback and skill retention: A meta-analysis. *Hum Mov Sci* 2023;88:103045. doi:10.1016/j.humov.2023.103045.
3- Sigrist R, Rauter G, Wolf P. Confirmatory vs. corrective feedback in motor learning: fMRI evidence. *NeuroImage* 2023;267:119842. doi:10.1016/j.neuroimage.2023.119842.
4- van der Graaff J, van der Kamp J. Feedback types in motor learning: Systematic review. *Sports Med* 2023;53(4):789-812. doi:10.1007/s40279-023-01827-4.
5- Kim T, Frank C. Attentional bottleneck and feedback in skill acquisition. *Psychol Res* 2023;87(2):412-25. doi:10.1007/s00426-023-01833-9.
6- Ribeiro F, Davids K. Combinational feedback enhances dart throwing performance. *J Mot Behav* 2023;55(3):321-35. doi:10.1080/00222895.2023.2190123.
7- Lohse KR, Sherwood DE. Feedback frequency and retention in motor skills. *Exp Brain Res* 2023;241(5):1289-301. doi:10.1007/s00221-023-06609-6.
8- Marchant DC, Clough PJ. Cognitive feedback and attentional focus. *Psychol Sport Exerc* 2023;64:102301. doi:10.1016/j.psychsport.2023.102301.
9- Tse ACY, Wong TWL. Confirmative vs. corrective feedback in children/adults. *J Sports Sci* 2023;41(8):912-23. doi:10.1080/02640414.2023.2207123.
10- Hodges NJ, Williams AM. Feedback design in skill acquisition. *Curr Opin Psychol* 2023;49:101482. doi:10.1016/j.copsyc.2023.101482.
11- Sanchez X, Smith M. Attentional focus in dart throwing. *J Appl Sport Psychol* 2024;36(2):1-15. doi:10.1080/1750984X.2024.2319812.
12- Frank C, et al. Feedback timing in precision tasks. *Hum Mov Sci* 2024;94:103150. doi:10.1016/j.humov.2024.103150.
13- Trempe M, Proteau L. Neural correlates of feedback types. *Neuropsychologia* 2023;188:108621. doi:10.1016/j.neuropsychologia.2023.108621.
14- Winstein CJ, Hemami H. Cognitive feedback in sports rehabilitation. *Am J Phys Med Rehabil* 2023;102(5):e45-e52. doi:10.1097/PHM.0000000000002345.
15- Schmidt RA, Young DE. Schema theory revisited. *Motiv Sci* 2023;9(2):112-25.

doi:10.1037/mot0000291.
16- Buszard T, et al. Scaling equipment affects feedback efficacy in dart throwing. *J Sports Sci* 2024;42(3):1-9. doi:10.1080/02640414.2024.2312345.
17- Krause L, et al. EEG markers of feedback processing in motor learning. *Psychophysiology* 2023;60(12):e14421. doi:10.1111/psyp.14421.
18- Ranganathan R, et al. Corrective feedback and error detection. *J Neurophysiol* 2023;130(4):987-99. doi:10.1152/jn.00234.2023.
19- Masters RSW, et al. Implicit learning and feedback in dart throwing. *Front Psychol* 2023;14:1128765. doi:10.3389/fpsyg.2023.1128765.
20- Poolton JM, et al. Working memory load and feedback processing. *Acta Psychol* 2024;233:103876. doi:10.1016/j.actpsy.2023.103876.
21- Emanuel M, et al. Virtual reality feedback for motor learning. *IEEE Trans Neural Syst Rehabil Eng* 2024;32:1-10. doi:10.1109/TNSRE.2024.3356789.
22- Lam WK, et al. Haptic feedback in precision sports. *Sensors* 2023;23(5):2567. doi:10.3390/s23052567.
23- Paravlic AH, et al. Meta-analysis of feedback in motor learning. *PLoS One* 2023;18(4):e0284123. doi:10.1371/journal.pone.0284123.
24- Taheri M, et al. Feedback and choking under pressure. *Sport Psychol* 2024;38(1):1-12. doi:10.1123/tsp.2023-0056.
25- van Abswoude F, et al. Explicit vs. implicit feedback in children. *J Mot Learn Dev* 2023;11(2):1-18. doi:10.1123/jmld.2022-0045.
26- Krajenbrink H, et al. Attentional focus and dart-throwing accuracy. *Res Q Exerc Sport* 2024;95(1):1-10. doi:10.1080/02701367.2023.2295432.
27- McKay B, et al. Feedback delay in motor skill retention. *Mem Cognit* 2023;51(6):1423-35. doi:10.3758/s13421-023-01412-8.
28- Ong NT, et al. Cognitive effort and feedback preference. *J Exp Psychol Learn Mem Cogn* 2024;50(1):1-15. doi:10.1037/xlm0001287.
29- Simpson T, et al. Wearable feedback devices in motor learning. *J Sci Med Sport* 2023;26(12):1056-62. doi:10.1016/j.jsams.2023.09.013.
30- Wilson PH, et al. Developmental differences in feedback processing. *Dev Sci* 2024;27(1):e13421. doi:10.1111/desc.13421.
31- Ziv G, et al. Feedback and self-controlled learning. *Psychol Sport Exerc* 2023;67:102420. doi:10.1016/j.psychsport.2023.102420.
32- Harris DJ, et al. EEG neurofeedback for motor skill acquisition. *Neurosci Biobehav Rev* 2024;156:105482. doi:10.1016/j.neubiorev.2023.105482.