Kharazmi University

Research in Sport Medicine and Technology

Print ISSN: 2252 - 0708 Online ISSN: 2588 - 3925

Homepage: https://jsmt.khu.ac.ir

The Effect Of Feedback Interventions On Lower Limb Mechanics And Performance In people With Motor Control Deficits In Jump-Landing Movements: a Systematic Review

Mohadeseh Ashrafizadeh [*1] | Ali Asghar Norasteh [2*]

1. PhD, Department of Sports Injuries and Corrective Exercises, Faculty of Physical Education and Sports Sciences, University of Guilan, Rasht, Iran.
2. PhD P.T physiotherapy department, Faculty of Medicine., Guilan University of Medical Sciences.

Corresponding Author: Mohadeseh Ashrafizadeh, ashrafizadeh.m1994@gmail.com

ARTICLE INFO

Article type:
Research Article

Article history:
Received: 2024/10/9
Revised: 2025/08/3
Accepted: 2025/08/3

Keywords:
Valgus Knee, Dynamic Knee Valgus, Quadriceps Dominancy, Biomechanics, Kinematic, Performance And Feedback

How to Cite:
Mohadeseh Ashrafizadeh, Ali Asghar Norasteh. **The Effect Of Feedback Interventions On Lower Limb Mechanics And Performance In people With Motor Control Deficits In Jump-Landing Movements: a Systematic Review**. *Research In Sport Medicine and Technology*, 2025: 23(30): 268-290.

ABSTRACT

Introduction & Aim: Motor control deficits such as dynamic knee valgus and quadriceps dominance are recognized as key modifiable risk factors for lower-limb injuries. Feedback-based training has been proposed as an effective strategy to correct high-risk biomechanics. This systematic review aimed to investigate the effects of feedback interventions on lower-limb mechanics and performance during jump-landing movements

Methods: A comprehensive search was conducted in international databases (PubMed, Scopus, Science Direct, Google Scholar) and national databases (Magiran, Irandoc) from 2000 to 2023. Studies were included if they examined the effects of any form of feedback on healthy individuals with lower-limb motor control deficits. From an initial 540 retrieved articles, 20 studies met the inclusion criteria after screening and full-text review.

Results: Most studies reported that feedback, particularly external or real-time feedback, led to increased flexion angles of the hip and knee in the sagittal plane during jump-landing. The findings regarding frontal plane mechanics were inconsistent: some studies showed a reduction in knee valgus angle, while others reported no significant change. A majority confirmed a reduction in peak vertical ground reaction force following feedback. However, limited studies assessed performance outcomes such as jump height or reactive strength index, and their findings were contradictory.

Conclusion: Feedback interventions appear effective in improving biomechanical risk factors related to lower-limb injury during jump-landing tasks; however, their impact on functional performance remains unclear. Further research is required to determine long-term retention and performance outcomes.

Published by Kharazmi University, Tehran, Iran. Copyright(c) The author(s) This is an open access article under e: CC BY-NC license (https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)

[Downloaded from jsmt.khu.ac.ir on 2026-05-31]

[DOR: 20.1001.1.22520708.1404.23.30.14.2]

پژوهش در طب ورزشی و فناوری

شاپا چاپی: ۰۷۰۸-۲۲۵۲ شاپا الکترونیکی: ۳۹۲۵-۲۵۸۸

Homepage: https://jsmt.khu.ac.ir

اثر مداخلات بازخوردی بر مکانیک اندام تحتانی و عملکرد در افراد با نقص کنترل حرکتی در حرکات پرش–فرود: مطالعه مروری نظام‌مند

محدثه اشرفی‌زاده *[۱] | علی‌اصغر نورسته [۲]

۱. دکتری، گروه آسیب‌های ورزشی و تمرینات اصلاحی، دانشکده تربیت‌بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه گیلان، رشت، ایران.

۲. استاد گروه فیزیوتراپی، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی گیلان.

نویسنده مسئول: محدثه اشرفی‌زاده ashrafizadeh.m1994@gmail.com

اطلاعات مقاله:

نوع مقاله: علمی–پژوهشی

دریافت: ۱۴۰۳/۰۷/۱۸

ویرایش: ۱۴۰۴/۰۵/۱۲

پذیرش: ۱۴۰۴/۰۵/۱۲

واژه‌های کلیدی:

ولگوس زانو، ولگوس پویا زانو، غلبه چهار سر ران، بیومکانیک، کینماتیک، عملکرد و بازخورد

ارجاع:

محدثه اشرفی‌زاده، علی‌اصغر نورسته. **اثر مداخلات بازخوردی بر مکانیک اندام تحتانی و عملکرد در افراد با نقص کنترل حرکتی در حرکات پرش-فرود: مطالعه مروری نظام‌مند.** *پژوهش در طب ورزشی و فناوری*. ۱۴۰۴؛ ۲۳(۳۰): ۲۹۰-۲۶۸

چکیده

مقدمه و هدف: نقص‌های کنترل حرکتی مانند ولگوس پویای زانو و غلبه عضله چهار سر ران از مهم‌ترین عوامل قابل تعدیل در بروز آسیب‌های اندام تحتانی محسوب می‌شوند. به‌کارگیری بازخورد به‌عنوان یک مداخله آموزشی برای اصلاح الگوهای پرخطر حرکتی پیشنهادشده است. هدف مطالعه حاضر، بررسی اثر مداخلات بازخوردی بر مکانیک اندام تحتانی و عملکرد، هنگام انجام حرکات پرش فرود بود.

روش: جستجوی نظام‌مند در پایگاه‌های بین‌المللی PubMed، Scopus، ScienceDirect، Google Scholar و پایگاه‌های داخلی مگیران و ایرانداک طی سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۳ انجام شد. مطالعاتی وارد شدند که اثر هر نوع بازخورد را بر افراد سالم دارای نقص کنترل حرکتی اندام تحتانی بررسی کرده بودند. از میان ۵۴۰ مقاله اولیه، در نهایت ۲۰ مطالعه پس از غربالگری و بررسی متن کامل وارد مرور شدند.

یافته‌ها: بیشتر مطالعات گزارش کردند که بازخورد به‌ویژه از نوع بیرونی یا زمان واقعی موجب افزایش زاویه فلکشن مفصل ران و زانو در صفحه ساژیتال در حین پرش فرود شد. نتایج مربوط به صفحه فرونتال متناقض بود؛ برخی کاهش معنی‌دار ولگوس زانو را گزارش کردند و برخی تغییری مشاهده نکردند. بااین‌حال، تعداد کمی از مطالعات شاخص‌های عملکردی را بررسی کرده بودند و نتایج در این زمینه ناسازگار بود.

نتیجه‌گیری: مداخلات بازخوردی در بهبود عوامل بیومکانیکی مرتبط با پیشگیری از آسیب اندام تحتانی مؤثر هستند، اما شواهد مربوط به تأثیر آن‌ها بر عملکرد ورزشی قطعی نیست. انجام مطالعات بیشتر با تمرکز بر ماندگاری اثر و پیامدهای عملکردی ضروری است.

[Downloaded from jsmt.khu.ac.ir on 2026-05-31]

[DOR: 20.1001.1.22520708.1404.23.30.14.2]

Extended Abstract:

Introduction and Aim: Motor control deficits in the lower limbs are recognized as one of the most important predisposing factors for musculoskeletal injuries, particularly anterior cruciate ligament injuries and other dynamic knee instabilities. The interaction between neuromuscular inefficiency, quadriceps dominance, and abnormal joint kinematics during functional movements such as jump-landing has been widely documented in the literature as a primary contributor to injury risk. Among the biomechanical patterns most frequently associated with such deficits are excessive dynamic knee valgus, limited hip and knee flexion, and reduced co-contraction between the quadriceps and hamstrings muscles. These maladaptive patterns often lead to increased mechanical stress on the knee joint and elevated ground reaction forces. Consequently, the design of effective and evidence-based training interventions to improve lower limb control and correct faulty biomechanics has become a key focus in sports medicine and rehabilitation sciences. In recent years, feedback-based interventions have gained considerable attention as a potential means of enhancing motor control and preventing injuries.

The purpose of the present systematic review was to investigate the effects of feedback interventions on lower limb mechanics and athletic performance in individuals with motor control deficits during jump-landing movements. Given that feedback provides immediate information regarding the accuracy or quality of a performed movement, it can facilitate the acquisition of correct motor patterns and contribute to long-term neuromuscular adaptations. This review sought to determine whether feedback, delivered through different modalities visual, auditory, or combined can lead to measurable improvements in kinematic and kinetic variables, reduce harmful biomechanical loads, and enhance performance parameters such as jump height and reactive strength index. Furthermore, the study aimed to explore the consistency of findings across various studies, evaluate the methodological rigor of existing evidence, and identify potential research gaps for future investigation. **Methodology:** To address these objectives, a systematic search was conducted across several international and national databases including Google Scholar, PubMed, Science Direct, Scopus,

[Downloaded from jsmt.khu.ac.ir on 2026-05-31]

[DOR: 20.1001.1.22520708.1404.23.30.14.2]

MagIran, and IranDoc. The search covered studies published between 2000 and 2023 that examined the effects of feedback on individuals with lower limb motor control deficits. The combination of keywords “Valgus Knee,” “Dynamic Knee Valgus,” “Quadriceps Dominance,” “Biomechanics,” “Kinematic,” “Performance,” and “Feedback” was used to identify relevant research. A total of 540 articles were initially retrieved. Following a multi-step screening process that involved title and abstract review, duplicate and irrelevant studies were excluded. Subsequently, 47 studies proceeded to full-text review, and 20 of them met the inclusion criteria and were selected for qualitative synthesis. Inclusion criteria required that studies be experimental or quasi-experimental in nature, involve healthy participants exhibiting signs of lower limb motor control deficits, and report outcomes related to kinetic, kinematic, or performance measures. Studies that focused on clinical populations with existing injuries, conference abstracts without full data, or those lacking methodological clarity were excluded from the analysis. The reviewed data were then categorized according to the type of feedback intervention, duration of the training program, and reported outcome measures. **Findings:** Across the reviewed literature, feedback interventions consistently demonstrated beneficial effects on sagittal plane kinematics. Most studies reported that feedback led to increased flexion angles at the hip and knee during the landing phase, which in turn reduced the impact forces transmitted through the joints. For example, interventions employing real-time visual or video feedback were shown to promote softer landings by encouraging athletes to adopt a greater degree of knee and hip flexion. This improvement not only enhanced the efficiency of shock absorption but also reduced the mechanical strain on the ACL. Studies such as those by Dowling et al. (2012) and Ericksen et al. (2015) highlighted that immediate feedback helped participants internalize correct landing mechanics within only a few sessions, suggesting that motor learning can occur rapidly when external cues are provided. However, when the focus of attention was internal (i.e., directed toward body segments rather than movement effects), learning tended to be less durable and biomechanical improvements were smaller in magnitude. In contrast, findings regarding the frontal plane kinematics were more inconsistent. While several investigations demonstrated

[Downloaded from jsmt.khu.ac.ir on 2026-05-31]

[DOR: 20.1001.1.22520708.1404.23.30.14.2]

that feedback especially real-time external visual feedback significantly reduced the degree of knee valgus during jump-landing, other studies failed to observe notable changes. For instance, in some experiments the feedback group exhibited a reduction of approximately 3 degrees in knee valgus compared to baseline values, whereas others reported no statistically significant differences between feedback and control conditions. These discrepancies may be attributed to variations in feedback modality, duration of intervention, participant sex, or the technical demands of the specific landing task. Nevertheless, the general trend across studies supports the conclusion that feedback, particularly when designed to direct attention externally, can facilitate improved frontal and sagittal plane control, which are both critical for injury prevention.

