Sport. Med. Stud, 2024, 16(40): 109-124, DOI: 10.22089/smj.2024.15975.1726

Sport Medicine Studies

Journal hompage: https://smj.ssrc.ac.ir

Original Article

Assessing Functional Strength Asymmetry and Change of Direction Speed in Soccer Players with Chronic Ankle Instability

Mostafa Ziaei[1], Vahid Zolaktaf[2], Hamed Esmaeili[3]

1. PhD student, Department of Sport Injuries and Corrective Exercises, Faculty of Sport Sciences, University of Isfahan, Isfahan, Iran
2. Professor, Department of Sport Injuries and Corrective Exercises, Faculty of Sport Sciences, University of Isfahan, Isfahan, Iran
3. Associate Professor, Department of Sport Injuries and Corrective Exercises, Faculty of Sport Sciences, University of Isfahan, Isfahan, Iran

Received: 20/11/2023, Revised: 11/03/2024, Accepted: 16/03/2024

* Corresponding Author: Vahid Zolaktaf, E-mail: v.zolaktaf@spr.ui.ac.ir

How to Cite: Ziaei, M; Zolaktaf, V; Esmaeili, H. (2024). Assessing Functional Strength Asymmetry and Change of Direction Speed in Soccer Players with Chronic Ankle Instability. Sport Medicine Studies, 16(40), 109-124. In Persian.

Extended Abstract

Background and Purpose

Soccer, a high-intensity sport, involves unilateral actions such as jumping and change of direction speed (CODS) (1). These motor skills are interconnected and essential for achieving successful performance, impacting match outcomes (2). Strength (jumping) and CODS are crucial components of this sport, and the ambition of teams to achieve top rankings has escalated the likelihood of injuries (3). The most common soccer injury is a lateral ankle sprain, often caused by a combination of inversion and plantarflexion during functional movements of soccer like CODS and jumps (4). Chronic ankle instability (CAI) is a common outcome of these sprains, with approximately 32% to 74% of individuals experiencing ongoing problems despite common treatments (5). Research has shown that CAI can lead to increased asymmetry in the lower limbs, increasing the athlete's risk of injury. Therefore, this study aimed to assess functional strength asymmetry and CODS in soccer players with CAI.

Materials and Methods

A cross-sectional design assessed inter-limb strength asymmetry and CODS in elite soccer players with CAI. Initially, a minimum sample size of 19 participants was calculated using G*Power software based on a squared multiple correlation of 0.36, power of 0.8, and significance level <0.05 (6).

Copyright: © 2023 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

However, thirty-two male elite soccer players with unilateral CAI (age=21.78±3.18 years; height=177.28±6.87 cm; mass=68.39±8.82 kg) participated, meeting inclusion criteria based on International Ankle Consortium recommendations. Tests were conducted barefoot on an indoor track. Each athlete performed three trials for each limb in all CODS and strength tests, with the average of these trials used for analysis. The dominant limb was the preferred kicking limb. Horizontal strength asymmetry was evaluated using the Single-leg Hop (SLH) and Triple Hop (SLTH) tests, while CODS asymmetry was assessed through the 180° turn and 90°Cut tests for both injured/uninjured and dominant/non-dominant limbs (6). Inter-limb asymmetries were quantified using the formula: 100/uninjured (and D) limb × injured (and ND) limb × -1 + 100, as recommended for unilateral tests (1). Asymmetry thresholds were determined for strength tests using the formula (mean of asymmetry + (0.2 × SD)) and for CODS tests using the formula (mean of asymmetry - (0.2 × SD)). The similar identification of asymmetry was calculated as (frequency of similar identification / number of athletes) × 100, with agreements ≥80% considered good. Within-session reliability was calculated using intraclass correlation coefficients (ICC) and coefficient of variation (CV), with minimum acceptable reliability set at ICC > 0.7 and CV < 10 (6). Paired t-tests were used to compare differences between limbs, while effect sizes were calculated using Hedges' g method and interpreted based on the Hopkins scale. The relationship between inter-limb strength asymmetry and CODS performance was calculated using Pearson's correlation coefficient and interpreted according to the Hopkins scale.

Findings

Acceptable reliability and levels of variation were observed for the injured and uninjured limbs in all variables. The mean and SD of CAIT scores for the injured and uninjured limbs were 17.47 ± 2.02 and 28.94 ± 1.08, respectively. Out of the total 32 players, 25 (78%) had CAI in their dominant limbs, while 7 (22%) experienced CAI in their non-dominant limbs. A significant difference was noted between the dominant and non-dominant limbs ($p<0.05$) as well as between the injured and uninjured limbs ($p<0.05$) in all tests. However, a more significant directional defect was observed between the injured and uninjured limbs (g SLH = 1.60, g SLTH = 1.10, g Mod505 = -1.97, g 90°Cut = -1.40) compared to the dominant and non-dominant limbs (g SLH = 0.59, g SLTH = 0.58, g Mod505 = -0.90, g 90°Cut = -0.74) (Table 1). A significant correlation was observed between inter-limb (injured/uninjured) asymmetry in the SLH test and Mod505 of the non-dominant limb (r=0.392), Mod505 of the injured limb (r=0.413), and inter-limb (injured/uninjured) asymmetry of Mod505 (r=-0.452). Additionally, a significant correlation was found between inter-limb (injured/uninjured) asymmetry in the SLTH test and 90°Cut of the dominant limb (r=0.362) and 90°Cut of the injured limb (r=0.373). Low levels of agreement were observed in the similar identification of inter-limb asymmetry between Hop and CODS tests (15.63–25%). Additionally, a weak level of agreement was observed in the similar identification of inter-limb asymmetry between Mod505 and 90°Cut (12.5%). The thresholds of asymmetry in Mod505 and 90°Cut were -11.90 and -10.23, respectively (Table 1), and 12 players showed asymmetry greater than these thresholds in both tests. In the SLH test, the asymmetry threshold was 9.68, and 15 players had asymmetry beyond this threshold, of which 8 players showed asymmetry in the Mod505 test and 5 players showed asymmetry in the 90°Cut test. In the SLTH test, the asymmetry threshold was 7.73, and 12 players had asymmetry beyond that, of which 5 players showed asymmetry in the Mod505 test and 5 players showed asymmetry in the 90°Cut test.

Table 1- Comparison of dominant vs. non-dominant and injured vs. uninjured limb for Hop and CODS performance

Variable	Dominant	Non-dominant	Asymmetry %	P	g	Injured	Uninjured	Asymmetry %	P	g	Asymmetry Threshold
SLH (cm)	141.03±11.33	147.18±9.34	-4.91±9.38	0.016	0.59	137.33±8.20	150.88±8.55	8.92±3.81	0.00	1.60	9.68
SLTH (cm)	440.02±36.82	459.54±29.79	-4.79±6.85	0.001	0.58	432.83±29.25	466.73±31.49	7.23±2.51	0.00	1.10	7.73
Mod505 (ms)	3197.69±210.06	3012.94±196.10	5.32±9.61	0.002	-0.90	3262.04±183.37	2948.58±125.92	-10.71±5.95	0.00	-1.97	-11.90
90°Cut (ms)	5417.16±403.75	5121.38±382.70	5.13±8.24	0.001	-0.74	5512.36±358.62	5041.80±304.24	-9.37±4.26	0.00	-1.40	-10.23

P≤0.05; SLH= Single-leg hop; SLTH= Single-leg triple hop; 90°Cut = change of direction 90°; Mod505= modified505; cm =centimeter; ms= millisecond

Conclusion

Studies have indicated that turning, cutting, and jumping are common traumatic actions in CAI, leading to increased inter-limb asymmetry (1–4). However, functional strength asymmetry and CODS in elite soccer players with CAI have not been thoroughly analyzed. This study introduced specific asymmetry thresholds for horizontal functional strength and CODS in elite soccer players with CAI. Furthermore, the study highlighted that the dominant limb, crucial for performing soccer skills, sustains significantly more injuries. This can notably impair the performance of soccer players with CAI during functional soccer activities such as turning, cutting, and jumping. While correlations were observed between inter-limb strength asymmetry and CODS, there were low levels of agreement in similar identification of inter-limb asymmetry across tests. This discrepancy highlights that asymmetries are task-specific. Therefore, preparation and rehabilitation programs must include tests that assess these skills to avoid bias in result interpretation and identify deficits in movement patterns.

