Journal of
Sport Biomechanics

Summer 2025. Vol 11. Issue 2

Research Paper

Effect of Blood Flow Restriction Training on Groin Pain in Football Players

***Ashwini S. Bulbuli[1], Nikhil Hadgal[1], Niranjan Ghatage[1], Nouman Chajju[1]**

1. KLE Institute of Physiotherapy, Belagavi, Karnataka, India.

Use your device to scan and read the article online

Citation: Bulbuli SA, Hadgal N, Ghatage N, Chajju N. Effect of Blood Flow Restriction Training on Groin Pain in Football Players. Journal of Sport Biomechanics.2025;11(2):192-206. https://doi.org/10.61186/JSportBiomech.11.2.192

https://doi.org/10.61186/JSportBiomech.11.2.192

Article Info:

Received: 9 June 2025

Accepted: 17 June 2025

Available Online: 25 June 2025

Keywords:

Adductor strain, Blood flow restriction, Groin pain, Football players, Modified Holmich's protocol

ABSTRACT

Objective Hip and/or groin injuries are among the most common physical complaints in adult male football players, accounting for 10–20% of all new injuries. Blood Flow Restriction (BFR) training combined with low-load resistance exercise has demonstrated several beneficial physiological effects. This study aimed to evaluate the effect of BFR training on groin pain in male football players aged 18 to 30 years.

Methods This single-arm interventional study included 16 male football players aged between 18 and 30 years who volunteered to participate. Participants were recruited through screening using the Visual Analogue Scale (VAS); those scoring ≥3 were included. Groin pain and function were assessed using the Copenhagen Hip and Groin Outcome Score (HAGOS), and baseline scores were recorded. Participants underwent BFR training combined with a Modified Holmich's protocol over a four-week period (12 sessions in total). Pre- and post-intervention data were collected and analyzed statistically to determine the intervention's effectiveness.

Results The calculated effect size (Cohen's d) was 4.66, indicating a very large effect according to standard reference values. Statistical analysis at the 5% significance level revealed a significant difference between pre- and post-intervention scores ($p < 0.001$), confirming notable improvements in outcomes following the intervention.

Conclusion Blood flow restriction training is effective in reducing groin pain by enhancing muscle strength under low mechanical load. This approach may support faster rehabilitation and a safer return to play for football players.

*** *Corresponding Author:***
Ashwini S. Bulbuli
Address: KLE Institute of Physiotherapy, Belagavi, Karnataka, India, Pin: 590010.
Tel: +91 (991) 6043325
E-mail: ashwinichougala05@gmail.com

1. Introduction

Football players experience a higher incidence of lower limb injuries than athletes in many other sports (1). Groin injuries alone account for approximately 10–20% of new injuries sustained by adult male football players, including those at elite and sub-elite levels, making them one of the most prevalent physical complaints in this population (2). In sports medicine, persistent groin pain is a common and often challenging condition to manage. Recovery can be prolonged, delaying an athlete's full return to sport. Adductor-related pain has been reported to account for 69% of groin injuries in football players and 58% across all sports (3). Consequently, many professional football teams assess players' hip adductor muscle strength, based on the belief that strength deficits may precede the onset of groin injuries (4). Although some athletes may demonstrate greater resilience due to psychological, physiological, or genetic factors, intrinsic risk factors still contribute significantly to injury occurrence. As such, certain individuals may remain injury-free even when exposed to high-risk conditions (5).

Studies have shown that athletes with lower levels of physical fitness are more susceptible to injury (6). Resistance training is an essential component of any team-sport athlete's training program, as it enhances muscular strength and endurance, improves power and speed, and reduces the risk of injury (7). Blood Flow Restriction (BFR) training has been shown to elicit muscle hypertrophy responses comparable to those achieved through high-load resistance training (8). Low-load BFR (LL-BFR) exercise, performed at 20–30% of one-repetition maximum (1RM), can produce strength and hypertrophy gains similar to those observed with higher-load protocols (70–85% 1RM). This method reduces mechanical stress on bones and joints, making it a viable option for individuals with musculoskeletal limitations. LL-BFR can therefore help prevent overuse injuries while still effectively promoting muscular adaptation (9).

Groin pain is a frequent complaint among football players, often requiring a comprehensive approach to treatment. Conventional management has included modalities such as transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS), therapeutic ultrasound, interferential therapy (IFT), stretching, isometric and strengthening exercises, and sport-specific rehabilitation including skating drills. While Blood Flow Restriction Training (BFRT) has been applied in sports like ice hockey, bodybuilding, and weightlifting, as well as in clinical populations with osteoarthritis, knee pain, and post-anterior cruciate ligament (ACL) reconstruction, its use in football players with groin pain remains underexplored (10–14). Unlike prior studies that have broadly evaluated the efficacy of BFRT in musculoskeletal rehabilitation or general groin pain management, the present study specifically targets football players with groin pain—a group for whom current evidence is limited. Although BFRT has demonstrated promising outcomes in groin-related conditions, there is a clear lack of focused research assessing its direct application in this high-risk athletic population. Therefore, this study aims to address a critical gap in the sports medicine literature by exploring the potential benefits of BFRT for managing groin pain specifically in football players, a group subjected to intense physical demands and a high incidence of injury. The objective of this study was to evaluate the effect of Blood Flow Restriction Training on groin pain in male football players aged 18–30 years, using the Hip and Groin Outcome Scale (HAGOS) and the Visual Analogue Scale (VAS).

2. Methods

2.1 Subjects

The present study employed an experimental pre–post interventional design with a final sample size of 16 participants. The required sample size was calculated using the following formula:

$n = [(Z\alpha + Z\beta)^2 \times 2 \times \sigma^2] / d^2$

Where:

- $Z\alpha = 1.96$ (corresponding to a 5% significance level)
- $Z\beta = 0.84$ (corresponding to 80% statistical power)
- $\sigma = 6$ (estimated standard deviation)
- $d = 6$ (expected minimum difference)

Substituting the values into the formula:

$n = [(1.96 + 0.84)^2 \times 2 \times 6^2] / 6^2$

$n = [2.8^2 \times 2 \times 36] / 36$

$n = [7.84 \times 72] / 36$

$n = 564.48 / 36 = 15.68 \approx 16$

To account for a potential 10% dropout rate, 18 participants were initially recruited through probability-based random sampling to ensure the desired sample of 16 subjects. Ethical approval was obtained from the institutional ethics review committee prior to the commencement of the study. Participants were male football players aged 18 to 30 years from Belagavi city, all experiencing groin pain. Screening was conducted using the Visual Analogue Scale (VAS), and only those with scores of 3 or higher were included. Individuals with a history of hypertension, diabetes mellitus, peripheral vascular disease, neurological disorders, skin conditions, or cancer were excluded from participation. Eligible players were further evaluated using the Copenhagen Hip and Groin Outcome Score (HAGOS), which quantitatively assessed groin pain and functional status. The intervention involved a structured Blood Flow Restriction (BFR) training protocol tailored for this athletic population.