The review also revealed consistent evidence regarding the influence of feedback on kinetic parameters, most notably the vertical ground reaction force (vGRF). Multiple studies confirmed that both augmented and real-time feedback significantly reduced peak vGRF values during landing, implying that athletes adopted softer and more controlled landing techniques. Onate et al. (2001) demonstrated that providing participants with augmented feedback led to a substantial reduction in landing forces compared to verbal instruction alone. Similarly, Heinert et al. (2021) observed that a four-week feedback-based training program resulted in decreased vGRF and knee abduction torque, with improvements maintained after a one-month retention period. These findings collectively suggest that feedback-driven neuromuscular training not only enhances immediate performance but can also induce lasting biomechanical adaptations. A further dimension of analysis involved the effect of feedback on overall performance measures such as jump height and reactive strength index. The evidence in this regard was mixed. While some studies reported no significant differences between feedback and control groups, others found that excessive focus on corrective cues slightly reduced jump height due to increased attentional load and cautious movement execution. Conversely, certain investigations showed that improved landing control could coexist with unchanged or even enhanced performance outcomes, indicating that optimized biomechanics need not compromise athletic capability. The differences in performance outcomes may reflect individual variations in learning

[Downloaded from jsmt.khu.ac.ir on 2026-05-31]

[DOR: 20.1001.1.22520708.1404.23.30.14.2]

strategies, task complexity, and the balance between movement efficiency and force production. An important insight emerging from this review concerns the type of feedback employed. External focus feedback directing attention toward the environmental outcome of the movement, such as “land softly” or “push the floor away” was consistently found to be more effective than internal focus feedback, which emphasizes body part control (e.g., “bend your knees” or “keep your knees aligned”). External feedback has been shown to promote implicit motor learning, reduce conscious interference, and facilitate automaticity in movement control. This phenomenon is supported by neurophysiological evidence indicating that externally focused feedback activates the mirror neuron system, enhancing motor planning and execution efficiency. The consistent superiority of external over internal feedback underscores the importance of attentional focus in motor learning and rehabilitation protocols.

Conclusion: Despite the generally positive outcomes, several limitations were identified across the reviewed studies. A majority of the research was conducted on female participants, primarily because of the higher incidence of ACL injuries in women compared to men. As a result, the generalizability of findings to male athletes and older adults remains limited. Moreover, differences in intervention duration, feedback modality, and task design make direct comparisons challenging. Only a few studies examined long-term retention beyond several weeks, leaving open questions about the persistence of biomechanical adaptations over extended training periods.Overall, the findings of this systematic review indicate that feedback interventions especially those employing real-time visual or augmented methods are highly effective in improving lower limb mechanics among individuals with motor control deficits during jump-landing tasks. The consistent improvements observed in sagittal plane kinematics and reductions in ground reaction forces highlight the value of feedback as an evidence-based tool for injury prevention and motor control enhancement. Although the evidence regarding performance effects and frontal plane mechanics remains somewhat inconsistent, the overall trend supports the use of feedback as a practical, low-cost, and adaptable component of athletic training and rehabilitation programs. Future research should focus on optimizing feedback delivery systems by combining visual, auditory,

[Downloaded from jsmt.khu.ac.ir on 2026-05-31]

[DOR: 20.1001.1.22520708.1404.23.30.14.2]

and haptic cues, exploring the neural correlates of feedback-based learning through electromyographic and neuroimaging methods, and evaluating the effects of long-term interventions across diverse athletic populations. In conclusion, feedback-based interventions represent a powerful and scientifically validated approach for modifying faulty biomechanics, enhancing neuromuscular control, and preventing lower limb injuries in athletes and individuals with motor control deficits. The integration of feedback mechanisms into training regimens not only promotes safer and more efficient movement patterns but also fosters durable motor learning and improved functional performance. By leveraging advances in real-time biofeedback technology and individualized training protocols, future studies can further refine our understanding of how feedback influences motor adaptation and optimize its application for both performance enhancement and injury reduction in sports and rehabilitation contexts. In conclusion, feedback-based interventions represent a powerful and scientifically validated approach for modifying faulty biomechanics, enhancing neuromuscular control, and preventing lower limb injuries in athletes and individuals with motor control deficits.

Keywords: Valgus Knee, Dynamic knee valgus, Quadriceps Dominancy, Biomechanics, Kinematic, Performance and Feedback

[Downloaded from jsmt.khu.ac.ir on 2026-05-31]

[DOR: 20.1001.1.22520708.1404.23.30.14.2]

مقدمه

آسیب رباط صلیبی قدامی چندعاملی است و عوامل آناتومیک، هورمونی، بیومکانیکی و عصبی عضلانی را شامل می‌شود (۱). عوامل زیادی در کنترل عصبی عضلانی نامطلوب، از جمله غلبه رباط، غلبه چهار سر ران، غلبه پا و غلبه تنه نقش دارند که احتمالاً به آسیب رباط صلیبی قدامی به‌ویژه در زنان دامن می‌زنند (۲). دومین غلبه، غلبه چهار سر ران به روش تثبیت مفصل زانو عمدتاً با استفاده از عضلات چهار سر ران اشاره دارد. زنان ترجیحاً در مقایسه با مردان از عضلات چهار سر ران برای تثبیت مفصل زانو استفاده می‌کنند؛ بنابراین، زنان ممکن است فعال شدن بیشتری در عضلات چهار سر ران نسبت به عضلات همسترینگ نشان دهند که خطر آسیب رباط صلیبی قدامی را در مرحله فرود افزایش می‌دهد (۲, ۳). کاهش زوایای خم شدن زانو و غلبه کوآدریسپس در طول مرحله آماده‌سازی پرش، تحت تأثیر نسبت هم انقباضی همسترینگ/ کوآدریسپس بالا است (۳, ٤). در نتیجه در طول یک کار پرش فرود، کاهش زاویه فلکشن زانو (۰-۳۰ درجه) یکی دیگر از سازوکارهای مهم برای آسیب‌های غیر تماسی رباط صلیبی قدامی است (۲, ۳). فعال‌سازی مشترک عضلات چهار سر ران و همسترینگ برای ایجاد ثبات مفصل زانو و کاهش مقدار نیروی کششی واردشده بر رباط صلیبی قدامی مهم است(۵). اگرچه بسیاری از عوامل را نمی‌توان تغییر داد، اما نشان داده‌شده است که عوامل خاصی مانند الگوهای کنترل عصبی عضلانی و بیومکانیکی، از طریق تمرین قابل تنظیم هستند (۱, ٦). از جمله عوامل خطر قابل اصلاح عبارت‌اند از: کاهش فلکشن مفصل ران و زانو در فرود، عدم تقارن قدرت یا کنترل حرکتی بین پای غیر غالب و غالب، ثبات و قدرت کمری-لگنی پایین، ولگوس پویا و بارهای ابداکشن (٦, ۷). برای کنترل بهتر عوامل خطر، باید علل بالقوه را شناخت. لازم به ذکر است که یک عامل خطر به وقوع قطعی آسیب منجر نمی‌شود. بااین‌حال، تعامل با سایر عوامل تعیین‌کننده امکان شکل دادن به مشخصات فردی، با احتمال آسیب را فراهم می‌کند(٦). کنترل عصبی-عضلانی مناسب به تطبیق انقباضات عضلانی کمک می‌کند همچنین در صورت وجود نیروهای ضربه‌ای بر روی زانو، باعث کاهش نیروها می‌شود (۷). برنامه‌های آموزش عصبی عضلانی بسیاری برای تغییر این الگوهای حرکتی در زنان به‌منظور کاهش میزان آسیب رباط صلیبی قدامی اجراشده است. یکی از مؤلفه‌های مهم از این برنامه‌های آموزشی عصبی عضلانی، بازخورد است که مشخص‌شده است میزان آسیب رباط صلیبی قدامی را در مقایسه با عدم بازخورد کاهش می‌دهد (۸-۱۱). از بازخورد معمولاً برای اصلاح بیومکانیک بالقوه آسیب‌زا در حین حرکات خاص استفاده می‌شود. به‌عنوان‌مثال، نشان داده شده است که آموزش بازخورد بیومکانیک پرش-فرود را تغییر می‌دهد استفاده از دستورالعمل‌ها یا بازخورد در ارتقا یادگیری الگوهای حرکتی جدید، مانند تکنیک‌های پرش و فرود مؤثر است (۱۲, ۱۳). انواع مختلف بازخورد (به‌عنوان‌مثال، بازخورد داخلی و خارجی) برای یادگیری مؤثر الگوهای حرکتی جدید پیشنهاد شده است(١٤). بازخورد می‌تواند به دو صورت آگاهی از نتیجه و یا آگاهی از عملکرد ارائه شود که هرکدام از آن‌ها بازخوردهای مخصوص به خود را دارند. اما به‌طورکلی مطالعات، بازخورد را به دو دسته داخلی و خارجی تقسیم می‌کنند (۱۵). بازخورد خارجی خود انواع مختلفی دارد (کلامی، بصری، تکمیلی، ..)(۱۵, ١٦). دستورالعمل‌های بازخورد داخلی در درجه اول نحوه انجام کار فرود را هدف قرار می‌دهند ("زانوها را خم‌کنید"). درحالی‌که دستورالعمل‌های