Keywords: Soccer, Asymmetry, Functional Strength, Change of Direction Speed, Ankle

Article Message

This study can enhance understanding and awareness of inter-limb strength asymmetry and change of direction speed and their mutual effect on elite soccer players with CAI. The findings from this study can also prove effective in optimizing CAI preparation and rehabilitation programs.

مطالعات طب ورزشی، تابستان ۱۴۰۳، دوره ۱۶، شماره ۴۰، صص ۱۲۴-۱۰۹.DOI: 10.22089/smj.2024.15975.1726

مطالعات طب ورزشی
Journal hompage: https://smj.ssrc.ac.ir

مقالۀپژوهشی

ارزیابی عدم‌تقارن قدرت عملکردی و سرعت تغییر مسیر بازیکنان فوتبال مبتلا به ناپایداری مزمن مچ پا

مصطفی ضیایی[۱]، وحید ذوالاکتاف[۲]، حامد اسماعیلی[۳]

۱. دانشجوی دکتری آسیب شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران
۲. استاد گروه آسیب شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران
۳. دانشیار گروه آسیب شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۸/۲۹ ، تاریخ اصلاح: ۱۴۰۲/۱۲/۲۱ ، تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۱۲/۲۶

* Corresponding Author: Vahid Zolaktaf, E-mail: v.zolaktaf@spr.ui.ac.ir

How to Cite: Ziaei, M; Zolaktaf, V; Esmaeili, H. (2024). Assessing Functional Strength Asymmetry and Change of Direction Speed in Soccer Players with Chronic Ankle Instability. Sport Medicine Studies, 16(40), 109-124. In Persian.

چکیده

ناپایداری مزمن مچ پا منجر به افزایش عدم‌تقارن در اندام تحتانی می‌شود. با این حال عدم‌تقارن قدرت و سرعت تغییر مسیر بازیکنان فوتبال دارای ناپایداری مزمن مچ پا مورد تجزیه‌وتحلیل قرار نگرفته است. هدف مطالعه حاضر ارزیابی عدم‌تقارن قدرت عملکردی و سرعت تغییر مسیر بازیکنان فوتبال دارای ناپایداری مزمن مچ پا می‌باشد. سی و دو بازیکن حرفه‌ای مرد فوتبال دارای ناپایداری مزمن مچ پا در این مطالعه شرکت کردند. از آزمون‌های هاپ یک‌گانه-و-سه‌گانه تک‌پا برای ارزیابی عدم‌تقارن قدرت افقی و از آزمون‌های چرخش°۱۸۰و برش°۹۰ برای ارزیابی عدم‌تقارن سرعت تغییر مسیر پای آسیب‌دیده-سالم و غالب-غیرغالب استفاده شد. نتایج نشان داد به ترتیب ۲۵(۷۸٪) و ۷(۲۲٪) بازیکن در پای غالب و غیرغالب به آسیب مبتلا بودند. بین عدم‌تقارن هاپ یک‌گانه و عملکرد چرخش °۱۸۰ در پای غیرغالب (r=۰.۳۹۲؛P=۰.۰۲۷)، آسیب‌دیده (r=۰.۴۱۳؛P=۰.۰۱۹)، و عدم‌تقارن پای آسیب‌دیده و سالم (r=-۰.۴۵۲؛P=۰.۰۰۹) ارتباط معناداری مشاهده شد. ارتباط معناداری نیز بین عدم‌تقارن هاپ سه‌گانه و عملکرد برش °۹۰ در پای غالب (r=۰.۳۶۲؛P=۰.۰۴۲) و پای آسیب‌دیده (r=۰.۳۷۳؛P=۰.۰۳۶) مشاهده شد. با این حال، بین سایر متغیرها ارتباط معناداری مشاهده نشد (P>۰.۰۵). توافقات کم برای تشخیص مشابه بین آزمون‌های سرعت تغییر مسیر با هاپ (۲۵- ۶۳٪.۱۵) و بین آزمون های سرعت تغییر مسیر (۱۲.۵٪) نشان داده شد. با توجه به اینکه پای غالب مسئول انجام مهارت‌های فوتبال است، می‌تواند توانایی بازیکنان فوتبال دارای ناپایداری مزمن مچ پا را حین فعالیت‌های عملکردی فوتبال کاهش دهد؛ بنابراین با توجه به ارتباط بین عدم‌تقارن قدرت افقی و سرعت تغییر مسیر چندجهته، پیشنهاد می‌شود در برنامه‌های آماده‌سازی و توانبخشی، تمریناتی با هدف کاهش عدم‌تقارن قدرت افقی به‌منظور بهبود عملکرد سرعت تغییر مسیر طراحی شود.

Copyright: © 2023 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

واژگان کلیدی: فوتبال، عدم‌تقارن، قدرت عملکردی، سرعت تغییر مسیر، مچ پا.

مقدمه

فوتبال پرطرفدارترین ورزش جهان است که حدود ۲۷۰ میلیون نفر را در سراسر جهان به خود مشغول کرده است. ماهیت خاص این ورزش، انجام فعالیت‌های قدرتی و تغییر مسیر ناگهانی، و تلاش تیم‌ها برای کسب رتبه‌های برتر احتمال بروز آسیب را افزایش داده است (۳-۱). اطلاعات اپیدمیولوژیک نشان می‌دهد که میزان شیوع آسیب در بازیکنان فوتبال حدود ۱۰ تا ۳۵ آسیب در هر ۱۰۰۰ ساعت مسابقه است. به این معنا که هر بازیکن در هر سال حداقل با یک آسیب روبرو می‌شود (۱). اندام تحتانی با اختصاص ۸۷ درصد از آسیب‌ها؛ آسیب‌پذیرترین ناحیه در بازیکنان فوتبال است و مچ پا با اختصاص ۷۶ درصد از این آسیب‌ها بیشترین میزان آسیب را دارد. به عبارت دیگر، در هر ۱۰۰۰ ساعت فعالیت فوتبال، حدود ۱۱.۳۵ آسیب مچ پا رخ می‌دهد (۴). همچنین طبق گزارشات سیستم نظارت بر آسیب انجمن ملی ورزش[1](NCAA)، اسپرین خارجی مچ پا شایع‌ترین آسیب در ورزشکاران شناخته شده است (۵).

رایج‌ترین مکانیزم آسیب اسپرین خارجی مچ پا در فوتبال ترکیب اینورژن و پلانتارفلکشن است. این مکانیسم طی حرکات عملکردی این ورزش، مانند تغییر مسیرهای ناگهانی (حرکات چرخشی و برشی) و پرش و فرودهای مکرر رخ می‌دهد (۱,۶,۷). ناپایداری مزمن مچ پا[2] (CAI) از پیامدهای اسپرین مچ پا است که با احساس ناپایداری، اسپرین و خالی کردن مکرر مچ پا متمایز می‌شود (۵,۸)، و علیرغم درمان‌های رایج، حدود ۳۲٪ تا ۷۴٪ از افراد مشکلات مداومی را تجربه می‌کنند (۸). در ادبیات نشان داده شده است که ناپایداری مزمن مچ پا منجربه افزایش عدم‌تقارن در اندام تحتانی می‌شود (۹) و این عدم‌تقارن به طور چشمگیر ورزشکار را در معرض خطر آسیب قرار می‌دهد (۶).

عدم‌تقارن در ورزش یک عامل خطر ذاتی قابل‌اصلاح است که می‌تواند منجر به اختلال عملکردی و افزایش بروز آسیب شود (۱۰,۱۱). طبق تئوری کنترل حرکتی، عدم‌تقارن محدودیتی بالقوه است که باعث ایجاد تغییراتی در قدرت، کنترل عصبی عضلانی، دامنه حرکتی، و استراتژی‌های حرکتی ورزشکاران می‌شود (۱۲). همچنین، عدم‌تقارن می‌تواند باعث تولید الگوهای عملکردی ناکارآمد و غیرعادی شود که در نهایت سبب ایجاد خستگی یا انباشته شدن میکروتروما شود (۱۱,۱۲). این استراتژی‌های حرکتی ناکارآمد و غیرعادی منجر به اتخاذ وضعیت بدنی نامناسب حین اجرا شده و باعث می‌شود سلامت ماهیچه‌ها و مفاصل به خطر افتد و احتمال آسیب افزایش یابد (۱۱,۱۲).

