فصلنامه پژوهش های نوین در علوم پزشکی، بهداشت و سلامت شماره۴- دوره ۲-سال ۱۴۰۵ - صفحات ۱۱۲-۸۴
Journal of new researches in Medical Sciences, Hygiene and Health
ISSN: 3060-625X

بررسی نقش آزمون‌های غربالگری حرکتی در شناسایی عوامل خطر و پیشگیری از آسیب‌های ورزشی

اسحاق آبیل غلامی [۱] مائده آزرده پاشائی [۲]

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد حرکات اصلاحی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علی آباد کتول
۲. دانشجوی کارشناسی ارشد حرکات اصلاحی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علی آباد کتول

چکیده

آسیب‌های ورزشی از جمله چالش‌های مهم در حوزه علوم ورزشی و سلامت ورزشکاران محسوب می‌شوند که می‌توانند موجب کاهش عملکرد، دوری از فعالیت‌های ورزشی و افزایش هزینه‌های درمانی شوند. شناسایی عوامل خطر و اتخاذ راهبردهای پیشگیرانه، از مهم‌ترین اقدامات برای کاهش بروز این آسیب‌ها به شمار می‌روند. در این میان، آزمون‌های غربالگری حرکتی به‌عنوان ابزارهایی برای ارزیابی الگوهای حرکتی، تعادل، انعطاف‌پذیری، ثبات مرکزی و کنترل عصبی‌عضلانی مورد توجه قرار گرفته‌اند. هدف پژوهش حاضر بررسی نقش آزمون‌های غربالگری حرکتی در شناسایی عوامل خطر و پیشگیری از آسیب‌های ورزشی، با تأکید بر شواهد علمی و محدودیت‌های کاربردی آن‌هاست. پژوهش حاضر با رویکرد توصیفی ـ مروری و بر پایه مطالعه و تحلیل منابع علمی، مقالات پژوهشی و مطالعات پیشین مرتبط با غربالگری حرکتی و آسیب‌های ورزشی انجام می‌شود. در این راستا، آزمون‌هایی نظیر غربالگری حرکات عملکردی(FMS) ، آزمون تعادل Y (Y-Balance) و سایر ابزارهای ارزیابی عملکرد حرکتی از نظر اهداف، کاربردها، اعتبار و محدودیت‌ها بررسی می‌شوند. شواهد علمی نشان می‌دهند که آزمون‌های غربالگری حرکتی می‌توانند در شناسایی برخی محدودیت‌های عملکردی و اختلالات حرکتی مؤثر باشند؛ بااین‌حال، توانایی آن‌ها در پیش‌بینی مستقل بروز آسیب‌های ورزشی همواره قطعی و یکسان نیست. عواملی نظیر نوع رشته ورزشی، ویژگی‌های فردی، سابقه آسیب و شرایط تمرینی نیز در بروز آسیب نقش دارند. بنابراین، استفاده از این آزمون‌ها در کنار ارزیابی جامع عوامل خطر و طراحی برنامه‌های تمرینی اصلاحی می‌تواند رویکردی مؤثرتر برای ارتقای ایمنی ورزشکاران و پیشگیری از آسیب‌های ورزشی فراهم سازد.

واژگان کلیدی: غربالگری حرکتی، آسیب‌های ورزشی، پیشگیری از آسیب، آزمون FMS، آزمون تعادل Y، عوامل خطر.

فصلنامه پژوهش های نوین در علوم پزشکی، بهداشت و سلامت شماره۴- دوره ۲-سال ۱۴۰۵ - صفحات ۱۱۲-۸۴
Journal of new researches in Medical Sciences, Hygiene and Health
ISSN: 3060-625X

مقدمه

ورزش و فعالیت بدنی منظم از مهم‌ترین عوامل مؤثر بر ارتقای سلامت جسمانی و روانی، بهبود عملکرد دستگاه‌های مختلف بدن، افزایش آمادگی جسمانی و پیشگیری از بیماری‌های مزمن محسوب می‌شوند. مشارکت در فعالیت‌های ورزشی، علاوه بر ایجاد سازگاری‌های فیزیولوژیکی و بهبود ظرفیت‌های عملکردی، زمینه توسعه مهارت‌های حرکتی، افزایش تعاملات اجتماعی و ارتقای کیفیت زندگی افراد را فراهم می‌کند. با وجود این مزایا، فعالیت‌های ورزشی همواره با احتمال بروز آسیب‌های جسمانی همراه هستند و آسیب‌های ورزشی یکی از مهم‌ترین چالش‌های پیش روی ورزشکاران، مربیان، متخصصان علوم ورزشی و نظام‌های مراقبت از سلامت به شمار می‌روند. این آسیب‌ها ممکن است در نتیجه برخوردهای مستقیم، حرکات ناگهانی، تغییر جهت‌های سریع، فرودهای نامناسب، بارگذاری بیش از ظرفیت بافت‌های بدن یا تکرار حرکات خاص در طول تمرین و مسابقه ایجاد شوند. پیامدهای آسیب‌های ورزشی تنها به درد و اختلال عملکرد جسمانی محدود نمی‌شوند، بلکه می‌توانند موجب کاهش سطح آمادگی جسمانی، افت عملکرد رقابتی، غیبت از تمرین و مسابقه، افزایش هزینه‌های درمان و توان‌بخشی و حتی کناره‌گیری زودهنگام ورزشکار از فعالیت حرفه‌ای شوند. از این منظر، شناسایی عوامل مؤثر در بروز آسیب و طراحی راهبردهای علمی برای کاهش احتمال وقوع آن‌ها، یکی از اولویت‌های اساسی در پژوهش‌های معاصر علوم ورزشی و پزشکی ورزشی محسوب می‌شود.(Bahr & Holme, ۲۰۰۳)

آسیب ورزشی پدیده‌ای چندبعدی است که معمولاً تحت تأثیر تعامل مجموعه‌ای از عوامل درونی و بیرونی شکل می‌گیرد. عوامل درونی شامل ویژگی‌های فردی ورزشکار از جمله سن، جنسیت، ترکیب بدنی، سابقه آسیب، سطح آمادگی جسمانی، قدرت عضلانی، انعطاف‌پذیری، تعادل، کنترل عصبی‌عضلانی و ویژگی‌های ساختاری و عملکردی دستگاه اسکلتی ـ عضلانی هستند. در مقابل، عوامل بیرونی به شرایط محیطی و ورزشی مانند نوع رشته ورزشی، شدت و حجم تمرین، سطح رقابت، کیفیت تجهیزات، نوع سطح بازی، شرایط آب‌وهوایی و میزان تماس فیزیکی با سایر ورزشکاران اشاره دارند. تعامل این عوامل موجب می‌شود که آسیب‌های ورزشی را نتوان صرفاً به یک عامل منفرد نسبت داد. برای مثال، کاهش تعادل پویا ممکن است در کنار ضعف عضلات اندام تحتانی، خستگی ناشی از تمرینات سنگین، سابقه پیچ‌خوردگی مچ پا و تغییرات ناگهانی جهت حرکت، احتمال بروز آسیب را افزایش دهد. بنابراین، رویکردهای جدید در آسیب‌شناسی ورزشی بر ضرورت بررسی هم‌زمان عوامل متعدد و توجه به ماهیت پویا و پیچیده آسیب تأکید دارند.(Bahr & Holme, ۲۰۰۳)

در همین راستا، مدل‌های نظری پیشگیری از آسیب ورزشی تلاش کرده‌اند فرایند شناسایی عوامل خطر، شناخت سازوکارهای وقوع آسیب، طراحی مداخلات پیشگیرانه و ارزیابی اثربخشی آن‌ها را در قالب چارچوب‌های علمی تبیین کنند. یکی از الگوهای شناخته‌شده در این زمینه، مدل چهارمرحله‌ای ون‌مخلن و همکاران است که شامل تعیین میزان وقوع آسیب، شناسایی عوامل خطر و سازوکارهای ایجاد آن، طراحی و اجرای اقدامات پیشگیرانه و ارزیابی اثربخشی این اقدامات می‌شود .(van Mechelen et al., ۱۹۹۲) بر اساس این دیدگاه، پیشگیری مؤثر از آسیب مستلزم آن است که ابتدا ماهیت و فراوانی آسیب‌ها مشخص شود و سپس عوامل مرتبط با بروز

آن‌ها مورد بررسی قرار گیرند. در ادامه، برنامه‌های پیشگیرانه متناسب با عوامل شناسایی‌شده طراحی و اجرا شوند و در نهایت، میزان موفقیت این برنامه‌ها از طریق مطالعات علمی ارزیابی شود. این الگو نشان می‌دهد که شناسایی عوامل خطر، مرحله‌ای ضروری در فرایند پیشگیری از آسیب است؛ بااین‌حال، شناسایی یک عامل مرتبط با آسیب به‌تنهایی برای اثبات توانایی پیش‌بینی آن یا تضمین اثربخشی یک برنامه غربالگری کافی نیست.

یکی از رویکردهای مورد توجه در شناسایی عوامل خطر آسیب‌های ورزشی، استفاده از آزمون‌های غربالگری حرکتی است. غربالگری حرکتی به مجموعه‌ای از روش‌های ارزیابی استاندارد گفته می‌شود که با هدف بررسی کیفیت اجرای الگوهای حرکتی، شناسایی محدودیت‌های عملکردی، ارزیابی تقارن حرکتی و بررسی برخی مؤلفه‌های کنترل عصبی‌عضلانی مورد استفاده قرار می‌گیرند. این آزمون‌ها تلاش می‌کنند تصویری نسبتاً جامع از توانایی فرد در اجرای حرکات پایه و عملکردی ارائه دهند و مشخص کنند که آیا ورزشکار در انجام برخی الگوهای حرکتی با محدودیت، عدم تقارن یا اختلال عملکرد مواجه است یا خیر. اهمیت این ارزیابی‌ها از آن جهت است که بسیاری از رشته‌های ورزشی مستلزم اجرای حرکات پیچیده‌ای مانند دویدن، پریدن، فرود آمدن، چرخش، تغییر جهت، حفظ تعادل و انتقال سریع نیرو هستند. اجرای نامناسب این حرکات ممکن است موجب افزایش بار مکانیکی واردشده بر مفاصل و بافت‌های نرم شود و در شرایط خاص، زمینه‌ساز آسیب‌های اسکلتی ـ عضلانی شود. ازاین‌رو، ارزیابی کیفیت حرکتی می‌تواند اطلاعات مفیدی درباره وضعیت عملکردی ورزشکار و برخی محدودیت‌های قابل اصلاح در اختیار متخصصان قرار دهد.

یکی از ابزارهای شناخته‌شده در این حوزه، آزمون غربالگری حرکات عملکردی (Functional Movement Screen: FMS) است که با هدف ارزیابی الگوهای حرکتی بنیادین طراحی شده است. این آزمون شامل هفت الگوی حرکتی اصلی است که عبارت‌اند از اسکات عمیق، گام‌برداری از روی مانع، لانج در خط مستقیم، تحرک‌پذیری شانه، بالا آوردن فعال پای صاف، شنا با ثبات تنه و پایداری چرخشی. هر یک از این حرکات با توجه به کیفیت اجرا و بر اساس دستورالعمل استاندارد، از صفر تا سه امتیاز دریافت می‌کند؛ به‌طوری‌که امتیاز صفر نشان‌دهنده وجود درد در اجرای آزمون، امتیاز یک بیانگر ناتوانی در اجرای صحیح الگوی حرکتی، امتیاز دو نشان‌دهنده اجرای حرکت با جبران یا تغییر در الگوی مطلوب و امتیاز سه بیانگر اجرای صحیح حرکت است. مجموع امتیازات هفت آزمون، حداکثر امتیاز ۲۱ را تشکیل می‌دهد. هدف اصلی این ابزار، شناسایی محدودیت‌های حرکتی و بررسی کیفیت اجرای الگوهای بنیادین است، نه تشخیص قطعی آسیب یا تعیین مستقل احتمال وقوع آن در آینده (Cook et al., ۲۰۰۶). این تمایز از نظر علمی اهمیت زیادی دارد؛ زیرا نمره پایین در یک آزمون حرکتی لزوماً به معنای وجود آسیب یا قرارگرفتن قطعی فرد در معرض آسیب ورزشی نیست.

از دیدگاه نظری، آزمون FMS بر این فرض استوار است که کیفیت اجرای حرکات بنیادین می‌تواند اطلاعاتی درباره تعامل تحرک‌پذیری مفاصل، ثبات مرکزی، کنترل عصبی‌عضلانی و هماهنگی حرکتی ارائه دهد. در بسیاری از فعالیت‌های ورزشی، ورزشکار باید بتواند دامنه حرکتی مناسب را همراه با ثبات و کنترل کافی حفظ کند. برای مثال، در اجرای اسکات، علاوه بر دامنه حرکتی مفاصل مچ پا، زانو و ران، هماهنگی عضلات تنه و اندام تحتانی نیز اهمیت دارد. همچنین در حرکاتی مانند لانج یا عبور از مانع، توانایی حفظ تعادل و کنترل وضعیت اندام‌ها نقش مهمی در کیفیت حرکت ایفا می‌کند. بنابراین، مشاهده محدودیت در این الگوها می‌تواند نشانه‌ای از وجود ضعف عملکردی باشد که نیازمند ارزیابی دقیق‌تر است Cook و همکاران (۲۰۰۶) بر استفاده از الگوهای حرکتی بنیادین در ارزیابی پیش از مشارکت ورزشی تأکید کردند و FMS را به‌عنوان ابزاری برای بررسی قابلیت اجرای حرکات

اساسی معرفی نمودند. بااین‌حال، باید توجه داشت که کیفیت اجرای حرکات در یک محیط آزمون‌شده و کنترل‌شده، الزاماً بازتاب کامل عملکرد ورزشکار در شرایط پرفشار، خستگی، رقابت و تغییرات پیش‌بینی‌ناپذیر محیط ورزشی نیست.

یکی دیگر از ابزارهای مهم در ارزیابی عملکرد حرکتی، آزمون تعادل وای (Y-Balance Test: YBT) است که برای بررسی تعادل پویا، کنترل وضعیتی و توانایی حفظ ثبات بدن هنگام جابه‌جایی اندام تحتانی مورد استفاده قرار می‌گیرد. این آزمون از نظر ساختاری با آزمون تعادل ستاره‌ای (Star Excursion Balance Test: SEBT) ارتباط دارد و در قالب یک روش استاندارد، توانایی فرد را در حفظ تعادل تک‌پا و دسترسی اندام مقابل به جهات مختلف ارزیابی می‌کند. در نسخه اندام تحتانی، آزمودنی در حالی که وزن بدن خود را روی یک پا حفظ کرده است، با پای دیگر در سه جهت قدامی، خلفی ـ داخلی و خلفی ـ خارجی دسترسی ایجاد می‌کند. مسافت دسترسی، با توجه به طول اندام تحتانی نرمال‌سازی می‌شود تا امکان مقایسه عملکرد افراد با ویژگی‌های بدنی متفاوت فراهم شود. این آزمون اطلاعاتی درباره تعادل پویا، کنترل اندام تحتانی و تقارن عملکردی ارائه می‌دهد و به دلیل قابلیت اجرا در محیط‌های ورزشی، مورد توجه پژوهشگران و متخصصان آسیب‌شناسی ورزشی قرار گرفته است.

اهمیت آزمون‌های تعادل پویا در شناسایی عوامل مرتبط با آسیب، به‌ویژه در رشته‌هایی که مستلزم تغییر جهت سریع، پرش، فرود و حفظ ثبات تک‌پا هستند، قابل توجه است. در رشته‌هایی مانند فوتبال، بسکتبال، والیبال و هندبال، ورزشکاران به‌طور مکرر در معرض حرکاتی قرار می‌گیرند که نیازمند کنترل دقیق مرکز جرم بدن و تنظیم موقعیت مفاصل اندام تحتانی هستند. ضعف در کنترل تعادل ممکن است در شرایط خاص، موجب افزایش ناپایداری مفصلی و تغییر الگوی توزیع نیرو شود Plisky و همکاران (۲۰۰۶) در مطالعه‌ای آینده‌نگر درباره بازیکنان بسکتبال دبیرستانی، ارتباط عملکرد آزمون تعادل ستاره‌ای با خطر آسیب اندام تحتانی را بررسی کردند. این پژوهش از جمله مطالعات اولیه مهم در زمینه استفاده از آزمون‌های تعادل پویا برای شناسایی ورزشکاران مستعد آسیب محسوب می‌شود. بااین‌حال، تعمیم نتایج یک مطالعه به همه رشته‌های ورزشی و گروه‌های جمعیتی نیازمند احتیاط است؛ زیرا ویژگی‌های حرکتی، سطح رقابت، سن و میزان مواجهه با خطر در رشته‌های مختلف یکسان نیستند .(Plisky et al., ۲۰۰۶)

در کنار آزمون‌های FMS وY-Balance ، ابزارهای دیگری نیز برای ارزیابی عملکرد حرکتی و شناسایی برخی عوامل خطر آسیب مورد استفاده قرار می‌گیرند. از جمله این ابزارها می‌توان به آزمون اسکات تک‌پا، آزمون پرش و فرود، سیستم امتیازدهی خطای فرود (Landing Error Scoring System: LESS)، آزمون‌های پرش تک‌پا، ارزیابی دامنه حرکتی مفاصل، سنجش قدرت عضلات و آزمون‌های کنترل عصبی‌عضلانی اشاره کرد. هر یک از این آزمون‌ها جنبه خاصی از عملکرد ورزشکار را بررسی می‌کنند و از نظر هدف، شیوه اجرا، متغیرهای اندازه‌گیری‌شده و نوع اطلاعات حاصل از ارزیابی با یکدیگر تفاوت دارند. برای نمونه، آزمون LESS به بررسی کیفیت الگوی فرود و برخی خطاهای حرکتی مرتبط با فرود می‌پردازد و می‌تواند اطلاعاتی درباره کنترل حرکتی اندام تحتانی فراهم کند. همچنین آزمون اسکات تک‌پا امکان مشاهده کنترل لگن، زانو و مچ پا را در یک الگوی حرکتی عملکردی فراهم می‌سازد. در نتیجه، استفاده ترکیبی از آزمون‌های متناسب با نوع رشته ورزشی می‌تواند شناخت دقیق‌تری از وضعیت عملکردی ورزشکار ایجاد کند؛ هرچند افزایش تعداد آزمون‌ها نیز باید با توجه به اعتبار ابزارها، زمان اجرا و ارزش اطلاعاتی آن‌ها صورت گیرد.