2.2 Procedure

All subjects were screened according to the inclusion and exclusion criteria. Written informed consent was obtained in the participants' native language. Basic demographic data were collected prior to the intervention. BFR cuffs used in the study were 3 inches wide and 71 inches long. The cuff pressure was set at 60–70% of arterial occlusion pressure (AOP) and was progressively increased during sessions, ranging from 160 to 200 mmHg (13).

2.3 Intervention

The intervention followed a modified Holmich protocol (Table 1) and was administered by certified physiotherapists. A treatment diary was maintained to monitor adherence. The intervention was delivered over 4 weeks, totaling 12 sessions. A BFR tourniquet was applied over the groin area to restrict venous outflow while maintaining arterial inflow. During each session, the therapist demonstrated the prescribed exercises. Cuff pressure was gradually increased throughout the session, and occlusion was maintained during the exercise sets and released during rest intervals (13).

2.4 Outcome Measures

Copenhagen Hip and Groin Outcome Score (HAGOS) is a 37-item questionnaire designed to assess hip and groin-related pain, symptoms, physical function in daily life and sport, participation in physical activities, and quality of life. It has demonstrated excellent test–retest reliability with an intraclass correlation coefficient (ICC) ranging from 0.82 to 0.91. Participants completed the questionnaire both pre- and post-intervention (15).

Visual Analogue Scale (VAS) is a 0–10 scale used to assess pain intensity. Participants were instructed to mark the number that best represented their current level of pain, where higher scores indicate greater pain severity and lower scores suggest less pain (16).

Table 1. Training Program Used in the Study

Exercise	Sets × Reps	Duration per Rep	Description / Intensity	Rest Between Reps	Rest Between Sets
Bilateral Straight Leg Raising (Seated V)	3 × 10	10 sec	Seated V position; legs extended and raised with control	10 sec	2 min
Isometric Standing Hip Adduction (Bands)	5 × 10 (each leg)	10 sec	Elastic bands used for isometric adduction; pain-free	10 sec	2 min
Adduction Against Football (Crook-lying)	3 × 10	10 sec	Squeeze football between knees in crook-lying; isometric	10 sec	2 min
Straight & Oblique Abdominal Sit-ups	4 × 15	N/A	15 straight sit-ups followed by oblique variations	N/A	1 min
Prone Bridging (Forearms & Toes)	10 reps	15 sec	Plank with straight back, held on forearms and toes	15–20 sec	N/A
Elbow Side Bridging (Each Side)	10 reps per side	15 sec	Side plank; neutral trunk alignment	15–20 sec	N/A
Unilateral Bridge (Crook-lying)	10–12 reps	12 sec (6 sec per leg)	Raise each leg alternately while maintaining spinal neutrality	15–20 sec	N/A
Wobble Board Balance Training	N/A	8 min	Start on both feet, progress to single-leg with challenges	N/A	N/A

2.5 Statistical Analysis

Statistical analysis was performed using SPSS version 23. The Shapiro–Wilk test confirmed the normal distribution of the data. Descriptive statistics were used to summarize the participants' baseline characteristics, including age and body mass index (BMI). A paired sample t-test was conducted to compare the pre- and post-intervention scores for both outcome measures.

3. Results

The baseline characteristics of the participants, including age and body mass index (BMI), are presented in Table 2. A paired sample t-test was conducted to compare pre-test and post-test scores for both outcome measures. The analysis revealed a statistically significant difference between pre-intervention and post-intervention HAGOS scores ($p < 0.001$), with a substantial reduction in mean scores and decreased variability after the intervention (Table 3). The calculated effect size (Cohen's d) was 3.65, which is considered a very large effect based on standard benchmarks (Table 3). Similarly, the comparison of pre-test and post-test VAS scores showed a marked reduction in pain following the intervention, with the mean score dropping from 4.50 to 0.38 and a corresponding effect size of 4.66, indicating a very large effect (Table 4). The post-intervention scores also demonstrated greater consistency, as indicated by the lower standard deviation compared to the pre-test values (Table 4). These improvements are clearly illustrated in Fig. 1, which displays the reductions in both HAGOS and VAS scores following the four-week intervention period. Overall, the findings confirm that the application of blood flow restriction training produced statistically and clinically significant improvements in groin pain and function among the participants.

Table 2. Descriptive Statistics (Mean ± SD)

Variable	Minimum	Maximum	Mean ± SD
Age (years)	18.00	24.00	20.81 ± 2.07
BMI (kg/m²)	17.00	28.00	21.18 ± 3.13

BMI: Body Mass Index

Table 3. Comparison of pre-test and post-test scores of HAGOS by paired sample t test

Time	Mean ± SD	Mean Diff.	SD Diff.	Effect Size (Cohen's *d*)	t-value	p-value
Pre	79.56 ± 12.03	36.63	10.04	3.65	14.593	< 0.001*
Post	42.94 ± 5.21					

* p-value less than $p < 0.001$

Table 4. Comparison of pre-test and post-test scores of VAS by paired sample t test

Time	Mean ± SD	Mean Diff.	SD Diff.	Effect Size (Cohen's *d*)	t-value	p-value
Pre	4.50 ± 1.15	4.13	0.89	4.66	18.643	< 0.001*
Post	0.38 ± 0.62					

* p-value less than $p < 0.001$

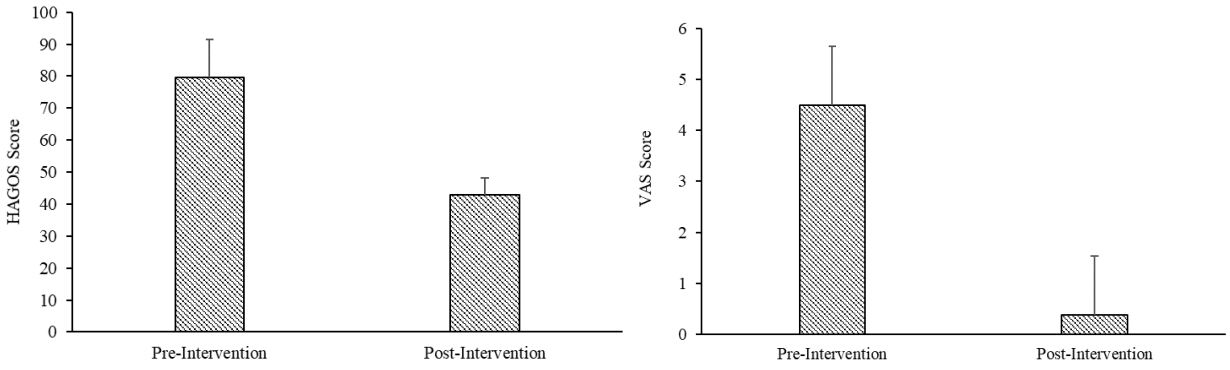


Fig. 1. Comparison of Pre-Test and Post-Test Scores for HAGOS and VAS

4. Discussion

This study evaluated the effectiveness of blood flow restriction (BFR) training combined with the Modified Holmich protocol in reducing groin pain among football players. A total of 16 participants underwent 12 sessions over a 4-week period, with pre- and post-intervention assessments using the HAGOS and VAS outcome measures. The results demonstrated significant reductions in groin pain and improvements in functional outcomes, confirming the therapeutic value of BFR training in musculoskeletal rehabilitation. Our findings align with and expand upon existing literature demonstrating the benefits of BFR. While prior studies have predominantly focused on the performance-enhancing effects of BFR—particularly in adolescents and younger athletes—our study highlights its clinical relevance in injury management (12). The observed reductions in HAGOS and VAS scores underscore BFR's dual utility: not only can it enhance strength and hypertrophy, but it also serves as an effective rehabilitation modality. These findings reinforce the need to consider age-specific and goal-oriented adaptations when applying BFR training across athletic populations.