عدم‌تقارن بین اندام‌ها معمولاً از طریق آزمون‌های آزمایشگاهی نظیر دایناموم‌تری ایزوکینتیک و صفحه نیرو ارزیابی می‌شود (۶). با این حال، ارزیابی‌های ذکر شده علاوه بر تجهیزات گران‌قیمت نیاز به صرف مدت زمان طولانی برای جمع‌آوری و تجزیه و تحلیل داده‌ها دارد (۶). روش دیگر، استفاده از آزمون‌های عملکردی-میدانی هاپ (Hop) و سرعت تغییر مسیر (CODS[3]) است (۶).

آزمون‌های هاپ یک‌گانه (SLH[4]) و سه‌گانه (SLTH[5]) تک پا برای مسافت، کاربردی آسان و مقرون‌به‌صرفه دارند. این آزمون‌ها ضمن ایجاد معیاری بسیار قابل‌اعتماد از عملکرد اندام تحتانی، قادر به تشخیص عدم‌تقارن هستند (۶,۹). این آزمون‌ها علاوه

1. National Collegiate Athletic Association
2. Chronic Ankle Instability
3. Change of direction speed
4. Single leg hop for distance
5. Single leg triple hop for distance

بر اینکه یک معیار در اندازگیری قدرت، توان، نیروی پیشران و جذب نیروی اندام تحتانی محسوب می‌شوند، می‌توانند اطلاعات مفیدی را برای طراحی برنامه‌های توانبخشی و تمرینی فراهم کنند (۶,۹).

توانایی تغییر مسیر یکی از مؤلفه‌های کلیدی در ورزش‌های چندجهته مانند فوتبال است و تحت تأثیر ویژگی‌های تکنیکی، سرعت، قدرت، و توان اندام تحتانی است (۱۳,۱۴). همان‌گونه که قبلا ذکر شد، تغییر مسیر ناگهانی باعث ایجاد مکانیسم آسیب اسپرین خارجی مچ پا می‌شود (۱,۶,۷). از سوی دیگر، عدم‌تقارن قدرت بین اندام که نقش مهمی در وقوع این آسیب دارد (۶,۸,۹)، از مولفه‌های موثر بر سرعت تغییر مسیر (CODS) است (۶,۱۰,۱۳). از نظر تئوری، قدرت برای کاهش و افزایش نیروی پیشران در CODS به‌عنوان یک مزیت محسوب می‌شود (۱۳). با این حال، هنوز مشخص نیست که آیا عدم‌تقارن قدرت در بازیکنان فوتبال مبتلابه CAI بر CODS تأثیر منفی دارد یا خیر؟

محققین نشان داده‌اند که افراد مبتلابه CAI در آزمون‌های CODS و سرعت، کاهش عملکرد را نشان می‌دهند (۱۵). مطالعه‌ای با مقایسه عملکرد افراد مبتلا به CAI و سالم با استفاده از آزمون‌های CODS و سرعت نشان داد افراد مبتلا به CAI در مقایسه با افراد سالم عملکرد ضعیف‌تری دارند (۱۵). همچنین نشان داده شده است که ورزشکاران کندتر در CODS، عدم‌تقارن بیشتری را در ارتفاع پرش عمودی یک‌طرفه (۱۶)، قدرت واکنشی (۱۷)، و گشتاور اسنتریک همسترینگ (۱۸) نشان می‌دهند. با این حال، ادبیات موجود در این زمینه یافته‌های متناقضی را گزارش کرده‌اند. به‌عنوان مثال، گزارش شده است که عدم‌تقارن در پرش عمودی یک‌طرفه هیچ تاثیر مخربی در CODS ندارد (۱۹,۲۰)، حتی مطالعه‌ای نشان داد که ورزشکاران با عدم‌تقارن بیشتر در گشتاور اکستنسوری زانو، عملکرد سریعتری در فعالیت‌های CODS از خود نشان می‌دهند (۱۸). فقدان اتفاق نظر موجود را می‌توان با تفاوت در روش‌های ارزیابی عدم‌تقارن، تکالیف CODS، زاویه تغییر جهت، محاسبه عدم‌تقارن، روش‌های تحلیل آماری و جامع آماری توضیح داد.

تا آنجایی که ما می‌دانیم، تنها یک مطالعه آن هم روی ورزشکاران سالم انجام شده که تأثیر عدم‌تقارن قدرت بین اندام (Unilateral hops for distance) را بر CODS بررسی کرده است. این مطالعه نشان می‌دهد که عدم‌تقارن در قدرت هیچ اثر مخربی بر CODS ندارد (۶). این مطالعه برای مربیان آماده‌سازی و متخصصین توانبخشی اهمیت دارد زیرا رابطه بین قدرت (SLH و SLTH) و CODS (Mod505 و Change of direction 90°) را مشخص می‌کند و نشان می‌دهد که بازیکنان فوتبال مبتلا به CAI باید در چه سطوح حرکتی عملکرد را توسعه دهند. علاوه بر این، مطالعه حاضر نشان خواهد داد که آیا عدم‌تقارن قدرت در سطح افقی می‌تواند بر سرعت تغییر مسیر چندجهته بازیکنان فوتبال مبتلا به CAI تأثیر بگذارد یا خیر. در نهایت، نتایج این مطالعه می‌تواند به عنوان راهنمایی در طراحی برنامه‌های آماده‌سازی و توانبخشی برای بازیکنان فوتبال مبتلا به CAI استفاده شود.

اهداف این مطالعه عبارت بودند از: ۱) مقایسه قدرت عملکردی (SLH و SLTH) و سرعت تغییر مسیر (Mod505 و 90°Cut) بین اندام آسیب‌دیده/سالم، و غالب/غیرغالب؛ همچنین تعیین آستانه عدم‌تقارن بین اندام آسیب‌دیده و سالم در بازیکنان فوتبال مبتلا به CAI، ۲) بررسی رابطه بین عدم‌تقارن قدرت (اندام آسیب‌دیده/سالم) و عملکرد CODS. ۳) تعیین اینکه آیا بازیکنان فوتبال مبتلا به CAI حین انجام فعایت‌های قدرتی (SLH و SLTH) و تغییرات مسیر ناگهانی (Mod505 و 90°Cut)، برتری جهت‌دار نشان می‌دهند یا خیر.

فرض بر این بود هنگام مقایسه اندام غالب با غیرغالب هیچ تفاوتی در آزمون‌های قدرت (SLH و SLTH) و CODS (Mod505 و 90°Cut) یافت نمی‌شود. با این حال، تفاوت‌هایی هنگام مقایسه اندام آسیب‌دیده با سالم یافت می‌شود. علاوه بر این، فرض بر این بود که عدم‌تقارن بیشتر در قدرت باعث عملکرد کندتر CODS می‌شود.

روش پژوهش

این پژوهش در آزمایشگاه علوم ورزشی دانشگاه اصفهان با کد اخلاق (IR.UI.REC.1402.111) انجام شد. حجم نمونه با استفاده از نرم افزار G*Power بر اساس مجذور همبستگی چندگانه ۰.۳۶ (حداکثر ضریب پیش‌بینی گزارش شده برای مطالعات مشابه)، توان آماری ۰.۸، با سطح a <۰.۰۵ حداقل ۱۹ نفر محاسبه شد (۶,۱۶). با این حال، ۳۲ بازیکن حرفه‌ای مرد فوتبال مبتلا به CAI (میانگین ± انحراف معیار؛ جرم ۸.۸۲±۶۸.۳۹، قد ۶.۸۷±۱۷۷.۲۸، سن ۳.۱۸±۲۱.۷۸) در این مطالعه شرکت کردند. اندام غالب تقریبا ۶۹٪ از بازیکنان پای راست (n=۲۲) و ۳۱٪ پای چپ (n=۱۰) بود؛ همچنین اندام آسیب‌دیده تقریبا ۷۸٪ پای غالب (n=۲۵) و ۲۲٪ پای غیرغالب (n=۷) بود.