یکی از موضوعات اساسی در ارزیابی آزمون‌های غربالگری حرکتی، تمایز میان پایایی، روایی و اعتبار پیش‌بینی‌کنندگی است. پایایی به میزان ثبات و تکرارپذیری نتایج آزمون در شرایط مشابه اشاره دارد. به بیان دیگر، یک آزمون پایا باید بتواند در صورت تکرار در

شرایط استاندارد، نتایج نسبتاً مشابهی ارائه دهد. روایی نیز نشان می‌دهد که آزمون تا چه اندازه سازه یا ویژگی موردنظر را به‌درستی اندازه‌گیری می‌کند. برای مثال، اگر هدف یک آزمون ارزیابی تعادل پویا باشد، باید شواهد کافی وجود داشته باشد که نتایج آن واقعاً بازتابی از عملکرد تعادلی فرد است. در مقابل، اعتبار پیش‌بینی‌کنندگی به توانایی آزمون در پیش‌بینی یک پیامد مشخص در آینده، مانند بروز آسیب ورزشی در طول یک فصل مسابقاتی، مربوط می‌شود. این سه مفهوم با وجود ارتباط متقابل، یکسان نیستند و نمی‌توان صرفاً به دلیل پایایی مناسب یک آزمون، توانایی آن را در پیش‌بینی آسیب قطعی دانست.

در سال‌های اخیر، بررسی نقش آزمون‌های غربالگری حرکتی در شناسایی عوامل خطر و پیشگیری از آسیب‌های ورزشی به یکی از موضوعات مورد توجه پژوهشگران حوزه علوم ورزشی، آسیب‌شناسی ورزشی و توان‌بخشی تبدیل شده است. گسترش استفاده از ابزارهای ارزیابی عملکرد حرکتی، به‌ویژه آزمون غربالگری حرکات عملکردی(FMS) ، آزمون تعادل وای (Y-Balance Test) و سیستم امتیازدهی خطای فرود(LESS) ، موجب شده است مطالعات متعددی با هدف بررسی ارتباط میان کیفیت الگوهای حرکتی، تعادل، کنترل عصبی‌عضلانی و احتمال بروز آسیب‌های ورزشی انجام شود. نتایج این مطالعات نشان می‌دهد که آزمون‌های غربالگری حرکتی از ظرفیت مناسبی برای ارزیابی برخی ویژگی‌های عملکردی ورزشکاران برخوردارند؛ بااین‌حال، درباره میزان اعتبار آن‌ها در پیش‌بینی مستقل آسیب‌های ورزشی اتفاق‌نظر کاملی وجود ندارد. ازاین‌رو، بررسی پیشینه پژوهش مستلزم توجه هم‌زمان به مطالعاتی است که از توانایی این آزمون‌ها در شناسایی عوامل خطر حمایت می‌کنند و پژوهش‌هایی که محدودیت‌های پیش‌بینی‌کنندگی آن‌ها را نشان داده‌اند.

در یکی از مطالعات پایه‌ای این حوزه، Pliskyو همکاران (۲۰۰۶) به بررسی ارزش پیش‌بینی‌کنندگی آزمون تعادل ستاره‌ای در شناسایی آسیب‌های اندام تحتانی بازیکنان بسکتبال دبیرستانی پرداختند. در این پژوهش، عملکرد تعادلی ورزشکاران با استفاده از آزمون تعادل ستاره‌ای ارزیابی و ارتباط نتایج آن با بروز آسیب‌های اندام تحتانی بررسی شد. یافته‌های پژوهش نشان داد که کاهش عملکرد در برخی جهات دسترسی و وجود عدم تقارن میان اندام‌ها می‌تواند با افزایش احتمال بروز آسیب ارتباط داشته باشد. اهمیت این مطالعه در معرفی ظرفیت آزمون‌های تعادل پویا برای شناسایی برخی شاخص‌های مرتبط با آسیب بود. این پژوهش زمینه توجه بیشتر به ارزیابی کنترل وضعیتی و تعادل عملکردی را در برنامه‌های غربالگری ورزشی فراهم کرد. بااین‌حال، نتایج آن باید با توجه به ویژگی‌های جامعه آماری و رشته ورزشی مورد مطالعه تفسیر شود و نمی‌توان آن را به تمام ورزشکاران تعمیم داد (Plisky et al., ۲۰۰۶).

Cookو همکاران (۲۰۰۶) با معرفی و تبیین آزمون غربالگری حرکات عملکردی، بر اهمیت ارزیابی الگوهای حرکتی بنیادین در فرایند بررسی عملکرد جسمانی تأکید کردند. این پژوهشگران معتقد بودند که ارزیابی حرکات پایه می‌تواند اطلاعاتی درباره تحرک‌پذیری، ثبات، هماهنگی و کیفیت اجرای حرکات در اختیار متخصصان قرار دهد. در این رویکرد، به‌جای تمرکز صرف بر قدرت عضلانی یا دامنه حرکتی یک مفصل، الگوهای حرکتی ترکیبی مورد ارزیابی قرار می‌گیرند. اگرچه این مطالعه بیشتر بر معرفی مبانی و کاربردهای آزمون متمرکز بود، نقش مهمی در گسترش استفاده از FMS در محیط‌های ورزشی و توان‌بخشی ایفا کرد (Cook et al., ۲۰۰۶).

Bahrو Holme (۲۰۰۳) نیز در مقاله مروری خود با عنوان عوامل خطر آسیب‌های ورزشی، بر ضرورت بررسی روش‌شناختی عوامل مرتبط با بروز آسیب تأکید کردند. آنان نشان دادند که آسیب‌های ورزشی معمولاً حاصل تعامل چندین عامل درونی و بیرونی

هستند و نمی‌توان وقوع آن‌ها را صرفاً به یک ویژگی جسمانی یا عملکردی نسبت داد. بر اساس دیدگاه این پژوهشگران، عواملی مانند سابقه آسیب، ویژگی‌های فردی، شرایط تمرینی، میزان مواجهه با فعالیت ورزشی و ویژگی‌های محیطی باید در طراحی مطالعات پیش‌بینی آسیب مورد توجه قرار گیرند. این دیدگاه از نظر موضوع پژوهش حاضر اهمیت دارد؛ زیرا نشان می‌دهد که آزمون‌های غربالگری حرکتی، حتی در صورت شناسایی برخی محدودیت‌های عملکردی، تنها بخشی از فرایند ارزیابی خطر آسیب را تشکیل می‌دهند.(Bahr & Holme, ۲۰۰۳)

یکی از مطالعات مهم در زمینه بررسی توان پیش‌بینی‌کنندگیFMS ، پژوهش Dorrel و همکاران (۲۰۱۵) است. این پژوهشگران در یک مرور نظام‌مند و فراتحلیل، شواهد مربوط به استفاده از آزمون غربالگری حرکات عملکردی برای پیش‌بینی آسیب در بزرگسالان فعال را بررسی کردند. نتایج نشان داد که حساسیت آزمون در شناسایی افرادی که در آینده دچار آسیب می‌شوند، نسبتاً پایین است؛ درحالی‌که ویژگی آن در سطح بالاتری قرار دارد. حساسیت تجمیعی ۲۴٫۷ درصد، ویژگی ۸۵٫۷ درصد و سطح زیر منحنی ROC برابر با ۰٫۵۸۷ گزارش شد. این نتایج بیانگر آن بود که FMS به‌تنهایی توانایی محدودی در تفکیک افراد آسیب‌دیده از افراد بدون آسیب دارد. پژوهشگران بر همین اساس نتیجه گرفتند که استفاده از این آزمون به‌عنوان ابزار مستقل پیش‌بینی آسیب، از پشتوانه علمی کافی برخوردار نیست. اهمیت این مطالعه در آن است که میان توانایی آزمون در ارزیابی کیفیت حرکت و قابلیت آن در پیش‌بینی یک پیامد آینده تمایز قائل شد.(Dorrel et al., ۲۰۱۵)

Bahr (۲۰۱۶)در مقاله انتقادی خود با عنوان «چرا آزمون‌های غربالگری برای پیش‌بینی آسیب کارآمد نیستند و احتمالاً هرگز نخواهند بود؟» به بررسی محدودیت‌های اساسی روش‌های غربالگری پرداخت. وی معتقد بود که وجود ارتباط آماری میان یک متغیر حرکتی و بروز آسیب، لزوماً به معنای برخورداری آزمون از ارزش پیش‌بینی‌کنندگی مناسب نیست. به اعتقاد او، برای اثبات کارآمدی یک ابزار غربالگری باید علاوه بر بررسی ارتباط آن با آسیب، حساسیت، ویژگی، ارزش اخباری و قابلیت تعمیم نتایج آن در جمعیت‌های مختلف نیز ارزیابی شود. همچنین باید مشخص شود که اجرای مداخلات پیشگیرانه بر اساس نتایج غربالگری، در مقایسه با ارائه برنامه‌های پیشگیرانه عمومی، واقعاً موجب کاهش بیشتر آسیب‌ها می‌شود یا خیر. این دیدگاه اهمیت ویژه‌ای در پژوهش حاضر دارد؛ زیرا نشان می‌دهد که ارزیابی علمی آزمون‌های غربالگری نباید صرفاً به بررسی نمرات آزمون یا ارتباط آن‌ها با آسیب محدود شود .(Bahr, ۲۰۱۶)

در پژوهشی دیگر، Moranو همکاران (۲۰۱۷) با انجام مرور نظام‌مند و فراتحلیل، رابطه میان نمره ترکیبی آزمون FMS و بروز آسیب‌های بعدی را بررسی کردند. نتایج این مطالعه نشان داد که ارتباط میان نمره کلی آزمون و احتمال بروز آسیب در گروه‌های مختلف یکسان نیست. در برخی جمعیت‌ها، به‌ویژه کارکنان نظامی مرد، ارتباط آماری معناداری میان نمره پایین آزمون و آسیب مشاهده شد؛ بااین‌حال، اندازه این ارتباط محدود بود. همچنین شواهد مربوط به برخی جمعیت‌های ورزشی، از جمله فوتبالیست‌ها، حمایت کافی از استفاده از نمره ترکیبی FMS به‌عنوان شاخص مستقل پیش‌بینی آسیب ارائه نکردند. نویسندگان بر ضرورت توجه به ویژگی‌های جمعیتی، نوع فعالیت ورزشی و کیفیت طراحی مطالعات تأکید کردند. یافته‌های این پژوهش نشان می‌دهد که تعیین یک نقطه برش عمومی برای همه ورزشکاران نمی‌تواند مبنای قابل اتکایی برای تصمیم‌گیری درباره خطر آسیب باشد (Moran et al., ۲۰۱۷).

در زمینه آزمون‌های تعادل پویا، Plisky و همکاران (۲۰۲۱) در یک مرور نظام‌مند و فراتحلیل، ویژگی‌های اندازه‌گیری آزمون تعادل وای در اندام تحتانی را بررسی کردند. این پژوهش شامل بررسی پایایی، روایی تمایزی و اعتبار پیش‌بینی‌کنندگی آزمون بود. نتایج نشان داد که آزمون تعادل وای در برخی ویژگی‌های اندازه‌گیری از شواهد مناسبی برخوردار است؛ بااین‌حال، نتایج مربوط به پیش‌بینی آسیب در مطالعات مختلف یکسان نیست. پژوهشگران نشان دادند که عدم تقارن در عملکرد اندام‌ها و کاهش مسافت دسترسی در برخی جهات ممکن است با افزایش خطر آسیب ارتباط داشته باشد، اما این ارتباط تحت تأثیر نوع جمعیت، ویژگی‌های ورزشکاران و روش اجرای آزمون قرار دارد. بنابراین، استفاده از نقاط برش ثابت و تعمیم آن‌ها به تمام رشته‌های ورزشی نیازمند احتیاط است (Plisky et al., ۲۰۲۱).

مطالعات جدیدتر نیز نشان داده‌اند که ارزیابی عملکرد حرکتی باید فراتر از اتکا به یک نمره کلی یا یک آزمون منفرد باشد Eckart و همکاران (۲۰۲۵) در مقاله مروری خود درباره ارزش پیش‌بینی‌کنندگی FMS و Y-Balance بیان کردند که این آزمون‌ها با وجود سهولت اجرا و کاربرد گسترده، در پیش‌بینی آسیب‌های اسکلتی ـ عضلانی با محدودیت‌هایی مواجه هستند. از جمله این محدودیت‌ها می‌توان به استفاده از امتیازهای کلی، تفاوت در شرایط اجرای آزمون، نادیده‌گرفتن ویژگی‌های فردی و عدم توجه کافی به سابقه آسیب و سطح آمادگی جسمانی اشاره کرد. این پژوهشگران بر ضرورت ترکیب اطلاعات حاصل از آزمون‌های حرکتی با سایر شاخص‌های عملکردی و عوامل خطر تأکید کرده‌اند .(Eckart et al., ۲۰۲۵) همچنین مرور نظام‌مند منتشرشده در سال ۲۰۲۵ درباره ویژگی‌های اندازه‌گیری آزمون‌های عملکردی اندام تحتانی نشان داد که هیچ‌یک از آزمون‌های بررسی‌شده از قطعیت بالای شواهد در تمام ویژگی‌های اندازه‌گیری برخوردار نیستند. در این مطالعه، آزمون تعادل وای در برخی ویژگی‌ها از شواهد با قطعیت متوسط برخوردار بود، درحالی‌که برای آزمون FMS شواهد محدودتری گزارش شد (Lower extremity functional performance tests and their measurement properties in athletes, ۲۰۲۵).

در پژوهش‌های داخلی نیز توجه به نقش آزمون‌های غربالگری حرکتی در شناسایی عوامل خطر آسیب‌های ورزشی افزایش یافته است. یکی از مطالعات مرتبط در این زمینه، پژوهش نظری، نورسته و زارعی (۱۴۰۳) با عنوان «آیا آزمون غربالگری عملکرد حرکتی می‌تواند آسیب‌های اسکلتی ـ عضلانی دوندگان مرد باشگاهی را پیش‌بینی کند؟» است. در این مطالعه، ۱۰۰ دونده مرد باشگاهی به‌صورت آینده‌نگر مورد بررسی قرار گرفتند و ارتباط نمرات FMS با بروز آسیب‌های اسکلتی ـ عضلانی ارزیابی شد. نتایج پژوهش نشان داد که ورزشکاران دارای نمرات پایین‌تر در آزمون، در مقایسه با سایر افراد با احتمال بیشتری دچار آسیب شدند و پژوهشگران برای نمره آزمون نقطه برش مشخصی گزارش کردند. این یافته‌ها می‌توانند بیانگر اهمیت بررسی کیفیت الگوهای حرکتی در برخی گروه‌های ورزشی باشند؛ بااین‌حال، به دلیل محدودبودن نمونه به دوندگان مرد باشگاهی، تعمیم نتایج به زنان، ورزشکاران رشته‌های تیمی و سایر سطوح رقابتی باید با احتیاط صورت گیرد (نظری و همکاران، ۱۴۰۳) .

در مقابل، پژوهش نادری، علیزاده و آبشناس (۱۴۰۳) با عنوان «بررسی میزان پیش‌بینی آسیب‌های ورزشی دانشجویان پسر ورزشکار با استفاده از آزمون‌های غربالگری حرکتی عملکردی، تعادلی وای و سیستم امتیازدهی خطای فرود» نتایج متفاوتی ارائه کرده است. در این مطالعه، ۱۸۹ دانشجوی پسر ورزشکار شرکت‌کننده در پانزدهمین المپیاد ورزشی دانشجویی ایران بررسی شدند و آزمون‌های FMS، تعادل وای و سیستم امتیازدهی خطای فرود پیش از مسابقات اجرا شد. در طول مسابقات، ۳۹ مورد آسیب ثبت شد که معادل ۲۰،۶۴ درصد نمونه بود. نتایج تحلیل آماری نشان داد که هیچ‌یک از سه آزمون مورد بررسی، به‌تنهایی قابلیت پیش‌بینی

معنادار آسیب‌های ثبت‌شده را نداشتند. این یافته از یک سو ضرورت بررسی آزمون‌های تخصصی متناسب با نیازهای حرکتی هر رشته ورزشی را برجسته می‌کند و از سوی دیگر نشان می‌دهد که نتایج آزمون‌های عمومی غربالگری را نباید بدون توجه به زمینه فعالیت ورزشی، شاخصی قطعی برای تعیین خطر آسیب تلقی کرد (نادری و همکاران، ۱۴۰۳) . همچنین در پژوهش لطیفی و همکاران (۲۰۲۴)، رابطه میان آزمون‌هایFMS ، تعادل وای و برخی آزمون‌های پرش در بازیکنان والیبال و بسکتبال بررسی شد. نتایج این مطالعه نشان داد که ارتباط میان آزمون‌های مختلف و شاخص‌های مرتبط با آسیب یکسان نیست و در برخی موارد، آزمون پرش جانبی توانست اطلاعات پیش‌بینی‌کننده بیشتری ارائه دهد؛ درحالی‌که برای برخی دیگر از آزمون‌ها ارتباط معناداری مشاهده نشد. اهمیت این پژوهش در آن است که ضرورت انتخاب ابزارهای ارزیابی متناسب با ماهیت حرکتی رشته‌های ورزشی را برجسته می‌سازد. به عبارت دیگر، ممکن است آزمونی که در یک رشته ورزشی اطلاعات مفیدی درباره عملکرد ورزشکار ارائه می‌دهد، در رشته‌ای دیگر ارزش پیش‌بینی‌کنندگی محدودی داشته باشد .(Latifi et al., ۲۰۲٤)

مجموع شواهد داخلی و خارجی نشان می‌دهد که آزمون‌های غربالگری حرکتی از نظر شناسایی محدودیت‌های عملکردی، بررسی کیفیت اجرای حرکات و فراهم‌کردن اطلاعات اولیه برای طراحی تمرینات اصلاحی دارای اهمیت هستند؛ اما درباره توانایی آن‌ها در پیش‌بینی مستقل آسیب‌های ورزشی، نتایج قطعی و یکسانی وجود ندارد. این تفاوت نتایج را می‌توان با توجه به چند عامل تبیین کرد. نخست، جمعیت‌های مورد مطالعه از نظر سن، جنسیت، سطح آمادگی جسمانی، سابقه آسیب و سطح رقابت متفاوت هستند. دوم، تعریف آسیب در مطالعات مختلف یکسان نیست؛ برخی پژوهش‌ها تنها آسیب‌هایی را ثبت می‌کنند که منجر به غیبت از تمرین یا مسابقه شده‌اند، درحالی‌که برخی دیگر آسیب‌های خفیف‌تر یا موارد مراجعه به مراکز درمانی را نیز در نظر می‌گیرند. سوم، نوع رشته ورزشی و میزان مواجهه با فعالیت بدنی می‌تواند در احتمال وقوع آسیب نقش تعیین‌کننده داشته باشد. چهارم، تفاوت در شیوه اجرای آزمون‌ها، نحوه امتیازدهی و انتخاب نقاط برش ممکن است موجب ناهمگونی نتایج شود. بنابراین، مقایسه مستقیم یافته‌های مطالعات بدون در نظر گرفتن این تفاوت‌ها می‌تواند به نتیجه‌گیری‌های نادرست منجر شود.

یکی از مهم‌ترین چالش‌های روش‌شناختی در پژوهش‌های مربوط به غربالگری حرکتی، اشتباه‌گرفتن رابطه آماری با توانایی پیش‌بینی است. ممکن است نتایج یک مطالعه نشان دهد که میان نمره پایین یک آزمون و بروز آسیب ارتباط معناداری وجود دارد؛ اما این ارتباط لزوماً به معنای توانایی دقیق آزمون در شناسایی افرادی نیست که در آینده دچار آسیب خواهند شد. برای ارزیابی ارزش پیش‌بینی‌کنندگی یک آزمون، شاخص‌هایی مانند حساسیت، ویژگی، ارزش اخباری مثبت، ارزش اخباری منفی، نسبت درست‌نمایی و سطح زیر منحنی ROC باید مورد توجه قرار گیرند. حساسیت نشان می‌دهد آزمون تا چه اندازه می‌تواند افراد واقعاً در معرض پیامد موردنظر را شناسایی کند و ویژگی بیانگر توانایی آزمون در شناسایی افرادی است که آن پیامد را تجربه نمی‌کنند. همچنین ارزش اخباری مثبت نشان می‌دهد چه نسبتی از افراد دارای نتیجه مثبت آزمون واقعاً پیامد موردنظر را تجربه کرده‌اند. این شاخص‌ها به‌ویژه در شرایطی اهمیت دارند که میزان وقوع آسیب در جمعیت مورد مطالعه پایین یا متفاوت باشد.

(۲۰۱٦) Bahrدر مقاله انتقادی خود با عنوان «چرا آزمون‌های غربالگری برای پیش‌بینی آسیب کارآمد نیستند و احتمالاً هرگز نخواهند بود؟» بر محدودیت‌های بنیادی پیش‌بینی آسیب از طریق آزمون‌های غربالگری تأکید کرده است. از دیدگاه وی، برای اعتبارسنجی یک آزمون غربالگری باید دست‌کم سه مرحله طی شود: نخست، ارتباط میان شاخص آزمون و بروز آسیب در مطالعات آینده‌نگر اثبات شود؛ دوم، ویژگی‌های پیش‌بینی آزمون با استفاده از روش‌های آماری مناسب و در جمعیت‌های مستقل اعتبارسنجی

شود؛ و سوم، مشخص شود که اجرای مداخله مبتنی بر غربالگری در مقایسه با ارائه همان برنامه پیشگیرانه به همه ورزشکاران، اثربخشی بیشتری دارد. وی همچنین توضیح می‌دهد که به دلیل هم‌پوشانی ویژگی‌های عملکردی میان ورزشکاران آسیب‌دیده و بدون آسیب، تعیین یک نقطه برش که بتواند این دو گروه را به‌طور دقیق از یکدیگر جدا کند، دشوار است. بنابراین، وجود رابطه آماری به‌تنهایی برای اثبات ارزش کاربردی یک برنامه غربالگری کافی نیست .(Bahr, ۲۰۱۶)

موضوع دیگری که در ارزیابی آزمون‌های غربالگری باید مورد توجه قرار گیرد، مسئله نقاط برش و طبقه‌بندی ورزشکاران است. در برخی پژوهش‌ها، نمره ۱۴ یا کمتر از ۲۱ در آزمون FMS به‌عنوان نقطه برش برای شناسایی ورزشکاران در معرض خطر آسیب در نظر گرفته شده است. بااین‌حال، شواهد نشان می‌دهند که این نقطه برش الزاماً در همه رشته‌ها، گروه‌های سنی و جمعیت‌های ورزشی از اعتبار یکسانی برخوردار نیست. استفاده از یک معیار ثابت برای جمعیت‌های متفاوت ممکن است موجب مثبت کاذب یا منفی کاذب شود. مثبت کاذب به وضعیتی اشاره دارد که آزمون فردی را در معرض خطر معرفی می‌کند، درحالی‌که او در دوره پیگیری دچار آسیب نمی‌شود. منفی کاذب نیز زمانی رخ می‌دهد که آزمون فردی را کم‌خطر طبقه‌بندی می‌کند، اما وی در ادامه دچار آسیب می‌شود. هر دو نوع خطا می‌توانند پیامدهای مهمی برای تصمیم‌گیری مربیان، متخصصان و ورزشکاران داشته باشند. ازاین‌رو، تعیین نقاط برش باید بر اساس شواهد معتبر، ویژگی‌های جمعیت هدف و پیامدهای واقعی مورد بررسی انجام شود.

علاوه بر این، یکی از محدودیت‌های رایج در مطالعات غربالگری حرکتی، توجه بیش از اندازه به نمره کلی آزمون و کم‌توجهی به الگوهای اختصاصی و جزئیات اجرای حرکات است. برای مثال، دو ورزشکار ممکن است در آزمون FMS نمره کلی یکسانی کسب کنند، اما نوع محدودیت‌های حرکتی آن‌ها کاملاً متفاوت باشد. یکی ممکن است در تحرک‌پذیری شانه محدودیت داشته باشد و دیگری در کنترل تنه یا اجرای لانج با مشکل مواجه شود. بدیهی است که این دو وضعیت از نظر ارتباط با آسیب‌های اندام تحتانی یا فوقانی یکسان نیستند. بنابراین، استفاده صرف از نمره ترکیبی ممکن است اطلاعات مهم مربوط به نوع اختلال عملکردی را پنهان کند. بررسی الگوهای اختصاصی، عدم تقارن‌ها، وجود درد و کیفیت اجرای هر حرکت می‌تواند در تفسیر بالینی و طراحی برنامه تمرینی مناسب‌تر مؤثر باشد. بااین‌حال، تحلیل جزئی هر آزمون نیز باید بر اساس دستورالعمل‌های معتبر انجام شود تا از تفسیرهای ذهنی و غیرقابل تکرار جلوگیری شود.

از سوی دیگر، باید به این نکته توجه کرد که آسیب‌های ورزشی در بسیاری از موارد حاصل تعامل پیچیده عوامل مختلف در طول زمان هستند. وضعیت آمادگی جسمانی ورزشکار ممکن است در آغاز فصل مناسب باشد، اما افزایش ناگهانی بار تمرین، کاهش زمان بازیابی، خستگی تجمعی، اختلال خواب یا تغییر شرایط مسابقه می‌تواند وضعیت خطر را تغییر دهد. بنابراین، ارزیابی حرکتی در یک مقطع زمانی خاص نمی‌تواند به‌تنهایی تمامی تغییرات احتمالی وضعیت ورزشکار را در طول فصل پوشش دهد. این موضوع اهمیت ارزیابی‌های دوره‌ای، ثبت منظم آسیب‌ها، پایش بار تمرین و بررسی سابقه پزشکی ورزشکار را برجسته می‌کند. در واقع، غربالگری حرکتی زمانی ارزش بیشتری پیدا می‌کند که در کنار اطلاعات مربوط به سابقه آسیب، وضعیت جسمانی، میزان مواجهه با تمرین و مسابقه و شرایط اختصاصی رشته ورزشی مورد استفاده قرار گیرد.

یکی از مهم‌ترین کاربردهای عملی آزمون‌های غربالگری حرکتی، کمک به طراحی برنامه‌های تمرینی اصلاحی و پیشگیرانه است. نتایج این آزمون‌ها می‌توانند زمینه شناسایی برخی محدودیت‌های قابل اصلاح را فراهم کنند و به مربیان و متخصصان کمک کنند تا

تمرینات متناسب با نیازهای عملکردی ورزشکار را انتخاب کنند. برای مثال، در صورت مشاهده ضعف در کنترل تعادل پویا، می‌توان تمرینات تعادلی و حس عمقی را متناسب با سطح ورزشکار در برنامه گنجاند. در صورت مشاهده محدودیت دامنه حرکتی، تمرینات تحرک‌پذیری و انعطاف‌پذیری متناسب با وضعیت فرد قابل طراحی هستند. همچنین در صورت مشاهده ضعف کنترل تنه یا الگوی نامناسب فرود، تمرینات ثبات مرکزی، تقویت عضلات و آموزش الگوهای صحیح فرود می‌توانند مورد توجه قرار گیرند. البته انتخاب تمرین اصلاحی باید بر اساس ارزیابی تخصصی و نیازهای واقعی ورزشکار انجام شود و نباید صرفاً از روی یک نمره کلی آزمون تصمیم‌گیری کرد.

در حوزه پیشگیری از آسیب، برنامه‌های تمرینی چندجزئی نیز از اهمیت زیادی برخوردارند. این برنامه‌ها معمولاً ترکیبی از تمرینات قدرتی، تعادلی، پلایومتریک، کنترل عصبی‌عضلانی، انعطاف‌پذیری و آموزش تکنیک‌های حرکتی هستند. هدف چنین برنامه‌هایی، ارتقای ظرفیت عملکردی ورزشکار و کاهش عوامل قابل اصلاح مرتبط با آسیب است. در این زمینه، مرور نظام‌مند و فراتحلیل مالکی و همکاران (۲۰۲۵) درباره تأثیر مداخلات تمرینی بر نمرات FMS نشان می‌دهد که برنامه‌های تمرینی ساختاریافته می‌توانند موجب بهبود برخی شاخص‌های عملکرد حرکتی و نمرات این آزمون شوند. بااین‌حال، بهبود نمره FMS نباید به‌صورت خودکار معادل کاهش میزان آسیب تفسیر شود؛ زیرا برای اثبات کاهش آسیب، لازم است پیامدهای آسیب در مطالعات آینده‌نگر و مداخلات کنترل‌شده به‌طور مستقیم بررسی شوند .(Maleki et al., ۲۰۲۵)

در مجموع، بررسی نقش آزمون‌های غربالگری حرکتی در شناسایی عوامل خطر و پیشگیری از آسیب‌های ورزشی، مستلزم اتخاذ رویکردی انتقادی و مبتنی بر شواهد است. این آزمون‌ها می‌توانند به‌عنوان بخشی از فرایند ارزیابی عملکردی ورزشکاران، اطلاعات ارزشمندی درباره کیفیت حرکت، تعادل، کنترل عصبی‌عضلانی و محدودیت‌های قابل اصلاح فراهم کنند؛ اما استفاده از آن‌ها به‌عنوان ابزارهای مستقل و قطعی پیش‌بینی آسیب، با محدودیت‌های علمی و روش‌شناختی همراه است. تفاوت ویژگی‌های فردی، ماهیت رشته‌های ورزشی، سابقه آسیب، شرایط تمرین، نحوه تعریف آسیب، اعتبار نقاط برش و کیفیت طراحی پژوهش‌ها از جمله عواملی هستند که باید در تفسیر نتایج مورد توجه قرار گیرند. بر همین اساس، رویکرد مناسب آن است که آزمون‌های غربالگری حرکتی در قالب یک نظام جامع ارزیابی خطر به کار گرفته شوند و نتایج آن‌ها در کنار سایر شاخص‌های عملکردی، بالینی و تمرینی تحلیل شوند.

مبانی نظری پژوهش

۱ .مفهوم آسیب‌های ورزشی و ضرورت پیشگیری از آن‌ها

آسیب‌های ورزشی از مهم‌ترین مسائل مرتبط با سلامت و عملکرد ورزشکاران به شمار می‌روند و می‌توانند پیامدهای جسمانی، روان‌شناختی، اقتصادی و اجتماعی متعددی به همراه داشته باشند .آسیب ورزشی به اختلال یا صدمه‌ای گفته می‌شود که در جریان تمرین، مسابقه یا سایر فعالیت‌های مرتبط با ورزش ایجاد شده و موجب بروز درد، محدودیت عملکرد، نیاز به مراقبت درمانی یا کاهش مشارکت فرد در فعالیت ورزشی شود .این آسیب‌ها از نظر سازوکار ایجاد، شدت، محل وقوع و مدت زمان بهبودی تفاوت دارند و می‌توانند به شکل حاد یا تدریجی بروز کنند .آسیب‌های حاد معمولاً در نتیجه یک رویداد مشخص، مانند برخورد، پیچ‌خوردگی یا

فرود نامناسب رخ می‌دهند؛ درحالی‌که آسیب‌های ناشی از استفاده بیش‌ازحد، در پی تکرار فشارهای مکانیکی و ناکافی‌بودن فرصت بازیابی بافت‌ها شکل می‌گیرند.

اهمیت آسیب‌های ورزشی تنها به پیامدهای جسمانی آن‌ها محدود نمی‌شود .بروز آسیب ممکن است موجب توقف تمرین، کاهش آمادگی جسمانی، افت عملکرد رقابتی، افزایش هزینه‌های درمان و توان‌بخشی و حتی کاهش انگیزه ورزشکار برای ادامه فعالیت شود . در ورزشکاران حرفه‌ای، آسیب می‌تواند بر روند آماده‌سازی، حضور در مسابقات و مسیر حرفه‌ای فرد تأثیر بگذارد؛ در ورزشکاران نوجوان و دانش‌آموز نیز ممکن است مشارکت مستمر در فعالیت بدنی و شکل‌گیری عادت‌های سالم حرکتی را مختل کند .ازاین‌رو، پیشگیری از آسیب باید به‌عنوان بخشی جدایی‌ناپذیر از برنامه‌های تمرینی، آموزشی و مراقبتی در نظر گرفته شود.