In contrast to studies that focused on aerobic capacity improvements through BFR (17), our investigation emphasized pain reduction and functional recovery in athletes with groin-related discomfort. This distinction illustrates the versatility of BFR, demonstrating its potential for both performance enhancement and therapeutic use. The convergence of positive outcomes across these studies supports the integration of BFR into comprehensive athletic conditioning and rehabilitation programs. Further comparison with strength training studies in older adults shows how exercise interventions, though applied to different populations, can yield beneficial outcomes. While such studies emphasize improvements in quality of life and functional mobility in seniors, our research targets injury-specific rehabilitation in young athletes (18). This contrast highlights the adaptability of exercise-based therapy and the importance of tailoring interventions to the physiological characteristics and needs of the target group. A randomized controlled trial investigating resistance training with and without BFR in older adults reported superior gains in knee extensor strength and functional performance in the BFR group, as measured by timed up and go (TUG) and sit-to-stand (STS) tests (19). Although the participant populations and study designs differ, the evidence from both studies supports BFR's efficacy—whether for enhancing strength in the elderly or managing groin pain in athletes. These complementary findings reinforce BFR's broad applicability across clinical and performance domains.

Additionally, BFR has been widely explored in the context of post-surgical rehabilitation, particularly following anterior cruciate ligament (ACL) reconstruction. Studies have shown its effectiveness in preserving muscle mass and accelerating recovery (20). In our study, football players with groin pain experienced difficulty in training and competition, but the integration of BFR training with targeted exercises led to rapid improvements in pain and function within a relatively short timeframe. This suggests that BFR may offer a time-efficient and effective intervention for a variety of musculoskeletal conditions beyond surgical contexts. Moreover, prior studies using the modified Holmich protocol alone have shown effectiveness in managing adductor-related groin pain. However, our findings suggest that combining BFR training with the modified Holmich regimen results in superior outcomes—specifically, faster pain reduction, greater functional gains, and earlier return to sport (21). This integrated approach appears to enhance both the speed and extent of recovery, underscoring its potential as a highly effective treatment strategy for groin-related injuries in athletic populations.

This study has several limitations that should be acknowledged. First, the exclusion of female participants limits the generalizability of the findings to the broader athletic population. Second, the absence of follow-up evaluations restricts our understanding of the long-term effects of the intervention. Additionally, the lack of a control group and the omission of functional performance testing further constrain the interpretation of the results and the ability to assess practical improvements in athletic function. Future studies should aim to include a more diverse sample, incorporating both male and female participants, to enhance external validity. The inclusion of a randomized control group and follow-up assessments would help determine the sustainability of the intervention's effects over time. Furthermore, integrating functional performance tests would allow for a more comprehensive evaluation of recovery and return-to-play readiness. To improve long-term muscle healing, future research could also explore the addition of a progressive strengthening phase to the Modified Holmich protocol.

5. Conclusion

Based on the statistical findings, it can be concluded that blood flow restriction (BFR) training has a significant effect on reducing groin pain in football players. When combined with the Modified Holmich protocol, BFR training effectively promotes muscle repair and enhances functional recovery. This intervention demonstrates strong potential as a time-efficient and clinically valuable approach for accelerating rehabilitation in athletes with groin-related injuries.

Acknowledgments

I would like to thank KLE University's Institute of Physiotherapy, Belagavi, for allowing me to conduct this study.

Ethical Considerations

Compliance with ethical guidelines

There were no ethical considerations to be addressed in this research.

Funding

This research did not receive any grants from funding agencies in the public, commercial, or non-profit sectors.

Authors' contributions

All authors contributed equally to preparing the article.

Conflicts of interest

The authors declared no conflict of interest.

مقاله پژوهشی

تأثیر تمرین با محدودیت جریان خون بر درد کشاله ران در بازیکنان فوتبال

*آشوینی اس. بلبلی[۱]، نیکیل هدگال[۱]، نیرانجان گاتاگه[۱]، نومان چاجو[۱]

۱. مؤسسه فیزیوتراپی KLE، بلاگاوی، ایالت کارناتاکا، هند.

Use your device to scan and read the article online

Citation: Bulbuli SA, Hadgal N, Ghatage N, Chajju N. Effect of Blood Flow Restriction Training on Groin Pain in Football Players. Journal of Sport Biomechanics.2025;11(2):192-206. https://doi.org/10.61186/JSportBiomech.11.2.192

https://doi.org/10.61186/JSportBiomech.11.2.192

اطلاعات مقاله:

تاریخ دریافت: ۱۹ خرداد ۱۴۰۴
تاریخ پذیرش: ۲۷ خرداد ۱۴۰۴
تاریخ انتشار: ۴ تیر ۱۴۰۴

کلید واژه‌ها:
کشیدگی عضله اداکتور، محدودیت جریان خون، درد کشاله ران، بازیکنان فوتبال، پروتکل اصلاح‌شده هولمیش

چکیده

هدف آسیب‌های مفصل ران و/یا کشاله ران از شایع‌ترین شکایات جسمانی در بازیکنان فوتبال مرد بزرگسال به شمار می‌روند و حدود ۱۰ تا ۲۰ درصد از آسیب‌های جدید را شامل می‌شوند. تمرین با محدودیت جریان خون (BFR) در ترکیب با تمرین مقاومتی با بار کم، اثرات فیزیولوژیکی مفید متعددی را نشان داده است. هدف این مطالعه، بررسی تأثیر تمرین BFR بر درد کشاله ران در بازیکنان فوتبال مرد در بازه سنی ۱۸ تا ۳۰ سال بود.

روش‌ها این مطالعه مداخله‌ای تک‌گروهی شامل ۱۶ بازیکن فوتبال مرد داوطلب در محدوده سنی ۱۸ تا ۳۰ سال بود. شرکت‌کنندگان از طریق غربالگری با استفاده از مقیاس دیداری آنالوگ (VAS) انتخاب شدند؛ افرادی با نمره ۳ یا بیشتر وارد مطالعه شدند. ارزیابی درد و عملکرد کشاله ران با استفاده از پرسشنامه HAGOS انجام شد و مقادیر پایه ثبت گردید. شرکت‌کنندگان به مدت چهار هفته (مجموعاً ۱۲ جلسه) تحت تمرین BFR همراه با پروتکل اصلاح‌شده هولمیش قرار گرفتند. داده‌های پیش و پس از مداخله جمع‌آوری و به‌صورت آماری تحلیل شدند تا اثربخشی مداخله مشخص شود.