معیارهای ورود بر اساس توصیه‌های کنسرسیوم بین‌المللی مچ پا بود (۲۱). علاوه بر این، شرکت‌کنندگان باید حداقل دارای یکی از معیارهای زیر می‌بودند: ۱- حداقل دو احساس خالی شدن در شش ماه گذشته ۲- بیش از یک اسپرین خارجی در همان مچ پا ۳- احساس بی‌ثباتی که در ابزار بی‌ثباتی مچ پا کامبرلند[1] (CAIT) به عنوان امتیاز برابر یا کمتر از ۲۴ از ۳۰ تعریف می‌شود (۲۱).

مردان با دامنه سنی ۱۸ تا ۳۵ سال با سابقه ناپایداری مزمن یک‌طرفه مچ پا و سابقه بازی در یکی از لیگ‌های کشوری وارد پژوهش شدند. معیارهای خروج شامل اسپرین مچ پا در ۳ ماه قبل از شروع پژوهش، ابتلا به هرگونه اختلالات عصبی، درد یا آسیب در سایر نواحی اندام تحتانی که نیاز به اصلاح یا جراحی داشته باشد. شرکت‌کنندگان پیش از ورود به پژوهش از هدف کلی و روند اجرای پژوهش مطلع شدند و پس از تکمیل فرم رضایت آگاهانه در پژوهش شرکت کردند.

شرکت‌کنندگان یک پروتکل گرم‌کردن پیش‌رونده را با نظارت پژوهشگر انجام دادند. پروتکل شامل ۵ دقیقه تمرینات کششی پویا، فعال‌سازی و تحرک‌پذیری با وزن بدن (اسکوات و لانچ) و ۱۰ دقیقه تمرینات جاگینگ، جهیدن‌های متنوع[2،3]، و دویدن آهسته و سریع بود (۶). همچنین در انتها به منظور آشنایی با شرایط آزمون، ۳ تلاش آزمایشی را برای هر آزمون انجام دادند. در ادامه، آن‌ها هریک از آزمون‌ها را ۳ بار تکمیل کردند. تمامی آزمون‌ها در شرایط پابرهنه در یک سالن سرپوشیده انجام شد. پایی به عنوان پای غالب در نظر گرفته شد که شرکت‌کنندگان حداقل دو شوت از سه شوت را با آن می‌زدند (۳).

آزمون‌های Hop (Single leg hop و Single leg triple hop)

آزمون‌های SLH و SLTH عملکرد پرش افقی[4] (قدرت اندام تحتانی در سطح افقی) را اندازه‌گیری می‌کنند (۶,۱۱). این آزمون‌ها مطابق با تحقیقات پیشین انجام شدند. سه تلاش آزمایشی در هر آزمون روی هر پا (آسیب‌دیده و سالم) برای کنترل

1. Cumberland ankle instability tool
2. Bounding
3. skipping
4. Horizontal

اثرات یادگیری انجام شد. برای ایزوله کردن عملکرد اندام تحتانی، شرکت‌کنندگان آزمون‌ها را در حالت دست به کمر[1] انجام دادند. همچنین آن‌ها ملزم به اجرای کانترموومنت[2] پیش از پرش بودند.

در آزمون SLH از شرکت‌کنندگان خواسته شد پس از انجام کانترموومنت تا آنجا که ممکن است روی یک پا به جلو بپرند و دوباره روی همان پا فرود بیایند. در آزمون SLTH شرکت‌کنندگان می‌بایست سه پرش متوالی را با حداکثر توان روی یک پا انجام داده و روی همان پا فرود پایدار داشته باشند. درصورت عدم نگه‌داشتن فرود به مدت حداقل دو ثانیه یا جابجایی دست‌ها از کمر، آزمون نادیده گرفته می‌شد و پس از یک دقیقه استراحت، آزمون دیگری انجام می‌شد. مسافت با استفاده از متر نواری با دقت ۰.۰۱ متر اندازه‌گیری شد. میانگین عملکرد سه تلاش برای هر پا (آسیب‌دیده و سالم) در هر آزمون برای تجزیه و تحلیل استفاده شد. استراحت بین هر تلاش یک دقیقه بود (۶).

آزمون‌های سرعت تغییر مسیر (Modified 505 و Change of direction 90°)

شرکت‌کنندگان پس از آزمون‌های هاپ ۱۰ دقیقه استراحت کردند و سپس آزمون‌های CODS را تکمیل کردند. آزمون‌های CODS شامل Mod505 و 90°Cut بود که به ترتیب توانایی چرخش و برش را ارزیابی می‌کنند (۶,۲۲). زمان کل با استفاده از گیت‌های زمان‌بندی فوتوسل مادون قرمز [3] که تقریباً در ارتفاع مفصل ران شرکت‌کنندگان قرار داشت، اندازه‌گیری شد.

در مجموع شش تلاش در هر آزمون CODS انجام شد؛ سه تلاش با قرار دادن پای آسیب‌دیده و سه تلاش دیگر با قرار دادن پای سالم حین تغییر مسیر تکمیل شد. دو دقیقه استراحت بین هر تلاش به منظور حذف اثر خستگی و همچنین برای حذف اثر یادگیری، سه تلاش آزمایشی انجام شد تا شرکت‌کنندگان با الگوهای حرکتی آشنا شوند (۶,۲۲).

آزمون Mod505 شامل دویدن تا یک خط مشخص شده در فاصله ۵ متری از گیت فوتوسل مادون قرمز (خط شروع ۰.۳ متر پشت گیت قرار داشت)، قرار دادن پای آسیب‌دیده یا سالم روی خط، چرخش ۱۸۰ درجه و دویدن سریع مسافت ۵ متری و عبور از گیت بود (۶). برای انجام آزمون 90°Cut به شرکت‌کنندگان آموزش داده شد که دو تغییر جهت ۹۰ درجه را با یک پا، برای مجموع مسافت ۲۰ متر انجام دهند. شرکت‌کننده پشت خط شروع که ۰.۳ متر عقب‌تر از گیت قرار داشت، آزمون را شروع کرد. اولین تغییر جهت (برش) پس از مسافت ۶.۶۶ متر انجام شد، سپس شرکت‌کننده ۶.۶۶ متر را قبل از تغییر جهت ۹۰ درجه دوم دوید و نهایتاً ۶.۶۶ متر دیگر را با سرعت تا خط پایان دوید. اگر شرکت‌کننده قبل از تماس با خط چرخش، جهت خود را تغییر می‌داد و یا جهت را با پای نادرست تغییر می‌داد، آزمون نادیده گرفته می‌شد و باید آزمون دیگری پس از استراحت انجام می‌شد. سه تلاش در هر آزمون برای هر پا (آسیب‌دیده و سالم) به طور متناوب با یک استراحت ۱.۵ دقیقه‌ای بین تلاش‌ها انجام شد و میانگین عملکرد هر پا در هر آزمون برای تجزیه و تحلیل استفاده شد (۲۲). ترتیب انجام آزمون‌ها به صورت تصادفی بود.

شاخص عدم‌تقارن با استفاده از فرمول‌های زیر برای اندام آسیب‌دیده و سالم و برای اندام غالب و غیرغالب محاسبه شد. این روش به‌عنوان روشی مناسب برای محاسبه عدم‌تقارن بین اندام در آزمون‌های یک‌طرفه پیشنهاد شده است (۲۲).

فرمول ۱ برای اندام آسیب‌دیده و سالم: $\frac{100}{\text{پای سالم} * \text{پای آسیب‌دیده}^{-1}} + 100$

فرمول ۲ برای اندام غالب و غیرغالب: $\frac{100}{\text{پای غیربرتر} * \text{پای برتر}^{-1}} + 100$

1. Akimbo pose
2. Countermovement
3. Photocell Beams

برای تعیین آستانه عدم‌تقارن برای آزمون‌های Hop از فرمول ((انحراف استاندارد×۰.۲)+میانگین عدم‌تقارن) و برای آزمون‌های CODS از فرمول ((انحراف استاندارد×۰.۲)-میانگین عدم‌تقارن) استفاده شد. افراد با رکورد بالاتر از آستانه به عنوان نامتقارن و افراد با رکورد زیر آستانه به عنوان متقارن طبقه‌بندی شدند (۶,۲۲). ضرب انحراف استاندارد بین آزمودنی‌ها در ۰.۲ کوچکترین تغییر ارزشمند[1](SWC) در میانگین را برای نمونه نشان می‌دهد (۲۰).