[Downloaded from jsmt.khu.ac.ir on 2026-05-31]

[DOR: 20.1001.1.22520708.1404.23.30.14.2]

بازخورد خارجی توجه شرکت‌کننده را به اثر حرکت معطوف می‌کند ("به‌آرامی فرود بیایید")(۱۶–۱۸). بیشتر برنامه‌های پیشگیری از آسیب رباط متقاطع قدامی در درجه اول از دستورالعمل‌های بازخورد داخلی برای آموزش الگوهای فرود مطلوب استفاده کرده‌اند (۱۸, ۱۹). به‌طورکلی بازخورد داخلی معمولاً (۹۵٪ مواقع) در کلینیک برای هدایت بیماران بر اساس حرکات بدن آن‌ها استفاده می‌شود. به‌عنوان‌مثال، "نگه‌داشتن زانوها در راستای انگشتان پا" بازخوردی داخلی است که با هدف اصلاح فعالیت عملکردی ارائه می‌شود (۲۰). مطالعات زیادی بازخورد در کوتاه‌مدت را در بهبود الگوهای حرکتی مؤثر دانسته‌اند، به‌طور مثال آشلی در سال ۲۰۲۰ طی مطالعه‌ای بیان کرد که، رئال تایم بیوفیدبک بهبودهای فوری در کینماتیک نابجا اندام تحتانی افراد با ولگوس پویای زانو، ایجاد می‌کند. در این مطالعه از رئال تایم بیوفیدبک بصری استفاده شد که افراد را قادر می‌سازد تا حرکات خود را مشاهده کنند و تغییرات بیومکانیکی فوری ایجاد کنند. بنابراین، ممکن است روش‌های سنتی پس از پاسخ را که در آن بازخورد پس از تکمیل کار ارائه می‌شود، بهبود بخشد (۲۱). همچنین تحقیقات زیادی اثرات مثبت بازخورد را بر کاهش نیروی عمودی عکس‌العمل زمین، کاهش نیروی داینامیک والگوس زانو، کاهش ابداکشن ران، افزایش فلکشن زانو نشان داده‌اند و اثر بازخورد بر بهبود متغیرهای مربوط به الگوهای حرکتی نامطلوب را، مثبت دانسته‌اند (۸–۱۱). به‌طور مثال در مطالعه‌ای از اریکسون(۲۰۱۶) افزایش دامنه حرکتی زانو و ران را در گروه بازخورد شاهد بودیم ضمن اینکه این بهبود در گروه بازخورد ترکیبی نسبت گروه‌های بازخورد سنتی بیشتر بوده است (۲۲). در این مطالعه بازخورد سنتی و بازخورد ترکیبی (سنتی و بازخورد در زمان واقعی) را به مدت چهار هفته و همچنین یک هفته بدون بازخورد (به‌منظور بررسی حفظ اثر بازخورد) بررسی کردند. گروه بازخورد ترکیبی افزایش فلکشن زانو و ران را به ترتیب ۱۱,۳ درجه و ۱۰,۹ درجه نشان دادند. از طرفی نیروی عمودی عکس‌العمل زمین در هر دو گروه کاهش یافت. همچنین این مطالعه گزارش کرده است که گروه‌ها قادر به حفظ تغییرات بیومکانیکی به‌دست‌آمده پس از مداخله ٤ هفته‌ای و پس از ۱ هفته بدون حفظ بازخورد، نبودند. هرچند که گروه بازخورد ترکیبی نسبت به بازخورد سنتی در حفظ تغییرات بیومکانیکی برتر بود. بنابراین برای یافتن این سؤال که آیا افراد قادر به حفظ تغییرات بیومکانیکی هستند یا خیر مطالعات بیشتری نیاز است. بااین‌حال اکثر مطالعات تأثیر بازخورد بر متغیرهای مربوط به عملکرد پرشی را بررسی نکرده‌اند (۲۳)، درصورتی‌که، ارتفاع پرش به‌عنوان یکی از متغیرهای مربوط به اجرا ممکن است بر نیروی عکس‌العمل زمین و کینماتیک اندام تحتانی اثر بگذارد (۲٤). ارتفاع پرش معیار سنتی عملکرد پرش است، اما شاخص قدرت واکنشی($RSI = \frac{\text{ارتفاع پرش}}{\text{زمان تیک آف}}$) ارتفاع پرش را تقسیم‌بر زمان تیک آف می‌کند. شاخص قدرت واکنشی، در طول پرش فرود و فعالیت‌های پلایومتریک مشابه ارزیابی می‌شود تا آن حرکات را به‌عنوان سریع یا آهسته طبقه‌بندی کند. منطقی است که فرض کنیم طبیعی سازی زمانی ارتفاع پرش را می‌توان برای تعیین کمیت عملکرد پرش در مقایسه با ارتفاع پرش در طول هر تغییر پرشی که به زمان سریعی بین شروع و تیک آف نیاز دارد، استفاده کرد. با استفاده از شاخص قدرت واکنشی، عملکرد پرش را می‌توان با افزایش ارتفاع پرش، کاهش زمان پرش بین شروع و تیک آف یا هر دو بهبود بخشید. بنابراین، به نظر می‌رسد که شاخص قدرت واکنشی معیار

[Downloaded from jsmt.khu.ac.ir on 2026-05-31]

[DOR: 20.1001.1.22520708.1404.23.30.14.2]

مناسب‌تری برای عملکرد پرش نسبت به ارتفاع پرش است، زمانی که پرش شامل یک جزء اکسنتریک است (۲۵, ۲۶). برنامه‌های پیشگیری از آسیب گزارش دادند که می‌توان با اصلاح بیومکانیک معیوب، صدمات زانو از جمله پارگی رباط صلیبی قدامی را کاهش داد (۲۷-۳۱). اگرچه اثربخشی مستند آن‌ها (برنامه‌های پیشگیری از آسیب) در کاهش آسیب‌ها شناخته شده است، اما مربیان انگیزه لازم برای اجرای چنین برنامه‌هایی را ندارند. دلایل اصلی به تأکید بر پیشگیری از آسیب بدون هیچ‌گونه شواهدی برای بهبود اجرا است (۲۷). هدف نهایی تمرین برای بهبود ایمنی در فرود پرش این است که ورزشکاران از همان تکنیک‌های ایمن‌تر در طول تمرینات و مسابقات منظم استفاده کنند تا در نهایت خطر آسیب را کاهش دهند. بنابراین با توجه به محدود بودن مطالعات در این زمینه، انجام تحقیقات جهت طراحی مداخلاتی که تحت شرایط ایمن (بدون الگوی حرکتی آسیب‌زا) باعث حفظ اجرا و یا حتی ارتقا آن شود، ضروری است. بااین‌حال اکثر مطالعات تأثیر بازخورد بر متغیرهای مربوط به اجرا را نادیده گرفته‌اند (۲۳). بنابراین مهم است که مربیان و درمانگرها، اطلاعات مناسبی را در رابطه با اثر مداخله‌های درمانی از جمله بازخورد، بر الگوی حرکتی و اجرای افراد با اختلالات اسکلتی و عضلانی اندام تحتانی حین فعالیت‌های عملکردی مختلف جهت طراحی پروتکل‌های تمرینی با هدف پیشگیری و درمان، در اختیار داشته باشند.

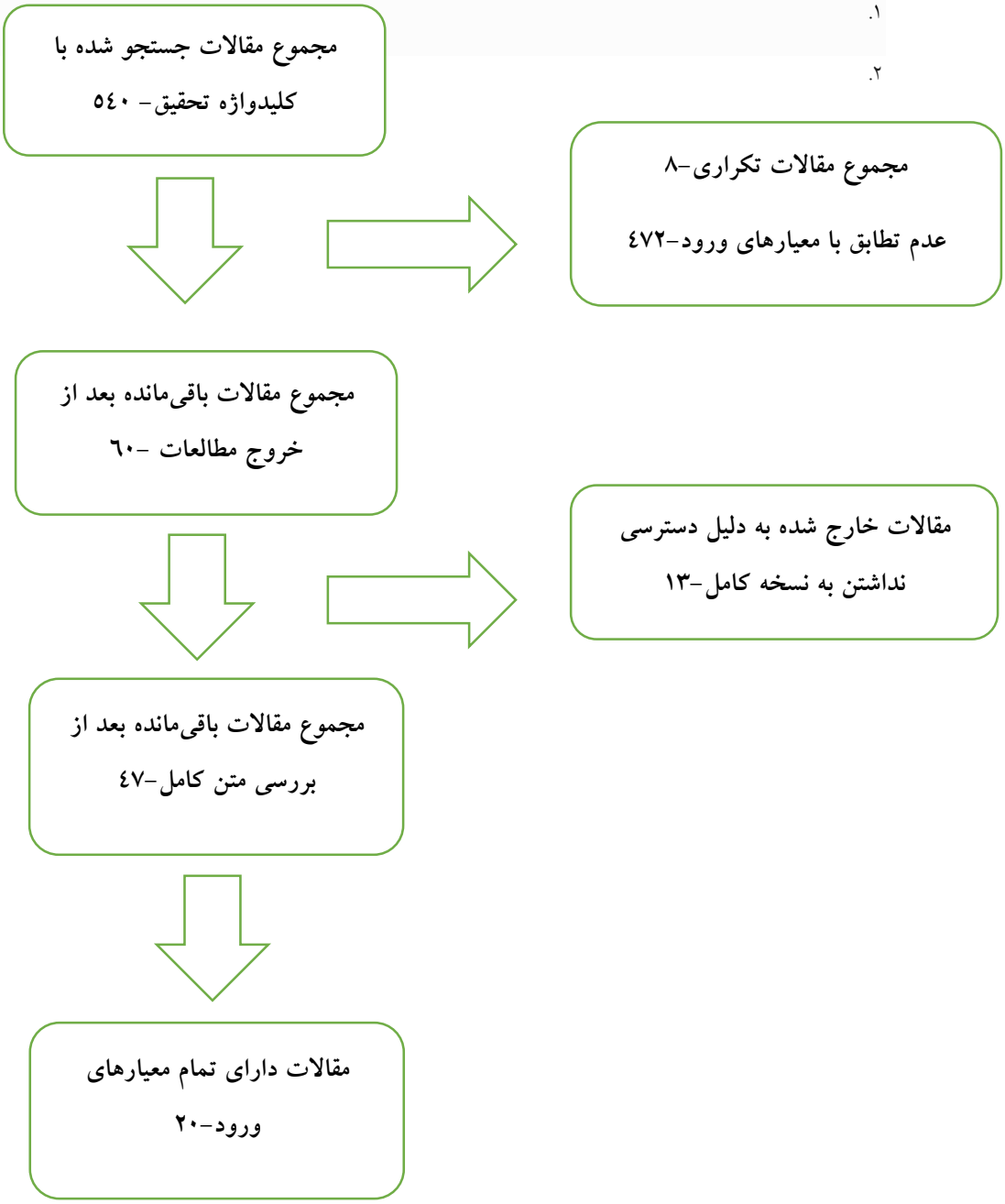
مواد و روش‌ها

این پژوهش یک مطالعه مروری نظام‌مند است که در آن تمامی مقالات منتشرشده در ارتباط با مطالعه حاضر با جستجو در پایگاه‌های اطلاعاتی خارجی از جمله Google Scholar، PubMed، Science Direct، Scopus و پایگاه‌های اطلاعاتی داخلی از جمله مگیران و ایرانداک با کلیدواژه‌های ولگوس پویا زانو، غلبه چهار سر ران، بیومکانیک، الگوی حرکتی ناقص، عملکرد و بازخورد، از ۲۰۰۰ تا سال ۲۰۲۳ بررسی شده‌اند. معیارهای ورود به این پژوهش تمامی مطالعاتی بود که تأثیر بازخورد بر افراد سالم دارای نقص کنترل حرکتی اندام تحتانی را بررسی کرده بودند. معیارهای خروج مطالعات، افراد آسیب‌دیده بود. همچنین بقیه مقالات به دلیل عدم تطابق با معیارهای ورود، تکراری بودن، ارائه خلاصه چکیده در همایش‌ها و دسترسی نداشتن به متن کامل مقاله از مطالعه حذف شدند. هیچ نوع محدودیتی برای ورود مطالعات بر اساس طراحی مطالعات انجام شده، وجود نداشت. متن کامل همه مقاله‌ها مطالعه شد و با در نظر گرفتن هدف پژوهش، داده‌های مرتبط استخراج شدند. در جستجوی اولیه با جستجوی کلیدواژه‌ها و استفاده ترکیبی از آن‌ها با استفاده از کلمه AND (Valgus Knee, Dynamic knee valgus, Quadriceps Dominancy, Kinematic, Performance and Feedback Biomechanics,) مجموعاً ۵۴۰ مقاله پیدا شد. در بررسی اولیه با بررسی عناوین و چکیده مقالات در مرحله غربالگری، مقالات تکراری و غیر مرتبط حذف شدند. ۴۷ مطالعه وارد مرحله انتخاب شدند که بعد از مطالعه متن کامل، ۲۰ مقاله به دلیل تطابق کامل با معیارهای ورود و اهداف مطالعه وارد پژوهش شدند (جدول شماره ۱).

[Downloaded from jsmt.khu.ac.ir on 2026-05-31]

[DOR: 20.1001.1.22520708.1404.23.30.14.2]

شکل شماره ۱: شیوه انتخاب مطالعات



[Downloaded from jsmt.khu.ac.ir on 2026-05-31]

[DOR: 20.1001.1.22520708.1404.23.30.14.2]

یافته‌ها

نتایج بررسی‌ها نشان داد که اکثر مطالعات برای انتخاب نمونه‌های پژوهشی از شیوه‌ی نمونه‌گیری تصادفی استفاده کرده بودند. بسیاری از مطالعات به متغیرهای کینماتیکی در زمینه‌ی آسیب‌های رباط صلیبی قدامی پرداخته‌اند و از بین متغیرهای کینتیکی نیروی عمودی عکس‌العمل زمین هم بیشتر از بقیه متغیرهای کینتیکی موردتوجه بوده است. در این راستا مطالعات زیادی تأیید کرده‌اند که بازخورد باعث کاهش نیروی عمودی عکس‌العمل زمین می‌شود (۹, ۱۲, ۳۲–۳۷). همچنین در مطالعه‌ی دیگری علاوه بر نیروی عمودی عکس‌العمل زمین میزان، حداکثر گشتاور فلکشن زانو هم به‌عنوان متغیر کینتیکی دیگر هنگام مداخله بازخورد اندازه‌گیری شد که کاهش یافتند (۳۸). با وجود اهمیت شاخص قدرت واکنشی و حساسیت بالای اجرا برای ورزشکار چندان به این موضوع پرداخته نشده است. البته مطالعات محدودی اثر بازخورد بر این شاخص را بررسی کرده‌اند. به‌طور مثال در مطالعه‌ی اریل داولینگ و همکاران (۲۰۱۲) ارتفاع پرش در گروه‌های بازخورد و کنترل تفاوتی نداشت و یکسان بود که از این نظر با نتایج این مطالعه همسو نیست (۳۹). در مطالعه‌ی دیگری با هدف تأثیر بازخورد تکمیلی بر روی تکنیک پرش فرود، اثر بازخورد بر ارتفاع پرش سنجیده شد که طی این مطالعه ارتفاع پرش کاهش یافت. در مطالعه‌ای از آنه بنجامین و همکاران (۲۰۱۷)، اثر بازخورد بر ارتفاع پرش بررسی شد که تفاوتی بین گروه‌ها در این مطالعه یافت نشد (۱۹). همچنین در مطالعه دانای گای (۲۰۱۸) مشخص شد که شاخص قدرت واکنشی و ارتفاع پرش در افرادی که بازخورد لحظه‌ای را به‌صورت (فرود با فلکشن بیشتر زانو) دریافت کردند، کاهش می‌یابد درحالی‌که افرادی که بازخورد لحظه‌ای را به‌صورت (فرود با حداکثر اکستنشن زانو) دریافت کردند این مقادیر افزایش یافت اما بیشترین افزایش در گروه با سبک فرود خود انتخابی دیده شد (۴۰).

جدول ۱. تحلیل مقالات مرتبط با اثر بازخورد بر متغیرهای بیومکانیکی و عملکردی در ورزشکاران با نقص کنترل حرکتی

ردیف	سال و نویسندگان	عنوان	هدف اصلی	نتایج
۱	جیمز اوناته و همکارانش (۲۰۰۱)	Augmented Feedback Reduces Jump Landing Forces	مقایسه انواع مختلف بازخورد	آزمودنی‌های گروه بازخورد تقویت‌شده به‌طور قابل‌توجهی اوج نیروی واکنش عمودی زمین خود را در هر دو شرایط پس‌آزمون کاهش دادند (کاهش ۲ دقیقه‌ای پس از آزمون، ۰,۶۲ ± ۰,۸۵؛ کاهش ۱ هفته پس از آزمون، ۰,۵۸ ± ۰,۷۴) در مقایسه با گروه‌های بازخورد حسی و کنترل. نتایج این تحقیق فرضیه اصلی را پشتیبانی می‌کند که به نظر می‌رسد بازخورد تکمیلی کاهش بیشتری از نیروهای پرش فرود را نسبت به بازخورد حسی یا عدم بازخورد فراهم می‌کند.
۲	جیمز اوناته و	Instruction of jump-landing technique	مقایسه اثر بازخورد ویدئویی	همه گروه‌های بازخورد به‌طور قابل‌توجهی

[Downloaded from jsmt.khu.ac.ir on 2026-05-31]

[DOR: 20.1001.1.22520708.1404.23.30.14.2]

	همکاران (۲۰۰۵)	using videotape feedback: altering lower extremity motion patterns	و ترکیبی بر نیروی عکس‌العمل زمین و میزان جابه‌جایی زانو	میزان جابه‌جایی زانو (p = ۰/۰۰۱) و اوج نیروهای واکنش عمودی زمین را کاهش دادند (p = ۰/۰۲۱). به‌عبارتی‌دیگر استفاده از بازخورد توسط خود فرد یا ترکیبی از بازخورد ویدیوئی توسط متخصص و خود فرد برای اجرای برنامه‌های آموزشی با هدف کاهش ریسک آسیب رباط صلیبی قدامی در پرش فرود، مؤثرتر از ارائه بازخورد ویدیوئی صرفاً توسط متخصص است.
۳	آریل داولینگ و همکارانش (۲۰۱۲)	Inertial Sensor-Based Feedback Can Reduce Key Risk Metrics for Anterior Cruciate Ligament Injury During Jump Landings	اثر بازخورد بر تغییر معیارهای خاص آسیب رباط صلیبی قدامی (زاویه فلکشن زانو، فلکشن تنه، ابداکشن زانو)	آزمودنی‌ها زاویه خم شدن زانو (۱۶/۲ درجه) و زاویه خم شدن تنه (۱۷/٤ درجه) را بعد از تمرین افزایش دادند. آن‌ها همچنین سرعت زاویه‌ای ران در صفحه فرونتال ۲۹,٤ درجه بر ثانیه تغییر دادند و گشتاور ابداکشن زانو خود را کاهش دادند. بین تغییر سرعت زاویه‌ای فرونتال ران و تغییر لحظه ابداکشن زانو همبستگی معنی‌داری (R2=۰/۵۵) وجود داشت.. در کل در این مطالعه متغیرهای مربوط به الگوهای حرکتی غلط که منجر به آسیب رباط صلیبی قدامی می‌شود بهبود یافت و ارتفاع پرش عمودی به‌عنوان یکی از متغیرهای مربوط به اجرا یکسان بود.
٤	هایلی اریکسن و همکاران (۲۰۱۳)	Different Modes of Feedback and Peak Vertical Ground Reaction Force During Jump Landing: A Systematic Review	مقایسه حالت‌های مختلف بازخورد بر نیروی عکس‌العمل زمین	یافته‌های این مطالعه نشان می‌دهد که اگرچه همه انواع بازخورد مقداری کاهش نیروی عمودی عکس‌العمل زمین را نشان می‌دهد، بازخورد ترکیبی ممکن است در این کاهش و احتمالاً کاهش خطر آسیب مؤثرتر باشد.
٥	استروپ و همکاران (۲۰۱۳)	Effects of task-specific augmented feedback on deficit modification during performance of the tuck-jump exercise	اثر بازخورد خارجی بر نقص‌های بیومکانیکی	تعامل قابل‌توجهی از زمان توسط گروه با آموزش بازخورد ویژه تکلیف مشاهده شد. بازخورد تکمیلی نقص‌های اندازه‌گیری شده در طول ارزیابی پرش تاک را تا ۲۳,٦ درصد کاهش داد. به‌طورکلی نتایج مطالعه آن‌ها نشان داد که ارائه بازخورد بیرونی ویژه تکلیف حرکتی با کاهش عوامل بیومکانیکی آسیب‌زا مرتبط با آسیب رباط صلیبی قدامی همراه است.
٦	مونرو و همکاران	The effect of videotape	تأثیر بازخورد تکمیلی بر	شامل کاهش قابل‌توجهی در نیروی

[Downloaded from jsmt.khu.ac.ir on 2026-05-31]

[DOR: 20.1001.1.22520708.1404.23.30.14.2]

	(۲۰۱٤)	augmented feedback on drop jump landing strategy: Implications for anterior cruciate ligament and patellofemoral joint injury prevention	روی تکنیک پرش فرود	عکس‌العمل زمین (p = ۰/۰۳۳) ولگوس پویای زانو (p = ۰/۰۰۱) ارتفاع پرش ۰/۰۰۱ > pو افزایش زمان تماس ۰/۰۰۱ > pپس از بازخورد در گروه مداخله مشاهده شد. هیچ تغییری در گروه کنترل مشاهده نشد.
۷	هایلی اریکسن و همکارانش (۲۰۱۵)	Immediate Effects of Real-Time Feedback on Jump-Landing Kinematics	تأثیر فوری بازخورد در زمان واقعی بر روی کینماتیک‌های پرش فرود	دو گروه بازخورد افزایش مشابهی را در اوج فلکشن زانو و کاهش حداکثر نیروی عکس‌العمل زمین، پس از مداخله فوری در مقایسه با گروه کنترل بدون بازخورد نشان دادند. گروه بازخورد ترکیبی همچنین افزایش زاویه فلکشن ران را در مقایسه با گروه کنترل نشان داد. هم‌چنین هیچ تغییری بین گروه‌ها در زاویه ابداکشن زانو مشاهده نشد.
۸	نیومن و همکاران (۲۰۱۵)	Real-time feedback during drop landing training improves subsequent frontal and sagittal plane knee kinematics	بررسی اثر بازخورد بیرونی در زمان واقعی روی کینماتیک های پرش فرود	نتایج این مطالعه نشان داد که تمرین بازخورد بیرونی مبتنی بر کینکت به‌طور قابل‌توجهی فاکتورهای بیومکانیک تکلیف پرش-فرود مرتبط با آسیب غیربرخوردی لیگامان رباط صلیبی قدامی را بهبود می‌بخشد.
۹	فورد و همکاران (۲۰۱۵)	Real-time biofeedback to target risk of anterior cruciate ligament injury: a technical report for injury prevention and rehabilitation	اثر بازخورد بیرونی در زمان واقعی بر بهبود عوامل بیومکانیکی آسیب‌زا حین تکلیف فرود	حداکثر گشتاور زاویه ابداکشن زانو در طول فرود پس از بیوفیدبک (بازخورد در زمان واقعی) به‌طور قابل‌توجهی کاهش یافت (P = ۰,۰٤). کاهش گشتاور ابداکشن زانو در طول پرش عمودی پس از بیوفیدبک (۰,۲ = P). حداکثر زاویه ابداکشن زانو پس از بیوفیدبک (p < ۰/۰۱) به‌طور قابل‌توجهی کاهش یافت.
۱۰	آنه بنجامین و همکاران (۲۰۱۵)	Motor learning strategies in basketball players and its implications for ACL injury prevention: a randomized controlled trial	بررسی اثرات بازخورد خارجی با تمرکز بر اثر حرکت و چگونگی باقی ماندن این اثرات در طول زمان	مطالعه حاضر نشان می‌دهد که مردان به‌وضوح از بازخورد سود می‌برند اما در زنان ممکن است برای بهینه‌سازی تکنیک پرش به حالت‌های مختلف بازخورد نیاز باشد. به‌علاوه گروه بازخورد افزایش فلکشن زانو و کاهش نیروی عمودی عکس‌العمل زمین شد همچنین گشتاورهای صفحه‌ی فرونتال پاسخ کمتری به بازخورد دادند.

[Downloaded from jsmt.khu.ac.ir on 2026-05-31]

[DOR: 20.1001.1.22520708.1404.23.30.14.2]

۱۱	اریکسون و همکارانش (۲۰۱٦)	Jump-landing biomechanics following a 4-week real-time feedback intervention and retention	مقایسه اثر بازخورد ترکیبی (بازخورد در زمان واقعی و بازخورد سنتی) را در مقایسه با بازخورد سنتی در تغییر بیومکانیک پرش- فرود	افزایش فلکشن زانو و ران و کاهش حداکثر نیروی عمودی عکس‌العمل زمین را در دو گروه بازخورد نسبت به گروه کنترل نشان داد، بااین‌حال بین دو گروه بازخورد تفاوت چندانی یافت نشد.
۱۲	فاوری و همکارانش (۲۰۱٦)	Modification of Knee Flexion Angle Has Patient-Specific Effects on Anterior Cruciate Ligament Injury Risk Factors During Jump Landing	تعدیل فلکشن زانو و اثر آن بر روی عوامل خطر آسیب رباط صلیبی قدامی در طول پرش فرود	زاویه فلکشن زانو پس از اصلاح به‌طور قابل‌توجهی از ۱۱,۲ درجه به ۱۵,۲ درجه در تماس اولیه و از ٦۷,۸ درجه به ۱۰۰,۷ درجه در حداکثر فلکشن افزایش یافت و زمان بین تماس اولیه و حداکثر فلکشن از ۱۷۷,٤ به ۳۹۹,٤ میلی‌ثانیه افزایش یافت. اصلاح فلکشن باعث کاهش قابل‌توجهی در نیروی واکنش عمودی زمین با کاهش هم‌زمان در حداکثر گشتاور خمشی شد.
۱۳	آنه بنجامین و همکارانش (۲۰۱۷)	Video Feedback and 2-Dimensional Landing Kinematics in Elite Female Handball Players	اثر بازخورد ویدئویی بر الگوی پرشی	گروه بازخورد ویدئویی فلکشن زانو و ران را در تماس اولیه و اوج فلکشن و دامنه حرکتی بهبود بخشید. علاوه بر این، میانگین اوج فلکشن مچ پا (۱۲,۰ درجه در پیش‌آزمون تا ۲۱,۸ درجه در پس‌آزمون) و نمره ال ای اس اس کمتر (۸,۱ پیش‌آزمون تا ٤,۰ پس‌آزمون) بهبود یافت. در نتیجه، تمرین با یک سیستم ویدیویی، روشی مؤثر برای تغییر تکنیک پرش سفت به یک تکنیک نرم است.
۱٤	بن محمد و همکارش (۲۰۱۷)	EFFECTS OF AUGMENTED FEEDBACK ON LANDING FORCE FROM JUMPS	مقایسه بازخورد دیداری و کلامی	هر دو گروه دیداری و کلامی به مدت دو هفته، شامل سه جلسه در هفته، تحت مداخله قرار گرفتند. آنوا با اندازه‌گیری‌های مکرر بر روی نتایج آزمون‌ها، اثر متقابل معنی‌داری بین گروه‌ها و آزمون نشان نداد (p> ۰/۰۵)، در نهایت تفاوت قابل‌توجهی بین گروه‌های بازخورد دیده نشد. در نتیجه، بازخورد می‌تواند در کاهش نیروی عمودی عکس‌العمل زمین مؤثر باشد.
۱۵	کورتنی و همکارانش (۲۰۱۸)	The Use of Augmented Information for Reducing Anterior Cruciate Ligament	هدف بررسی اثر بازخورد تکمیلی بر کاهش ریسک آسیب لیگامنت متقاطع قدامی	مطالعه حاضر بیان می‌کند که دستورالعمل‌های تجویزی شفاهی با تمرکز داخلی (درونی) یا خارجی (بیرونی) می‌تواند به‌طور مثبت (منفی) بر زاویه خم شدن زانو یا نیروهای

[Downloaded from jsmt.khu.ac.ir on 2026-05-31]

[DOR: 20.1001.1.22520708.1404.23.30.14.2]

		Injury Risk During Jump Landings: A Systematic Review		عمودی عکس‌العمل زمین (هر دو) تأثیر بگذارد، اما تأثیر آن بر کینماتیک و کینتیک صفحه فرونتال زانو نیاز به پژوهش‌های بیشتری دارد.
۱۶	هادی عباس زاده و همکارانش (۲۰۱۹)	Effect of feedback training on some kinetic, kinematic, and functional factors of active men	اثر بازخورد بیرونی بر حداکثر نیروهای عمودی و خلفی عکس‌العمل زمین، حداکثر زاویه فلکشن زانو و پرش لی سه‌گام افراد فعال	نتایج تی مستقل نشان داد در حداکثر زاویه فلکشن زانو (p = ۰/۰۰۱)، حداکثر نیروی خلفی عکس‌العمل زمین (p = ۰/۰۲۰) و پرش لی سه‌گام (p = ۰/۰۳۳)، بین گروه تمرینات بازخوردی و کنترل تفاوت معناداری وجود دارد، درصورتی‌که در حداکثر نیروی عمودی عکس‌العمل زمین (p = ۰/۱۶۶)، دو گروه اختلاف معناداری مشاهده نشد.
۱۷	ویکتوریا نیلسون و همکارانش (۲۰۱۹)	Effects of augmented feedback on training jump landing tasks for ACL injury prevention: A systematic review and meta-analysis	تأثیر بازخورد تکمیلی بر فعالیت پرش فرود	بازخورد باعث افزایش زاویه فلکشن ران و زانو و کاهش نیروی عکس‌العمل زمین شد اما تأثیر کمی بر بیومکانیک صفحه فرونتال داشت.
۱۸	مارشال و همکارانش (۲۰۲۰)	Visual Biofeedback and Changes in Lower Extremity Kinematics in Individuals With Medial Knee Displacement	بررسی اثر بازخورد بصری در زمان واقعی بر کینماتیک اندام تحتانی افراد با دینامیک ولگوس	پس از مداخله، گروه بازخورد ۱۳،۰۳ درجه بیشتر فلکشن زانو را در طول فاز پرش و ۶،۱۶ درجه کمتر ابداکشن زانو پس از تماس اولیه نسبت به گروه کنترل نشان دادند. گروه بازخورد همچنین کاهش ۳،۰۲ درجه‌ای در اوج ابداکشن زانو در مقایسه با مقادیر پایه (P = ۰،۰۰۸) نشان داد. آن‌ها در این مطالعه گزارش کردند که بازخورد در زمان واقعی با بهبود آنی کینماتیک اندام تحتانی در این افراد همراه است و انجام یک جلسه تمرینی باعث تغییر در الگوی حرکتی افراد و کاهش دینامیک ولگوس حین تکالیف دینامیک خواهد شد.
۱۹	هینرت و همکارانش (۲۰۲۱)	Changes in landing mechanics using augmented feedback: 4-Week training and retention study	هدف اثربخشی تمرین بازخورد جهت ارتقا و حفظ تغییرات در نیروی واکنش عمودی زمین و نسبت زانو به مچ پا حین تمرین پرش–فرود	کاهش قابل‌توجهی در نیروی واکنش عمودی زمین و افزایش در نسبت زانو به مچ پا در جلسات تمرینی (p = ۰/۰۰۰) مشاهده شد. هر دو متغیر هر هفته در طول ٤ هفته حفظ شدند. در این مطالعه بازخورد باعث کاهش نیروی عمودی عکس‌العمل زمین و زاویه

[Downloaded from jsmt.khu.ac.ir on 2026-05-31]

[DOR: 20.1001.1.22520708.1404.23.30.14.2]

				ابداکشن زانو و افزایش نسبت زانو به مچ پا شد.
۲۰	لئونارد و همکارانش (۲۰۲۱)	The Immediate Effects of Expert and Dyad External Focus Feedback on Drop Landing Biomechanics in Female Athletes: An Instrumented Field Study	بررسی اثر آنی بازخورد خارجی توسط یک متخصص غربالگری حرکت و غیر متخصص (دیاد) بر پارامترهای بیومکانیکی پرش فرود	تفاوت معنی‌داری بین گروه‌ها برای جابجایی فلکشن وجود نداشت. تغییر معنی‌داری قبل به بعد کاهش ٤/٦٥ درجه (p = ۰/۰۱) در جابجایی ابداکشن وجود داشت. بین گروه‌ها کاهش نیروی عکس‌العمل زمین در گروه بازخورد تخصصی تفاوت ۰,٤٥ (p = ۰/۰۱) پس از بازخورد نسبت به بازخورد دایاد وجود داشت. در گروه بازخورد تخصصی تفاوت معنی‌داری بین پیش و پس بازخورد وجود داشت، تفاوت ۰,۷۲ (p = ۰/۰۱) درحالی‌که گروه بازخورد دایاد قبل از بازخورد به پس بازخورد تغییری نکرد تفاوت ۰/۱۸ (p = ۰/٦۷). به‌طورکلی آن‌ها گزارش کردند که ارائه بازخورد خارجی در زمان واقعی توسط متخصصان غربالگری حرکت با بهبود پارامترهای کینماتیکی و کینتیکی آسیب‌زا حین تکلیف پرش–فرود همراه است، درحالی‌که ارائه بازخورد توسط یک غیرمتخصص (دیاد) فقط پارامترهای کینماتیکی را بهبود می‌بخشد.

بحث

اکثر مطالعات بررسی‌شده بازخورد در این پژوهش، به مقایسه اثرات بازخوردهای مختلف پرداخته بودند. به‌طور مثال لئونارد و همکاران در سال ۲۰۲۱، اثر دو بازخورد خارجی تخصصی (توسط یک متخصص) و بازخورد دیاد[1] (غیرمتخصص) بر پارامترهای بیومکانیکی پرش فرود، با هم مقایسه کردند. منظور از بازخورد دیاد در این مطالعه بازخوردی است که توسط هم‌تیمی فرد ارائه می‌شود و هدف از این مطالعه تعیین اثرات فوری بازخورد دیاد در مقابل بازخورد تخصصی بر کینماتیک و کینتیک فرود در ورزشکاران زن بود و فرضیه اصلی این بود که در بازخورد دیاد کینماتیک و کینتیک فرود، به‌طور قابل‌توجهی در مقایسه با گروه بازخورد تخصصی بهتر خواهد بود. آن‌ها گزارش کردند که بازخورد تخصصی در کاهش ابداکشن زانو و نیروی عمودی عکس‌العمل زمین مؤثرتر است (۱۰). یا در مطالعه دیگر بن محمد و همکاران در سال ۲۰۱۷، به مقایسه اثر بازخورد حسی و دیداری، بر روی نیروی حاصل از فرود پرداختند.

1. Dyad

[Downloaded from jsmt.khu.ac.ir on 2026-05-31]

[DOR: 20.1001.1.22520708.1404.23.30.14.2]

تفاوت معناداری بین گروه‌ها دیده نشد و هر دو گروه توانستند در کاهش نیروی عمودی عکس‌العمل زمین مؤثر باشند (۳۷). جیمز اوناته و همکاران در سال ۲۰۰۱ به مقایسه‌ی اثر سه گروه بازخورد حسی، بازخورد تقویت‌شده (تکمیلی) و کنترل بر نیروهای پرش فرود، پرداخته بود. بازخورد تکمیلی در دو شرایط فوری (دو دقیقه) و تأخیری (یک‌هفته‌ای) نسبت به بازخورد حسی و عدم بازخورد بیشتر توانست نیروی عکس‌العمل زمین را کاهش دهد (۳۲). جیمز اوناته و همکاران در سال ۲۰۰۵، اثر بازخورد ویدئویی را در دو موقعیت به‌تنهایی (فقط توسط متخصص) و ترکیبی (توسط خود فرد و متخصص)، با هم مقایسه کرد و به این نتیجه رسید بازخورد ترکیبی، در کاهش میزان جابه‌جایی زانو و نیروی عمودی عکس‌العمل زمین مؤثرتر باشد که از این نظر با مطالعه بالا همسو است (۱۲). هایلی اریکسون و همکاران هم در سال ۲۰۱۳، طی یک مطالعه مروری اثر انواع مختلف بازخورد را بر روی نیروی عمودی عکس‌العمل زمین مقایسه کردند. نتایج نشان داد همه‌ی انواع بازخورد نیروی عمودی عکس‌العمل زمین را کاهش می‌دهد اما بازخورد ترکیبی در این کاهش بیشتر مؤثر است که با مطالعات بالا همسو است. مطالعات دیگر هم بازخورد تکمیلی را به‌عنوان یک روش مطلوب در کاهش عوامل بیومکانیکی آسیب‌زا مرتبط با آسیب رباط صلیبی قدامی، معرفی کرده‌اند (۳۳). اریکسون و همکاران در سال ۲۰۱۶، در مطالعه‌ای با هدف تأثیر بازخورد ترکیبی در تغییر بیومکانیک پرش- فرود اندام تحتانی مطلب بالا را تأیید کرد. بر طبق نتایج آن‌ها بازخورد ترکیبی در کاهش نیروی عمودی عکس‌العمل زمین و افزایش فلکشن زانو، مؤثرتر بود (۲۲). استروپ و همکاران در سال ۲۰۱۳، نشان دادند که بازخورد تکمیلی نقص‌های اندازه‌گیری شده در طول ارزیابی پرش تاک را تا ۲۳,۶ درصد کاهش می‌دهد (۳٤). در همین راستا مونرو و همکاران در سال ۲۰۱٤، به بررسی اثر بازخورد تکمیلی بر روی تکنیک پرش فرود پرداختند. نتایج کاهش معناداری را در نیروی عکس‌العمل زمین، والگوس پویای زانو، ارتفاع پرش و افزایش زمان تماس را نشان داد. نکته قابل‌توجه در این مطالعه پرداختن به ارتفاع پرش به‌عنوان متغیر مربوط به عملکرد یا اجرا بود (٤۱). کورتنی و همکاران در مطالعه‌ای دقیق اثرات دو نوع بازخورد خارجی با تمرکز درونی (زانوها در راستای انگشتان پا) و با تمرکز بیرونی (زانوها در راستای انگشتان پا) بر کاهش ریسک آسیب لیگامنت متقاطع قدامی در فعالیت‌های پرش فرود را بررسی کردند. گروه اول افزایش بیشتری در فلکشن زانو داشتند و گروه دوم کاهش بیشتری در نیروی عمودی عکس‌العمل زمین نشان دادند؛ اما ترکیب این دو نوع بازخورد تأثیر بیشتری در افزایش میزان فلکشن زانو و کاهش نیروی عکس‌العمل زمین داشت که از این نظر نتایج مطالعات بالا را تأیید می‌کند (۹). همچنین ویکتوریا نلیسون و همکاران در سال ۲۰۱۹، طی یک مطالعه مروری گزارش کردند باوجوداینکه بازخورد تکمیلی باعث افزایش زاویه فلکشن ران و زانو و کاهش نیروی عکس‌العمل زمین می‌شود و از این نظر مطالعات گذشته را تأیید می‌کند اما تأثیر کمی بر بیومکانیک صفحه فرونتال داشت. علاوه بر این مطالعات زیادی هم تأثیر بیشتر بازخورد در زمان واقعی (بیوفیدبک، در حین انجام تکلیف) را نسبت به بازخورد به روش سنتی (پس از انجام تکلیف) ثابت کرده‌اند (۸). در این راستا می‌توان به مطالعات هایلی اریکسون و همکاران و نیومن و همکاران در سال ۲۰۱۵ پرداخت (۲۲, ۳۳, ۳۵, ٤۲). این مطالعات نشان داد که بازخورد در زمان واقعی بهتر می‌تواند نیروی عکس‌العمل زمین را کاهش و فلکشن زانو را افزایش دهد. علاوه بر تغییرات ایجاد شده در صفحه

[Downloaded from jsmt.khu.ac.ir on 2026-05-31]

[DOR: 20.1001.1.22520708.1404.23.30.14.2]

ساجیتال بازخورد در زمان واقعی تغییرات مطلوبی را در صفحه فرونتال هم ایجاد کرد. نتایج مطالعه فورد و همکاران در سال ۲۰۱۵، حاکی از کاهش گشتاور و زاویه ابداکشن زانو بعد از بازخورد در زمان واقعی نسبت به قبل از مداخله حین تکلیف پرش فرود بود (۴۳). همچنین مارشال و همکاران در سال ۲۰۲۰، گزارش کردند که بازخورد در زمان واقعی با بهبود آنی کینماتیک اندام تحتانی افراد همراه است و انجام یک جلسه تمرینی باعث تغییر در الگوی حرکتی افراد و کاهش ولگوس پویا حین تکالیف دینامیک خواهد شد که با نتایج مطالعه نیلسون مغایر است (۲۱). به‌طورکلی نتایج در ارتباط با کینماتیک صفحه فرونتال همچنان ضدونقیض است. ممکن است نوع بازخورد، مدت‌زمان بازخورد، نوع فعالیت عملکردی و افراد مورد مطالعه عامل ایجاد این تفاوت‌ها باشند.

از طرفی بررسی‌ها نشان می‌دهد که بازخورد خارجی به نسبت بازخورد داخلی مؤثرتر است، لازم به ذکر است که یادگیری حرکتی فرآیند قابل‌توجهی است که توسط آن مغز می‌تواند عملکرد را از طریق تمرین بهبود بخشد. درحالی‌که می‌توانیم به‌راحتی تغییرات رفتاری حاصل را مشاهده کنیم، هنوز مشخص نیست که چه فرآیندهای عصبی زیربنای یادگیری هستند و مهارت‌های تازه کسب‌شده در کجا در مغز نمایش داده می‌شوند؛ اما مشخص شده است که بازخورد خارجی تمایل دارد تا میزان خودآگاهی یادگیرندگان را کاهش دهند برعکس بازخورد درونی که منجر به کنترل آگاهانه‌تر حرکت می‌شود و اثربخشی و کارایی عملکرد و یادگیری را کاهش می‌دهد. در نتیجه، دستورالعمل‌ها یا بازخوردهایی که وقوع افکار مرتبط با خود را به حداقل می‌رسانند باید منجر به عملکرد و یادگیری مؤثرتر شوند؛ بنابراین هدف از مداخلات و برنامه‌های تمرینی فقط ارتقا عملکرد در لحظه یا بلافاصله بعد از برنامه تمرینی چند ماهه نیست، بلکه مهم‌تر از آن ارتقا یادگیری حرکتی است.

همچنین در اکثر مطالعات بررسی‌شده در این پژوهش دوره بازخورد کوتاه‌مدت بوده است. هرچند که باید در نظر داشت در مطالعه‌ی آریل داولینگ و همکاران در سال ۲۰۱۲ که بازخورد از طریق کاهش نیروی ابداکشن و افزایش زاویه فلکشن زانو، متغیرهای مربوط به الگوهای حرکتی غلط که منجر به آسیب رباط صلیبی قدامی بهبود داد، یک‌فصل را تحت عنوان تأثیرات فوری بازخورد» مطرح می‌کند، بنابراین یک فصل را کوتاه‌مدت می‌داند (۳۹) اما جیمز اوناته و همکاران در سال ۲۰۰۱، شرایط فوری را دودقیقه‌ای و شرایط تأخیری را یک‌هفته‌ای در نظر گرفته است (۳۲). همچنین هینترت و همکاران در سال ۲۰۲۱، به بررسی اثربخشی تمرین بازخورد بر نیروی واکنش عمودی زمین و نسبت زانو به مچ پا حین تمرین پرش- فرود، پرداخت. او این دو متغیر را هر هفته و در طول چهار هفته سنجید که نشان می‌دهد چهار هفته را به‌عنوان اثرات تأخیری بلندمدت می‌داند. در این مطالعه بلافاصله پس از انجام تکلیف را به‌عنوان اثرات آنی یا اثرات فوری و هشت هفته (پس از انجام پروتکول بازخوردی) را به‌عنوان اثرات بلندمدت یا تأخیری در نظر گرفته است (٤٤).

به‌علاوه اکثر مطالعات اذعان داشتند که بازخورد باعث کاهش نیروی عمودی عکس‌العمل زمین، کاهش نیروهای ابداکشن زانو، کاهش ولگوس پویا زانو و افزایش فلکشن بیشتر زانو می‌شود و از طریق بهبود الگوی حرکتی ناقص باعث کاهش آسیب رباط صلیبی قدامی می‌شود، اما بیشتر مطالعات اثر بازخورد بر عملکرد یا اجرا را نادیده گرفته بودند

[Downloaded from jsmt.khu.ac.ir on 2026-05-31]

[DOR: 20.1001.1.22520708.1404.23.30.14.2]

و نتایج در همان مطالعات محدود که به بررسی بازخورد بر ارتفاع پرش به‌عنوان یک متغیر عملکرد پرداخته بودند هم ضدونقیض است. به‌عنوان‌مثال در مطالعه‌ی آریل داولینگ و همکاران در سال ۲۰۱۲، ارتفاع پرش عمودی به‌عنوان یکی از متغیرهای مربوط به اجرا در گروه‌ها یکسان بود (۳۹) اما در مطالعه مونرو و همکاران در سال ۲۰۱٤، ارتفاع پرش در افراد با بازخورد تکمیلی کاهش یافت (٤۱). در مطالعه‌ی آنه بنجامین و همکاران در سال ۲۰۱۷، هیچ تفاوتی بین گروه‌ها در دقت شوت یا ارتفاع پرش عمودی یافت نشد، درحالی‌که فاصله پرش افقی در گروه بازخورد ویدئو افزایش یافت (۱۹). تحقیقات در این زمین کافی نیست بنابراین در مطالعه‌ی حاضر علاوه بر متغیر مربوط به الگوی حرکتی ناقص، ارتفاع پرش هم بررسی‌شده است. از طرفی شاخص قدرت واکنشی به‌عنوان یک متغیر مهم می‌تواند هم بر نیروی واکنش زمین و هم بر کینماتیک اندام تحتانی اثر بگذارد (۲٤) بنابراین پرداختن به آن از اهمیت زیادی برخورد دار است به‌علاوه فعالیت‌های پرشی به‌عنوان فعالیت‌های پلایومتریک سه فازی (استریک، مرحله استهلاک و کانسنتریک) در نظر گرفته می‌شوند؛ که مشخص‌شده این شاخص با تمامی فازهای فعالیت‌های پلایومتریک در ارتباط است و در نتیجه می‌تواند برآورد صحیحی از عملکرد ورزشکار داشته باشد (۲۵, ۲٦). با وجود اهمیت این شاخص و حساسیت بالای اجرا برای ورزشکار چندان به این موضوع پرداخته نشده است.

از محدودیت‌های مطالعه حاضر می‌توان به این مورد اشاره کرد که اکثر مطالعات بر روی زنان انجام‌شده بود بنابراین نمی‌توان نتایج را به مردان یا افراد سالمند تعمیم داد. به‌طورکلی با توجه به اثرگذاری مداخله بازخورد بر مکانیک اندام تحتانی تراپیست‌ها و ترینرها می‌توانند در طراحی پروتکل‌های تمرینی خود از این مداخله با اهداف پیشگیری از آسیب‌های غیر برخوردی و افزایش ثبات مفصل زانو، استفاده کنند. پیشنهاد می‌شود شاخص‌های کینتیکی از جمله گشتاورها نیز حین تکالیف عملکردی با شدت‌های متفاوت جهت ارائه اطلاعات دقیق‌تر از مؤثر بودن مداخله در طراحی پروتکل‌های تمرینی بررسی شود. علاوه بر این جهت بررسی اثر بازخورد بر فعالیت الکترومایوگرافی عضلات حین فعالیت‌های عملکردی، به مطالعات بیشتری در آینده نیاز است. همچنین با توجه به اینکه عوامل زیادی همانند طول مدت بازخورد، نوع بازخورد و نوع فعالیت‌های عملکردی، بر نتایج حاصل از بازخورد اثرگذارند پیشنهاد می‌شود این مداخله در دوره‌های مختلف به‌طور مثال قبل از فصل مسابقات یا بعدازآن بررسی شود و نتایج حاصل از آن‌ها مقایسه شود.

نتیجه‌گیری

نتایج مطالعات بررسی‌شده نشان داد که بازخورد باعث بهبود کینتیک و کینماتیک اندام تحتانی در افراد با نقص کنترل حرکتی می‌شود به‌طور دقیق‌تر بازخورد، کاهش نیروی عکس‌العمل زمین و افزایش فلکشن مفاصل اندام تحتانی را در این افراد به دنبال داشت. هرچند مطالعات نشان دادند که اثربخشی بازخورد بر کینماتیک صفحه ساجیتال به نسبت صفحه فرونتال بیشتر است. همچنین این پژوهش اثرات ضدونقیض مداخلات بازخوردی بر عملکرد را نشان داد. با توجه به نقش مهم متغیرهای عملکردی در زمینه آسیب‌های اندام تحتانی به مطالعات بیشتری در آینده نیازمند است.

[Downloaded from jsmt.khu.ac.ir on 2026-05-31]

[DOR: 20.1001.1.22520708.1404.23.30.14.2]

حامی مالی

این تحقیق هیچ‌گونه کمک مالی از سازمان‌های تأمین مالی در بخش‌های تجاری، عمومی یا غیرانتفاعی دریافت نکرده است.

تعارض و منافع

نویسندگان هیچ‌گونه تعارض و منافع را ذکر نکردند.

مشارکت نویسندگان

م.ا و ع.ن در مفهوم‌سازی، ایده‌سازی، طراحی مطالعه شرکت داشتند. م.ا جمع‌آوری و ترکیب داده‌ها را انجام داده است. نسخه اصلی مطالعه توسط ع.ن و م.ا طراحی و ویرایش شده است.

Reference

1. Jeong J, Choi D-H, Shin CSJTAjosm. Core strength training can alter neuromuscular and biomechanical risk factors for anterior cruciate ligament injury. 2021;49(1):183-92. https://doi.org/10.1177/0363546520972990.
2. Letafatkar A, Rajabi R, Tekamejani EE, Minoonejad HJTk. Effects of perturbation training on knee flexion angle and quadriceps to hamstring cocontraction of female athletes with quadriceps dominance deficit: Pre–post intervention study. 2015;22(3):230-6. https://doi.org/10.1016/j.knee.2015.02.001.
3. Begalle RL, DiStefano LJ, Blackburn T, Padua DAJJoat. Quadriceps and hamstrings coactivation during common therapeutic exercises. 2012;47(4):396-405. https://doi.org/10.4085/1062-6050-47.4.01.
4. Heinert BL, Collins T, Tehan C, Ragan R, Kernozek TWJIJoSM. Effect of hamstring-to-quadriceps ratio on knee forces in females during landing. 2021;42(03):264-9. https://doi.org/10.1055/a-1128-6995.
5. Hughes G, Dally NJS, Sports. Gender difference in lower limb muscle activity during landing and rapid change of direction. 2015;30(3):163-8. https://doi.org/10.1186/s13102-022-00469-3.
6. Hébert-Losier K, Schelin L, Tengman E, Strong A, Häger CKJTK. Curve analyses reveal altered knee, hip, and trunk kinematics during drop–jumps long after anterior cruciate ligament rupture. 2018;25(2):226-39. https://doi.org/10.1016/j.knee.2017.12.005.
7. Hollman JH, Nagai T, Bates NA, McPherson AL, Schilaty NDJCB. Diminished neuromuscular system adaptability following anterior cruciate ligament injury: Examination of knee muscle force variability and complexity. 2021;90:105513. https://doi.org/10.1016/j.clinbiomech.2021.105513.
8. Nielsen G, Stone J, Buszewicz M, Carson A, Goldstein LH, Holt K, et al. Physio4FMD: protocol for a multicentre randomised controlled trial of specialist physiotherapy for functional motor disorder. 2019;19(1):1-13. https://doi.org/10.1186/s12883-019-1461-9.
9. Armitano CN, Haegele JA, Russell DMJJoAT. The use of augmented information for reducing anterior cruciate ligament injury risk during jump landings: a systematic review. 2018;53(9):844-59. https://doi.org/10.4085/1062-6050-320-17.

[Downloaded from jsmt.khu.ac.ir on 2026-05-31]

[DOR: 20.1001.1.22520708.1404.23.30.14.2]

10. Leonard KA, Simon JE, Yom J, Grooms DRJIJoSPT. The immediate effects of expert and dyad external focus feedback on drop landing biomechanics in female athletes: An instrumented field study. 2021;16(1):96. https://doi.org/10.26603/001c.18717.
11. Benjaminse A, Otten B, Gokeler A, Diercks RL, Lemmink KAJKS, Sports Traumatology, Arthroscopy. Motor learning strategies in basketball players and its implications for ACL injury prevention: a randomized controlled trial. 2017;25:2365-76. https://doi.org/10.1007/s00167-015-3727-0.
12. Oñate JA, Guskiewicz KM, Marshall SW, Giuliani C, Yu B, Garrett WEJTAjosm. Instruction of jump-landing technique using videotape feedback: altering lower extremity motion patterns. 2005;33(6):831-42. https://doi.org/10.1177/0363546504271499.
13. Herman DC, Oñate JA, Weinhold PS, Guskiewicz KM, Garrett WE, Yu B, et al. The effects of feedback with and without strength training on lower extremity biomechanics. 2009;37(7):1301-8.
14. https://doi.org/10.1177/0363546509332253.
Hewett TE, Myer GD, Ford KRJTAjosm. Anterior cruciate ligament injuries in female athletes: Part 1, mechanisms and risk factors. 2006;34(2):299-311. https://doi.org/10.1177/0363546505284183.
15. Buccino G, Binkofski F, Riggio LJB, language. The mirror neuron system and action recognition. 2004;89(2):370-6. https://doi.org/10.1016/S0093-934X(03)00356-0.
16. Sugimoto D, Alentorn-Geli E, Mendiguchía J, Samuelsson K, Karlsson J, Myer GDJSM. Biomechanical and neuromuscular characteristics of male athletes: implications for the development of anterior cruciate ligament injury prevention programs. 2015;45:809-22. https://doi.org/10.1007/s40279-015-0311-1.
17. Benjaminse A, Gokeler A, Dowling AV, Faigenbaum A, Ford KR, Hewett TE, et al. Optimization of the anterior cruciate ligament injury prevention paradigm: novel feedback techniques to enhance motor learning and reduce injury risk. 2015;45(3):170-82. https://www.jospt.org/doi/10.2519/jospt.2015.4986.
18. Benjaminse A, Welling W, Otten B, Gokeler AJPtiS. Novel methods of instruction in ACL injury prevention programs, a systematic review. 2015;16(2):176-86. https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2014.06.003.
19. Benjaminse A, Postma W, Janssen I, Otten EJJoat. Video feedback and 2-dimensional landing kinematics in elite female handball players. 2017;52(11):993-1001. https://doi.org/10.4085/1062-6050-52.10.11.
20. Chappell JD, Limpisvasti OJTAjosm. Effect of a neuromuscular training program on the kinetics and kinematics of jumping tasks. 2008;36(6):1081-6. https://doi.org/10.1177/0363546508314425.
21. Marshall AN, Hertel J, Hart JM, Russell S, Saliba SAJJoAT. Visual biofeedback and changes in lower extremity kinematics in individuals with medial knee displacement. 2020;55(3):255-64. https://doi.org/10.4085/1062-6050-383-18.
22. Ericksen HM, Thomas AC, Gribble PA, Armstrong C, Rice M, Pietrosimone BJCB. Jump–landing biomechanics following a 4-week real-time feedback intervention and retention. 2016;32:85-91. https://doi.org/10.1016/j.clinbiomech.2016.01.005.
23. Norasteh AA, Ashrafizadeh MJTSJoRM. Evaluation of the immediate effect of feedback on the performance of athletes with lower limb movement pattern defects. 2021. http://dx.doi.org/10.32598/SJRM.12.5.12.
24. Sahabuddin FNA, Jamaludin NI, Bahari MLHS, Najib RKMRA, Shaharudin SJJoPE, Sport. Lower limb biomechanics during drop vertical jump at different heights among university athletes. 2021;21(4):1829-35. DOI:10.7752/jpes.2021.04231.
25. Barker LA, Harry JR, Mercer JAJTjos, research c. Relationships between countermovement jump ground reaction forces and jump height, reactive strength index, and jump time. 2018;32(1):248-54.
DOI: 10.1519/JSC.0000000000002160.
26. Montalvo AM, Schneider DK, Webster KE, Yut L, Galloway MT, Heidt Jr RS, et al. Anterior cruciate ligament injury risk in sport: a systematic review and meta-analysis of injury incidence by sex and sport classification. 2019;54(5):472-82. https://doi.org/10.4085/1062-6050-407-16.

[Downloaded from jsmt.khu.ac.ir on 2026-05-31]

[DOR: 20.1001.1.22520708.1404.23.30.14.2]

27. Dai B, Garrett WE, Gross MT, Padua DA, Queen RM, Yu BJTAjosm. The effects of 2 landing techniques on knee kinematics, kinetics, and performance during stop-jump and side-cutting tasks. 2015;43(2):466-74. https://doi.org/10.1177/0363546514555322.
28. Donnell-Fink LA, Klara K, Collins JE, Yang HY, Goczalk MG, Katz JN, et al. Effectiveness of knee injury and anterior cruciate ligament tear prevention programs: a meta-analysis. 2015;10(12):e0144063. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0144063.
29. Emery CA, Roy T-O, Whittaker JL, Nettel-Aguirre A, Van Mechelen WJBjosm. Neuromuscular training injury prevention strategies in youth sport: a systematic review and meta-analysis. 2015;49(13):865-70.https://doi.org/10.1136/bjsports-2015-094639.
30. Vescovi J, VanHeest JLJSjom, sports si. Effects of an anterior cruciate ligament injury prevention program on performance in adolescent female soccer players. 2010;20(3):394-402. https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2009.00963.x.
31. Laquale KMJATT. Nutritional needs of the recreational athlete. 2009. https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181a0547a.
32. Onate JA, Guskiewicz KM, Sullivan RJJJoO, Therapy SP. Augmented feedback reduces jump landing forces. 2001;31(9):511-7. https://www.jospt.org/doi/10.2519/jospt.2001.31.9.511.
33. Ericksen HM, Gribble PA, Pfile KR, Pietrosimone BGJJoat. Different modes of feedback and peak vertical ground reaction force during jump landing: a systematic review. 2013;48(5):685. https://doi.org/10.4085/1062-6050-48.3.02.
34. Stroube BW, Myer GD, Brent JL, Ford KR, Heidt RS, Hewett TEJJosr. Effects of task-specific augmented feedback on deficit modification during performance of the tuck-jump exercise. 2013;22(1):7-18. https://doi.org/10.1123/jsr.22.1.7.
35. Ericksen HM, Thomas AC, Gribble PA, Doebel SC, Pietrosimone BGJjoo, therapy sp. Immediate effects of real-time feedback on jump-landing kinematics. 2015;45(2):112-8. https://www.jospt.org/doi/10.2519/jospt.2015.4997.
36. Abbaszadeh GH, LETAFATKAR A, ABBASI A. Effect of feedback training on some kinetic, kinematic, and functional factors of active men. 2019. http://dx.doi.org/10.29252/sjimu.26.6.23.
37. Mahmod AK, Lee JLFJJSS, Jasmani P. Effects of augmented feedback on landing force from jumps. 2017;6(2):1-9. https://doi.org/10.37134/jsspj.vol6.2.1.2017.
38. Favre J, Clancy C, Dowling AV, Andriacchi TPJTAjosm. Modification of knee flexion angle has patient-specific effects on anterior cruciate ligament injury risk factors during jump landing. 2016;44(6):1540-6. https://doi.org/10.1177/0363546516634000.
39. Dowling AV, Favre J, Andriacchi TPJTAjosm. Inertial sensor-based feedback can reduce key risk metrics for anterior cruciate ligament injury during jump landings. 2012;40(5):1075-83. https://doi.org/10.1177/0363546512437529.
40. Guy-Cherry D, Alanazi A, Miller L, Staloch D, Ortiz-Rodriguez AJSMIO. Landing styles influences reactive strength index without increasing risk for injury. 2018;2(02):E35-E40. DOI: 10.1055/a-0608-4280.
41. Munro A, Herrington LJTK. The effect of videotape augmented feedback on drop jump landing strategy: Implications for anterior cruciate ligament and patellofemoral joint injury prevention. 2014;21(5):891-5. https://doi.org/10.1016/j.knee.2014.05.011.
42. Nyman Jr E, Armstrong CWJCB. Real-time feedback during drop landing training improves subsequent frontal and sagittal plane knee kinematics. 2015;30(9):988-94. https://doi.org/10.1016/j.clinbiomech.2015.06.018.
43. Ford KR, DiCesare CA, Myer GD, Hewett TEJJosr. Real-time biofeedback to target risk of anterior cruciate ligament injury: a technical report for injury prevention and rehabilitation. 2015;24(2). https://doi.org/10.1123/jsr.2013-0138.
44. Heinert B, Rutherford D, Cleereman J, Lee M, Kernozek TWJPTiS. Changes in landing mechanics using augmented feedback: 4-Week training and retention study. 2021;52:97-102. https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2021.08.007.

[Downloaded from jsmt.khu.ac.ir on 2026-05-31]

[DOR: 20.1001.1.22520708.1404.23.30.14.2]