یافته‌ها اندازه اثر محاسبه‌شده (Cohen's d) برابر با ۴/۶۶ بود که بر اساس معیارهای مرجع، نشان‌دهنده اثر بسیار قوی است. تحلیل آماری در سطح معنی‌داری ۵ درصد تفاوت معناداری بین نمرات پیش و پس از مداخله نشان داد ($p < ۰۰۱$) که بهبود قابل توجه در نتایج را پس از مداخله تأیید می‌کند.

نتیجه‌گیری تمرین با محدودیت جریان خون در کاهش درد کشاله ران از طریق تقویت عضلانی تحت بار مکانیکی پایین مؤثر است. این روش می‌تواند موجب بازتوانی سریع‌تر و بازگشت ایمن‌تر به تمرین و رقابت در بازیکنان فوتبال شود.

*نویسنده مسئول:
آشوینی اس. بلبلی
آدرس: مؤسسه فیزیوتراپی KLE، بلاگاوی، ایالت کارناتاکا، هند.
تلفن: ۶۰۴۳۳۲۵ (۹۹۱) ۹۱+
ایمیل: ashwinichougala05@gmail.com

مقدمه

بازیکنان فوتبال بیش از ورزشکاران بسیاری از رشته‌های دیگر، با میزان بالاتری از آسیب‌های اندام تحتانی مواجه هستند (۱). تنها آسیب‌های کشاله ران حدود ۱۰ تا ۲۰ درصد از آسیب‌های جدید در بازیکنان فوتبال مرد بزرگسال، از جمله بازیکنان حرفه‌ای و نیمه‌حرفه‌ای را تشکیل می‌دهند که این موضوع آن را به یکی از شایع‌ترین مشکلات جسمانی در این جمعیت تبدیل کرده است (۲). در پزشکی ورزشی، درد مزمن کشاله ران یک وضعیت شایع و اغلب دشوار برای درمان محسوب می‌شود. روند بهبودی ممکن است طولانی شود و بازگشت کامل ورزشکار به فعالیت ورزشی را به تأخیر بیندازد. گزارش‌ها نشان می‌دهند که درد مرتبط با عضلات اداکتور مسئول ۶۹ درصد از آسیب‌های کشاله ران در بازیکنان فوتبال و ۵۸ درصد از این آسیب‌ها در تمامی رشته‌های ورزشی است (۳). ازاین‌رو، بسیاری از تیم‌های فوتبال حرفه‌ای، قدرت عضلات اداکتور مفصل ران بازیکنان خود را مورد ارزیابی قرار می‌دهند، چرا که باور دارند کاهش قدرت عضلانی ممکن است پیش از بروز آسیب‌های کشاله ران رخ دهد (۴). اگرچه برخی ورزشکاران ممکن است به‌واسطه عوامل روان‌شناختی، فیزیولوژیکی یا ژنتیکی از مقاومت بیشتری برخوردار باشند، اما عوامل خطر درونی همچنان نقش چشمگیری در بروز آسیب ایفا می‌کنند. بنابراین، برخی افراد ممکن است حتی در شرایط پرخطر نیز دچار آسیب نشوند (۵).

مطالعات نشان داده‌اند که ورزشکارانی با سطح آمادگی جسمانی پایین‌تر، بیشتر در معرض آسیب قرار دارند (۶). تمرین مقاومتی یکی از ارکان اصلی برنامه تمرینی هر ورزشکار تیمی محسوب می‌شود، چرا که باعث افزایش قدرت و استقامت عضلانی، بهبود توان و سرعت، و کاهش خطر آسیب‌دیدگی می‌شود (۷). تمرین با محدودیت جریان خون (BFR)[1]نشان داده است که پاسخ‌های هیپرتروفی عضلانی مشابه تمرینات مقاومتی با بار بالا ایجاد می‌کند (۸). تمرین BFR با بار پایین (LL-BFR)[2]که با شدت ۲۰ تا ۳۰ درصد از یک تکرار بیشینه (1RM) انجام می‌شود، می‌تواند به اندازه تمرینات با بار بالا (۷۰ تا ۸۵ درصد 1RM) موجب افزایش قدرت و حجم عضلانی شود. این روش با کاهش فشار مکانیکی بر استخوان‌ها و مفاصل، به‌عنوان گزینه‌ای مناسب برای افراد با محدودیت‌های اسکلتی–عضلانی محسوب می‌شود. به‌این‌ترتیب، LL-BFR می‌تواند به پیشگیری از آسیب‌های ناشی از استفاده بیش از حد کمک کرده و در عین حال، به سازگاری مؤثر عضلانی منجر شود (۹).

درد کشاله ران یکی از شکایات رایج در میان بازیکنان فوتبال است که اغلب نیازمند رویکرد درمانی جامع می‌باشد. روش‌های متداول درمان شامل تحریک الکتریکی از راه پوست، اولتراسوند درمانی، جریان‌های مداخله‌ای، تمرینات کششی، ایزومتریک و مقاومتی و نیز تمرینات توان‌بخشی ورزشی مانند اسکیت بوده است. در حالی که تمرین با محدودیت جریان خون (BFRT)[3]در رشته‌هایی مانند هاکی روی یخ، بدن‌سازی و وزنه‌برداری، همچنین در جمعیت‌های بالینی مانند مبتلایان به استئوآرتریت، درد زانو و پس از بازسازی رباط صلیبی قدامی (ACL)[4] مورد استفاده قرار گرفته است، کاربرد آن در بازیکنان فوتبال دارای درد کشاله ران هنوز به‌خوبی بررسی نشده است (۱۰–۱۴). برخلاف مطالعات قبلی که اثربخشی کلی BFRT را در توان‌بخشی اسکلتی–عضلانی یا مدیریت عمومی درد کشاله ران بررسی کرده‌اند، مطالعه حاضر به‌طور خاص بر بازیکنان فوتبال دارای درد کشاله ران متمرکز است، گروهی که شواهد علمی موجود درباره آن‌ها محدود است. با وجود اینکه BFRT نتایج امیدوارکننده‌ای در شرایط مرتبط با کشاله

1. Blood Flow Restriction
2. Low-load BFR
3. Blood Flow Restriction Training
4. Anterior cruciate ligament

ران نشان داده است، اما پژوهش‌های متمرکز بر ارزیابی مستقیم اثربخشی آن در این جمعیت پرخطر ورزشی هنوز ناکافی است. ازاین‌رو، این مطالعه با هدف پر کردن شکاف موجود در ادبیات پزشکی ورزشی، به بررسی مزایای بالقوه BFRT در مدیریت درد کشاله ران در بازیکنان فوتبال می‌پردازد—جمعیتی که تحت فشارهای فیزیکی شدید و نرخ بالای آسیب قرار دارند. هدف این مطالعه، ارزیابی تأثیر تمرین با محدودیت جریان خون بر درد کشاله ران در بازیکنان فوتبال مرد در محدوده سنی ۱۸ تا ۳۰ سال با استفاده از مقیاس‌های HAGOS و VAS بود.

روش شناسی

آزمودنی‌ها

مطالعه حاضر به‌صورت مداخله‌ای از نوع پیش‌آزمون–پس‌آزمون طراحی شده و حجم نهایی نمونه برابر با ۱۶ نفر تعیین شد. حجم نمونه موردنیاز با استفاده از فرمول زیر محاسبه شد:

$$n = [(Z\alpha + Z\beta)^2 \times 2 \times \sigma^2] / d^2$$

که در آن: $Z\alpha$ = ۱/۹۶ (مطابق با سطح معناداری ۵ درصد)، $Z\beta$ = ۰/۸۴ (برای توان آماری ۸۰ درصد)، σ = ۶ (انحراف معیار برآوردشده) و d = ۶ (حداقل تفاوت مورد انتظار)؛ جای‌گذاری مقادیر در فرمول به صورت زیر انجام شد:

$$n = [(1.96 + 0.84)^2 \times 2 \times 6^2] / 6^2 = [2.8^2 \times 72] / 36 = (7.84 \times 72) / 36 = 564.48 / 36 = 15.68 \approx 16$$

با در نظر گرفتن نرخ ریزش احتمالی ۱۰ درصد، تعداد ۱۸ نفر به‌صورت اولیه از طریق نمونه‌گیری تصادفی احتمالی جذب شدند تا در نهایت نمونه موردنیاز (۱۶ نفر) تأمین گردد. پیش از آغاز مطالعه، تأییدیه اخلاقی از کمیته اخلاق مؤسسه مربوطه دریافت شد. شرکت‌کنندگان، بازیکنان فوتبال مرد ساکن شهر بلاگاوی با دامنه سنی ۱۸ تا ۳۰ سال بودند که دچار درد کشاله ران بودند. غربالگری اولیه با استفاده از مقیاس دیداری آنالوگ (VAS)[1]انجام شد و تنها افرادی با نمره ۳ یا بیشتر وارد مطالعه شدند. افرادی که سابقه فشار خون بالا، دیابت، بیماری‌های عروقی محیطی، اختلالات عصبی، بیماری‌های پوستی یا سرطان داشتند از مطالعه حذف شدند. در ادامه، آزمودنی‌های واجد شرایط با استفاده از پرسشنامه (HAGOS)[2]مورد ارزیابی قرار گرفتند تا شدت درد کشاله ران و عملکرد آن‌ها به‌صورت کمی اندازه‌گیری شود. سپس مداخله تمرینی مبتنی بر محدودیت جریان خون (BFR) طبق یک پروتکل ساختاریافته ویژه این جمعیت ورزشی اجرا شد.

روش اجرا

تمامی شرکت‌کنندگان مطابق با معیارهای ورود و خروج مورد غربالگری قرار گرفتند. رضایت‌نامه کتبی آگاهانه به زبان مادری به آنان ارائه و اخذ شد. اطلاعات دموگرافیک اولیه پیش از مداخله ثبت گردید. کاف‌های (باند یا تسمه قابل باد شدن که دور اندام بسته

1. Visual Analogue Scale
2. Copenhagen Hip and Groin Outcome Score

می‌شود تا جریان خون را به‌صورت کنترل‌شده محدود کند) مورد استفاده در تمرین BFR دارای عرض ۳ اینچ و طول ۷۱ اینچ بودند. فشار کاف بین ۶۰ تا ۷۰ درصد از فشار انسداد شریانی (AOP)[1] تنظیم شده و در طول جلسات به‌صورت تدریجی افزایش یافت و در محدوده ۱۶۰ تا ۲۰۰ میلی‌متر جیوه قرار داشت (۱۳).

مداخله و اندازه‌گیری

مداخله طبق پروتکل اصلاح‌شده هولمیش[2] اجرا شد (جدول ۱) و توسط فیزیوتراپیست‌های دارای صلاحیت انجام گرفت. ثبت جلسات برای پایش میزان پایبندی شرکت‌کنندگان به تمرین انجام شد. این مداخله به‌مدت ۴ هفته و در مجموع ۱۲ جلسه اجرا شد. کاف BFR بر ناحیه کشاله ران بسته می‌شد به‌گونه‌ای که خروج وریدی محدود شده اما جریان شریانی حفظ گردد. در هر جلسه، تمرین‌ها توسط درمانگر آموزش داده می‌شد. فشار کاف در طول جلسه به‌صورت تدریجی افزایش یافته و در طول اجرای تمرین‌ها حفظ و در فواصل استراحت آزاد می‌گردید (۱۳).

برای اندازه‌گیری نتایج، از دو ابزار معتبر استفاده شد. نخست، پرسشنامه HAGOS که شامل ۳۷ سؤال بوده و با هدف ارزیابی جنبه‌های مختلف مربوط به مفصل ران و کشاله ران طراحی شده است. این پرسشنامه ابعادی نظیر درد، علائم، عملکرد در فعالیت‌های روزمره، عملکرد ورزشی، مشارکت در فعالیت‌های بدنی و کیفیت زندگی را پوشش می‌دهد. پایایی این ابزار در مطالعات مختلف بالا گزارش شده و ضریب همبستگی درون‌کلاسی آن بین ۰/۸۲ تا ۰/۹۱ عنوان شده است. تمامی شرکت‌کنندگان این پرسشنامه را پیش و پس از مداخله تکمیل کردند (۱۵). ابزار دوم، مقیاس دیداری آنالوگ (VAS) بود که برای سنجش شدت درد مورد استفاده قرار گرفت. این مقیاس شامل یک خط عددی از ۰ تا ۱۰ است که از شرکت‌کنندگان خواسته شد عددی را انتخاب کنند که به‌خوبی شدت درد فعلی آن‌ها را نشان دهد؛ به‌طوری‌که نمره بالاتر بیانگر درد شدیدتر و نمره پایین‌تر نشان‌دهنده درد خفیف‌تر است (۱۶).

تحلیل آماری

تحلیل‌های آماری با استفاده از نسخه ۲۳ نرم‌افزار SPSS انجام شد. آزمون شاپیرو–ویلک برای بررسی نرمال بودن داده‌ها مورد استفاده قرار گرفت و توزیع نرمال داده‌ها تأیید شد. آمار توصیفی برای گزارش ویژگی‌های پایه‌ای شرکت‌کنندگان از جمله سن و شاخص توده بدنی به‌کار رفت. برای مقایسه نتایج پیش‌آزمون و پس‌آزمون، از آزمون t زوجی استفاده شد.

نتایج

ویژگی‌های پایه‌ای شرکت‌کنندگان، از جمله سن و شاخص توده بدنی (BMI)، در جدول ۲ ارائه شده است. برای مقایسه نمرات پیش‌آزمون و پس‌آزمون در هر دو ابزار اندازه‌گیری، از آزمون t زوجی استفاده شد. نتایج تحلیل‌ها نشان داد که بین نمرات HAGOS قبل و بعد از مداخله تفاوت معناداری وجود دارد ($p < ۰/۰۰۱$)؛ به‌طوری‌که میانگین نمرات پس از مداخله به‌طور قابل‌توجهی کاهش یافت و میزان پراکندگی نیز کمتر شد (جدول ۳). اندازه اثر محاسبه‌شده (Cohen’s d) برابر با ۳٫۶۵ بود که بر اساس معیارهای مرجع، نشان‌دهنده اثری بسیار بزرگ است (جدول ۳).

1. Arterial occlusion pressure
2. Modified Holmich Protocol

جدول ۱. برنامه تمرینی استفاده‌شده در مطالعه

تمرین	تعداد ست × تکرار	مدت هر تکرار	استراحت بین ست‌ها	استراحت بین تکرارها	توضیحات / شدت تمرین
بالا بردن دوپای صاف در حالت نشسته V	۳ × ۱۰	۱۰ ثانیه	۲ دقیقه	۱۰ ثانیه	وضعیت V نشسته؛ پاها کشیده و با کنترل بالا برده می‌شوند
اداکشن ایزومتریک ایستاده با کش	۵ × ۱۰ (برای هر پا)	۱۰ ثانیه	۲ دقیقه	۱۰ ثانیه	کش‌های کشسان برای اداکشن ایزومتریک؛ بدون درد
اداکشن با فشار دادن توپ (خوابیده خم‌زانو)	۳ × ۱۰	۱۰ ثانیه	۲ دقیقه	۱۰ ثانیه	در حالت خوابیده خم‌زانو، فشار دادن توپ بین زانوها؛ ایزومتریک
درازنشست مستقیم و مایل شکم	۴ × ۱۵	—	۱ دقیقه	—	۱۵ درازنشست مستقیم، سپس حرکات مایل برای عضلات مرکزی
پل زدن شکمی رو به زمین (ساعد و پنجه پا)	۱۰ تکرار	۱۵ ثانیه	—	۱۵–۲۰ ثانیه	پلانک با پشت صاف، حفظ وضعیت روی ساعد و پنجه پا
پل‌زنی جانبی روی آرنج (برای هر طرف)	۱۰ تکرار برای هر طرف	۱۵ ثانیه	—	۱۵–۲۰ ثانیه	پلانک جانبی با تنه در حالت خنثی؛ مساوی برای هر طرف
پل‌زنی یک‌پا (خوابیده خم‌زانو)	۱۰–۱۲ تکرار	۱۲ ثانیه (۶ ثانیه برای هر پا)	—	۱۵–۲۰ ثانیه	بلند کردن متناوب پاها در حالت خوابیده؛ حفظ راستای ستون فقرات
تمرین تعادلی با تخته ناپایدار	—	۸ دقیقه	—	—	شروع با ایستادن دوپا، پیشرفت به ایستادن یک پا، اضافه کردن چالش تعادلی

به‌صورت مشابه، مقایسه نمرات پیش و پس از مداخله در مقیاس VAS نیز کاهش چشمگیری در شدت درد را نشان داد؛ به‌طوری‌که میانگین نمره از ۴/۵۰ به ۰/۳۸ کاهش یافت و اندازه اثر ۴/۶۶ محاسبه شد که نشان‌دهنده اثری بسیار بزرگ است (جدول ۴). همچنین، نمرات پس‌آزمون در مقایسه با پیش‌آزمون، پراکندگی کمتری را نشان دادند که به معنای یکنواختی بیشتر نتایج پس از مداخله است (جدول ۴). این بهبودها به‌وضوح در شکل ۱ نیز نمایش داده شده‌اند که کاهش نمرات HAGOS و VAS را پس از دوره‌ی مداخله چهار هفته‌ای نشان می‌دهد.

جدول ۲. آمار توصیفی (میانگین ± انحراف معیار)

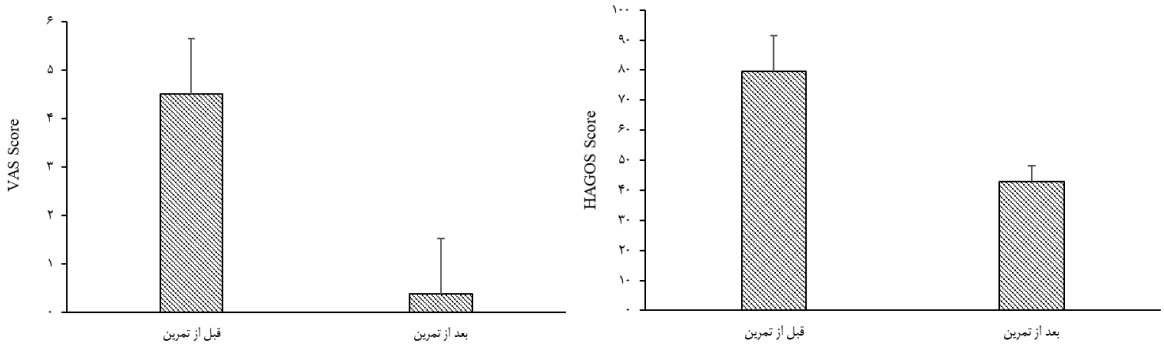
متغیر	انحراف معیار ± میانگین	حداکثر	حداقل
سن (سال)	۲۰/۸۱ ± ۲/۰۷	۲۴/۰۰	۱۸/۰۰
شاخص توده بدنی (BMI) (کیلوگرم بر متر مربع)	۲۱/۱۸ ± ۳/۱۳	۲۸/۰۰	۱۷/۰۰

جدول ۳. مقایسه نمرات HAGOS پیش‌آزمون و پس‌آزمون با آزمون t زوجی

زمان	انحراف معیار ± میانگین	تفاوت میانگین	انحراف معیار تفاوت	اندازه اثر	t	p
پیش‌آزمون	۷۹/۵۶ ± ۱۲/۰۳	۳۶/۶۳	۱۰/۰۴	۳/۶۵	۱۴/۵۹۳	۰/۰۰۱
پس‌آزمون	۴۲/۹۴ ± ۵/۲۱					

جدول ۴. مقایسه نمرات VAS پیش‌آزمون و پس‌آزمون با آزمون t زوجی

زمان	انحراف معیار ± میانگین	تفاوت میانگین	انحراف معیار تفاوت	اندازه اثر	t	p
پیش‌آزمون	۴/۵۰ ± ۱/۱۵	۴/۱۳	۰/۸۹	۴/۶۶	۱۸/۴۶۳	۰/۰۰۱
پس‌آزمون	۰/۳۸ ± ۰/۶۲					



شکل ۱. مقایسه نمرات پیش‌آزمون و پس‌آزمون در مقیاس‌های HAGOS و VAS

بحث

این مطالعه به بررسی اثربخشی تمرین با محدودیت جریان خون (BFR) در ترکیب با پروتکل اصلاح‌شده هولمیش در کاهش درد کشاله ران در بازیکنان فوتبال پرداخت. در مجموع ۱۶ شرکت‌کننده طی ۴ هفته در ۱۲ جلسه تمرینی شرکت کردند و ارزیابی‌های پیش و پس از مداخله با استفاده از ابزارهای HAGOS و VAS انجام گرفت. نتایج نشان داد که تمرین BFR به‌طور معناداری موجب کاهش درد کشاله ران و بهبود عملکردی شرکت‌کنندگان شد که این امر، ارزش درمانی این روش را در توان‌بخشی اسکلتی–عضلانی تأیید می‌کند. یافته‌های ما با مطالعات پیشین در زمینه مزایای تمرین BFR هم‌راستا بوده و دامنه آن را گسترش می‌دهد. در حالی‌که اغلب پژوهش‌های قبلی بر اثرات تقویت عملکردی این تمرین به‌ویژه در نوجوانان و ورزشکاران جوان متمرکز بوده‌اند، مطالعه حاضر تأکید ویژه‌ای بر کاربرد بالینی آن در مدیریت آسیب دارد (۱۲). کاهش معنادار نمرات HAGOS و VAS در مطالعه ما نشان‌دهنده کارکرد دوگانه BFR است: این تمرین نه‌تنها قدرت و هیپرتروفی عضلانی را افزایش می‌دهد، بلکه به‌عنوان یک روش توان‌بخشی مؤثر نیز عمل می‌کند. این یافته‌ها بر ضرورت تنظیم برنامه‌های تمرینی متناسب با سن و هدف‌های درمانی مختلف در جمعیت‌های ورزشی تأکید دارند.

برخلاف مطالعاتی که تمرکز آن‌ها بر بهبود ظرفیت هوازی از طریق تمرین BFR بوده است (۱۷)، پژوهش ما بر کاهش درد و بازیابی عملکردی در ورزشکاران مبتلا به ناراحتی‌های کشاله ران متمرکز است. این تفاوت بیانگر انعطاف‌پذیری BFR در کاربردهای عملکردی و درمانی است. همگرایی نتایج مثبت در این مطالعات از گنجاندن BFR در برنامه‌های جامع آمادگی جسمانی و توان‌بخشی ورزشکاران حمایت می‌کند. مقایسه بیشتر با مطالعات انجام‌شده بر تمرین مقاومتی در سالمندان نیز نشان می‌دهد که مداخلات ورزشی می‌توانند در جمعیت‌های مختلف اثربخش باشند. در حالی که آن مطالعات بهبود کیفیت زندگی و تحرک عملکردی در سالمندان را هدف قرار داده‌اند، پژوهش حاضر تمرکز خود را بر توان‌بخشی آسیب‌محور در ورزشکاران جوان قرار داده است (۱۸). این تفاوت، انعطاف‌پذیری رویکردهای درمانی مبتنی بر ورزش را برجسته کرده و نشان می‌دهد که شخصی‌سازی مداخله‌ها با توجه به ویژگی‌های فیزیولوژیکی هر گروه بسیار حائز اهمیت است. یک کارآزمایی بالینی تصادفی‌شده که تمرین مقاومتی با و بدون BFR را در سالمندان بررسی کرده بود، افزایش قابل توجهی در قدرت عضلات بازکننده زانو و عملکرد بدنی (براساس آزمون‌های برخاستن و رفتن به موقع (TUG) و نشستن–ایستادن (STS)) در گروه BFR گزارش کرد (۱۹). با وجود تفاوت در طراحی مطالعه و جمعیت نمونه، نتایج هر دو مطالعه اثربخشی BFR را تأیید می‌کنند، خواه در تقویت عملکرد سالمندان یا در مدیریت درد کشاله ران در

ورزشکاران. این یافته‌های مکمل، کاربرد وسیع BFR را در حوزه‌های درمانی و عملکردی نشان می‌دهند. علاوه بر این، تمرین BFR به‌طور گسترده‌ای در زمینه توان‌بخشی پس از جراحی، به‌ویژه بازسازی رباط صلیبی قدامی، مورد بررسی قرار گرفته است. مطالعات گذشته نشان داده‌اند که BFR در حفظ توده عضلانی و تسریع بهبودی بسیار مؤثر است (۲۰). در مطالعه حاضر، بازیکنان فوتبال دارای درد کشاله ران دچار اختلال در تمرین و مسابقه بودند؛ اما تلفیق تمرین BFR با تمرینات هدفمند موجب بهبود سریع در درد و عملکرد آنان در بازه زمانی نسبتاً کوتاهی شد. این موضوع نشان می‌دهد که BFR می‌تواند به‌عنوان یک روش مؤثر و زمان‌کوتاه برای بازتوانی شرایط مختلف اسکلتی–عضلانی فراتر از زمینه‌های جراحی مورد استفاده قرار گیرد. افزون بر این، مطالعات قبلی که تنها از پروتکل اصلاح‌شده هولمیش استفاده کرده‌اند، اثربخشی مناسبی در درمان دردهای مرتبط با عضلات اداکتور نشان داده‌اند. با این حال، یافته‌های ما نشان می‌دهند که ترکیب این پروتکل با تمرین BFR منجر به نتایج برتری می‌شود؛ از جمله کاهش سریع‌تر درد، بهبود بیشتر عملکرد، و بازگشت زودتر به ورزش (۲۱). این رویکرد ترکیبی به‌نظر می‌رسد هم سرعت و هم میزان بهبودی را ارتقا دهد و آن را به یک راهکار درمانی بسیار مؤثر برای آسیب‌های کشاله ران در جمعیت ورزشکار تبدیل کند.

نتیجه‌گیری نهایی

بر اساس یافته‌های آماری این پژوهش می‌توان نتیجه‌گیری کرد که تمرین با محدودیت جریان خون (BFR) تأثیر معناداری در کاهش درد کشاله ران در بازیکنان فوتبال دارد. زمانی که این روش با پروتکل اصلاح‌شده هولمیش ترکیب می‌شود، تمرین BFR به‌طور مؤثری موجب ترمیم عضلانی و بهبود عملکردی می‌شود. این مداخله، پتانسیل بالایی به‌عنوان روشی زمان‌کارآمد و ارزشمند از نظر بالینی برای تسریع روند توان‌بخشی در ورزشکاران مبتلا به آسیب‌های کشاله ران نشان می‌دهد.

سپاسگزاری

نگارنده بدین‌وسیله از دانشکده فیزیوتراپی مؤسسه KLE دانشگاه بلاگاوی به‌دلیل فراهم آوردن شرایط لازم برای اجرای این مطالعه، صمیمانه قدردانی می‌نماید.

ملاحظات اخلاقی

پیروی از اصول اخلاق پژوهش

تمامی اصول اخلاقی در این پژوهش رعایت شده است. به شرکت‌کنندگان در این پژوهش اجازه داده شده بود تا هر زمان که مایل بودند از روند پژوهش خارج شوند. همچنین تمامی شرکت‌کنندگان در جریان روند و مراحل مختلف شرکت در پژوهش قرار داشتند. به تمامی شرکت‌کنندگان این اطمینان داده شده بود که اطلاعات آن‌ها محرمانه نگه داشته می‌شود.

حامی مالی

این پژوهش هیچ‌گونه کمک مالی از سازمان‌های دولتی، خصوصی و غیرانتفاعی دریافت نکرده است.

مشارکت نویسندگان

تمام نویسندگان در طراحی، اجرا و نگارش همه بخش‌های پژوهش حاضر مشارکت داشته‌اند.

تعارض

بنابر اظهار نویسندگان، این مقاله تعارض منافع ندارد.

Reference

1. Mohamadi A, Letafatkar A, Hosseini SH, Heshmati S. The effect of six weeks of hamstring eccentric exercises on the postural control and knee joint proprioception in adolescent football players. Journal of Sport Biomechanics. 2017;3(3):15-25.

2. Thorborg K, Rathleff MS, Petersen P, Branci S, Hölmich P. Prevalence and severity of hip and groin pain in sub-elite male football: a cross-sectional cohort study of 695 players. Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports. 2017;27(1):107-114. [DOI:10.1111/sms.12623] [PMID]

3. Waldén M, Hägglund M, Ekstrand J. The epidemiology of groin injury in senior football: a systematic review of prospective studies. British Journal of Sports Medicine. 2015;49(12):792-797. [DOI:10.1136/bjsports-2015-094705] [PMID]

4. Crow JF, Pearce AJ, Veale JP, VanderWesthuizen D, Coburn PT, Pizzari T. Hip adductor muscle strength is reduced preceding and during the onset of groin pain in elite junior Australian football players. Journal of Science and Medicine in Sport. 2010;13(2):202-204. [DOI:10.1016/j.jsams.2009.03.007] [PMID]

5. Wilkerson GB, Giles JL, Seibel DK. Prediction of core and lower extremity strains and sprains in collegiate football players: a preliminary study. Journal of Athletic Training. 2012;47(3):264-272. [DOI:10.4085/1062-6050-47.3.17] [PMID]

6. Eslami A, Sahebozamani M, Bahiraei S. The effect of the FIFA 11+ Kids warm-up training program on lower limb injury prevention and football player performance: a systematic review. Journal of Sport Biomechanics. 2023;9(1):2-15. [DOI:10.61186/JSportBiomech.9.1.2]

7. The effects of supplementary low-load blood flow restriction training on morphological and performance-based adaptations in team sport athletes. Journal of Strength and Conditioning Research. 2017;31(8):2147-2154. [DOI:10.1519/JSC.0000000000001671] [PMID]

8. Hughes L, Paton B, Rosenblatt B, Gissane C, Patterson SD. Blood flow restriction training in clinical musculoskeletal rehabilitation: a systematic review and meta-analysis. British Journal of Sports Medicine. 2017;51(13):1003-1011. [DOI:10.1136/bjsports-2016-097071] [PMID]

9. Centner C, Wiegel P, Gollhofer A, König D. Effects of blood flow restriction training on muscular strength and hypertrophy in older individuals: a systematic review and meta-analysis. Sports Medicine. 2019;49(1):95-108. [DOI:10.1007/s40279-018-1013-2] [PMID]

10. Scott BR, Loenneke JP, Slattery KM, Dascombe BJ. Blood flow restricted exercise for athletes: a review of available evidence. Journal of Science and Medicine in Sport. 2016;19(5):360-367. [DOI:10.1016/j.jsams.2015.04.014] [PMID]

11. Weir A, Jansen JA, van de Port IG, Van de Sande HB, Tol JL, Backx FJ. Manual or exercise therapy for long-standing adductor-related groin pain: a randomised controlled clinical trial. Manual Therapy. 2011;16(2):148-154. [DOI:10.1016/j.math.2010.09.001] [PMID]

12. Luebbers PE, Witte EV, Oshel JQ, Butler MS. Effects of practical blood flow restriction training on adolescent lower-body strength. Journal of Strength and Conditioning Research. 2019;33(10):2674-2683. [DOI:10.1519/JSC.0000000000002302] [PMID]

13. Barber-Westin S, Noyes FR. Blood flow-restricted training for lower extremity muscle weakness due to knee pathology: a systematic review. Sports Health. 2019;11(1):69-83. [DOI:10.1177/1941738118811337] [PMID]

14. Erickson LN, Lucas KCH, Davis KA, et al. Effect of blood flow restriction training on quadriceps muscle strength, morphology, physiology, and knee biomechanics before and after anterior cruciate ligament reconstruction: protocol for a randomized clinical trial. Physical Therapy. 2019;99(8):1010-1019. [DOI:10.1093/ptj/pzz062] [PMID]

15. Thorborg K, Hölmich P, Christensen R, Petersen J, Roos EM. The Copenhagen Hip and Groin Outcome Score (HAGOS): development and validation according to the COSMIN checklist [published correction appears in British Journal of Sports Medicine. 2011 Jul;45(9):742]. British Journal of Sports Medicine. 2011;45(6):478-491. [DOI:10.1136/bjsm.2010.080937] [PMID]

16. Johnson EW. Visual analog scale (VAS). American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation. 2001;80(10):717. [DOI:10.1097/00002060-200110000-00001] [PMID]

17. Amani AR, Sadeghi H, Afsharnezhad T. Interval training with blood flow restriction on aerobic performance among young soccer players at transition phase. Montenegrin Journal of Sports Science and Medicine. 2018;7(2). [DOI:10.26773/mjssm.180901]

18. Kovač T, Marček T, Šarkanj B, et al. Fullerol C60 (OH)24 nanoparticles and drought impact on wheat (Triticum aestivum L.) during growth and infection with Aspergillus flavus. Journal of Fungi (Basel). 2021;7(3):236. [DOI:10.3390/jof7030236] [PMID]

19. Libardi CA, Chacon-Mikahil MP, Cavaglieri CR, et al. Effect of concurrent training with blood flow restriction in the elderly. International Journal of Sports Medicine. 2015;36(5):395-399. [DOI:10.1055/s-0034-1390496] [PMID]

20. Charles D, White R, Reyes C, Palmer D. A systematic review of the effects of blood flow restriction training on quadriceps muscle atrophy and circumference post ACL reconstruction. International Journal of Sports Physical Therapy. 2020;15(6):882-891. [DOI:10.26603/ijspt20200882] [PMID]

21. Yousefzadeh A, Shadmehr A, Olyaei GR, Naseri N, Khazaeipour Z. The effect of therapeutic exercise on long-standing adductor-related groin pain in athletes: modified Hölmich protocol. Rehabilitation Research and Practice. 2018; 2018:8146819. [DOI:10.1155/2018/8146819] [PMID]