سطح توافق بین تشخیص مشابه عدم‌تقارن در CODS و Hop با استفاده از فرمول (فراوانی تشخیص مشابه/ تعداد آزمودنی‌ها) × ۱۰۰ محاسبه شد. درصد توافق بزرگتر یا مساوی با ۸۰٪ خوب در نظر گرفته شد.

آمار توصیفی برای توصیف متغیرها و آزمون شاپیرو-ویلک برای بررسی نرمال بودن متغیرها استفاده شد. پایایی درون جلسه‌ای آزمون‌ها از طریق ضرایب همبستگی درونی (ICC)، فاصله اطمینان (CI) ٪۹۵، و ضریب تغییرات (CV) (انحراف استاندارد/ میانگین × ۱۰۰) محاسبه شد. حداقل پایایی قابل قبول با ICC >۰.۷ و CV < ۱۰ تعیین شد (۶). تفاوت بین اندام‌ها با آزمون t زوجی محاسبه شد. اندازه اثر با استفاده از روش Hedges' g محاسبه و با مقیاس Hopkins تفسیر شد (کمتر از ۰.۲ ناچیز، ۰.۲ تا ۰.۵۹ کم، ۰.۶ تا ۱.۱۹ متوسط، ۱.۲۰ تا ۲ بزرگ، ۲.۱ تا ۳.۹۹ خیلی بزرگ، بیشتر از ۴ عالی) (۶). ارتباط بین عدم‌تقارن پای آسیب‌دیده و سالم در آزمون Hop با عملکرد CODS با استفاده از ضریب همبستگی پیرسون محاسبه و با استفاده از مقیاس Hopkins تفسیر شد (۰ تا ۰.۳± کم، ۰.۳۱± تا ۰.۴۹± متوسط، ۰.۵± تا ۰.۶۹± بزرگ، ۰.۷± تا ۰.۸۹± خیلی بزرگ، ۰.۹ ± تا ۱± عالی) (۲۰). تمامی تجزیه و تحلیل‌های آماری با استفاده از نرم‌افزار SPSS انجام شد.

نتایج

پایایی و سطوح تغییرات قابل‌قبولی به ترتیب برای پای سالم و آسیب‌دیده در همه متغیرها مشاهده شد SLH (۵.۹۷-CV=۵.۶۷ ،ICC=۰.۹۵-۰.۹۶)؛ SLTH (CV=۶.۷۵-۶.۷۶ ،ICC=۰.۹۶-۰.۹۵)؛ Mod505 (CV=۴.۲۷-۵.۶۲ ،۰.۹۴-ICC=۰.۹۲)؛ 90°Cut (CV=۶.۰۳-۶.۵۱ ،ICC=۰.۹۴-۰.۹۷). میانگین و انحراف استاندارد CAIT بازیکنان فوتبال به ترتیب برای پای مبتلا به CAI ۲.۰۲ ± ۱۷.۴۷ و برای پای سالم ۱.۰۸ ± ۲۸.۹۴ بود.

باتوجه‌به اینکه از مجموع ۳۲ شرکت‌کننده به ترتیب ۲۵ (۷۸٪) و ۷ (۲۲٪) نفر در پای غالب و غیرغالب مبتلا به آسیب CAI بودند؛ تفاوت معناداری هم بین پای غالب و غیرغالب (P<۰.۰۵) و هم بین پای آسیب‌دیده و سالم (P<۰.۰۵) در آزمون‌های Hop و CODS مشاهده شد (جدول ۱). با این حال، نقص جهت‌دار (ضعف رکوردهای پای آسیب‌دیده نسبت به سالم در برابر ضعف رکوردهای پای غالب نسبت به غیرغالب) بیشتری در مقایسه پای آسیب‌دیده و سالم (۱.۹۷- تا ۱.۱۰=g) نسبت به پای غالب و غیرغالب (۰.۹۰- تا ۰.۵۸=g) در آزمون‌های Hop و CODS مشاهده شد (جدول ۱).

1. Smallest Worthwhile Change

جدول ۱- مقایسه پای غالب در مقابل غیرغالب و پای آسیب‌دیده در مقابل سالم برای عملکرد Hop و CODS

Table 1: Comparison of Dominant vs. Non-dominant and Injured vs. Healthy Leg Performance for Hop and CODS

آستانه عدم‌تقارن (٪) Asymmetry Threshold	g	P	عدم‌تقارن (٪) Asymmetry	سالم Uninjured	آسیب‌دیده Injured	g	P	عدم‌تقارن (٪) Asymmetry	غیرغالب Non-dominant	غالب Dominant	متغیر Variable
9.68	1.60	0.000	8.92±3.81	150.88±8.55	137.33±8.20	0.59	0.016	-4.91±9.38	147.18±9.34	141.03±11.33	SLH (cm)
7.73	1.10	0.000	7.23±2.51	466.73±31.49	432.83±29.25	0.58	0.001	-4.79±6.85	459.54±29.79	440.02±36.82	SLTH (cm)
-11.90	-1.97	0.000	-10.71±5.95	2948.58±125.92	3262.04±183.37	-0.90	0.002	5.32±9.61	3012.94±196.10	3197.69±210.06	Mod505 (ms)
-10.23	-1.40	0.000	-9.37±4.26	5041.80±304.24	5512.36±358.62	-0.74	0.001	5.13±8.24	5121.38±382.70	5417.16±403.75	90˚Cut (ms)

P≤0.05; SLH= Single-leg hop; SLTH= Single-leg triple hop; 90˚Cut = change of direction 90°; Mod505= modified505; cm =centimeter; ms= millisecond

ارتباط متوسط و معناداری بین عدم‌تقارن پای آسیب‌دیده و سالم در آزمون SLH با Mod505 پای غیرغالب (*r*=۰.۳۹۲)، Mod505 پای آسیب‌دیده (*r*=۰.۴۱۳) و عدم‌تقارن پای آسیب‌دیده و سالم Mod505 (*r*=-۰.۴۵۲) مشاهده شد. همچنین ارتباط متوسط و معنادار بین عدم‌تقارن پای آسیب‌دیده و سالم در آزمون SLTH با 90°Cut پای غالب (*r*=۰.۳۶۲)، و 90°Cut پای آسیب‌دیده (*r*=۰.۳۷۳) مشاهده شد (جدول ۲). توافق تشخیص مشابه همراه با فراوانی طبقه‌بندی عدم‌تقارن آزمون‌ها در جدول ۳ ارائه شده است. بین عدم‌تقارن در آزمون‌های Hop و CODS توافق پایینی (۲۵٪-۱۵.۶۳٪) مشاهده شد. همچنین توافق ضعیفی بین عدم‌تقارن Mod505 و 90°Cut (۱۲.۵٪) مشاهده شد (جدول ۳).

جدول ۲- نتایج آزمون همبستگی پیرسون بین عدم‌تقارن Hop و CODS

Table 2: Results of Pearson Correlation Test between Hop and CODS Asymmetry

Injured to uninjured asymmetry عدم‌تقارن پای آسیب‌دیده به پای سالم	Mod505 ND پای غیرغالب	Mod505 D پای غالب	90°Cut ND پای غیرغالب	90°Cut D پای غالب	Mod505 Injured پای آسیب‌دیده	Mod505 Uninjured پای سالم	90°Cut Injured پای آسیب‌دیده	90°Cut Uninjured پای سالم	Mod505 Asymmetry عدم‌تقارن	90°Cut Asymmetry عدم‌تقارن
SLH هاپ یک‌گانه تک‌پا	0.392†	-0.008	0.312	-0.096	0.413†	-0.005	0.115	0.146	-0.452‡	0.018
SLTH هاپ سه‌گانه تک‌پا	0.008	0.054	0.242	0.362†	0.064	0.011	0.373†	0.284	-0.051	-0.173

‡معناداری در سطح ۰.۰۱؛ †معناداری در سطح ۰.۰۵؛ اعداد بیانگر *r*؛ D= غالب؛ ND= غیرغالب

‡Significant (P≤0.01); †Significant (P≤0.05); Numbers represent *r;* D= Dominant; ND= Non-dominant