در دیدگاه‌های معاصر، آسیب ورزشی پدیده‌ای چندعاملی تلقی می‌شود؛ به این معنا که وقوع آن معمولاً حاصل تعامل میان ویژگی‌های فردی ورزشکار، شرایط محیطی، نوع فعالیت، میزان بار مکانیکی و سازوکارهای حرکتی است Bahr و (۲۰۰۵) Krosshaugدر تبیین سازوکار آسیب تأکید می‌کنند که برای شناخت و پیشگیری از آسیب، باید رویداد آسیب‌زا، شرایط وقوع آن و عوامل مؤثر بر بار واردشده به بافت‌ها به‌صورت هم‌زمان بررسی شوند .بر این اساس، نمی‌توان وقوع آسیب را صرفاً به یک ضعف عضلانی، محدودیت حرکتی یا نتیجه نامطلوب در یک آزمون نسبت داد.

پیشگیری از آسیب نیز فرایندی فراتر از شناسایی افراد دارای عملکرد ضعیف است .این فرایند شامل شناخت الگوهای وقوع آسیب، بررسی عوامل مرتبط، طراحی مداخلات مناسب و ارزیابی اثربخشی آن‌هاست .آزمون‌های غربالگری حرکتی در این چارچوب می‌توانند اطلاعات اولیه‌ای درباره وضعیت عملکردی ورزشکار فراهم کنند؛ اما ارزش آن‌ها زمانی بیشتر می‌شود که نتایج به تصمیم‌های تمرینی و مداخلات هدفمند منجر شوند و تأثیر این مداخلات بر پیامدهای واقعی آسیب مورد ارزیابی قرار گیرد.

۲ .ماهیت چندعاملی آسیب‌های ورزشی و عوامل مؤثر بر وقوع آن

یکی از مبانی اساسی در پژوهش‌های پیشگیری از آسیب، پذیرش ماهیت چندعاملی آسیب‌های ورزشی است .در این رویکرد، آسیب پیامد تعامل پیچیده میان عوامل درونی و بیرونی تلقی می‌شود و هیچ عامل منفردی به‌تنهایی نمی‌تواند وقوع آن را در تمام شرایط توضیح دهد .عوامل درونی به ویژگی‌های فردی ورزشکار مربوط‌اند و عواملی مانند سن، جنس، سابقه آسیب، وضعیت آمادگی جسمانی، قدرت عضلانی، انعطاف‌پذیری، تعادل، ساختار بدنی و کنترل عصبی‌عضلانی را دربرمی‌گیرند .در مقابل، عوامل بیرونی به شرایطی اشاره دارند که ورزشکار در محیط تمرین و مسابقه با آن‌ها مواجه است؛ ازجمله نوع سطح ورزشی، تجهیزات، کفش، شرایط آب‌وهوایی، قوانین بازی، سطح رقابت و برنامه تمرینی.

سابقه آسیب یکی از متغیرهای مهم در ارزیابی خطر محسوب می‌شود؛ زیرا آسیب قبلی ممکن است با تغییراتی در قدرت عضلانی، دامنه حرکتی، کنترل مفصل، الگوی حرکتی یا میزان اعتمادبه‌نفس ورزشکار همراه باشد .حتی پس از بازگشت فرد به فعالیت ورزشی، ممکن است برخی محدودیت‌های عملکردی باقی بمانند که در شرایط خاص تمرینی یا رقابتی اهمیت پیدا کنند .بااین‌حال، سابقه آسیب نیز به‌تنهایی برای تعیین احتمال وقوع آسیب بعدی کافی نیست و باید در کنار سایر ویژگی‌های فردی و شرایط فعالیت بررسی شود.

قدرت و استقامت عضلانی از دیگر عوامل مهم در عملکرد حرکتی و تحمل بارهای ورزشی هستند .عضلات علاوه بر ایجاد حرکت، در کنترل مفاصل و جذب بخشی از نیروهای واردشده به بدن نقش دارند .کاهش ظرفیت عضلانی ممکن است در شرایط خستگی یا فعالیت‌های تکراری، کنترل حرکت را دشوارتر کند .همچنین، محدودیت دامنه حرکتی مفاصل می‌تواند الگوی اجرای برخی حرکات را تغییر دهد و موجب انتقال بار به بخش‌های دیگر زنجیره حرکتی شود .بااین‌حال، رابطه میان انعطاف‌پذیری، قدرت یا سایر ویژگی‌های جسمانی با آسیب، وابسته به نوع ورزش و شرایط عملکردی است و نمی‌توان برای همه رشته‌ها یک الگوی یکسان در نظر گرفت.

بار تمرینی نیز در تحلیل آسیب‌های ورزشی اهمیت اساسی دارد .حجم، شدت، تکرار و مدت تمرین، همراه با زمان استراحت و بازیابی، تعیین می‌کنند که بدن تا چه اندازه فرصت سازگاری با فشارهای واردشده را دارد .افزایش ناگهانی یا نامتناسب بار تمرینی ممکن است در برخی شرایط توانایی بافت‌ها برای سازگاری را تحت تأثیر قرار دهد .به همین دلیل، ارزیابی وضعیت ورزشکار نباید صرفاً بر آزمون‌های حرکتی متکی باشد، بلکه باید اطلاعات مربوط به برنامه تمرین، خستگی، بازیابی و سابقه فعالیت نیز در تحلیل خطر لحاظ شود .این نگاه چندعاملی، مبنای نظری استفاده محتاطانه و هدفمند از آزمون‌های غربالگری حرکتی است (Bahr & Krosshaug, ۲۰۰۵; Bahr, ۲۰۱۶).

۳ .الگوی نظری پیشگیری از آسیب‌های ورزشی

یکی از چارچوب‌های شناخته‌شده در حوزه پیشگیری از آسیب، الگوی چهارمرحله‌ای ون‌مشلن و همکاران است .این الگو پیشگیری از آسیب را فرایندی نظام‌مند می‌داند که با توصیف مسئله آغاز می‌شود و از طریق شناسایی عوامل خطر، طراحی مداخله و ارزیابی اثربخشی آن ادامه می‌یابد .اهمیت این الگو در آن است که پیشگیری را از مجموعه‌ای از توصیه‌های پراکنده به یک فرایند مبتنی بر شواهد و قابل ارزیابی تبدیل می‌کند .(van Mechelen et al., ۱۹۹۲)

در مرحله نخست، میزان و الگوی وقوع آسیب بررسی می‌شود .در این مرحله، اطلاعاتی مانند فراوانی آسیب، نوع و محل آن، شدت، مدت دوری از فعالیت ورزشی و شرایط وقوع گردآوری می‌شود .هدف آن است که مشخص شود چه آسیب‌هایی در چه گروه‌هایی، در چه شرایطی و با چه پیامدهایی بیشتر رخ می‌دهند .بدون شناخت دقیق مسئله، طراحی برنامه پیشگیری ممکن است بر فرضیات نادرست یا اولویت‌های غیرواقعی استوار شود.

در مرحله دوم، عوامل خطر و سازوکارهای ایجاد آسیب مورد بررسی قرار می‌گیرند .آزمون‌های غربالگری حرکتی عمدتاً در این مرحله جایگاه پیدا می‌کنند؛ زیرا می‌توانند برخی ویژگی‌های عملکردی مانند محدودیت حرکتی، ضعف تعادل، عدم تقارن یا نقص کنترل حرکتی را آشکار سازند .البته این آزمون‌ها تنها بخشی از فرایند شناسایی عوامل خطر هستند و باید در کنار سابقه آسیب، ویژگی‌های جسمانی، شرایط تمرین و نیازهای رشته ورزشی تفسیر شوند.

مرحله سوم به طراحی و اجرای مداخلات پیشگیرانه اختصاص دارد .در این مرحله، یافته‌های حاصل از ارزیابی باید به برنامه‌هایی متناسب با نیازهای ورزشکار تبدیل شوند .برای نمونه، اگر ارزیابی‌ها محدودیت تعادل یا ضعف کنترل فرود را نشان دهند، ممکن است تمرینات تعادلی، قدرتی و عصبی‌عضلانی در برنامه فرد گنجانده شوند .انتخاب مداخله باید بر اساس شواهد علمی و ماهیت نقص شناسایی‌شده انجام گیرد، نه صرفاً بر اساس پایین‌بودن نمره یک آزمون.

در مرحله چهارم، اثربخشی مداخله ارزیابی می‌شود .در این مرحله باید بررسی شود که آیا اجرای برنامه پیشگیرانه موجب کاهش میزان یا شدت آسیب شده است یا خیر .بهبود نمره آزمون غربالگری به‌تنهایی اثبات‌کننده کاهش آسیب نیست؛ زیرا ممکن است عملکرد آزمون بهتر شود، اما تغییری در میزان وقوع آسیب ایجاد نشود .بنابراین، پیامدهای واقعی آسیب باید در یک دوره زمانی مشخص و با روش ثبت مناسب بررسی شوند .این تمایز برای ارزیابی علمی نقش آزمون‌های غربالگری اهمیت بنیادی دارد (van Mechelen et al., ۱۹۹۲; Bahr, ۲۰۱۶).

۴ .مبانی نظری غربالگری حرکتی و جایگاه آن در ارزیابی ورزشکاران

غربالگری حرکتی فرایندی ساختاریافته برای بررسی اولیه کیفیت اجرای حرکات و شناسایی محدودیت‌های احتمالی در عملکرد دستگاه حرکتی است .در این فرایند، فرد مجموعه‌ای از حرکات استاندارد را اجرا می‌کند و عملکرد او بر اساس معیارهایی مانند دامنه حرکتی، تعادل، ثبات، هماهنگی، کنترل مفاصل و تقارن حرکتی ارزیابی می‌شود .هدف اصلی غربالگری، تشخیص قطعی آسیب یا تعیین احتمال قطعی وقوع آن نیست؛ بلکه فراهم‌کردن اطلاعاتی اولیه برای شناخت وضعیت عملکردی فرد و مشخص‌کردن ضرورت ارزیابی‌های تکمیلی است.

اهمیت غربالگری حرکتی از این واقعیت ناشی می‌شود که بسیاری از فعالیت‌های ورزشی به هماهنگی هم‌زمان چندین بخش از دستگاه حرکتی نیاز دارند .حرکاتی مانند دویدن، پریدن، فرودآمدن، تغییر جهت و حفظ تعادل، مستلزم عملکرد هماهنگ عضلات، مفاصل و دستگاه عصبی هستند .هرگونه محدودیت در یکی از این مؤلفه‌ها ممکن است بر نحوه اجرای حرکت تأثیر بگذارد و الگوی توزیع نیرو در اندام‌ها را تغییر دهد .از این منظر، ارزیابی کیفیت حرکت می‌تواند اطلاعاتی فراهم کند که در آزمون‌های صرفاً قدرتی یا استقامتی به‌طور کامل قابل مشاهده نیست.

غربالگری حرکتی همچنین می‌تواند در شناسایی تفاوت‌های عملکردی میان دو اندام نقش داشته باشد .برای مثال، اختلاف در دامنه حرکتی، تعادل یا توانایی کنترل اندام تحتانی ممکن است نشان‌دهنده وجود یک محدودیت عملکردی باشد که نیازمند بررسی بیشتر است .بااین‌حال، مشاهده عدم تقارن به‌تنهایی برای نتیجه‌گیری درباره وجود خطر آسیب کافی نیست؛ زیرا میزان طبیعی تقارن و عملکرد مطلوب می‌تواند با توجه به رشته ورزشی، سطح مهارت، ویژگی‌های بدنی و سابقه تمرین متفاوت باشد.

از نظر کاربردی، غربالگری زمانی ارزشمند است که نتایج آن به تصمیم‌گیری بالینی یا تمرینی مرتبط شوند .اگر آزمون تنها به تولید یک نمره کلی محدود شود و مشخص نباشد که این نمره چه پیامدی برای برنامه تمرینی ورزشکار دارد، ارزش کاربردی آن کاهش می‌یابد .بنابراین، متخصصان باید علاوه بر نمره نهایی، کیفیت اجرای هر حرکت، نوع محدودیت، وجود درد، تفاوت دو سمت بدن و شرایط اجرای آزمون را نیز در نظر بگیرند .در این چارچوب، غربالگری حرکتی بخشی از یک فرایند ارزیابی جامع است و نباید جایگزین معاینه تخصصی، ارزیابی آسیب یا بررسی سایر عوامل خطر شود.

۵ .مبانی بیومکانیکی و عصبی‌عضلانی کنترل حرکت

کنترل حرکت حاصل تعامل پیچیده میان دستگاه عصبی مرکزی، عضلات، مفاصل، سیستم‌های حسی و ویژگی‌های مکانیکی بدن است .دستگاه عصبی با دریافت اطلاعات حسی از محیط و اندام‌ها، فعالیت عضلات را تنظیم می‌کند تا حرکت با هدف موردنظر

هماهنگ شود .در فعالیت‌های ورزشی، این فرایند باید با سرعت بالا و در شرایطی متغیر انجام گیرد؛ به‌ویژه در حرکاتی که شامل تغییر جهت ناگهانی، فرود از پرش، تماس با حریف یا حفظ تعادل روی یک اندام هستند.

یکی از مؤلفه‌های مهم کنترل حرکت، حس عمقی است .حس عمقی به توانایی بدن در درک موقعیت و حرکت اندام‌ها و مفاصل بدون اتکای کامل به بینایی اشاره دارد .گیرنده‌های حسی موجود در عضلات، تاندون‌ها و مفاصل اطلاعات مربوط به کشش، وضعیت و حرکت اندام‌ها را به دستگاه عصبی منتقل می‌کنند .این اطلاعات در تنظیم انقباض عضلات، حفظ تعادل و اصلاح سریع الگوهای حرکتی نقش دارند .اختلال در دریافت یا پردازش اطلاعات حسی ممکن است دقت کنترل حرکتی را کاهش دهد؛ بااین‌حال، رابطه آن با آسیب باید در بستر سایر عوامل بررسی شود.

ثبات مرکزی نیز یکی از مؤلفه‌های مهم عملکرد حرکتی است .منظور از ثبات مرکزی، توانایی عضلات تنه و ناحیه لگن برای کنترل وضعیت بدن و حفظ پایداری هنگام اجرای حرکت است .تنه به‌عنوان بخشی از زنجیره حرکتی، در انتقال نیرو میان اندام‌های فوقانی و تحتانی نقش دارد .کنترل نامناسب تنه ممکن است بر وضعیت لگن و اندام تحتانی تأثیر بگذارد و اجرای حرکاتی مانند فرود، دویدن و تغییر جهت را تغییر دهد .ازاین‌رو، برخی آزمون‌های غربالگری با بررسی کنترل تنه و ثبات مرکزی تلاش می‌کنند بخشی از ظرفیت عملکردی ورزشکار را ارزیابی کنند.

از منظر بیومکانیک، حرکت بدن با تولید، انتقال و جذب نیرو همراه است .هنگام فرود از پرش، نیروهای ناشی از تماس پا با زمین از طریق مفاصل مچ پا، زانو و لگن منتقل و به کمک فعالیت عضلات کنترل می‌شوند .نحوه قرارگیری مفاصل، میزان خم‌شدن آن‌ها، وضعیت تنه و زمان‌بندی فعالیت عضلات می‌توانند بر چگونگی جذب نیرو اثر بگذارند .اگر الگوی فرود با کنترل ناکافی همراه باشد، ممکن است بار مکانیکی در برخی ساختارهای بدن افزایش یابد .بااین‌حال، مشاهده یک الگوی حرکتی نامطلوب در یک آزمون، به‌تنهایی اثبات نمی‌کند که آن الگو موجب آسیب خواهد شد؛ بلکه باید با سایر شواهد بالینی و عملکردی تفسیر شود.

در مجموع، مبانی عصبی‌عضلانی و بیومکانیکی توضیح می‌دهند که چرا ارزیابی کیفیت حرکت برای شناخت عملکرد ورزشکار اهمیت دارد .آزمون‌های غربالگری با مشاهده و اندازه‌گیری برخی مؤلفه‌های حرکتی، امکان شناسایی محدودیت‌های بالقوه را فراهم می‌کنند؛ اما برای تعیین نقش واقعی این محدودیت‌ها در وقوع آسیب، انجام مطالعات آینده‌نگر و بررسی پیامدهای آسیب ضروری است (Bahr & Krosshaug, ۲۰۰۵; Bahr, ۲۰۱۶).

۶ .آزمون غربالگری حرکت عملکردی (FMS)

آزمون غربالگری حرکت عملکردی (Functional Movement Screen: FMS)یکی از ابزارهای شناخته‌شده برای ارزیابی الگوهای حرکتی بنیادین است که با هدف بررسی کیفیت حرکت، تحرک‌پذیری، ثبات و برخی عدم تقارن‌های عملکردی طراحی شده است .مبنای نظری این آزمون بر این فرض استوار است که اجرای مناسب الگوهای حرکتی بنیادین می‌تواند اطلاعاتی درباره ظرفیت عملکردی دستگاه حرکتی فراهم کند .در این رویکرد، کیفیت اجرای حرکت اهمیت بیشتری از توانایی فرد برای تولید حداکثر نیرو یا سرعت دارد؛ زیرا هدف، بررسی چگونگی سازمان‌دهی حرکت و کنترل بخش‌های مختلف بدن است .(Cook et al., ۲۰۰۶)

FMSاز هفت الگوی حرکتی تشکیل شده است :اسکوات عمیق، گام‌برداری از روی مانع، لانج در خط، تحرک‌پذیری شانه، بالا آوردن فعال پای صاف، شنا با حفظ ثبات تنه و ثبات چرخشی .این حرکات به‌گونه‌ای انتخاب شده‌اند که جنبه‌های متفاوتی از تحرک‌پذیری، ثبات، هماهنگی و کنترل حرکتی را ارزیابی کنند .برای هر الگوی حرکتی، معیارهای مشخصی در نظر گرفته شده و عملکرد فرد بر اساس کیفیت اجرای حرکت امتیازدهی می‌شود.

در نظام امتیازدهی متداول FMS، هر الگوی حرکتی امتیازی بین صفر تا سه دریافت می‌کند .امتیاز سه نشان‌دهنده اجرای حرکت مطابق معیارهای استاندارد است؛ امتیاز دو زمانی اختصاص می‌یابد که فرد حرکت را با استفاده از جبران حرکتی یا کیفیت پایین‌تر اجرا کند؛ امتیاز یک بیانگر ناتوانی در اجرای الگوی موردنظر است و امتیاز صفر در صورت بروز درد هنگام اجرای حرکت ثبت می‌شود . در برخی حرکات، دو سمت بدن جداگانه ارزیابی می‌شوند و در محاسبه امتیاز، عملکرد ضعیف‌تر اهمیت دارد .مجموع امتیازهای هفت الگو، نمره‌ای بین صفر تا ۲۱ ایجاد می‌کند.

کاربرد FMSصرفاً به تعیین نمره کلی محدود نمی‌شود .بررسی الگوهای حرکتی به‌صورت جداگانه می‌تواند نشان دهد که محدودیت عملکردی بیشتر در کدام بخش مشاهده می‌شود .برای مثال، ضعف در اجرای اسکوات عمیق ممکن است ضرورت بررسی بیشتر تحرک‌پذیری مچ پا، لگن و کنترل تنه را مطرح کند .همچنین، تفاوت عملکرد دو سمت بدن در آزمون‌هایی مانند گام‌برداری از روی مانع یا لانج در خط می‌تواند زمینه‌ای برای ارزیابی دقیق‌تر تقارن حرکتی فراهم سازد .بنابراین، تفسیر کیفی هر آزمون در کنار امتیاز ترکیبی اهمیت دارد.

با وجود کاربرد گسترده FMS، استفاده از نمره کلی آن برای پیش‌بینی آسیب با محدودیت‌هایی همراه است .نمره مشابه در دو ورزشکار ممکن است از الگوهای حرکتی متفاوتی حاصل شده باشد؛ در نتیجه، امتیاز کلی همیشه ماهیت نقص عملکردی را مشخص نمی‌کند .افزون بر این، ویژگی‌های رشته ورزشی، سن، جنس، سطح آمادگی و سابقه تمرین می‌توانند بر عملکرد افراد در آزمون اثر بگذارند .ازاین‌رو، نمی‌توان یک نقطه برش ثابت را بدون توجه به ویژگی‌های جمعیت مورد مطالعه برای تمام ورزشکاران معتبر دانست.

Dorrelو همکاران (۲۰۱۵)در مرور نظام‌مند و فراتحلیل خود، توان پیش‌بینی آزمون FMSرا بررسی کردند .نتایج آنان نشان داد که این آزمون، با وجود کاربرد در ارزیابی عملکرد حرکتی، از حساسیت محدودی برای شناسایی افرادی برخوردار است که در آینده دچار آسیب می‌شوند .همچنین، Moranو همکاران (۲۰۱۷)در مرور نظام‌مند و فراتحلیل خود نتیجه گرفتند که شواهد مربوط به ارتباط نمره ترکیبی FMSبا آسیب، در جمعیت‌ها و شرایط مختلف یکسان نیست .بنابراین، FMSرا می‌توان ابزاری برای ارزیابی کیفیت حرکت و شناسایی برخی محدودیت‌های عملکردی دانست، اما استفاده از آن به‌عنوان پیش‌بینی‌کننده مستقل آسیب، پشتوانه علمی کافی ندارد .(Dorrel et al., ۲۰۱۵; Moran et al., ۲۰۱۷)

۷ .آزمون تعادل وای (Y-Balance Test)

آزمون تعادل وای (Y-Balance Test: YBT)یکی از ابزارهای ارزیابی تعادل پویا و کنترل عصبی‌عضلانی اندام تحتانی است .در این آزمون، فرد روی یک اندام می‌ایستد و اندام مقابل را در جهت‌های مشخص حرکت می‌دهد، درحالی‌که باید تعادل و کنترل وضعیت بدن را حفظ کند .این آزمون بر این مبنا طراحی شده است که توانایی حفظ تعادل هنگام حرکت اندام‌ها، بخشی از ظرفیت عملکردی ورزشکار را نشان می‌دهد و می‌تواند اطلاعاتی درباره هماهنگی، کنترل وضعیتی و عملکرد اندام تحتانی فراهم سازد.

در نسخه اندام تحتانی YBT، سه جهت حرکتی قدامی، خلفی ـ داخلی و خلفی ـ خارجی ارزیابی می‌شوند .ورزشکار در وضعیت ایستاده روی یک پا، پای دیگر را در هر یک از این جهت‌ها تا بیشترین فاصله ممکن حرکت می‌دهد، بدون آنکه تعادل خود را از دست بدهد یا پای تکیه‌گاه از وضعیت مجاز خارج شود .فاصله دست‌یابی در هر جهت اندازه‌گیری می‌شود و برای مقایسه دقیق‌تر عملکرد افراد، طول اندام تحتانی نیز در محاسبات لحاظ می‌شود .نمره ترکیبی آزمون از مجموع عملکرد در سه جهت و با درنظرگرفتن طول اندام محاسبه می‌شود.

اهمیت YBTدر ارزیابی کنترل پویا و عملکرد یک‌پایی است .بسیاری از حرکات ورزشی، مانند دویدن، فرود، شتاب‌گیری و تغییر جهت، مستلزم انتقال وزن بدن و حفظ تعادل در شرایط متغیر هستند .در چنین شرایطی، فرد باید بتواند هم‌زمان با حرکت یک اندام، وضعیت تنه و اندام تکیه‌گاه را کنترل کند .عملکرد در YBTمی‌تواند بخشی از این توانایی را منعکس کند؛ بااین‌حال، این آزمون تمام پیچیدگی‌های حرکات ورزشی را بازنمایی نمی‌کند و نباید نتایج آن به همه موقعیت‌های رقابتی تعمیم داده شود.

یکی از موضوعات مورد توجه در تفسیر YBT، عدم تقارن عملکرد دو اندام است .اختلاف در فاصله دست‌یابی میان دو سمت بدن ممکن است نشان‌دهنده تفاوت در کنترل حرکتی، قدرت، تحرک‌پذیری یا هماهنگی باشد .بااین‌حال، عدم تقارن به‌تنهایی نشانگر قطعی خطر آسیب نیست و باید با توجه به نوع رشته ورزشی، سطح عملکرد، ویژگی‌های فردی و سایر شاخص‌ها تفسیر شود . همچنین، تفاوت در طول اندام، تجربه اجرای آزمون، خستگی و دامنه حرکتی می‌تواند بر نتیجه اثر بگذارد.

۸ .آزمون خطای فرود (LESS)

آزمون خطای فرود (Landing Error Scoring System: LESS)ابزاری برای ارزیابی کیفیت الگوی فرود پس از پرش است . این آزمون با هدف شناسایی خطاهای قابل مشاهده در وضعیت بدن و اندام تحتانی هنگام فرود طراحی شده و توجه ویژه‌ای به الگوهای حرکتی مرتبط با کنترل زانو، لگن و تنه دارد .مبنای نظری LESSبر اهمیت مکانیک فرود در فعالیت‌های ورزشی استوار است؛ زیرا فرود از پرش یکی از موقعیت‌هایی است که در آن نیروهای قابل‌توجهی به اندام تحتانی وارد می‌شود و نحوه کنترل این نیروها می‌تواند بر بار مکانیکی مفاصل اثرگذار باشد.

در اجرای این آزمون، ورزشکار یک تکلیف پرش و فرود را انجام می‌دهد و اجرای حرکت از زوایای مشخص فیلم‌برداری می‌شود . سپس وضعیت بدن در مراحل مختلف حرکت، ازجمله لحظه تماس اولیه پا با زمین و بیشترین میزان خم‌شدن زانو، بررسی می‌شود . شاخص‌هایی مانند وضعیت تنه، خم‌شدن مفاصل ران و زانو، نحوه قرارگیری پاها، تقارن فرود و برخی نشانه‌های کنترل حرکتی در امتیازدهی لحاظ می‌شوند .امتیاز بالاتر در این آزمون بیانگر تعداد بیشتر خطاهای مشاهده‌شده در الگوی فرود است.

اهمیت ارزیابی فرود از نظر بیومکانیکی به نحوه جذب و توزیع نیرو مربوط می‌شود .هنگام تماس پا با زمین، نیروهای واکنش زمین از طریق اندام تحتانی منتقل می‌شوند و عضلات برای کنترل حرکت مفاصل و کاهش شتاب بدن فعالیت می‌کنند .اگر فرود با کنترل نامناسب همراه باشد، ممکن است الگوی بارگذاری در مفاصل تغییر کند .برای مثال، وضعیت تنه، میزان خم‌شدن زانو و کنترل حرکت اندام تحتانی می‌توانند بر نیروهای واردشده به مفصل زانو تأثیر بگذارند .بااین‌حال، رابطه میان یک خطای مشاهده‌شده در فرود و وقوع آسیب، قطعی و مستقل از سایر عوامل نیست.

LESSمی‌تواند برای شناسایی خطاهای حرکتی و طراحی تمرینات آموزشی مرتبط با فرود مورد استفاده قرار گیرد .در صورت مشاهده ضعف در کنترل فرود، متخصص ممکن است تمرینات قدرتی، تعادلی، عصبی‌عضلانی و آموزش تکنیک فرود را در برنامه ورزشکار قرار دهد .همچنین، اجرای مجدد آزمون پس از یک دوره تمرینی می‌تواند اطلاعاتی درباره تغییر کیفیت الگوی فرود فراهم کند .البته بهبود نمره LESSنباید به‌تنهایی معادل کاهش خطر آسیب تلقی شود.

Hanzlíkováو (۲۰۲۰) Hébert-Losierدر مرور نظام‌مند خود، ویژگی‌های اندازه‌گیری آزمون LESSرا بررسی کردند .نتایج آنان نشان داد که نمره کلی آزمون از پایایی درون‌ارزیاب و بین‌ارزیاب مناسبی برخوردار است؛ بااین‌حال، اعتبار پیش‌بین آن برای آسیب‌های غیرتماسی اندام تحتانی و آسیب رباط صلیبی قدامی همچنان نامشخص است .این یافته نشان می‌دهد که قابلیت تکرارپذیری یک آزمون لزوماً به معنای توانایی آن در پیش‌بینی آسیب نیست .بنابراین، LESSرا می‌توان ابزاری برای ارزیابی کیفیت فرود دانست، اما نباید آن را به‌تنهایی معیار تعیین خطر آسیب در نظر گرفت .(Hanzlíková & Hébert-Losier, ۲۰۲۰)

۹ .آزمون‌های پرش و ارزیابی عملکرد اندام تحتانی

آزمون‌های پرش از جمله روش‌های رایج ارزیابی عملکرد اندام تحتانی هستند که برای سنجش توانایی تولید نیرو، جذب نیرو، کنترل تعادل و عملکرد یک‌پایی یا دوپایی به کار می‌روند .این آزمون‌ها در شکل‌های مختلفی مانند پرش تک‌پا، پرش سه‌گانه، پرش متقاطع و پرش زمان‌دار اجرا می‌شوند .در هر یک از این روش‌ها، متغیرهایی مانند مسافت طی‌شده، زمان اجرا، تعداد تکرار، کیفیت فرود و میزان تقارن عملکرد دو اندام قابل بررسی است.

از منظر عملکردی، پرش حرکتی پیچیده است که به هماهنگی میان قدرت عضلانی، توان، کنترل عصبی‌عضلانی و تعادل نیاز دارد . ورزشکار هنگام پرش باید نیروی کافی برای جداشدن از سطح تولید کند و هنگام فرود، نیروهای واردشده را به‌صورت کنترل‌شده جذب نماید .بنابراین، ارزیابی پرش می‌تواند اطلاعاتی درباره توانایی عملکردی اندام تحتانی در فعالیت‌های پرفشار فراهم سازد .این موضوع به‌ویژه در رشته‌هایی که شامل پرش‌های مکرر، شتاب‌گیری و تغییر جهت هستند اهمیت دارد.

یکی از شاخص‌های مورد استفاده در این آزمون‌ها، شاخص تقارن اندام‌هاست .این شاخص معمولاً با مقایسه عملکرد دو اندام محاسبه می‌شود و می‌تواند تفاوت عملکردی میان آن‌ها را نشان دهد .بااین‌حال، تقارن کامل لزوماً نشان‌دهنده عملکرد طبیعی نیست؛ زیرا ممکن است هر دو اندام از نظر قدرت، کنترل یا توانایی جذب نیرو دچار محدودیت باشند .همچنین، اختلاف عملکرد دو اندام می‌تواند تحت تأثیر سابقه آسیب، سطح تمرین، ویژگی‌های رشته ورزشی و روش اجرای آزمون قرار گیرد.

آزمون‌های پرش در ارزیابی بازگشت به ورزش نیز کاربرد دارند؛ زیرا می‌توانند بخشی از اطلاعات مربوط به توانایی عملکردی اندام تحتانی را فراهم کنند .بااین‌حال، تصمیم‌گیری درباره بازگشت ورزشکار به فعالیت رقابتی نباید صرفاً بر اساس نتیجه یک آزمون پرش انجام شود .ارزیابی قدرت، دامنه حرکتی، ثبات، تعادل، تحمل بار تمرینی، وضعیت علائم و آمادگی روان‌شناختی نیز اهمیت دارد . بنابراین، این آزمون‌ها بیشتر به‌عنوان بخشی از مجموعه ارزیابی‌های عملکردی قابل استفاده‌اند و نه ابزار مستقل تشخیص آمادگی یا پیش‌بینی آسیب.

۱۰ .ویژگی‌های روان‌سنجی و آماری آزمون‌های غربالگری

برای ارزیابی علمی هر ابزار غربالگری، لازم است ویژگی‌های اندازه‌گیری آن بررسی شود .مهم‌ترین این ویژگی‌ها شامل پایایی، روایی، حساسیت، ویژگی و توان تفکیک افراد دارای پیامد و فاقد پیامد است .توجه به این شاخص‌ها از آن جهت ضروری است که ممکن است یک آزمون در اندازه‌گیری یک ویژگی حرکتی مناسب باشد، اما برای پیش‌بینی وقوع آسیب در آینده عملکرد مطلوبی نداشته باشد.

پایایی به ثبات و تکرارپذیری نتایج آزمون اشاره دارد .پایایی درون‌ارزیاب نشان می‌دهد یک ارزیاب در شرایط مشابه تا چه اندازه نتایج یکسانی به دست می‌آورد؛ درحالی‌که پایایی بین‌ارزیاب میزان توافق میان ارزیابان مختلف را نشان می‌دهد .در آزمون‌هایی که امتیازدهی آن‌ها بر اساس مشاهده حرکت انجام می‌شود، آموزش ارزیابان و استفاده از دستورالعمل‌های استاندارد اهمیت ویژه‌ای دارد.

روایی به میزان مناسب‌بودن تفسیر نتایج آزمون برای هدف موردنظر اشاره می‌کند .برای مثال، اگر هدف آزمون YBTارزیابی تعادل پویای اندام تحتانی باشد، باید شواهدی وجود داشته باشد که نشان دهد نتایج آن واقعاً با این مؤلفه عملکردی ارتباط دارند .بااین‌حال، روایی یک آزمون برای سنجش تعادل پویا به‌معنای روایی آن برای پیش‌بینی آسیب نیست؛ زیرا این دو هدف از نظر مفهومی و آماری متفاوت‌اند.

روایی پیش‌بین به توانایی آزمون در پیش‌بینی یک پیامد در آینده اشاره دارد .در پژوهش‌های آسیب ورزشی، این پیامد معمولاً وقوع آسیب در یک دوره پیگیری مشخص است .برای بررسی روایی پیش‌بین، لازم است آزمون پیش از وقوع آسیب اجرا شود و وضعیت آسیب ورزشکاران در طول زمان ثبت گردد .مطالعات مقطعی که صرفاً رابطه میان نمره آزمون و وضعیت فعلی افراد را بررسی می‌کنند، به‌تنهایی برای اثبات توان پیش‌بینی آسیب کافی نیستند.

حساسیت و ویژگی نیز از شاخص‌های مهم ارزیابی عملکرد آزمون‌های غربالگری هستند .حساسیت نشان می‌دهد آزمون چه نسبتی از افرادی را که در آینده دچار آسیب می‌شوند، به‌درستی شناسایی می‌کند؛ درحالی‌که ویژگی نشان‌دهنده توانایی آزمون در شناسایی افرادی است که دچار پیامد موردنظر نمی‌شوند .علاوه بر این، ارزش اخباری مثبت و منفی به احتمال وقوع یا عدم وقوع آسیب در افراد دارای نتایج مثبت و منفی آزمون اشاره دارند .این شاخص‌ها تحت تأثیر فراوانی آسیب در جمعیت مورد بررسی قرار می‌گیرند و نمی‌توان آن‌ها را بدون توجه به شیوع آسیب تفسیر کرد.

شاخص سطح زیر منحنی ROCنیز برای بررسی توان تفکیک آزمون به کار می‌رود .مقدار این شاخص نشان می‌دهد آزمون تا چه اندازه می‌تواند میان افراد دارای پیامد و فاقد پیامد تمایز ایجاد کند .بااین‌حال، حتی وجود ارتباط آماری معنادار میان نتیجه آزمون و آسیب، لزوماً به معنای قدرت پیش‌بینی مناسب در سطح فردی نیست. Bahr (۲۰۱۶) تأکید می‌کند که برای استفاده از یک آزمون به‌عنوان ابزار پیش‌بینی آسیب، باید علاوه بر اثبات ارتباط در مطالعات آینده‌نگر، ویژگی‌های پیش‌بین آن در جمعیت هدف اعتبارسنجی شود و در نهایت اثربخشی مداخله مبتنی بر غربالگری نیز مورد بررسی قرار گیرد .

۱۱ .محدودیت‌های علمی و کاربردی آزمون‌های غربالگری حرکتی

با وجود گسترش استفاده از آزمون‌های غربالگری حرکتی در محیط‌های ورزشی، شواهد علمی نشان می‌دهند که کاربرد این ابزارها در پیش‌بینی آسیب با محدودیت‌های مفهومی، روش‌شناختی و اجرایی همراه است .یکی از مهم‌ترین محدودیت‌ها، ماهیت چندعاملی

آسیب‌های ورزشی است .آزمون‌های حرکتی معمولاً تنها بخشی از عملکرد جسمانی و حرکتی ورزشکار را ارزیابی می‌کنند و نمی‌توانند تمام عوامل مؤثر بر وقوع آسیب، مانند سابقه آسیب، بار تمرینی، خستگی، شرایط محیطی و ویژگی‌های روان‌شناختی را پوشش دهند .بنابراین، حتی اگر آزمونی بتواند یک نقص عملکردی را با دقت مناسبی شناسایی کند، نمی‌توان نتیجه گرفت که به همان میزان در پیش‌بینی وقوع آسیب نیز موفق خواهد بود.

محدودیت دیگر به استفاده از نقاط برش ثابت برای طبقه‌بندی ورزشکاران مربوط می‌شود .در برخی مطالعات، نمره مشخصی برای آزمون FMSیا مقدار معینی از عدم تقارن در YBTبه‌عنوان شاخص افزایش خطر در نظر گرفته شده است .بااین‌حال، عملکرد طبیعی افراد تحت تأثیر عواملی مانند سن، جنس، نوع رشته ورزشی، سطح رقابت، سابقه تمرین و ویژگی‌های بدنی قرار دارد .در نتیجه، ممکن است یک نقطه برش در گروهی از ورزشکاران کاربرد داشته باشد، اما در جمعیتی دیگر توان تفکیک مناسبی ایجاد نکند .استفاده بدون بررسی از نقاط برش عمومی می‌تواند موجب شناسایی نادرست افراد پرخطر یا اطمینان کاذب درباره افراد دارای عملکرد مطلوب شود.

تفاوت در تعریف آسیب و شیوه ثبت آن نیز از محدودیت‌های مهم پژوهش‌های این حوزه است .در برخی مطالعات، تنها آسیب‌هایی ثبت می‌شوند که موجب محرومیت ورزشکار از تمرین یا مسابقه شده‌اند؛ درحالی‌که در مطالعات دیگر، آسیب‌های خفیف، دردهای عضلانی ـ اسکلتی یا موارد نیازمند مراجعه درمانی نیز در نظر گرفته می‌شوند .افزون بر این، تفاوت در طول دوره پیگیری، تعداد جلسات مواجهه ورزشی و نحوه ثبت آسیب می‌تواند مقایسه نتایج مطالعات را دشوار کند .ازاین‌رو، تفسیر یافته‌های مربوط به قدرت پیش‌بینی آزمون‌ها باید با توجه به روش‌شناسی مطالعات انجام شود.

یکی دیگر از محدودیت‌ها، تأثیر شرایط اجرای آزمون بر نتایج است .عواملی مانند خستگی، انگیزه، آشنایی قبلی با آزمون، کیفیت تجهیزات، روش اندازه‌گیری و تجربه ارزیاب ممکن است عملکرد ورزشکار را تغییر دهند .در آزمون‌هایی که امتیازدهی بر اساس مشاهده انجام می‌شود، تفاوت در برداشت ارزیابان از کیفیت حرکت نیز می‌تواند بر نمره نهایی اثر بگذارد .بنابراین، رعایت دستورالعمل‌های استاندارد، آموزش ارزیابان و کنترل شرایط اجرای آزمون برای افزایش قابلیت اعتماد نتایج ضروری است.

محدودیت مهم دیگر، تفاوت میان بهبود عملکرد آزمون و کاهش واقعی آسیب است .ممکن است ورزشکار پس از اجرای تمرینات اصلاحی، نمره بهتری در آزمون FMSیا LESSکسب کند؛ اما این تغییر لزوماً به معنای کاهش میزان آسیب در فصل ورزشی بعدی نیست .برای اثبات اثربخشی یک برنامه غربالگری باید مشخص شود که شناسایی افراد، اجرای مداخله هدفمند و پیگیری پیامدها در مقایسه با روش‌های معمول، واقعاً موجب کاهش آسیب شده است. Bahr (۲۰۱۶) با تأکید بر این موضوع، اعتبارسنجی آزمون‌های پیش‌بینی آسیب را فرایندی فراتر از مشاهده یک ارتباط آماری می‌داند .همچنین، مرور نظام‌مند Hanzlíkováو Hébert-Losier (۲۰۲۰) نشان می‌دهد که با وجود پایایی مناسب LESS، شواهد مربوط به توان پیش‌بینی آسیب این آزمون همچنان قطعی نیست .

۱۲ .رویکرد چندعاملی در ارزیابی و شناسایی خطر آسیب

با توجه به محدودیت‌های آزمون‌های منفرد، رویکرد چندعاملی یکی از چارچوب‌های مناسب برای ارزیابی وضعیت ورزشکاران محسوب می‌شود .در این رویکرد، احتمال آسیب با اتکا به یک نمره یا شاخص واحد تعیین نمی‌شود، بلکه مجموعه‌ای از اطلاعات مربوط به

وضعیت جسمانی، عملکرد حرکتی، سابقه آسیب، شرایط تمرینی و ویژگی‌های فردی مورد بررسی قرار می‌گیرد .مبنای این رویکرد آن است که عوامل مؤثر بر آسیب در تعامل با یکدیگر عمل می‌کنند و شناخت این تعاملات می‌تواند درک دقیق‌تری از وضعیت ورزشکار فراهم کند.

در ارزیابی چندعاملی، نخست باید اطلاعات پایه مربوط به ورزشکار گردآوری شود .این اطلاعات می‌تواند شامل سن، جنس، رشته ورزشی، سطح رقابت، سابقه آسیب، وضعیت آمادگی جسمانی و سابقه تمرین باشد .سپس آزمون‌های مناسب برای بررسی مؤلفه‌های عملکردی انتخاب می‌شوند .برای مثال، FMSمی‌تواند اطلاعاتی درباره کیفیت الگوهای حرکتی بنیادین ارائه دهد؛ YBTبرای بررسی تعادل پویا و کنترل یک‌پایی کاربرد دارد؛ LESSکیفیت الگوی فرود را ارزیابی می‌کند و آزمون‌های پرش نیز اطلاعاتی درباره عملکرد و تقارن اندام تحتانی فراهم می‌سازند .ترکیب این اطلاعات امکان بررسی ابعاد متفاوت عملکرد حرکتی را فراهم می‌کند.

در کنار آزمون‌های حرکتی، ارزیابی بار تمرینی و وضعیت بازیابی نیز اهمیت دارد .ثبت تعداد جلسات تمرین، مدت فعالیت، شدت تمرین، مسابقات، استراحت و نشانه‌های خستگی می‌تواند به شناسایی شرایطی کمک کند که در آن ورزشکار با فشار بیشتری مواجه است .برای نمونه، ممکن است ورزشکاری در آزمون‌های حرکتی عملکرد مناسبی داشته باشد، اما افزایش ناگهانی حجم تمرین یا کاهش زمان بازیابی، شرایط متفاوتی برای او ایجاد کند .بنابراین، نتایج غربالگری باید در ارتباط با وضعیت واقعی تمرین و مسابقه تفسیر شوند.

در رویکرد چندعاملی، انتخاب آزمون‌ها نیز باید متناسب با ویژگی‌های رشته ورزشی باشد .نیازهای حرکتی یک ورزشکار والیبال که به پرش و فرودهای مکرر نیاز دارد، با نیازهای یک دونده استقامت یا ورزشکار رشته‌های برخوردی یکسان نیست .در رشته‌های پرشی، ارزیابی کیفیت فرود و کنترل اندام تحتانی ممکن است اهمیت بیشتری داشته باشد؛ درحالی‌که در ورزش‌هایی که تغییر جهت سریع و حرکات یک‌پایی فراوان دارند، بررسی تعادل پویا و کنترل حرکتی می‌تواند اطلاعات کاربردی‌تری ارائه کند .در نتیجه، انتخاب ابزار غربالگری باید بر اساس سازوکارهای حرکتی غالب و الگوهای آسیب در رشته موردنظر صورت گیرد.

از سوی دیگر، استفاده از روش‌های آماری چندمتغیره و مدل‌های پیش‌بینی می‌تواند برای بررسی تعامل عوامل مختلف مفید باشد . این روش‌ها امکان بررسی هم‌زمان چند متغیر و تعیین سهم نسبی آن‌ها در ارتباط با پیامد آسیب را فراهم می‌کنند .بااین‌حال، ساخت مدل پیش‌بینی معتبر مستلزم نمونه آماری کافی، تعریف دقیق آسیب، دوره پیگیری مناسب و اعتبارسنجی مدل در جمعیتی مستقل است .صرف استفاده از روش‌های پیچیده آماری یا الگوریتم‌های یادگیری ماشین، تضمینی برای دقت یا قابلیت تعمیم مدل نخواهد بود. در مجموع، رویکرد چندعاملی به معنای کنارگذاشتن آزمون‌های غربالگری نیست، بلکه جایگاه آن‌ها را در یک نظام ارزیابی جامع مشخص می‌کند .در این چارچوب، آزمون‌ها اطلاعات مکمل ارائه می‌دهند و تصمیم‌گیری درباره وضعیت ورزشکار بر پایه مجموعه شواهد انجام می‌شود، نه صرفاً یک امتیاز یا نقطه برش مشخص.

۱۳ .نقش آزمون‌های غربالگری در طراحی و اجرای برنامه‌های پیشگیرانه

یکی از مهم‌ترین کاربردهای آزمون‌های غربالگری حرکتی، فراهم‌کردن اطلاعات لازم برای طراحی برنامه‌های تمرینی اصلاحی و پیشگیرانه است .نتایج این آزمون‌ها می‌توانند نشان دهند که ورزشکار در کدام مؤلفه‌های عملکردی به ارزیابی بیشتر یا تمرین هدفمند

نیاز دارد .برای مثال، ضعف در تعادل پویا ممکن است ضرورت گنجاندن تمرینات تعادلی و کنترل وضعیتی را مطرح کند؛ درحالی‌که مشاهده خطاهای مکرر در الگوی فرود می‌تواند توجه به تمرینات قدرتی، کنترل تنه و آموزش تکنیک فرود را ضروری سازد.

تمرینات قدرتی از مداخلات مهم در برنامه‌های پیشگیری از آسیب هستند .این تمرینات با هدف افزایش ظرفیت عضلات، بهبود توانایی تولید و جذب نیرو و ارتقای کنترل مفاصل اجرا می‌شوند .تقویت عضلات اندام تحتانی و تنه می‌تواند به بهبود عملکرد حرکتی در فعالیت‌هایی مانند دویدن، پرش و تغییر جهت کمک کند .بااین‌حال، انتخاب تمرینات باید متناسب با نیاز ورزشکار و نتایج ارزیابی باشد و شدت و حجم تمرین نیز به‌صورت تدریجی تنظیم شود.

تمرینات عصبی‌عضلانی نیز در برنامه‌های پیشگیرانه جایگاه مهمی دارند .این تمرینات معمولاً ترکیبی از فعالیت‌های تعادلی، هماهنگی، کنترل تنه، تغییر جهت، پرش و فرود را شامل می‌شوند و با هدف بهبود کنترل بدن در شرایط حرکتی متنوع طراحی می‌شوند .آموزش الگوهای صحیح فرود، کنترل وضعیت زانو و لگن و حفظ تعادل هنگام حرکت می‌تواند بخشی از این برنامه‌ها باشد . اهمیت این تمرینات در آن است که ورزشکار را برای اجرای حرکات پیچیده‌تر و شرایط نزدیک‌تر به فعالیت واقعی ورزشی آماده می‌کنند.

فردی‌سازی برنامه‌های پیشگیرانه نیز اهمیت ویژه‌ای دارد .برنامه‌ای که برای ورزشکار دارای محدودیت تحرک‌پذیری طراحی می‌شود، ممکن است با برنامه موردنیاز ورزشکاری که ضعف تعادل یا کنترل فرود دارد متفاوت باشد .بنابراین، نتایج آزمون‌های غربالگری باید به‌صورت جزئی و با توجه به نوع محدودیت تفسیر شوند .اجرای یک برنامه یکسان برای تمام ورزشکاران، بدون توجه به تفاوت‌های فردی و نیازهای رشته ورزشی، ممکن است اثربخشی مطلوبی نداشته باشد. نکته اساسی آن است که برنامه پیشگیرانه باید از نظر پیامدهای واقعی ارزیابی شود .افزایش نمره FMS، بهبود فاصله دست‌یابی در YBTیا کاهش خطاهای LESSمی‌تواند نشان‌دهنده تغییر در عملکرد آزمون باشد؛ اما برای اثبات کاهش آسیب، باید میزان وقوع آسیب، شدت آن و زمان دوری از فعالیت ورزشی در یک دوره مشخص بررسی شود .به همین دلیل، ارزیابی اثر مداخله باید هم شاخص‌های عملکردی و هم پیامدهای آسیب را دربرگیرد.

یافته‌های پژوهش

بررسی و تحلیل شواهد علمی مرتبط با نقش آزمون‌های غربالگری حرکتی در شناسایی عوامل خطر و پیشگیری از آسیب‌های ورزشی نشان می‌دهد که این آزمون‌ها می‌توانند اطلاعات ارزشمندی درباره کیفیت حرکت، تعادل پویا، ثبات، کنترل عصبی‌عضلانی و عملکرد اندام تحتانی ورزشکاران فراهم کنند؛ بااین‌حال، میزان اعتبار آن‌ها در پیش‌بینی وقوع آسیب‌های ورزشی یکسان نیست .یافته‌های مطالعات داخلی و خارجی حاکی از آن است که اگرچه در برخی پژوهش‌ها میان عملکرد ضعیف در آزمون‌های غربالگری و افزایش احتمال آسیب ارتباط مشاهده شده، در مطالعات دیگر این ارتباط از نظر آماری معنادار نبوده است .این تفاوت را می‌توان تا حد زیادی به تفاوت جمعیت‌های مورد مطالعه، نوع رشته ورزشی، تعریف آسیب، مدت پیگیری، روش اجرای آزمون‌ها و ویژگی‌های آماری پژوهش‌ها نسبت داد.

در مطالعات انجام‌شده درباره آزمون غربالگری حرکت عملکردی (FMS)، نتایج نشان می‌دهد که این ابزار برای ارزیابی الگوهای حرکتی بنیادین و شناسایی برخی محدودیت‌های عملکردی کاربرد دارد؛ اما توان پیش‌بینی مستقل آسیب آن محدود است .در پژوهش نظری، نورسته و زارعی (۱۴۰۳) که با مشارکت ۱۰۰ دونده مرد باشگاهی انجام شد، ارتباط میان نمره پایین FMSو وقوع

آسیب‌های اسکلتی‌عضلانی گزارش شد .بر اساس نتایج این مطالعه، افراد دارای نمره پایین‌تر در آزمون، ۳٫۷۵ برابر بیشتر در معرض آسیب قرار داشتند .همچنین، نقطه برش ۱۶ با حساسیت ۷۵٫۵ درصد و ویژگی ۷۸٫۶ درصد گزارش شد .این یافته نشان می‌دهد که FMSدر جمعیت مورد مطالعه می‌تواند برای شناسایی برخی افراد دارای احتمال بیشتر آسیب اطلاعات مفیدی فراهم کند . بااین‌حال، نتایج یک مطالعه روی دوندگان مرد را نمی‌توان بدون بررسی بیشتر به سایر رشته‌های ورزشی، زنان یا گروه‌های سنی متفاوت تعمیم داد.

در مقابل، پژوهش نادری، علیزاده و آبشناس (۱۴۰۳) با بررسی ۱۸۹ دانشجوی پسر ورزشکار نشان داد که آزمون‌های FMS، تعادل وای (YBT)و سیستم امتیازدهی خطای فرود (LESS)به‌تنهایی پیش‌بینی‌کننده معنادار آسیب‌های ورزشی نبودند .در این مطالعه، ۳۹ مورد آسیب، معادل ۲۰٫۶۴ درصد نمونه، ثبت شد .تفاوت نتایج این پژوهش با مطالعه نظری و همکاران می‌تواند ناشی از تفاوت رشته‌های ورزشی، ویژگی‌های شرکت‌کنندگان، نوع آسیب‌های ثبت‌شده و شرایط اجرای آزمون‌ها باشد .همچنین، ممکن است یک آزمون در یک جمعیت خاص توانایی تفکیک مناسبی داشته باشد، اما در جمعیتی دیگر به دلیل تفاوت در سطح آمادگی، الگوهای حرکتی و عوامل مواجهه با آسیب، عملکرد پیش‌بینانه مشابهی نشان ندهد.

یافته‌های پژوهش‌های بین‌المللی نیز محدودیت استفاده مستقل از FMSرا تأیید می‌کنند. Dorrel و همکاران (۲۰۱۵) در یک مرور نظام‌مند و فراتحلیل، توانایی FMSرا در پیش‌بینی آسیب میان افراد فعال بررسی کردند .نتایج تجمیعی آن‌ها نشان داد حساسیت آزمون ۲۴٫۷ درصد و ویژگی آن ۸۵٫۷ درصد است و مقدار سطح زیر منحنی ROCبرابر با ۰٫۵۸۷ گزارش شده است . این نتایج بیانگر آن است که آزمون در شناسایی صحیح افراد فاقد آسیب عملکرد نسبتاً بهتری از شناسایی افراد آسیب‌دیده آینده داشته و قدرت تفکیک کلی آن محدود بوده است .به بیان دیگر، اتکا به نمره کلی FMSممکن است موجب شود بخشی از افرادی که در آینده دچار آسیب می‌شوند، در مرحله غربالگری شناسایی نشوند. Moran و همکاران (۲۰۱۷) نیز در مرور نظام‌مند و فراتحلیل خود به ناهمگونی شواهد درباره ارتباط نمره ترکیبی FMSو آسیب اشاره کردند و نتیجه گرفتند که این آزمون نباید به‌عنوان ابزار مستقل پیش‌بینی آسیب به کار رود.

در زمینه آزمون تعادل وای، یافته‌ها نشان می‌دهند که این آزمون برای ارزیابی تعادل پویا و کنترل اندام تحتانی کاربرد دارد، اما ارتباط شاخص‌های آن با آسیب به شرایط جمعیت و نوع فعالیت ورزشی وابسته است. Plisky و همکاران (۲۰۰۶) در مطالعه‌ای روی بازیکنان بسکتبال دبیرستانی، ارتباط برخی شاخص‌های عملکردی آزمون تعادل ستاره‌ای را با آسیب اندام تحتانی بررسی کردند . این مطالعه اهمیت ارزیابی تعادل پویا را در شناخت عوامل مرتبط با آسیب مطرح ساخت .بااین‌حال، نتایج مطالعات بعدی نشان داده‌اند که استفاده از یک مقدار ثابت برای عدم تقارن یا فاصله دست‌یابی، لزوماً در همه جمعیت‌ها قدرت پیش‌بینی یکسانی ندارد . مرور نظام‌مند Pliskyو همکاران (۲۰۲۱) نیز ضمن بررسی ویژگی‌های اندازه‌گیری YBT، بر تفاوت شواهد مربوط به اعتبار پیش‌بین آن تأکید کرده است .بنابراین، عملکرد ضعیف در این آزمون را باید نشانه‌ای برای بررسی دقیق‌تر وضعیت تعادل و کنترل حرکتی دانست، نه معیاری قطعی برای تعیین احتمال آسیب.

در مورد آزمون خطای فرود، شواهد نشان می‌دهند که LESSمی‌تواند اطلاعاتی درباره کیفیت فرود و برخی خطاهای قابل مشاهده در کنترل اندام تحتانی فراهم کند .این آزمون به‌ویژه برای بررسی نحوه قرارگیری تنه، لگن و زانو هنگام فرود از پرش کاربرد دارد .

بااین‌حال، ارزیابی کیفیت فرود با پیش‌بینی قطعی آسیب تفاوت دارد .نتایج مطالعه نادری و همکاران (۱۴۰۳) نیز نشان داد که LESSبه‌تنهایی نتوانسته است وقوع آسیب را در جمعیت مورد بررسی به‌صورت معنادار پیش‌بینی کند .این یافته بیانگر آن است که مشاهده خطاهای فرود، هرچند از نظر بیومکانیکی اهمیت دارد، برای تعیین خطر آسیب باید در کنار سایر اطلاعات عملکردی و سابقه ورزشکار تحلیل شود.

مطالعه لطیفی و همکاران (۲۰۲۴) نیز با بررسی ۵۲ بازیکن والیبال و بسکتبال لیگ دسته اول، نقش آزمون‌های FMS، YBTو آزمون‌های پرش را در ارتباط با آسیب‌های ورزشی ارزیابی کرد .نتایج نشان داد که FMSو آزمون‌های پرش رابطه معناداری برای پیش‌بینی آسیب نشان ندادند؛ هرچند میان تغییرات عملکردی YBTو آزمون پرش جانبی ارتباط مشاهده شد .این یافته از یک سو نشان می‌دهد که آزمون‌های مختلف می‌توانند ابعاد متفاوتی از عملکرد حرکتی را اندازه‌گیری کنند و از سوی دیگر تأکید می‌کند که ارتباط میان دو شاخص عملکردی الزاماً به معنای توانایی آن‌ها در پیش‌بینی وقوع آسیب نیست.

در برخی پژوهش‌های جدید، استفاده ترکیبی از شاخص‌های غربالگری مورد توجه قرار گرفته است .برای نمونه، Xieو همکاران (۲۰۲۵) در یک مطالعه هم‌گروهی آینده‌نگر با مشارکت ۴۵۸ ورزشکار دانشگاهی، ارتباط نمره FMSو عدم تقارن آزمون YBTرا با آسیب بررسی کردند .در این مطالعه، نمره FMSبرابر یا کمتر از ۱۴ و عدم تقارن بیش از ۴ سانتی‌متر در جهت قدامی YBTبا افزایش احتمال آسیب ارتباط داشتند .همچنین، ترکیب این دو شاخص با نسبت شانس (OR)برابر با ۳٫۵۷ گزارش شد .این نتیجه نشان می‌دهد که بررسی هم‌زمان چند شاخص ممکن است در مقایسه با اتکا به یک آزمون منفرد، اطلاعات بیشتری درباره وضعیت ورزشکار فراهم کند .البته نسبت شانس گزارش‌شده به‌معنای پیش‌بینی قطعی آسیب برای هر فرد نیست و تفسیر آن باید با توجه به طراحی مطالعه و ویژگی‌های جمعیت انجام شود.

در مجموع، یافته‌های مرورهای پژوهشی جدید نیز ضرورت احتیاط در تفسیر نتایج آزمون‌های غربالگری را تأیید می‌کنند Cooke و همکاران (۲۰۲۵) در مرور نظام‌مند ویژگی‌های اندازه‌گیری ۱۵ آزمون عملکردی، با بررسی ۵۹ مطالعه، گزارش کردند که برای هیچ‌یک از آزمون‌ها شواهدی با قطعیت بالا در تمام ویژگی‌های اندازه‌گیری وجود ندارد .این موضوع نشان می‌دهد که انتخاب آزمون باید بر اساس هدف ارزیابی، ویژگی‌های جمعیت و شواهد مربوط به ابزار صورت گیرد .همچنین، مرور Velarde-Sotresو همکاران (۲۰۲۵) نشان می‌دهد که آزمون‌های عملکردی می‌توانند در ارزیابی وضعیت ورزشکار و فردی‌سازی تمرین مفید باشند؛ اما نتایج آن‌ها باید در چارچوب مجموعه‌ای از عوامل مرتبط با آسیب تفسیر شود.

نتایج مطالعات بررسی‌شده همچنین نشان می‌دهند که باید میان سه سطح از کاربرد آزمون‌های غربالگری تمایز قائل شد :نخست، ارزیابی عملکرد حرکتی و شناسایی محدودیت‌های موجود؛ دوم، بررسی ارتباط این محدودیت‌ها با وقوع آسیب؛ و سوم، اثبات توانایی آزمون در پیش‌بینی آسیب و کاهش آن از طریق مداخلات مبتنی بر نتایج غربالگری .شواهد موجود برای سطح نخست، به‌ویژه در مورد FMS، YBTو LESS، کاربردهای قابل توجهی را نشان می‌دهند؛ اما در سطح دوم و سوم، نتایج ناهمگون‌تر و محدودیت‌ها جدی‌تر هستند .ازاین‌رو، بهبود عملکرد در یک آزمون نباید به‌تنهایی معادل کاهش خطر آسیب تلقی شود.

بر پایه مجموعه شواهد، می‌توان نتیجه گرفت که آزمون‌های غربالگری حرکتی زمانی بیشترین ارزش کاربردی را دارند که به‌عنوان بخشی از یک نظام ارزیابی چندعاملی مورد استفاده قرار گیرند .در چنین نظامی، نتایج آزمون‌های حرکتی در کنار سابقه آسیب،

قدرت عضلانی، تعادل، وضعیت آمادگی جسمانی، بار تمرینی، خستگی و ویژگی‌های رشته ورزشی تحلیل می‌شوند .این رویکرد امکان شناسایی دقیق‌تر نیازهای عملکردی ورزشکار و طراحی برنامه‌های تمرینی اصلاحی و پیشگیرانه را فراهم می‌کند .بنابراین، یافته‌های پژوهش حاضر از کاربرد آزمون‌های غربالگری برای ارزیابی و هدایت مداخلات حمایت می‌کنند، اما شواهد کافی برای معرفی آن‌ها به‌عنوان ابزارهای مستقل و قطعی پیش‌بینی آسیب وجود ندارد.

جدول ۱ .خلاصه مطالعات منتخب درباره نقش آزمون‌های غربالگری حرکتی در آسیب‌های ورزشی

پژوهشگر و سال	جامعه و نمونه	ابزارهای بررسی‌شده	مهم‌ترین یافته
نظری و همکاران (۱۴۰۳)	۱۰۰ دونده مرد باشگاهی	FMS	ارتباط نمره پایین با افزایش احتمال آسیب؛ ORگزارش‌شده ۳،۷۵
نادری و همکاران (۱۴۰۳)	۱۸۹ دانشجوی پسر ورزشکار	FMS، YBTو LESS	هیچ‌یک از آزمون‌ها به‌تنهایی پیش‌بینی معناداری از آسیب ارائه نکردند
Latifi et al. (۲۰۲٤)	۵۲ بازیکن والیبال و بسکتبال	FMS، YBTو آزمون‌های پرش	FMSو آزمون‌های پرش پیش‌بینی معناداری نشان ندادند
Xie et al. (۲۰۲۵)	۴۵۸ ورزشکار دانشگاهی	FMSو YBT	ترکیب شاخص‌های دو آزمون با افزایش احتمال آسیب ارتباط داشت؛ OR=۳،۵۷
Dorrel et al. (۲۰۱۵)	مرور نظام‌مند و فراتحلیل	FMS	حساسیت ٪۲۴،۷، ویژگی ٪۸۵،۷ و AUC=۰،۵۸۷
Moran et al. (۲۰۱۷)	مرور نظام‌مند و فراتحلیل	FMS	شواهد ناهمگون و توان پیش‌بینی محدود نمره ترکیبی

شواهد مربوط به ویژگی‌های اندازه‌گیری و پیش‌بینی آسیب یکسان نیست	YBT	مرور نظام‌مند و فراتحلیل	Plisky et al. (۲۰۲۱)
نبود شواهد با قطعیت بالا برای تمام ویژگی‌های اندازه‌گیری آزمون‌ها	آزمون‌های عملکردی	۵۹ مطالعه درباره ۱۵ آزمون عملکردی	Cooke et al. (۲۰۲۵)

نتیجه‌گیری

بررسی شواهد علمی و پژوهش‌های انجام‌شده نشان می‌دهد که آزمون‌های غربالگری حرکتی از ابزارهای مهم و کاربردی در ارزیابی وضعیت عملکردی ورزشکاران، شناسایی برخی ناهنجاری‌های حرکتی و تشخیص محدودیت‌های احتمالی در کنترل عصبی‌عضلانی، تعادل، ثبات مرکزی و الگوهای حرکتی به شمار می‌روند .آزمون‌هایی مانند غربالگری حرکت عملکردی (FMS)، آزمون تعادل وای (Y-Balance)، سیستم امتیازدهی خطای فرود (LESS)و آزمون‌های پرش، امکان ارزیابی بخش‌های مختلف عملکرد حرکتی را فراهم می‌کنند و می‌توانند اطلاعات ارزشمندی درباره وضعیت آمادگی جسمانی و کیفیت اجرای حرکات در اختیار متخصصان علوم ورزشی، مربیان و فیزیوتراپیست‌ها قرار دهند .از این منظر، به‌کارگیری این آزمون‌ها می‌تواند به شناسایی برخی محدودیت‌های عملکردی پیش از بروز آسیب و طراحی برنامه‌های تمرینی متناسب با نیازهای فردی ورزشکاران کمک کند.

با وجود این، یافته‌های پژوهش‌های بررسی‌شده نشان می‌دهد که توانایی آزمون‌های غربالگری حرکتی در پیش‌بینی مستقل و قطعی آسیب‌های ورزشی با محدودیت‌های قابل‌توجهی همراه است .اگرچه در برخی مطالعات، نمرات پایین آزمون FMSیا وجود عدم تقارن در عملکرد اندام‌های تحتانی با افزایش شانس بروز آسیب ارتباط داشته است، نتایج تعدادی از پژوهش‌های دیگر چنین رابطه معناداری را تأیید نکرده‌اند .همچنین نتایج مرورهای نظام‌مند و فراتحلیل‌های انجام‌شده نشان می‌دهد که حساسیت، ویژگی و قدرت تشخیصی برخی از این آزمون‌ها، به‌ویژه در پیش‌بینی آسیب‌های آینده، همواره در سطح مطلوب و یکسانی قرار ندارد .این تفاوت نتایج بیانگر آن است که نمی‌توان صرفاً بر اساس نمره یک آزمون یا عبور از یک نقطه برش مشخص، درباره میزان خطر آسیب در یک ورزشکار قضاوت قطعی کرد.

یکی از دلایل اصلی این محدودیت، ماهیت چندعاملی آسیب‌های ورزشی است .بروز آسیب معمولاً حاصل تعامل مجموعه‌ای از عوامل درونی و بیرونی، از جمله سابقه آسیب، سن، جنسیت، سطح آمادگی جسمانی، قدرت و انعطاف‌پذیری عضلانی، کیفیت کنترل عصبی‌عضلانی، خستگی، حجم و شدت تمرین، نوع رشته ورزشی، شرایط محیطی و میزان مواجهه با فعالیت ورزشی است .در چنین شرایطی، آزمون‌های غربالگری حرکتی تنها بخشی از وضعیت عملکردی ورزشکار را اندازه‌گیری می‌کنند و قادر نیستند تمام عوامل مؤثر بر بروز آسیب را به‌صورت هم‌زمان پوشش دهند .بنابراین، هرگونه تلاش برای پیش‌بینی آسیب با اتکا به یک شاخص منفرد، ممکن است به شناسایی نادرست ورزشکاران پرخطر یا اطمینان کاذب درباره ایمنی سایر ورزشکاران منجر شود.

از سوی دیگر، تفاوت در ویژگی‌های جمعیت‌های مورد مطالعه، رشته‌های ورزشی، سطح رقابت، شیوه اجرای آزمون‌ها، تعریف آسیب، مدت پیگیری ورزشکاران و معیارهای تعیین نقاط برش، می‌تواند بخشی از ناهمگونی نتایج پژوهش‌ها را توضیح دهد .برای مثال، شاخصی که در یک گروه از ورزشکاران رشته‌ای خاص با افزایش شانس آسیب ارتباط دارد، لزوماً در ورزشکاران رشته‌ای دیگر یا در گروه‌های سنی متفاوت از اعتبار پیش‌بینی‌کنندگی مشابهی برخوردار نیست .افزون بر این، باید میان پایایی و روایی اندازه‌گیری یک آزمون با توانایی آن در پیش‌بینی آسیب تمایز قائل شد؛ به این معنا که یک آزمون ممکن است از قابلیت تکرارپذیری و دقت اندازه‌گیری مناسبی برخوردار باشد، اما این ویژگی به‌تنهایی تضمین‌کننده توانایی آن در پیش‌بینی آسیب‌های آینده نیست.

بر این اساس، رویکرد منطقی و علمی آن است که آزمون‌های غربالگری حرکتی نه به‌عنوان ابزارهای قطعی پیش‌بینی آسیب، بلکه به‌عنوان بخشی از یک فرایند جامع ارزیابی خطر مورد استفاده قرار گیرند .ترکیب نتایج این آزمون‌ها با اطلاعات مربوط به سابقه آسیب، ویژگی‌های جسمانی و عملکردی ورزشکار، میزان مواجهه با تمرین و مسابقه، وضعیت خستگی و سایر شاخص‌های مرتبط، می‌تواند تصویری جامع‌تر از وضعیت خطر ارائه دهد .همچنین تکرار ارزیابی‌ها در طول فصل ورزشی و بررسی تغییرات عملکردی ورزشکاران، در مقایسه با اتکای صرف به یک ارزیابی اولیه، می‌تواند اطلاعات کاربردی‌تری برای تصمیم‌گیری‌های پیشگیرانه فراهم سازد.

نکته مهم دیگر آن است که ارزش اصلی آزمون‌های غربالگری حرکتی نباید صرفاً بر اساس توانایی آن‌ها در پیش‌بینی آسیب سنجیده شود، بلکه کاربرد آن‌ها در شناسایی محدودیت‌های عملکردی، تعیین نیازهای تمرینی، طراحی برنامه‌های اصلاحی و پایش پیشرفت ورزشکاران نیز باید مورد توجه قرار گیرد .بهبود نمره یک آزمون غربالگری می‌تواند نشانه‌ای از ارتقای برخی جنبه‌های عملکرد حرکتی باشد؛ بااین‌حال، چنین تغییری به‌تنهایی اثبات نمی‌کند که احتمال بروز آسیب نیز کاهش یافته است .اثربخشی برنامه‌های مبتنی بر نتایج غربالگری باید از طریق پژوهش‌های مداخله‌ای و بررسی مستقیم میزان بروز آسیب ارزیابی شود.

در مجموع، شواهد علمی موجود حاکی از آن است که آزمون‌های غربالگری حرکتی، با وجود برخورداری از ظرفیت کاربردی در ارزیابی عملکرد و شناسایی برخی عوامل خطر قابل‌اصلاح، محدودیت‌هایی در پیش‌بینی مستقل و دقیق آسیب‌های ورزشی دارند . ازاین‌رو، استفاده اثربخش از این آزمون‌ها مستلزم انتخاب ابزار متناسب با رشته ورزشی و ویژگی‌های جمعیت هدف، تفسیر محتاطانه نتایج و ادغام اطلاعات حاصل از آن‌ها با سایر عوامل خطر است .بر این مبنا، پیشنهاد می‌شود مربیان، متخصصان آمادگی جسمانی و کارشناسان پیشگیری از آسیب، به‌جای طبقه‌بندی قطعی ورزشکاران بر اساس یک نمره یا آزمون منفرد، از رویکردی چندبعدی، مستمر و مبتنی بر شواهد استفاده کنند .همچنین انجام مطالعات آینده‌نگر با نمونه‌های بزرگ‌تر، دوره‌های پیگیری طولانی‌تر و مدل‌های آماری چندمتغیره، همراه با بررسی اثربخشی واقعی مداخلات مبتنی بر نتایج غربالگری، می‌تواند به روشن‌تر شدن جایگاه این آزمون‌ها در پیشگیری از آسیب‌های ورزشی کمک کند .در نهایت، می‌توان نتیجه گرفت که آزمون‌های غربالگری حرکتی زمانی بیشترین ارزش علمی و کاربردی را دارند که به‌عنوان ابزارهایی برای شناخت بهتر وضعیت عملکردی ورزشکاران و هدایت تصمیم‌گیری‌های پیشگیرانه به کار گرفته شوند، نه به‌عنوان معیارهایی قطعی برای پیش‌بینی وقوع یا عدم وقوع آسیب‌های ورزشی.

پیشنهادهای پژوهش

۱. استفاده از رویکرد چندعاملی در ارزیابی خطر آسیب :پیشنهاد می‌شود مربیان و متخصصان علوم ورزشی، نتایج آزمون‌های غربالگری حرکتی را در کنار عواملی مانند سابقه آسیب، سن، جنسیت، سطح آمادگی جسمانی، قدرت عضلانی، خستگی و میزان مواجهه با تمرین و مسابقه تفسیر کنند.

۲. پرهیز از اتکای انحصاری به یک آزمون :توصیه می‌شود برای ارزیابی وضعیت عملکردی ورزشکاران، به یک آزمون یا نمره مشخص مانند FMSاکتفا نشود و از ترکیب آزمون‌های متناسب با نیازهای رشته ورزشی استفاده شود.

۳. انتخاب آزمون متناسب با رشته ورزشی :پیشنهاد می‌شود در انتخاب ابزارهای غربالگری، ویژگی‌های حرکتی و نیازهای بیومکانیکی هر رشته ورزشی مورد توجه قرار گیرد؛ زیرا عوامل خطر آسیب در رشته‌هایی مانند فوتبال، والیبال، بسکتبال و دوومیدانی الزاماً یکسان نیستند.

۴. توجه به سابقه آسیب ورزشکاران :توصیه می‌شود سابقه آسیب‌های قبلی، به‌ویژه آسیب‌های اندام تحتانی، در کنار نتایج آزمون‌های حرکتی بررسی شود؛ زیرا سابقه آسیب می‌تواند اطلاعات مهمی درباره وضعیت خطر ورزشکار ارائه دهد.

۵. اجرای ارزیابی‌های دوره‌ای :پیشنهاد می‌شود آزمون‌های غربالگری صرفاً در ابتدای فصل ورزشی اجرا نشوند، بلکه در مقاطع زمانی مشخص و پس از دوره‌های تمرینی سنگین یا بازگشت از آسیب نیز تکرار شوند تا تغییرات عملکردی ورزشکاران قابل بررسی باشد.

۶. طراحی برنامه‌های تمرینی اصلاحی :مربیان و متخصصان آمادگی جسمانی می‌توانند بر اساس نتایج آزمون‌ها، برنامه‌های اختصاصی برای بهبود تعادل، ثبات مرکزی، قدرت عضلانی، کنترل عصبی‌عضلانی، انعطاف‌پذیری و کیفیت الگوهای حرکتی طراحی کنند.

۷. توجه به کیفیت اجرای حرکت به‌جای نمره کلی :پیشنهاد می‌شود در تفسیر نتایج آزمون‌هایی مانند FMSو LESS، علاوه بر نمره نهایی، الگوهای حرکتی نامطلوب، عدم تقارن‌ها و خطاهای مشخص هر حرکت نیز مورد توجه قرار گیرند.

۸. آموزش تخصصی ارزیابان :توصیه می‌شود مربیان، کارشناسان تربیت‌بدنی و متخصصان پیشگیری از آسیب، آموزش‌های لازم درباره شیوه استاندارد اجرای آزمون‌ها، ثبت نتایج و تفسیر شاخص‌های آماری را دریافت کنند تا خطاهای اندازه‌گیری و قضاوت‌های نادرست کاهش یابد.

۹. پرهیز از برچسب‌گذاری قطعی ورزشکاران :پیشنهاد می‌شود ورزشکاران صرفاً بر اساس کسب نمره پایین در یک آزمون، به‌عنوان افراد مستعد آسیب یا پرخطر طبقه‌بندی نشوند؛ زیرا هیچ‌یک از آزمون‌های بررسی‌شده به‌تنهایی قابلیت پیش‌بینی قطعی آسیب را ندارند.

۱۰. ارزیابی اثربخشی برنامه‌های پیشگیرانه :پیشنهاد می‌شود پس از اجرای برنامه‌های اصلاحی مبتنی بر نتایج غربالگری، علاوه بر بررسی تغییرات نمرات آزمون‌ها، میزان و شدت آسیب‌های ورزشی نیز ثبت و ارزیابی شود تا اثربخشی واقعی این برنامه‌ها مشخص شود.

منابع و مآخذ

نظری، محمدحسین، نورسته، علی‌اصغر، و زارعی، مصطفی .(۱۴۰۳) .آیا آزمون غربالگری عملکرد حرکتی می‌تواند آسیب‌های اسکلتی‌عضلانی دوندگان مرد باشگاهی را پیش‌بینی کند؟ طب توانبخشی، ۱۳(۴)، ۷۷۰–۷۸۳. https://doi.org/۱۰,۳۲۵۹۸/SJRM.۱۳,٤,۳۱۸٤ .

نادری، محسن، علیزاده، محمدحسین، و آبشناس، احسان. (۱۴۰۳). بررسی میزان پیش‌بینی آسیب‌های ورزشی دانشجویان پسر ورزشکار با استفاده از آزمون‌های غربالگری حرکتی عملکردی، تعادلی وای و سیستم امتیازدهی خطای فرود .مطالعات طب ورزشی، ۱۶(۴۱).

۱. Latifi, S., Kafshgar, Z., & Yousefi, A. (۲۰۲٤). Evaluation of hop tests based on Y-Balance test and FMS test outcomes in volleyball and basketball players to identify those prone to injury: A potential predictor of injury. BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation, ۱٦, ۱۸۷. https://doi.org/۱۰,۱۱۸٦/s۱۳۱۰۲-۰۲٤-۰۰۹۷٦-٥
۲. Bahr, R. (۲۰۱٦). Why screening tests to predict injury do not work—and probably never will…: A critical review. British Journal of Sports Medicine, ٥۰(۱۳), ۷۷٦–۷۸۰. https://doi.org/۱۰,۱۱۳٦/bjsports-۲۰۱٦-۰۹٦۲٥٦
۳. Bahr, R., & Holme, I. (۲۰۰۳). Risk factors for sports injuries—A methodological approach. British Journal of Sports Medicine, ۳۷(٥), ۳۸٤–۳۹۲. https://doi.org/۱۰,۱۱۳٦/bjsm.۳۷,٥,۳۸٤
٤. Bahr, R., & Krosshaug, T. (۲۰۰٥). Understanding injury mechanisms: A key component of preventing injuries in sport. British Journal of Sports Medicine, ۳۹(٦), ۳۲٤–۳۲۹.
٥. Cook, G., Burton, L., & Hoogenboom, B. (۲۰۰٦). Pre-participation screening: The use of fundamental movements as an assessment of function—Part ۱. North American Journal of Sports Physical Therapy, ۱(۲), ٦۲–۷۲.
٦. Cook, G., Burton, L., & Hoogenboom, B. (۲۰۰٦b). Pre-participation screening: The use of fundamental movements as an assessment of function—Part ۲. North American Journal of Sports Physical Therapy, ۱(۳), ۱۳۲–۱۳۹.
۷. Cook, G., Burton, L., Hoogenboom, B. J., & Voight, M. (۲۰۱٤). Functional movement screening: The use of fundamental movements as an assessment of function—Part ۱. International Journal of Sports Physical Therapy, ۹(۳), ۳۹٦–٤۰۹.
۸. Cooke, R., Rushton, A., Martin, J., Soundy, A., Herrington, L., & Heneghan, N. R. (۲۰۲٥). Lower extremity functional performance tests and their measurement properties in athletes: A systematic review and narrative synthesis. BMJ Open Sport & Exercise Medicine, ۱۱(۲), e۰۰۲۳۸۹. https://doi.org/۱۰,۱۱۳٦/bmjsem-۲۰۲٤-۰۰۲۳۸۹
۹. Dorrel, B. S., Long, T., Shaffer, S., & Myer, G. D. (۲۰۱٥). Evaluation of the Functional Movement Screen as an injury prediction tool among active adult populations: A systematic review and meta-analysis. Sports Health, ۷(٦), ٥۳۲–٥۳۷. https://doi.org/۱۰,۱۱۷۷/۱۹٤۱۷۳۸۱۱٥٦۰۷٤٤٥
۱۰. Eckart, A. C., Ghimire, P. S., Stavitz, J., & Barry, S. (۲۰۲٥). Predictive utility of the Functional Movement Screen and Y-Balance Test: Current evidence and future directions. Sports, ۱۳(۲), ٤٦. https://doi.org/۱۰,۳۳۹۰/sports۱۳۰۲۰۰٤٦
۱۱. Hanzlíková, I., & Hébert-Losier, K. (۲۰۲۰). Is the Landing Error Scoring System reliable and valid? A systematic review. Sports Health, ۱۲(۲), ۱۸۱–۱۸۸. https://doi.org/۱۰,۱۱۷۷/۱۹٤۱۷۳۸۱۱۹۸۸٦٥۹۳
۱۲. Latifi, S., Kafshgar, Z., & Yousefi, A. (۲۰۲٤). Evaluation of hop tests based on Y-Balance test and FMS test outcomes in volleyball and basketball players to identify those prone to injury: A potential predictor of injury. BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation, ۱٦, Article ۱۸۷. https://doi.org/۱۰,۱۱۸٦/s۱۳۱۰۲-۰۲٤-۰۰۹۷٦-٥
۱۳. Maleki, A. A., Mousavi, S. H., Biabangard, M. A., & Minoonejad, H. (۲۰۲٥). Influence of exercise interventions on functional movement screen scores in athletes: A systematic review and meta-analysis. Scientific Reports, ۱٥, Article ۲٦۳۳٥. https://doi.org/۱۰,۱۰۳۸/s٤۱٥۹۸-۰۲٥-۱۲۳۷۱-۲

١٤. Moran, R. W., Schneiders, A. G., Mason, J., & Sullivan, S. J. (٢٠١٧). Do Functional Movement Screen (FMS) composite scores predict subsequent injury? A systematic review with meta-analysis. British Journal of Sports Medicine, ٥١(٢٣), ١٦٦١–١٦٦٩. https://doi.org/١٠,١١٣٦/bjsports-٢٠١٦-٠٩٦٩٣٨

١٥. Plisky, P. J., Rauh, M. J., Kaminski, T. W., & Underwood, F. B. (٢٠٠٦). Star Excursion Balance Test as a predictor of lower extremity injury in high school basketball players. Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy, ٣٦(١٢), ٩١١–٩١٩. https://doi.org/١٠,٢٥١٩/jospt.٢٠٠٦,٢٢٤٤

١٦. Plisky, P. J., Schwartkopf-Phifer, K., Huebner, B., Garner, M. B., & Bullock, G. (٢٠٢١). Systematic review and meta-analysis of the Y-Balance Test Lower Quarter: Reliability, discriminant validity, and predictive validity. International Journal of Sports Physical Therapy, ١٦(٥), ١١٩٠–١٢٠٩. https://doi.org/١٠,٢٦٦٠٣/٠٠١c.٢٧٦٣٤

١٧. van Mechelen, W., Hlobil, H., & Kemper, H. C. G. (١٩٩٢). Incidence, severity, aetiology and prevention of sports injuries: A review of concepts. Sports Medicine, ١٤(٢), ٨٢–٩٩. https://doi.org/١٠,٢١٦٥/٠٠٠٠٧٢٥٦-١٩٩٢١٤٠٢٠-٠٠٠٠٢

١٨. Velarde-Sotres, Á., Bores-Cerezal, A., Alemany-Iturriaga, J., & Calleja-González, J. (٢٠٢٥). Tensiomyography, functional movement screen and counter movement jump for the assessment of injury risk in sport: A systematic review of original studies of diagnostic tests. Frontiers in Sports and Active Living, ٧, Article ١٥٦٥٩٠٠. https://doi.org/١٠,٣٣٨٩/fspor.٢٠٢٥,١٥٦٥٩٠٠

١٩. Xie, M., Zhang, R., & Gong, Y. (٢٠٢٥). Risk assessment of FMS and YBT on sports injuries in collegiate athletes. International Journal of Sports Medicine, ٤٦(٣), ١٨٩–١٩٥. https://doi.org/١٠,١٠٥٥/a-٢٤٦٦-٩٩٢٠