جدول ۳- فراوانی و درصد توافق تشخیص مشابه بین طبقه‌بندی‌های عدم‌تقارن

Table 3: Frequency and Agreement Percentage of Similar Asymmetry Classification Diagnosis

SLTH	SLH	90°Cut	Mod505	تقارن (Symmetry) / عدم‌تقارن (Asymmetry)	فراوانی (تعداد=) Frequency (n=)
20	17	20	20		
12	15	12	12		
15.63 (5)	25 (8)	12.5(4)	-		درصد توافق با عملکرد Mod505 (تشخیص مشابه) % agreement with mod505 (Similar identification) performance
15.63(5)	15.63 (5)	-	12.5 (4)		درصد توافق با عملکرد 90°Cut (تشخیص مشابه) % agreement with cutting performance (Similar identification)

SLH= Single-leg hop; SLTH= Single-leg triple hop; 90°Cut = change of direction 90°; Mod505= modified505

آستانه عدم‌تقارن در عملکرد Mod505 و 90°Cut به ترتیب ۱۱.۹۰- و ۱۰.۲۳- بود که ۱۲ بازیکن عدم‌تقارن بیشتر از این آستانه را در هر ۲ آزمون نشان دادند (جدول ۱ و ۳). در آزمون SLH، آستانه عدم‌تقارن ۹.۶۸ بود که ۱۵ بازیکن عدم‌تقارن فراتر از آن داشتند. از این تعداد، ۸ بازیکن عدم‌تقارن را در آزمون Mod505 و ۵ بازیکن عدم‌تقارن را در آزمون 90°Cut نشان دادند. در آزمون SLTH، آستانه عدم‌تقارن ۷.۷۳ بود که ۱۲ بازیکن عدم‌تقارن فراتر از آن داشتند. از این تعداد، ۵ بازیکن عدم‌تقارن را در آزمون Mod505 و ۵ بازیکن عدم‌تقارن را در آزمون 90°Cut نشان دادند (جدول ۱ و ۳).

بحث و نتیجه‌گیری

اگرچه چرخش و برش (CODS) به‌عنوان حرکات آسیب‌زا در آسیب CAI شناخته می‌شوند (۱,۶,۷)، اما عملکرد پرش یک‌طرفه (Hop) در بازیکنان فوتبال مبتلا به CAI در ادبیات فعلی مورد تجزیه و تحلیل قرار نگرفته است. همچنین ارتباطی که ممکن است عدم‌تقارن قدرت با حرکات چرخشی و برشی حین تغییر مسیر (Mod505 و 90°Cut) داشته باشد نیز به طور کامل بررسی نشده است. بنابراین، مطالعه حاضر ارتباط قدرت یک‌طرفه پا (SLH، SLTH) و عدم‌تقارن قدرت را بر عملکرد در Mod505 و 90°Cut بازیکنان فوتبال مبتلا به CAI بررسی کرد.

نتایج مطالعه حاضر نشان داد که در آزمون‌های SLH و SLTH، تفاوت معناداری بین پای غالب و غیرغالب وجود دارد. با این حال، تفاوت معناداری بیشتری درمقایسه‌ی پای آسیب‌دیده و سالم مشاهده شد. به‌طور مشابه، تفاوت معناداری در آزمون‌های Mod505 و 90°Cut بین پای غالب و غیرغالب مشاهده شد. با این حال، تفاوت معناداری بیشتری بین پای آسیب‌دیده و سالم وجود داشت. نتایج مطالعه حاضر نشان داد ارتباط معناداری بین عدم‌تقارن SLH با انجام حرکات چرخشی پای آسیب‌دیده (۰.۴۱۳)، پای غیرغالب (۰.۳۹۲)، و عدم‌تقارن بین پای آسیب‌دیده و سالم (۰.۴۵۲-) در آزمون Mod505 وجود دارد. همچنین بین عدم‌تقارن SLTH با انجام حرکات برشی پای آسیب‌دیده (۰.۳۷۳)، پای غالب (۰.۳۶۲) در آزمون 90°Cut ارتباط معناداری مشاهده شد؛ که نشان می‌دهد با افزایش عدم‌تقارن قدرت بازیکنان فوتبال مبتلا به CAI، عملکرد آن‌ها در چرخش (Mod505) و برش (90°Cut) کاهش پیدا می‌کند.

به علاوه، توافقات ضعیفی برای تشخیص مشابه عدم‌تقارن بین عملکرد Hop و CODS وجود داشت، که نشان می‌دهد عدم‌تقارن در پرش یک‌طرفه لزوماً با تسلط جهت‌دار در طول چرخش ۱۸۰ درجه و برش ۹۰ درجه مطابقت ندارد. همچنین توافقات ضعیفی در تشخیص مشابه عدم‌تقارن بین چرخش و برش وجود داشت، که از این اصل حمایت می‌کند که عدم‌تقارن ویژه تکالیف حرکتی است (۱۲,۲۰) (جدول ۳). همچنین نتایج نشان داد با توجه به اینکه ۷۸٪ بازیکنان در اندام غالب مبتلا به CAI هستند، جای تعجب نیست که نتایج هم در مقایسه پای آسیب‌دیده با سالم و هم در مقایسه پای غالب با غیرغالب معنادار شود (جدول۱).

این نتایج همسو با نتایج یونگ[1] و همکاران است که عضو برتر را به عنوان عامل خطرساز برای پیچ‌خوردگی معرفی کردند و نشان دادند ورزشکاران بار بیشتری را به عضو برتر خود وارد می‌کنند و این امر منجر به افزایش تعداد و شدت حرکات در مفصل مچ پای برتر می‌شود (۲۳).

با توجه به تفاوت‌های متوسط تا بزرگ پای آسیب‌دیده و سالم در قدرت عملکردی (SLH و SLTH)، یافته‌های مطالعه حاضر (جدول۱) از نتایج پیشین پشتیبانی می‌کند (۹,۲۴). به عنوان مثال، سکیر [2]و همکاران نشان دادند که افراد مبتلا به ناپایداری عملکردی مچ پا در پای آسیب‌دیده عملکرد ضعیف‌تری نسبت به پای سالم در آزمون‌های SLH و SLTH دارند (۲۴). همسو با نتایج مطالعه حاضر، پارک[3] و همکاران نشان دادند که مچ پای مبتلا به ناپایداری مزمن عملکرد ضعیف‌تری نسبت به مچ پای سالم در آزمون‌های عملکردی همچون SLH دارد (۹).

1. Yeung
2. Sekir
3. Park

همراستا با فرض مطالعه حاضر، نتایج نشان داد تفاوت معنادار بزرگی در Mod505 و 90°Cut بین پای آسیب‌دیده و سالم وجود دارد (جدول۱). در این راستا، محققان پیشین نشان دادند که ورزشکاران مبتلا به CAI در آزمون‌های چابکی و تغییر مسیر دچار نقص هستند (۲۵). صرف نظر از جهت، از نظر تئوری، زمان صرف شده تا لحظه تغییر جهت باید مشابه باشد؛ بنابراین، عدم‌تقارن و افزایش در زمان تکمیل آزمون‌های Mod505 و 90°Cut نشان از نقص حرکت در تغییر جهت در پای آسیب‌دیده دارد (۶،۱۳).

این فرضیه را می‌توان با تفاوت قدرت اکسنتریک و کانسنتریک در کاهش و افزایش شتاب حین تغییر جهت توضیح داد که می‌تواند منجر به تفاوت‌های تکنیکی و زمان طولانی‌تر در جهت آسیب‌دیده شود (۶،۹،۱۳). با این حال، برخلاف نتایج مطالعه حاضر، دیمریت[1] و همکاران نشان دادند بین افراد مبتلا به CAI با افراد سالم تفاوتی در آزمون‌های تغییر مسیر و چابکی وجود ندارد (۱۴). این تناقض می‌تواند به دلیل جامعه آماری (مقایسه افراد مبتلا به CAI با افراد سالم) و روش‌های ارزیابی تکالیف حرکتی باشد.

نتایج مطالعه حاضر روابط معناداری بین SLH asymmetry و Mod505 پای غیرغالب، پای آسیب‌دیده، و Mod505 asymmetry نشان داد. بالاترین واریانس مشترک با ۲۰.۴۳ درصد برای Mod505 asymmetry بود. SLH asymmetry نیز مهم‌ترین پیش‌بینی‌کننده نتایج عملکرد بازیکنان در Mod505 asymmetry بود. این یافته‌ها با یافته‌های مطالعه لاکی و همکاران که روی ورزشکاران سالم انجام شده بود ناهمسو است (۲۰). لاکی و همکاران طی مطالعه خود به بررسی ارتباط بین قدرت عمودی و سرعت تغییر مسیر ورزشکاران سالم پرداختند و گزارش کردند که ارتباطی بین قدرت عمودی و سرعت تغییر مسیر وجود ندارد. دلیل مغایرت را می‌توان راستای عمودی نیرو و تفاوت در جامعه مورد بررسی دانست، زیرا در مطالعه حاضر نیروی افقی در بازیکنان فوتبال مبتلا به CAI مورد بررسی قرار گرفت. همچنین، نتایج روابط معناداری را بینasymmetry SLTH و 90°Cut پای آسیب‌دیده و پای غالب نشان داد. جدول ۲ حاکی از آن است که ۱۴ درصد عملکرد پای آسیب‌دیده در آزمون 90°Cut با عدم‌تقارن بین پای آسیب‌دیده و سالم در آزمون SLTH همپوشانی دارد که بالاترین واریانس مشترک در آزمون SLTH بود.

همراستا با نتایج این مطالعه، سه مطالعه وجود دارد که رابطه بین عملکرد پرش افقی و توانایی CODS را در افراد عادی و ورزشکاران سالم بررسی کرده‌اند. مارکوویچ و همکاران[2] با استفاده از پرش طول دو طرفه، همبستگی کمی را با سه آزمایش CODS گزارش کرد (۲۶). پترسون و همکاران[3] با استفاده از پرش جفت[4] دریافتند فاصله پرش افقی به‌طور قابل‌توجهی با آزمون سرعت تغییر مسیر T هم برای مردان و هم برای زنان ارتباط دارد (۲۷). در نهایت، نگریت و بروفی[5] بین SLH و آزمون چابکی الماس در افراد عادی همبستگی $r = -0.65$ گزارش کردند (۲۸). علاوه بر این، همان‌گونه که پترسون و همکاران نشان دادند، عموما همبستگی در پرش‌های افقی بیشتر از پرش‌های عمودی است (۲۷). مکانیسم درگیر در آزمون‌های CODS ترکیبی از نیروهای واکنش افقی (HGRF) و عمودی (VGRF) زمین است (۶،۱۳،۲۰). به‌نظر می‌رسد سهم HGRF در

1. Demeritt
2. Markovic
3. Peterson
4. Standing broad jump test
5. Negrete and Brophy

آزمون‌های CODS بیشتر است و ورزشکاران برای تغییر جهت مؤثر تمایل دارند مرکز ثقل خود را پایین بیاورند که این نشان‌دهنده کاهش تاکید بر نیروی عمودی هنگام تغییر جهت است (۶,۲۰).

همچنین در تایید فرض موجود، مطالعه‌ای نشان داد در مقایسه با نیروی عمودی، نیروی افقی به‌کارگرفته شده در پرش‌های افقی ارتباط بیشتری با شتاب حرکت (جز اصلی آزمون‌های CODS) دارد (۲۹). همچنین مطالعه دیگر با مقایسه اثر تمرینات مبتنی بر پرش‌های افقی و تمرینات مبتنی بر پرش‌های عمودی بر CODS نشان داد اگرچه هر دو نوع تمرینات بر عملکرد CODS بازیکنان فوتبال نیمه‌حرفه‌ای تاثیر دارد، اما تمرینات مبتنی بر پرش افقی تاثیر بیشتری بر عملکرد CODS دارد (۳۰). مکانیسم فوق‌الذکر دلیل تفاوت نتایج ما را با نتایج لوکی[1] و همکاران توجیح می‌کند. آن‌ها نشان دادند هیچ ارتباط معناداری بین آزمون پرش عمودی [2] پای راست و چپ با Mod505 وجود ندارد. همچنین نشان دادند بین عدم‌تقارن موجود در پرش عمودی با هیچ‌یک از آزمون‌های CODS (Mod505 و T) ارتباط معناداری وجود ندارد (۲۰). به‌طور کلی می‌توان نتیجه گرفت انتقال نیرو در جهت افقی برای شتاب و یا سرعت دویدن که دو جز مهم آزمون‌های CODS هستند، بهتر صورت می‌گیرد.

نتایج نشان داد در آزمون SLH، ۱۵ بازیکن مبتلا به CAI به‌عنوان نامتقارن طبقه‌بندی شدند که از عدم‌تقارن بیش از آستانه (۹.۶۸٪) برخوردارند. از این میان ۸ (۲۵٪) بازیکن نیز در عملکرد Mod505 از عدم‌تقارن (بیش از ۱۱.۹۰-) و ۵ بازیکن (۱۵.۶۳٪) در عملکرد 90˚Cut از عدم‌تقارن (بیش از ۱۰.۲۳٪) برخوردار بودند.

همچنین در آزمون SLTH، ۱۲ بازیکن با عدم‌تقارن بیش از ۷.۷۳٪ به‌عنوان نامتقارن طبقه‌بندی شدند. از این تعداد به ترتیب ۵ (۱۵.۶۳٪) بازیکن در عملکرد Mod505 و ۵ بازیکن در عملکرد 90oCut از عدم‌تقارن بیش از ۱۱.۹۰-٪ و بیش از ۱۰.۲۳-٪ برخوردار بودند. به علاوه درصد توافق تشخیص مشابه بین آزمون Mod505 و 90˚Cut ۱۲.۵٪ بود.

درصد پایین توافقات در تشخیص مشابه برای عملکرد آزمون‌های Hop و CODS نشان می‌دهد که بازیکنی که در آزمون‌های پرش عدم‌تقارن نشان می‌دهد، لزوماً دارای عدم‌تقارن در آزمون‌های CODS نیست (۶). این اختلاف ممکن است به تکنیک کاهش و افزایش مجدد شتاب، قرار دادن پا، تنظیم گام، و وضعیت بدن نسبت داده شود و از اصل عدم‌تقارن ویژه تکالیف حرکتی حمایت می‌کند (۶).

مطالعه حاضر دارای محدودیت‌هایی بود که لازم به اشاره است. مورد اول مربوط به نمونه حاضر در پژوهش است که تنها روی مردان انجام شد و زنان حضور نداشتند. همان‌طور که پترسون و همکاران نشان دادند، ارتباط پرش‌های افقی با CODS در زنان بیشتر از مردان است (۲۷). پس برای تعمیم نتایج به بازیکنان فوتبال زن مبتلا به CAI باید احتیاط کرد. پیشنهاد می‌شود برای درک کم‌وکیف این ارتباط، مطالعه‌ای مشابه روی بازیکنان زن فوتبال مبتلا به CAI انجام شود. محدودیت دیگر، طرح مورد-شاهدی مطالعه حاضر است که اجازه نمی‌دهد عوامل موثر در وقوع CAI را پیش‌بینی کنیم. درعوض، این امکان را می‌دهد که در مورد پیامدهای مرتبط با CAI در بازیکنان فوتبال درک بهتری پیدا کنیم. پس هنگام تفسیر نتایج باید محتاط بود و این عدم‌تقارن را الزاما با عملکرد ضعیف‌تر در تکالیف CODS بازیکنان فوتبال سالم مرتبط ندانست. چرا که مطالعات پیشین نشان دادند این عدم‌تقارن در اندام تحتانی ممکن است باعث بهبود در عملکرد CODS شود (۱۸). با این حال، پیشنهاد می‌شود برای درک بهتر تاثیر این عدم‌تقارن بر وقوع CAI و ارتباط آن با عملکرد CODS پیش از آسیب، یک مطالعه آینده‌نگر انجام شود.

1. Lockie
2. Vertical jump

به‌طورکلی مطالعه حاضر با در نظر گرفتن این اصل که عدم‌تقارن ویژه تکلیف حرکتی است، با استفاده از SWC، روشی مناسب برای تعیین آستانه عدم‌تقارن در آزمون‌های قدرت و CODS ارائه داد. همچنین، یافته‌ها نشان داد پای غالب که مسئول انجام مهارت‌های فوتبال است، بیشتر متحمل آسیب می‌شود. ازاین‌رو، بازیکنان فوتبال مبتلا به CAI حین فوتبال عملکرد ضعیف‌تری را نشان می‌دهند.

به‌علاوه، اگرچه بین قدرت افقی و CODS ارتباط وجود دارد، اما توافقات پایینی در تشخیص مشابه عدم‌تقارن در آزمون‌ها وجود داشت که هنگام ارزیابی باید آن را لحاظ کرد؛ بنابراین در برنامه‌های آماده‌سازی و توانبخشی باید از آزمون‌هایی استفاده شود که هر دوی این عوامل را بررسی کند تا از سوگیری در تفسیر نتایج جلوگیری شود و از نقص عملکردی در سطوح حرکتی مختلف آگاه شد.

پیام مقاله

این مطالعه می‌تواند درک و آگاهی مربیان و متخصصان توانبخشی را از عدم‌تقارن قدرت و CODS و تأثیر متقابل آن‌ها بر بازیکنان حرفه‌ای فوتبال مبتلا به CAI افزایش دهد. چراکه ما اطلاعاتی ارزشمندی را در مورد روش مناسب تعیین آستانه عدم‌تقارن، ارتباط عدم‌تقارن قدرت افقی با CODS، آسیب‌پذیری بیشتر پای غالب، و توافقات پایین در تشخیص مشابه عدم‌تقارن میان آزمون‌ها را نشان دادیم.

تشکر و قدردانی

نویسندگان از همه مربیان و آزمودنی‌ها که در انجام این پژوهش کمال همکاری را داشتند، تشکر و قدردانی می‌نمایند.

منابع

1. Junge A, Dvorak J. Soccer injuries: a review on incidence and prevention. Sports Med. 2004 Nov; 34:929-38.
2. Owoeye OB, VanderWey MJ, Pike I. Reducing injuries in soccer (football): an umbrella review of best evidence across the epidemiological framework for prevention. Sports Med Int Open. 2020 Dec;6(1): e36-46.
3. Ziaei M, Esmaeili H, Mirshkar M. Effect of Plyometric and Theraband Trainings on Ankle Proprioception and Strength in Adolescent Soccer Players. J Paramed Sci Rehabil. 2020 Jul 22;9(2):16-29.
4. Hawkins RD, Hulse MA, Wilkinson C, Hodson A, Gibson M. The association football medical research programme: an audit of injuries in professional football. Br J Sports Med. 2001 Feb 1;35(1):43-7.
5. Hootman JM, Dick R, Agel J. Epidemiology of collegiate injuries for 15 sports: summary and recommendations for injury prevention initiatives. J Athl Train. 2007 Apr;42(2):311-9.
6. Dos'Santos T, Thomas C, Jones PA, Comfort P. Asymmetries in single and triple hop are not detrimental to change of direction speed. J Trainol. 2017 Jun 17;6(2):35-41.
7. Garrick JG. The frequency of injury, mechanism of injury, and epidemiology of ankle sprains. Am J Sports Med. 1977 Nov;5(6):241-2.
8. Khalaj N, Vicenzino B, Smith MD. Hip and knee muscle torque and its relationship with dynamic balance in chronic ankle instability, copers and controls. J Sci Med Sport. 2021 Jul 1;24(7):647-52.
9. Park YH, Park SH, Kim SH, Choi GW, Kim HJ. Relationship between isokinetic muscle strength and functional tests in chronic ankle instability. J Foot Ankle Surg. 2019 Nov 1;58(6):1187-91.
10. Bishop C, Turner A, Read P. Effects of inter-limb asymmetries on physical and sports performance: A systematic review. J Sports Sci. 2018 May 19;36(10):1135-44.

11. Guan Y, Bredin SS, Taunton J, Jiang Q, Wu N, Warburton DE. Association between inter-limb asymmetries in lower-limb functional performance and sport injury: a systematic review of prospective cohort studies. J Clin Med. 2022 Jan 12;11(2):360.
12. Helme M, Tee J, Emmonds S, Low C. Does lower-limb asymmetry increase injury risk in sport? A systematic review. J Orthop Sports Phys Ther. 2021 May 1;51(5):204-13.
13. Brughelli M, Cronin J, Levin G, Chaouachi A. Understanding change of direction ability in sport: a review of resistance training studies. Sports Med. 2008 Dec;38(12):1045-63.
14. Demeritt KM, Shultz SJ, Docherty CL, Gansneder BM, Perrin DH. Chronic ankle instability does not affect lower extremity functional performance. J Athl Train. 2002 Oct;37(4):507-11.
15. Jamsandekar MS, Patel VD, Prabhakar AJ, Eapen C, Keogh JW. Ability of functional performance assessments to discriminate athletes with and without chronic ankle instability: a case-control study. PeerJ. 2022 May 27;10:e13390.
16. Maloney SJ, Richards J, Nixon DG, Harvey LJ, Fletcher IM. Do stiffness and asymmetries predict change of direction performance?. J Sports Sci. 2017 Mar 19;35(6):547-56.
17. Young WB, James R, Montgomery I. Is muscle power related to running speed with changes of direction?. J Sports Med Phys Fitness. 2002 Sep 1;42(3):282-8.
18. Lockie RG, Schultz AB, Jeffriess MD, Callaghan SJ. The relationship between bilateral differences of knee flexor and extensor isokinetic strength and multi-directional speed. Isokinet Exerc Sci. 2012 Jan 1;20(3):211-9.
19. Hoffman JR, Ratamess NA, Klatt M, Faigenbaum AD, Kang J. Do bilateral power deficits influence direction-specific movement patterns?. Res Sports Med. 2007 Jun 14;15(2):125-32.
20. Lockie RG, Callaghan SJ, Berry SP, Cooke ER, Jordan CA, Luczo TM, Jeffriess MD. Relationship between unilateral jumping ability and asymmetry on multidirectional speed in team-sport athletes. J Strength Cond Res. 2014 Dec 1;28(12):3557-66.
21. Gribble PA, Delahunt E, Bleakley C, Caulfield B, Docherty C, Fourchet F, Fong D, et al. Selection criteria for patients with chronic ankle instability in controlled research: a position statement of the International Ankle Consortium. J Orthop Sports Phys Ther. 2013 Aug;43(8):585-91.
22. Madruga-Parera M, Bishop C, Beato M, Fort-Vanmeerhaeghe A, Gonzalo-Skok O, Romero-Rodríguez D. Relationship between interlimb asymmetries and speed and change of direction speed in youth handball players. J Strength Cond Res. 2021 Dec 29;35(12):3482-90.
23. Yeung MS, Chan KM, So CH, Yuan WY. An epidemiological survey on ankle sprain. Br J Sports Med. 1994 Jun;28(2):112-6.
24. Sekir U, Yildiz Y, Hazneci B, Ors F, Aydin T. Effect of isokinetic training on strength, functionality and proprioception in athletes with functional ankle instability. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc. 2007 May;15(5):654-64.
25. Sarvestan J, Alaei F, Kazemi NS, Khial HP, Shirzad E, Svoboda Z. Agility profile in collegiate athletes with chronic ankle sprain: the effect of Athletic and Kinesio taping among both genders. Sport Sci Health. 2018 Aug;14(1):407-14.
26. Markovic G. Poor relationship between strength and power qualities and agility performance. J Sports Med Phys Fitness. 2007 Sep 1;47(3):276-83.
27. Peterson MD, Alvar BA, Rhea MR. The contribution of maximal force production to explosive movement among young collegiate athletes. J Strength Cond Res. 2006 Nov 1;20(4):867-73.
28. Negrete R, Brophy J. The relationship between isokinetic open and closed chain lower extremity strength and functional performance. J Sport Rehabil. 2000 Feb 1;9(1):46-61.
29. Loturco I, Pereira LA, Abad CC, D'Angelo RA, Fernandes V, Kitamura K, et al. Vertical and horizontal jump tests are strongly associated with competitive performance in 100-m dash events. J Strength Cond Res. 2015 Jul 1;29(7):1966-71.
30. Nobari H, Clemente FM, Vali N, Silva AF, van den Hoek D, Ramirez-Campillo R. Effects of horizontal compared to vertical-based plyometric jump training on semi-professional soccer player's performance. Sci Rep. 2023 Jun 20;13(1):10039.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی