Key Words 【傷害予防: injury prevention、小児科学: pediatrics、スポーツ傷害: sports injuries、ユーススポーツ: youth sports、神経筋系トレーニング: neuromuscular training、ウォーミングアッププログラム: warm-up program】

ユースの傷害予防プログラム: 女子を焦点とするナラティブレビュー

Injury Prevention Programs in Youth: A Narrative Review Targeting Females

Lesley M. Sommerfield, ¹ M.Sc., CSCS Craig B. Harrison, ¹ Ph.D. Chris S. Whatman, ¹ Ph.D. Peter S. Maulder, ^{1,2} Ph.D.

¹Sports Performance Research Institute New Zealand, AUT University, Auckland, New Zealand

要約

ユースにおけるスポーツ関連傷 害とリスク因子を減らし、競技パ フォーマンスを向上させることを目 的として、傷害予防プログラムが開 発されてきた。本稿は、ユース(女子、 男子、男女混合)の傷害予防プログ ラムの概要を説明し、女子アスリー トのコーチに実施のためのガイドラ インを提供する。傷害予防トレーニ ングプログラムを独立して週に2、 3回(1回20分以上)実施し、これに きちんと参加させることによって、 効果が最大になることが示されてい る。複数の要素からプログラムを構 成し、参加者の技術的能力に応じて 漸進させると最も効果的である。

序論

スポーツは、小児と青少年における 負傷原因の第1位である(5,9,27,43,44)。 毎年、アメリカでは約300万人、カナダ では4人に1人の青少年が、スポーツ関 連傷害のために医療機関を受診してい る(9,21)。ユーススポーツにおける傷 害発生率の高さは、現在と未来の身体 活動に負の影響を及ぼすことが懸念さ れている(14,18)。例えば、傷害発生率の高さはスポーツに参加する時間を失わせ、受傷や再受傷への恐怖から身体活動に対する意欲を低下させる(10)。特に女子アスリートは、男子アスリートよりも受傷率が有意に高い(男子のユースサッカー選手よりも女子のユースサッカー選手のほうが14%高いなど)(54)。

ユースの受傷を招くリスク因子は、 大きく2つのカテゴリーに分類され る。すなわち、外在的リスク因子(身体 の外にある)と内在的リスク因子(身体 の内にある)である(45)。外在的リス ク因子には、天候、競技サーフェス、用 具、トレーニングや競技会による負荷 の増大、不適切な指導、種目の特化など の環境因子が含まれる(1,2,9,12,60)。 内在的リスク因子には、神経筋系因子 とバイオメカニクス的因子が含まれ、 これらは修正可能である。例えば、筋 力や基本的な動作スキルなど、競技能 力の未発達が含まれる(2.45.60)。傷 害予防プログラム(IPプログラム)は、 ユースの受傷件数の増加への対策と して、これらの修正可能な内在的リス ク因子を焦点を当て開発されている

研究によると、運動に基づくIPプロ グラムは、ユーススポーツの総合的な 傷害発生率を約40%低下させ(58)、 傷害リスク因子を減らし(63)、競技 パフォーマンスの向上をもたらした (16,48)。このようなIPプログラムは、 競技要求としてコンタクト、跳躍/着 地、加速/減速、急速な方向転換などが あり、傷害に直結する競技で実施され ている(11)。IPプログラムは、1つ以上 の要素(プライオメトリックス、スピー ド、アジリティ、筋力、バランスなど)に よって構成されており、特定のバイオ メカニクス的傷害リスク因子や神経筋 系的傷害リスク因子、特定の傷害発生 率、さらに競技パフォーマンスを焦点 としている。本稿では、実施のタイミ ングに応じてIPプログラムを分類する (ウォーミングアップとして実施する か、独立して実施するか)。 ウォーミン グアップは一般に5~25分間、競技ト レーニングの前に実施される。これ に対して独立トレーニングは、競技ト レーニングとは分けて実施され、一般 に実施時間も長い(10~90分)。

ウォーミングアップでも独立トレーニングでも、ユースのIPプログラムは成長と成熟の程度によって大きく異な

²Centre for Sport Science and Human Performance, Waikato Institute of Technology, Hamilton, New Zealand

る(17.47)。成長は身体サイズの増大 を指し、成熟は成熟状態に向かって進 むことを指す(37)。どちらも、ユース における傷害のリスク因子とみなされ る(17)。ユースは、小児(女子は11歳 まで、男子は13歳まで)と青少年(女子 は12~18歳、男子は14~18歳)に分 けられ(37)、成長の加速期が含まれる (37)。成長の加速期は「思春期の成長 スパート期」と呼ばれる。身長と体重 が増加するが、女子は10歳前後、男子 は12歳前後に始まる(7)。このような 変化は運動制御と動作パターンを乱 し(47)、結果として傷害リスクを増加 させることが示されている(30)。こ れが最も顕著に表れるのは、成長率が 最大に達する「身長の最大成長速度期 (PHV)」であり、女子ではおよそ11~ 12歳、男子では13~14歳で発生する (25)。Hewettら(31)によると、過度の 膝関節外転と股関節内転の動作とトル クは、女子のPHVにおける前十字靭帯 の傷害リスクと関連している。さらに、 跳躍/着地や方向転換などのスポーツ 動作において、足関節における前額面 の過度の動作と膝関節の屈曲角の減少 も、この時期の傷害リスクを増大させ る可能性がある(23,40)。体幹部と股関 節周辺の筋群の共収縮における低下、 体幹部の安定性の低下、大腿四頭筋優 位の動作や、大腿部の優勢も、特に成長 /成熟時期のユースに多くみられる傷 害リスク因子である(57,71)。

PHVにおける、競技パフォーマンスと傷害リスクに関連するバイオメカニクス的因子と神経筋系因子は男子と女子で異なっている。例えば、男子はドロップバーティカルジャンプ(DVJ)の跳躍高が増加するとともに、着地時の衝撃が減少するが、女子にはみられない(56)。さらに、PHV後の女子は同時期の男子と比べて、DVJにおける膝関節の外転モーメントと動作が有意に大きい(24,30,59,70)。このような違いは、男子は女子よりも骨格組織と筋量

の増加が大きいことによると考えら れる(6)。さらに、男子は思春期に「神 経筋系のスパート(筋力とパワーの増 大)」がみられるが、女子にはみられな い(30,56)。下半身の筋力不足と、大腿 四頭筋とハムストリングスの筋力のア ンバランスも、女子の下肢傷害のリス ク因子である(47,55)。ユースの女子 が男子よりも神経筋系が弱いことは、 傷害発生率の高さに寄与している可能 性がある(13)。例えば、思春期の女子 は男子よりもピボットやジャンプ中の 前十字靭帯の傷害発生率が4~6倍高 い(29,30)。以上の結果を合わせると、 特に女子アスリートには、IPプログラ ムを実施する必要性が高いと考えられ

次に、ユース(特に女子)のためのIP プログラムを取り上げて、その効果に 関するエビデンスを概括する。これは、 効果的なIPプログラムを構成する要素 の理解を助けるためである。ユースの 女子のためのIPプログラムの多くは、 神経筋系のコーディネーション(筋力、 パワー、バランスなど)を高めて、傷害 リスクを低減させるとともに、競技パ フォーマンスを向上させることを狙い としている。そこで本稿では、既存の IPプログラムを検証して男子と女子に 対する効果を評価し、女子のための傷 害予防の指針を提供する。最初に女子 のための独立IPプログラムとウォーミ ングアップベースのIPプログラム、次 に男子のためのプログラム、最後に男 女混合グループのためのプログラムを 検討する。最後に、IPプログラムを女 子に適用する際の指針を提供し、今後 の研究を要する領域を明らかにする。

2017 年12 月 から2018 年9 月に、7つのオンラインデータベース (MEDLINE[EBSCO]、OVID、PubMed、ScienceDirect、SPORTDiscus、Web of Science、Google Scholar)を検索した。検索語には「予防プログラム」「ユース or青少年or若年者or若年成人」「スポー

ツ傷害or競技傷害」を利用してBoolean 検索を行なった。検索対象は、論文審査のある学術雑誌に掲載された英語論文の全文とした。まず、重複投稿を除外し、タイトルと抄録から関連性があるかどうか検証し、全文を読んでユーススポーツにおけるIPプログラムの有効性に関するエビデンスを取り上げた研究かどうか確認した。その結果、9~24歳を対象とした33点の研究が本稿のレビューに適切であるとわかった。そのうち24点は女子、4点は男子、5点は男女混合グループを調査対象としていた。利用されたIPプログラムの特徴を表1~3に概括した。

ユースのためのIPプログラム

女子

女子にIPプログラムを実施すると、 上半身と下半身の筋力(3)、シングル およびダブルレッグジャンプの跳躍 高、スピード(49)などの競技パフォー マンスの向上に役立つ。また、バラン スを向上させ(22,42,63)、大腿四頭筋と ハムストリングスの神経筋系のアン バランスを改善し(35)、着地テクニッ クを向上させることによって(膝関節 屈曲と股関節外転の増大、膝関節外転 と股関節内旋の減少)(46,51,53)、傷害 のリスク因子も低減させる。さらに、 下肢傷害(28)、オーバーユース障害 (61,68,69)、重傷(61,68,69)、膝関節傷害 (32)、慢性障害(34)、急性外傷(34)、足 関節捻挫(34)、前十字靭帯損傷(39.66) の発生率も低下させる。諸研究におい て報告された女子のためのIPプログラ ムの過半数(58%)は、IPプログラムを ウォーミングアップとしてではなく、 独立して実施していた。女子対象の IPプログラムを取り上げた研究の内、 17点ではポジティブな成果がみられ、 6点ではネガティブな成果がみられ、 1点では両方の成果がみられた(表1)。

表1 ユース女子のための傷害予防プログラム						
研究	被験者	IPプログラム のタイプ	頻度と継続期間	プログラムの詳細	主な結果	
Augustsson 6 (3)	バレーボール選手 (14 ~ 20 歳)	独立	26週間	個別化レジスタンストレーニ ング	スクワット(67%)とベンチプレスの1RM(16%)、プッシュアップ(122%)とシットアップの回数(55%)が有意に向上した。	
Filipa 6 (22)	サッカー選手 (13 ~ 17 歳)	独立	週2回を8週間	コアスタビリティと下肢スト レングス	SEBTの複合スコアが有意に向上した。	
Heidt 6 (28)	サッカー選手 (14 ~ 18 歳)	独立	週3回を7週間	コンディショニング、プライ オメトリックス、スポーツ コーディネーションドリル、 ストレングス、柔軟	IPトレーニング群で傷害発生率が有意に低かった(14.3%に対して対照群は33.7%)。	
Hewettら (29)	サッカー、バレーボー ル、バスケットボール 選手(年齢は報告なし)	独立	週3回、1回60~ 90分を6週間	プライオメトリックス、スト レッチング、ウェイトトレー ニング	膝関節傷害の発生率が有意に低かった。	
Lim § (30)	バスケットボール選手 (15 ~ 17 歳)	独立	20 分を 8 週間	ストレッチング、ストレング ス、プライオメトリックス、ア ジリティ	膝関節屈曲角と膝関節外転トルクが 増大し、HQ比と最大膝関節伸展トル クが低下した。	
McLeod 6 (42)	バスケットボール選手 (14 ~ 16歳)	独立	70 分を 6 週間	プライオメトリックス、スト レングス、バランス、スタビリ ティボール	BESSの合計エラーが有意に減少し、 SEBTスコアが増加した。	
Муег Ь (49)	バスケットボール、 サッカー、バレーボー ル選手 (13~17歳)	独立	週3回、1回90分 を6週間		1 RMスクワット(92%)、1 RMベンチプレス(20%)、シングルレッグホップの距離、VJ跳躍高、スピード、着地時の膝関節屈曲角が増大し、膝関節の外反トルク(28%)と内反トルク(38%)が減少した。	
Myer 5 (46)	サッカーとバスケット ボール選手 (15 ~ 17歳)	独立	週3回を7週間	神経筋系トレーニング(詳細は報告なし)	高リスク群で、着地時の膝関節の外転トルクが減少し(13%)、低リスク群では減少しなかった。	
Pfeiffer 6 (52)	サッカー、バレーボー ル、バスケットボール 選手(年齢は報告なし)	独立	インシーズンに 週2回、1回20分	プライオメトリックス	非接触型の前十字靭帯損傷の発生率 に有意差がなかった。	
Pollard 6 (53)	サッカー選手 (14 ~ 17 歳)	独立	インシーズンに 週2~3回	ストレッチング、ストレング ス、プライオメトリックス、ア ジリティ	着地時に股関節内旋が有意に減少し、 股関節の外転が有意に増加した。 膝関節の外反または角度には有意差 がなかった。	
Soligard 6 (61)	サッカー選手 (13 ~ 17歳)	独立	インシーズン に20分	ランニング、ストレングス、バ ランス、プライオメトリック ス、アジリティ	全傷害、オーバーユース障害、重傷の リスクが有意に減少した。	
Vescovi 6 (65)	サッカー選手 (13 ~ 18歳)	独立	週3回を12週間	ストレッチング、ストレング ス、プライオメトリックス、ア ジリティ	スピードは有意ではないわずかな向 上を示し、CMJとアジリティは向上し なかった。	
Wedderkopp 6 (69)	ハンドボール選手 (16 ~ 18 歳)	独立	10ヵ月のシーズ ンに10~15分	Ankle discプログラム	外傷およびオーバーユース障害の件 数が有意に減少した。	
Wedderkopp 6 (68)	ハンドボール選手 (14 ~ 16 歳)	独立	10ヵ月のシーズ ンに5~10分	Ankle discプログラム	中程度および重度の外傷の件数が有 意に減少した。	
Grandstrand 6 (26)	サッカー選手 (9 ~ 11 歳)	ウォーミン グアップ	週2回、1回20分 を8週間	アジリティ、プライオメト リックス、ストレングス、柔軟	着地時のメカニクス(膝関節の外転と 内転)には有意差がなかった。	
Kiani & (32)	サッカー選手 (13 ~ 19 歳)	ウォーミン グアップ	プレシーズンとインシーズンの12週間に週2回、1回20~25分	Harmonkneeプログラム:筋 の活性化、バランス、ストレン グス、コアスタビリティ	膝関節傷害(77%)と非接触型の膝関 節傷害(90%)の発生率が有意に減少 した。	

表1 ユース女子のための傷害予防プログラム(つづき)						
研究	被験者	IPプログラム のタイプ	頻度と継続期間	プログラムの詳細	主な結果	
LaBella 6 (34)	バスケットボールと サッカー選手 (15~17歳)	ウォーミン グアップ			慢性障害(65%)、急性の非接触型外傷 (56%)、非接触型足関節捻挫(66%) が有意に減少した。	
Lindblom 5 (36)	サッカー選手 (12 ~ 16 歳)	ウォーミン グアップ	週2回、1回15分を11週間	コアスタビリティ、バランス、 着地テクニック、膝関節の適 切なアライメント	パフォーマンスに有意な向上が認められなかった(SEBT、CMJ、三段跳び、10mと20mスプリント、修正イリノイアジリティテスト)。	
Mandelbaum 6 (39)	サッカー選手 (14~18歳)	ウォーミン グアップ	2シーズンに20分	ストレッチング、ストレング ス、プライオメトリックス、ア ジリティ	前十字靭帯傷害(88%)が有意に減少 した。	
Otsuki 6 (51)	バスケットボール選手 (12 ~ 14 歳)	ウォーミン グアップ	週3回、1回20分 を6ヵ月	下半身ストレングス、プライ オメトリックス、アジリティ	膝関節の外反が有意に減少し、膝関節 の屈曲角が有意に増加した。	
Steffen 6 (62)	サッカー選手 (13 ~ 17歳)	ウォーミン グアップ	20分を8ヵ月	FIFA11+: コアスタビリ ティ、下肢ストレングス、バラ ンス、アジリティ	傷害のタイプ、部位、重傷度の分布に 有意差がなかった。	
Steffen 6 (64)	サッカー選手 (16 ~ 18歳)	ウォーミン グアップ	週3回を10週間	FIFA 11+: コアスタビリティ、下肢ストレングス、バランス、アジリティ	パフォーマンスに有意差がなかった (等速性および等尺性のHQ比、DVJ、 CMJ、40mスプリント、スラロームド リブル)。	
Steffen 6 (63)	サッカー選手 (13~18歳)	ウォーミン グアップ	週2~3回を4~ 5ヵ月	FIFA11+: コアスタビリティ、下肢ストレングス、バランス、アジリティ	IPプログラムの順守度が高いほど、Y字バランス(4~7%)が向上し、傷害リスクが低下した。	
Walden 6 (66)	サッカー選手 (12 ~ 17 歳)	ウォーミン グアップ	インシーズンに 週2回、1回15分	コアスタビリティ、バランス、 膝関節の適切なアライメント	前十字靭帯傷害(64%)が有意に減少 し、重度あるいは急性の膝関節傷害は 有意ではない減少を示した。	

1 RM=最大挙上重量、BESS=バランスエラースコアリングシステム、CMJ=カウンタームーブメントジャンプ、DVJ=ドロップバーティカルジャンプ、HQ=ハムストリングスと大腿四頭筋の筋力比、IP=傷害予防プログラム、SEBT=スターエクスカージョンバランステスト、VJ=バーティカルジャンプ

独立IPトレーニング

ユース女子を対象とする独立でのIP トレーニングは、6~26週間(大多数 は6~8週間)にわたって週に2~3回 行なわれ、1つまたは複数の構成要素を 含んでいた。すなわち、ストレッチン グ、下肢または体幹のストレングス、プ ライオメトリックス、アジリティ、バラ ンス、コンディショニング、スピードが 含まれていた(3,22,29,35,42,46,49.53)。 例えば、高校女子バスケットボール、 サッカー、バレーボールの選手(13~ 17歳)を対象として、週に3回、90分の セッションを6週間にわたって実施し た研究がある。プログラムの構成要 素として、プライオメトリックスと動 作、体幹のストレングスとバランス、 レジスタンストレーニング、スピード トレーニングが含まれていた(49)。対

照群と比較すると、IPトレーニング群 は、スクワットとベンチプレスの推 定1RM、左右のシングルレッグホップ の距離、バーティカルジャンプの跳躍 高、9.1mスプリントのスピードが向上 した。また、対照群と比較してDVJに おける膝関節の外反と内反のトルクが 有意に小さかった(49)。独立IPトレー ニングは、競技パフォーマンスと傷害 リスク因子にプラスの影響を及ぼすだ けでなく、ユース女子の傷害発生率も 低下させる(28,61,68,69)。42名の高校 女子サッカー選手(14~18歳)に、独 立IPトレーニングを7週間にわたって 週に3回実施した研究がある。トレー ニングには、コンディショニング、プラ イオメトリックス、ストレングス、柔軟 性のエクササイズが含まれていた。こ れらを実施した結果、IPトレーニング

群は対照群よりも傷害発生率が有意に 低かった(28)。また別の研究は、高校 女子サッカー、バレーボール、バスケッ トボール選手の膝関節傷害に注目し て、プライオメトリックス、ストレッチ ング、ウェイトトレーニングから構成 されるIPプログラムを実施した(29)。 このプログラムを6週間にわたって週 に3回、1回60~90分実施し、男子と 女子の対照群(トレーニング非実施群) と比較した。その結果、トレーニング 群の女子は対照群の女子よりも膝関節 傷害の発生率が有意に低かったが、対 照群の男子と比較すると有意差が認め られなかった(29)。これは、神経筋系 の弱さにおける男女差が縮小できるこ とを示唆している。

ユース女子に対する独立IPトレーニングの効果を示す研究がある一方で、

ほとんどあるいは全く影響が認められ なかった研究もある(52,65)。例えば、 非接触型の前十字靭帯損傷を調査した 研究がある。高校女子サッカー、バス ケットボール、バレーボール選手に、 シーズンを通して週に2回のプライオ メトリックトレーニングを実施させ た。しかし、傷害発生率については群 間に有意差が認められなかった(52)。 このプログラムは、跳躍時の着地とラ ンニング時の減速のメカニクスを焦点 としており、これだけでは前十字靭帯 損傷の発生率を低下させるには十分で なかった可能性がある。実際に前十字 靭帯の傷害発生率の低下を示したIPプ ログラムは、ストレングスエクササイ ズを組み込んだものであった(29,39)。 また別の研究では、女子サッカー選手 を15分間の独立IPトレーニングに参 加させて対照群と比較した。その結 果、スピード $(10 \,\mathrm{m}, 20 \,\mathrm{m}, 30 \,\mathrm{m}, 40 \,\mathrm{m})$ スプリント)はわずかに向上し、カウン タームーブメントジャンプ(CMJ)の 跳躍高とアジリティには向上が認めら れなかった(65)。十分な向上が認めら れなかった原因は、ドリルを遅い速度 で実施させる指示にあった可能性があ る。これでは、神経筋系への刺激は通 常のサッカーの試合と大差がない。

ウォーミングアップ用IPプログラム

ユース女子を対象とするウォーミングアップ用IPプログラムも、下肢傷害のリスク因子を減らし、傷害発生率を減少させることが示されている。すなわち、8週間から6ヵ月にわたり、週に1~4回、1回15~20分、実施させると、非接触型の膝関節傷害(32)、慢性(徐々に発症する)障害、急性の非接触型外傷、非接触型の足関節捻挫(34)、および前十字靭帯損傷(39,66)の発生率が低下した。ウォーミングアップ用IPプログラムは、ユース女子の着地におけるバイオメカニクス的リスク因子の改善(膝関節の屈曲の増大と外転の

減少) (51) と、バランスの向上(63) にも有意な効果がみられた。例えば、バスケットボール選手($12 \sim 14$ 歳) に週に3回、1回20分間、下半身のストレングス、プライオメトリックス、アジリティエクササイズを実施させた研究がある。6ヵ月のトレーニング後、対照群と比べると、DVJにおける膝関節の外転が有意に減少し、膝関節の屈曲が有意に増大した(51)。サッカー選手($14 \sim 18$ 歳) に同様の介入を行なったところ、対照群と比べると1シーズン後に前十字靭帯損傷が88%減少し、<math>2シーズン後に74%減少した(39)。

ユース女子のためのウォーミング アップ用IPプログラムの中には、傷害 リスクや競技パフォーマンスにプラ スの効果を示すものもあれば、そうで ないものもある(26,36,62,64)。 ウォー ミングアップ用のIPプログラムとし て、FIFA11+が多くの注目を集めて いる。これは、14歳以上のサッカー選 手における下肢の傷害リスクを減ら すために開発された20分間のウォー ミングアッププログラムである。プ ログラムは15種目のエクササイズか らなる3部構成であり、最初と最後は ランニングを行なう。第2部は、カッ ティング、ジャンピング、ランディン グテクニック、体幹と脚のストレング ス、バランス、プライオメトリックス、 アジリティを焦点として、レベルを漸 進させる(61)。ユース女子サッカー選 手(16~18歳)に、FIFA11+から構 成される10週間のIPプログラムを、週 に3回、1回15分間実施し、大腿四頭筋 とハムストリングスの等速性および等 尺性筋力、股関節内転筋群と外転筋群、 バーティカルジャンプ、スプリント、 サッカーのスキルを測定した。その結 果、実験群と対照群の間に有意差は見 出されなかった(62)。FIFA11+は、 傷害発生率の低下も目的として実施さ れている。1シーズンプログラムを実 施したのちに対照群と比較すると、女 子サッカー選手の傷害のタイプ、部位、 重傷度の分布についてはいかなる有意 差もなかった(64)。差異が見出され なかったことは、このプログラムの順 守度の低さ(全トレーニングセッショ ンの52%でしか利用されなかった)に よって説明できるかもしれない。

これらのエビデンスに従うと、ユース女子にIPプログラムを実施することは、傷害のリスク因子を減少させ、傷害発生率を低下させ、競技パフォーマンスを向上させることに役立つ。独立IPトレーニングを実施した研究の86%で、それらのうちの1つまたは複数に利益のあることが見出されている。これに対して、ウォーミングアップ用IPプログラム実施後に利益を報告した研究は60%に留まった。したがって、ユース女子にとっては、独立IPトレーニングのほうが効果的であると考えられる。

男子

ユース男子を対象とした最新の研究においても、IPプログラムが傷害発生率、リスク因子、競技パフォーマンスに及ぼす効果が調査されている。その結果、下肢傷害の発生率を低下させるとともに、バランス、ジャンプの跳躍高、スプリントタイムなどを向上させることが示された。IPプログラムを調査した研究の過半数(4点中3点)が、競技トレーニングのウォーミングアップ用のIPプログラムとしてFIFA11+を利用していた。3点の研究でプラスの成果が報告され、1点の研究でプラスの成果とマイナスの成果が報告されている(表2)。

独立IPトレーニング

FIFA 11+ は競技トレーニングの ウォーミングアップとして実施される ことが多いが、ユース男子に対する独 立IPトレーニングとしても利用されて いる(33)。このIPプログラムでは、ト

表2 ユース男子のための傷害予防プログラム						
研究	被験者	IPプログラム のタイプ	頻度と継続期間	プログラムの詳細	主な結果	
Kilding 6 (33)	サッカー選手 (9~11歳)	独立	週5回を6週間	FIFA11+:コアスタビリティ、 下肢ストレングス(ハムスト リングスのエクササイズを除 く)、バランス、アジリティ	CMJ(6%)、三段跳び(3.4%)、20mスプリント(2%)が有意に向上した。	
Ayala 6 (4)	サッカー選手 (15 ~ 17 歳)	ウォーミン グアップ	週3回を4週間	FIFA11+:コアスタビリティ、 下肢ストレングス、バランス、 アジリティ Harmonkneeプログラム:筋 の活性化、バランス、ストレン グス、コアスタビリティ	FIFA11+群: Y字バランス(前方2.5%、後内側7.2%)、シングルレッグホップにおける脚の対称性(8.3%)、スプリントタイム(10mが8.4%、20mが1.8%)、跳躍高(9.1%)が向上した。 Harmonknee群: スプリントタイム(10mが2.7%、20mが2.9%)と跳躍高(9.7%)が向上した。	
Longo 5 (38)	バスケットボー ル選手 (11 ~ 24歳)		週3~4回、1回 20分を9ヵ月	FIFA11+:コアスタビリティ、 下肢ストレングス、バランス、 アジリティ	全傷害、トレーニング傷害、下肢傷害、急性外傷、重 傷の傷害率が有意に低下した。	
Zech 5 (72)	フィールドホッ ケー選手 (12 ~ 18歳)	ウォーミン グアップ	週2回、1回20分を10週間		介入群ではBESSのみが有意に向上し、SEBT、 TTS、COPの動揺速度には効果が見出されなかっ た。	

BESS=バランスエラースコアリングシステム、CMJ=カウンタームーブメントジャンプ、COP=圧力中心、IP=傷害予防プログラム、SEBT=スターエクスカージョンバランステスト、TTS=安定までの時間

レーニングの参加者が9~11歳と低年齢であったため、FIFA11+からハムストリングスのエクササイズを除いて実施された(33)。6週間にわたって週に5回実施され、CMJ、三段跳び、プローンホールド、20mスプリント、イリノイアジリティテストのスコアが測定された。6週間のトレーニング後、CMJ、三段跳び、スピードが有意に向上し(33)、FIFA11+にはパフォーマンス向上効果があることが示された。

ウォーミングアップ用IPプログラム

ユース男子に対してウォーミングアップ用IPプログラムとしてFIFA11+を利用した研究が2点ある。1点の研究では、FIFA11+群、Harmonkneeプログラム群(ランニングエクササイズ、筋の活性化、バランス、ストレングス、コアスタビリティ)、対照群が比較された(4)。FIFA11+群とHarmonkneeプログラム群には、週に3回のトレーニングを合計4週間にわたって実施した。その結果、FIFA11+群はY字バランス、シングルレッグホップの距離、スピード(10m

および20mのスプリント)、DVJ跳躍高が向上し、Harmonknee群はスピードとジャンプの跳躍高が向上した。もう1点の研究では、傷害発生率の低下を目的としてFIFA11+が利用された(38)。バスケットボール選手を対象として、全シーズンの9ヵ月にわたり週に3~4回実施した結果、シーズン後、全傷害、トレーニング傷害、下肢傷害、急性外傷、重傷の発生率が有意に減少した(38)。

男子に対してウォーミングアップ用IPプログラムを実施したもうひとつの研究では、成果が見出された項目もあれば見出されなかった項目もあった。このIPプログラムはフィールドホッケー選手(12~18歳)を対象として、ランニング、アジリティ、バランス、ストレングス、プライオメトリックスを含み、10週間にわたって週に2回、1回20分実施された。介入群と対照群に対して、様々なバランススコアが測定された(SEBT:スターエクスカージョンバランステスト、BESS:バランスエラースコアリングシステム、安定までの時間、片足着地時の圧力中心の

動揺速度)。対照群と比べると、介入群はBESSのみが有意に向上し、他のバランステストには有意な差異が見出されなかった(72)。バランスはこのIPプログラムの構成要素のひとつであるが、他の構成要素も含まれているため、プログラム全体に占める割合はわずかであり、バランススコアを有意に向上させるほど特異的ではなかった可能性がある。

女子に比べて、男子を対象とするIP プログラムの研究は少ない。しかし、 サッカー選手 $(9 \sim 11 歳 と 15 \sim 17 歳)$ においてはバランス、スピード、パワー を向上させ、バスケットボール選手 (11~24歳)においては下肢傷害の発 生率を低下させた。しかし、バランス スコアだけを評価すると、4つのテスト の内で1つしか向上せず、効果的とは 言い難い。FIFA11+は男子にも女子 にも利用されているが、特に男子にお いて有効であった。これは、女子より も男子のプログラム順守度が高かった (女子は60%、男子は72%と100%)こ とによるのかもしれない。IPプログラ ムの効果を真に理解して、実践的な指 針を作成するには男子を対象としたさ らなる調査が必要である。

男女混合グループ

IPプログラムは男女混合グループに 対しても利用されている。調査対象と して男女どちらも含むことは、両性を 対象とするIPプログラムの開発に役立 つ。さらに、競技チームや体育の授業 に男女両方が含まれている場合に、そ のようなプログラムを指針とすること も可能である。まず両性向きのプロ グラムを開発し、男女別のニーズを理 解したのちに、性別プログラムに移行 することが最も大きな利益を生む可 能性がある。これらのIPプログラムは 傷害発生率の低下を狙いとしており、 ウォーミングアッププログラムとして も、独立トレーニングとしても利用さ れている(15,16,19,20,41,50)。2点の研 究がプラスの成果を、2点の研究がマイ ナスの成果を、そして1点の研究がプ ラスとマイナスの両方の成果を報告し ている(表3)。

独立IPトレーニング

バランスエクササイズを組み込ん

だ独立IPトレーニングが、膝関節と足関節の傷害を減少させる目的で利用されている。バランスプログラムを含むIPトレーニングを実施した研究は2点あり、バスケットボール選手(14~22歳)と、サッカー選手とバスケットボール選手(15~17歳)を対象として週に3回、1回5~10分行なわれた。その結果、プログラム実施後に足関節捻挫が有意に減少した(15,41)。介入群の男女の間には、足関節捻挫の発生率に有意差が認められなかった(15,41)。

ウォーミングアップ用IPプログラム

ユースの男女を対象とするウォーミングアップ用IPプログラムは、10~20分間、ストレッチング、アジリティ、プライオメトリックス、神経筋系の制御、ストレングス、バランスの構成要素を組み合わせて実施されている。対象は、バスケットボール選手(12~18歳)、サッカー選手(13~18歳)、ハンドボール選手(15~17歳)であった。その結果、全傷害、下肢傷害、膝関節の急性傷害、上肢傷害が有意に減少した研究もあれば(50)、全傷害と急性外傷が有意ではない減少を示した研究もあ

る(19,20)。有意差が認められなかった 研究には、自宅で実施するバランスプログラムが組み込まれており、その部分に対する順守度が低かった(ジムでは60%、自宅では15%未満)。IPプログラムの開発と実施においては、やはり、プログラムの順守に配慮することが重要であるとみられる。

男女混合グループにIPプログラムを 実施した研究はあまり多くない。しか し、足関節捻挫、全傷害、下肢傷害、膝関 節の急性傷害、上肢傷害の減少には有 効であることが示されている。適切な 指針を作成するには、男女混合グルー プに対するIPプログラムの研究を進め る必要がある。

まとめ

ユースにおけるスポーツ関連傷害を減少させるために、様々なIPプログラムが開発されてきた。ユースに関して特に重要なことは、思春期の成長のスパート期に発生する変化である。この時期は、特に女子の傷害リスクが上昇する。女子に対する独立IPトレーニングは多くの研究によって調査され、ウォーミングアップ用プログラムとし

表2 ユース男子のための傷害予防プログラム						
研究	被験者	IPプログラム のタイプ	頻度と継続期間	プログラムの詳細	主な結果	
Cumps 6 (15)	バスケットボー ル選手 (14~22歳)	独立	週3回、1回5~ 10分を22週間	バランストレーニング	側方性の足関節捻挫の相対的リスクが 有意に低下した。	
McGuine 6 (41)	サッカーとバス ケットボール選手 (15 ~ 17 歳)	独立	週3回、1回10分	バランストレーニング	足関節捻挫(38%)の発生率が有意に低 下した。	
Emery 6 (20)	バスケットボー ル選手 (12~18歳)	ウォーミング アップ	週5回、1回35分 を18週間	エアロビクス、静的および動的ストレッチング、バランス、および自宅 でのウォブルボードエクササイズ プログラム	急性外傷(29%)は有意ではない減少を 示した。	
Emery 6 (19)	サッカー選手 (13~18歳)	ウォーミング アップ	15分を20週間	動的ストレッチング、伸張性ストレ ングス、アジリティ、プライオメト リックス、バランス	全傷害(38%)と急性外傷(43%)は有 意ではない減少を示した。	
Olsen 6 (50)		ウォーミング アップ	15~20 分を8ヵ 月	ランニング、カッティング、ラン ディングテクニック、神経筋系の制 御、バランス、ストレングス	全傷害、下肢傷害、膝関節の急性傷害、 上肢傷害が有意に減少し、膝関節の急 性傷害(37%)には有意差がなかった。	

IP=傷害予防プログラム

て実施するよりも効果的であること が示されている。対照的に、ウォーミ ングアップ用IPプログラムは男子に対 して利用されることが多いが、男子に おいてはどちらのタイプのプログラ ムも等しく効果があると考えられる。 いずれにせよ、独立IPトレーニングと ウォーミングアップ用IPプログラムは 傷害発生率を低下させることに役立 つ。

現場への応用と今後の研究

既存研究が示すIPプログラムの限界 は、将来のプログラム設計のヒントと なる。第一に、被験者によるプログラ ムの順守度(セッションへの参加率)の 低さがプログラムの効果を制限してい る。したがって、プログラムの効果を 至適化するには最低でも80%のセッ ションに参加させるべきである。順守 度を高めるには、関係者(親、コーチ、教 師、管理者、アスリートなど)をIPプロ グラムに関与させて、実施期間を通じ てプログラムの目的を繰り返し説明す ることが重要である。さらに、学校の 体育の授業など、子どもが定期的に出 席する環境でIPプログラムを実施する ことも順守度の向上に役立つだろう。

第二に、エクササイズが、参加者のス キルレベルに合っていなければならな い。エクササイズが難しすぎると、難 易度を上げるどころか、下げるために 時間を費やすことになる。そのため、 IPプログラムの開始時に参加者のスキ ルレベルを正確に評価し、それに適し たエクササイズや活動を処方すること が不可欠である。同様に、プログラム の効果を最大化するには、プログラム の目的に合わせてエクササイズの量と 強度を調整する必要がある。例えば、 ジャンプの着地の際のバイオメカニク ス的因子を改善させることが目標であ れば、エクササイズの量と強度はそれ を促すに十分なものとする(最大努力 によるジャンプか、最大下努力による

プライオメトリックス



と負荷の吸収方法を習得する(スナッフ



中程度の伸張性負荷。ジャンプ/ホッス プダウン+バーティカルジャンプなど)。



まい伸張性負荷。 反応動作と様々な平面における? なう(合図に応じて反応スナップダウン+ホリゾンタルジャ

アジリティ



勢を習得する(ラテラルランジな



方向転換。予め動きが定められたクローズドドリル を実施する(直線ランから休止してラテラルランジ など)。



アジリティ。反応動作や予期せぬ動作を行なう(反応アジリティドリル:直線: ンから、コーンの直前で移動方向を指示するなど)。

コアスタビリティ



クホールドなど)。



単純な動的スタビリティ。適切な姿勢を維持した状態で動的 要素を加える(サイドプランクwithヒップリフトなど)。



複雑な動的スタビリティ。第2段階よりも難易度を上げる イドプランクwithレッグレイズなど)。

ストレングス



自重。基本的な動作スキルを習得す



IKL具何。メディスンホール、レジス タンスバンドなどを利用して小さい 負荷を加える(メディスンボールス クワットなど)。



中~高負荷。 ・ 同な回。ハーヘル、り ダンベルなどを利用して 負荷を加える(バーベル) ワットなど)。

バランス





動的バランス。動的動作を加えながら同じ姿勢を維持する(2ウェイレッグスイングなど)。



|動的スタビリゼーション。 |同じ姿勢を維持する(コー

図1 ユース女子における、プライオメトリックス、アジリティ、コアスタビリティ、下半 身のストレングス、バランスの漸進方法の例。(1)低強度の自重エクササイズから開始し、 (2)最小限の用具を利用して中強度のエクササイズに進み、最大下努力によるジャンプや アジリティエクササイズへと進む。(3) さらに、負荷を増やして高強度のエクササイズに 進み、最大努力によるジャンプやアジリティエクササイズを行なう。

ジャンプか)。IPプログラムでは、個々 の参加者を評価して処方することが必 要である。したがって、適切な有資格 者(ストレングス&コンディショニン グコーチなど)によって実施されるこ とが好ましい。

第三に、動作速度を考える必要があ る。IPプログラムでは、動作速度が実 際の競技活動に近付くようにエクササ イズを漸進させるべきである。適切な 姿勢を重視する自重エクササイズから 始め、テクニックに習熟したら、最小限 の用具(メディスンボールやダンベル など)を用いて中程度の負荷を加える とよい。最終的には、重いウェイトや 動的な動作を加える。漸進例を図1に 示した。

第四に、プログラムの狙いが傷害発 生率の低下であるならば、下半身のス トレングス、コアスタビリティ、プラ イオメトリックス、アジリティ、バラ ンスなどの構成要素を、週に2~3回、 1回20分以上実施する必要がある。時 間制限がない場合は、ウォーミング アップ用IPプログラムよりも独立IPト レーニングを実施するほうが好まし い。独立IPプログラムは競技トレーニ ングとは別に実施されるため、時間の 余裕があり、プログラムに集中するこ とができる。筋力やリスク因子などに、 より大きな刺激を与えて変化させるこ とが可能になる。女子のためのIPプロ グラムの指針を**図2**に示した。◆

References

- 1. Adirim TA, Cheng TL. Overview of injuries in the young athlete. Sports Med 33: 75, 2003.
- 2. Alentorn-Geli E, Myer GD, Silvers HJ, Samitier G, Romero D, Lázaro-Haro C, Cugat R. Prevention of non-contact anterior cruciate ligament injuries in soccer players. Part 1: Mechanisms of injury and underlying risk factors. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc 17: 705-729, 2009.
- 3. Augustsson SR, Augustsson J, Thomeé R, Karlsson J, Eriksson BI, Svantesson U. Performance enhancement following a strength and injury prevention program: A 26-week individualized and supervised intervention



女子のためのIPプログラムの指針

- in adolescent female volleyball players. Int J Sports Sci Coach 6: 399-418, 2011.
- 4. Ayala F, Pomares-Noguera C, Robles-Palazón FJ, Del Pilar García-Vaquero M, Ruiz-Pérez I, Hernández-Sánchez S, De Ste Croix M. Training effects of the FIFA 11+ and harmoknee on several neuromuscular parameters of physical performance measures. Int J Sports Med 38: 278-289, 2017.
- 5. Belechri M, Petridou E, Kedikoglou S, Trichopoulos D. Sports injuries among children in six European Union countries. Eur J Epidemiol 17: 1005-1012, 2001.
- 6. Beunen GP, Malina RM. Growth and physical performance relative to the timing of the adolescent spurt. Exerc Sport Sci Rev 16: 503-540, 1988.
- 7. Beunen GP, Malina RM. Growth and Biologic Maturation: Relevance to Athletic Performance in the Child and Adolescent Athlete. Oxford, United Kingdom: Blackwell Publishing, 2005.
- 8. Bien DP. Rationale and implementation of anterior cruciate ligament injury prevention warm-up programs in female athletes. J Strength Cond Res 25: 271-285, 2011.
- 9. Bijur PE, Trumble A, Harel Y, Overpeck MD. Jones D, Scheidt PC. Sports and recreation injuries in US children and adolescents. Arch Pediatr Adolesc Med 149: 1009-1016, 1995.
- 10. Bloemers F, Collard D, Paw MCA, Van Mechelen W, Twisk J, Verhagen E. Physical inactivity is a risk factor for physical activityrelated injuries in children. Br J Sports Med 46: 669-674, 2012.
- 11. Boden BP, Dean GS, Feagin JAJ, Garrett WEJ. Mechanisms of anterior cruciate ligament injury. Orthopedics 23: 573-578, 2000.
- 12. Caine DJ, Caine C, Maffuli N. Incidence and distribution of pediatric sport-related injuries. Clin J Sport Med 16: 500-513, 2006.
- 13. Caine DJ, Maffulli N, Caine C. Epidemiology of injury in child and adolescent sports: Injury rates,

- risk factors, and prevention. Clin Sports Med 27: 19-50, 2008.
- 14. Caine DJ, Purcell L, Maffulli N. The child and adolescent athlete: A review of three potentially serious injuries. BMC Sports Sci Med Rehabil 6: 1-20 2014
- 15. Cumps E, Verhagen E, Meeusen R. Efficacy of a sports specific balance training programme on the incidence of ankle sprains in basketball. J Sports Sci Med 6: 212-219, 2007.
- 16. DiStefano L.I. Padua D.A. Blackburn IT. Garrett WE, Guskiewicz KM, Marshall SW. Integrated injury prevention program improves balance and vertical jump height in children. J Strength Cond Res 24: 332-342, 2010.
- 17. Emery CA. Risk factors for injury in child and adolescent sport: A systematic review of the literature. Clin J Sport Med 13: 256-268, 2003.
- 18. Emery CA, Hagel B, Morrongiello BA. Injury prevention in child and adolescent sport: Whose responsibility is it? Clin J Sport Med 16: 514-
- 19. Emery CA, Meeuwisse WH. The effectiveness of a neuromuscular prevention strategy to reduce injuries in youth soccer: A clusterrandomised controlled trial. Br J Sports Med 44: 555-562, 2010.
- 20. Emery CA, Rose MS, McAllister JR, Meeuwisse WH. A prevention strategy to reduce the incidence of injury in high school basketball: A cluster randomized controlled trial. Clin J Sport Med 17: 17-24, 2007.
- 21. Emery CA, Tyreman H. Sport participation, sport injury, risk factors and sport safety practices in Calgary and area junior high schools. Paediatr Child Health 14: 439-444, 2009.
- 22. Filipa A, Byrnes R, Paterno MV, Myer GD, Hewett TE. Neuromuscular training improves performance on the star excursion balance test in young female athletes. J Orthop Sports Phys Ther 40: 551-558, 2010,
- 23. Ford KR, Myer GD, Toms HE, Hewett

- TE. Gender differences in the kinematics of unanticipated cutting in young athletes. *Med Sci Sports Exerc* 37: 124–129, 2005.
- 24. Ford KR, Shapiro R, Myer GD, Van den Bogert AJ, Hewett TE. Longitudinal sex differences during landing in knee abduction in young athletes. *Med Sci Sports Exerc* 42: 1923–1931, 2010.
- 25. Granados A, Gebremariam A, Lee JM. Relationship between timing of peak height velocity and pubertal staging in boys and girls. J Clin Res Pediatr Endocrinol 7: 235-237, 2015.
- 26. Grandstrand SL, Pfeiffer RP, Sabick MB, DeBeliso M, Shea KG. The effects of a commercially available warm-up program on landing mechanics in female youth soccer players. J Strength Cond Res 20: 331–335, 2006.
- Hedström EM, Bergström U, Michno P. Injuries in children and adolescents-Analysis of 41,330 injury related visits to an emergency department in northern Sweden. *Injury* 43: 1403-1408, 2012.
- Heidt RS Jr, Sweeterman LM, Carlonas RL, Traub JA, Tekulve FX. Avoidance of soccer injuries with preseason conditioning. Am J Sports Med 28: 659-662, 2000.
- Hewett TE, Lindenfeld TN, Riccobene JV, Noyes FR. The effect of neuromuscular training on the incidence of knee injury in female athletes: A prospective study. Am J Sports Med 27: 699-706, 1999.
- Hewett TE, Myer GD, Ford KR. Decrease in neuromuscular control about the knee with maturation in female athletes. *J Bone Joint Surg* Am 86: 1601–1608, 2004.
- 31. Hewett TE, Myer GD, Ford KR, Heidt RS Jr, Colosimo AJ, McLean SG, van den Bogert AJ, Paterno MV, Succop P. Biomechanical measures of neuromuscular control and valgus loading of the knee predict anterior cruciate ligament injury risk in female athletes: A prospective study. *Am J Sports Med* 33: 492–501, 2005.
- Kiani A, Hellquist E, Ahlqvist K, Gedeborg R, Michaëlsson K, Byberg L. Prevention of soccerrelated knee injuries in teenaged girls. Arch Intern Med 170: 43–49, 2010.
- Kilding AE, Tunstall H, Kuzmic D. Suitability of FIFA's "the 11" training programme for young football players—impact on physical performance. J Sports Sci Med 7: 320-326, 2008.
- 34. LaBella CR, Huxford MR, Grissom J, Kim K, Peng J, Christoffel K. Effect of neuromuscular warm-up on injuries in female soccer and basketball athletes in urban public high schools: Cluster randomized controlled trial. Arch Pediatr Adolesc Med 165: 1033–1040, 2011.
- 35. Lim BO, Lee YS, Kim JG, An KO, Yoo J, Kwon YH. Effects of sports injury prevention training on the biomechanical risk factors of anterior cruciate ligament injury in high school female basketball players. Am J Sports Med 37: 1728–1734, 2009.
- 36. Lindblom H, Waldén M, Hägglund M. No effect on performance tests from a neuromuscular warm-up programme in youth female football: A randomised controlled trial. Knee Surg Sports

- Traumatol Arthrosc 20: 2116-2123, 2012.
- 37. Lloyd RS, Cronin JB, Faigenbaum AD, Haff GG, Howard R, Kraemer WJ, Micheli LJ, Myer GD, Oliver JL. National strength and conditioning association position statement on long-term athletic development. *J Strength Cond Res* 30: 1491–1509, 2016.
- Longo UG, Loppini M, Berton A, Marinozzi A, Maffulli N, Denaro V. The FIFA 11+ program is effective in preventing injuries in elite male basketball players: A cluster randomized controlled trial. Am J Sports Med 40: 996–1005, 2012.
- 39. Mandelbaum BR, Silvers HJ, Watanabe DS, Knarr JF, Thomas SD, Griffin LY, Kirkendall DT, Garrett W Jr. Effectiveness of a neuromuscular and proprioceptive training program in preventing anterior cruciate ligament injuries in female athletes: 2-year follow-up. Am J Sports Med 33: 1003-1010, 2005.
- Markolf KL, Burchfield DM, Shapiro MM, Shepard MF, Finerman GA, Slauterbeck JL. Combined knee loading states that generate high anterior cruciate ligament forces. *J Orthop Res* 13: 930–935, 1995.
- McGuine TA, Keene JS. The effect of a balance training program on the risk of ankle sprains in high school athletes. Am J Sports Med 34: 1103–1111. 2006.
- McLeod TCV, Armstrong T, Miller M, Sauers JL. Balance improvements in female high school basketball players after a 6-week neuromuscular-training program. J Sport Rehabil 18: 465–481, 2009.
- Michaud P, Renaud A, Narring F. Sports activities related to injuries? A survey among 9-19 year olds in Switzerland. *Inj Prev* 7: 41–45, 2001.
- 44. Mummery WK, Spence JC, Vincenten JA, Voaklander DC. A descriptive epidemiology of sport and recreation injuries in a populationbased sample: Results from the Alberta Sport and Recreation Injury Survey (ASRIS). Can J Public Health 89: 53–56, 1998.
- Murphy DF, Connolly DAJ, Beynnon BD. Risk factors for lower extremity injury: A review of the literature. Br J Sports Med 37: 13–29, 2003.
- 46. Myer GD, Ford KR, Brent JL, Hewett TE. Differential neuromuscular training effects on ACL injury risk factors in "high-risk" versus "low-risk" athletes. BMC Musculoskelet Disord 8: 39, 2007.
- 47. Myer GD, Ford KR, Divine JG, Wall EJ, Kahanov L, Hewett TE. Longitudinal assessment of noncontact anterior cruciate ligament injury risk factors during maturation in a female athlete: A case report. *J Athl Train* 44: 101–109, 2009.
- 48. Myer GD, Ford KR, Hewett TE. The effects of gender on quadriceps muscle activation strategies during a maneuver that mimics a high ACL injury risk position. J Electromyogr Kinesiol 15: 181–189, 2005.
- Myer GD, Ford KR, Palumbo JP, Hewett TE. Neuromuscular training improves performance

- and lower-extremity biomechanics in female athletes. *J Strength Cond Res* 19: 51–60, 2005.
- 50. Olsen OE, Myklebust G, Engebretsen L, Holme I, Bahr R. Exercises to prevent lower limb injuries in youth sports: Cluster randomised controlled trial. *BMJ* 330: 449, 2005.
- 51. Otsuki R, Kuramochi R, Fukubayashi T. Effect of injury prevention training on knee mechanics in female adolescents during puberty. *Int J Sports Phys Ther* 9: 149–156, 2014.
- 52. Pfeiffer RP, Shea KG, Roberts D, Grandstrand S, Bond L. Lack of effect of a knee ligament injury prevention program on the incidence of noncontact anterior cruciate ligament injury. *J Bone Joint Surg Am* 88: 1769–1774, 2006.
- 53. Pollard CD, Sigward SM, Ota S, Langford K, Powers CM. The influence of in-season injury prevention training on lower-extremity kinematics during landing in female soccer players. Clin J Sport Med 16: 223–227, 2006.
- Powell JW, Barber-Foss KD. Sex-related injury patterns among selected high school sports. Am J Sports Med 28: 385–391, 2000.
- 55. Quatman-Yates CC, Myer GD, Ford KR, Hewett TE. A longitudinal evaluation of maturational effects on lower extremity strength in female adolescent athletes. *Pediatr Phys Ther* 25: 271–276, 2013.
- 56. Quatman CE, Ford KR, Myer GD, Hewett TE. Maturation leads to gender differences in landing force and vertical jump performance a longitudinal study. Am J Sports Med 34: 806–813, 2006.
- 57. Read PJ, Oliver JL, De Ste Croix MBA, Myer GD, Lloyd RS. Neuromuscular risk factors for knee and ankle ligament injuries in male youth soccer players. Sports Med 46: 1059–1066, 2016.
- 58. Rössler R, Donath L, Verhagen E, Junge A, Schweizer T, Faude O. Exercise-based injury prevention in C]child and adolescent sport: A systematic review and meta-analysis. Sports Med 44: 1733–1748, 2014.
- 59. Schmitz RJ, Shultz SJ, Nguyen AD. Dynamic valgus alignment and functional strength in males and females during maturation. J Athl Train 44: 26–32, 2009.
- 60. Smith HC, Vacek P, Johnson RJ, Slauterbeck JR, Hashemi J, Shultz S, Beynnon BD. Risk factors for anterior cruciate ligament injury: A review of the literature—Part 1: Neuromuscular and anatomic risk. Sports Health 4: 69–78, 2012.
- 61. Soligard T, Myklebust G, Steffen K, Holme I, Silvers H, Bizzini M, Junge A, Dvorak J, Bahr R, Andersen TE. Comprehensive warm-up programme to prevent injuries in young female footballers: Cluster randomised controlled trial. BMJ 337: a2469, 2008.
- 62. Steffen K, Bakka HM, Myklebust G, Bahr R. Performance aspects of an injury prevention program: A ten-week intervention in adolescent female football players. Scand J Med Sci Sports 18: 596–604, 2008.
- 63. Steffen K, Emery CA, Romiti M, Kang J, Bizzini M, Dvorak J, Finch CF, Meeuwisse WH. High adherence to a neuromuscular injury

prevention programme (FIFA 11+) improves functional balance and reduces injury risk in Canadian youth female football players: A cluster randomised trial. Br J Sports Med 47: 794-802, 2013.

- 64. Steffen K, Myklebust G, Olsen OE, Holme I, Bahr R. Preventing injuries in female youth football—a cluster-randomized controlled trial. Scand J Med Sci Sports 18: 605-614, 2008.
- 65. Vescovi JD, VanHeest JL. Effects of an anterior cruciate ligament injury prevention program on performance in adolescent female soccer players. Scand J Med Sci Sports 20: 394-402, 2010.
- 66. Waldén M, Atroshi I, Magnusson H, Wagner P, Hägglund M. Prevention of acute knee injuries in adolescent female football players: Cluster randomised controlled trial. Br J Sports Med 46: 904, 2012.
- 67. Weber ML, Lam KC, Valovich McLeod TC. The effectiveness of injury prevention programs for youth and adolescent athletes. Int J Athl Ther Train 21: 25-31, 2016.
- 68. Wedderkopp N, Kaltoft M, Holm R, Froberg K. Comparison of two intervention programmes in young female players in European handballwith and without ankle disc. Scand J Med Sci Sports 13: 371-375, 2003.
- 69. Wedderkopp N, Kaltoft M, Lundgaard B, Rosendahl M, Froberg K. Prevention of injuries

- in young female players in European team handball: A prospective intervention study. Scand J Med Sci Sports 9: 41-47, 1999.
- 70. Yu B, McClure SB, Onate JA, Guskiewicz KM, Kirkendall DT, Garrett WE. Age and gender effects on lower extremity kinematics of youth soccer players in a stop-jump task. Am J Sports Med 33: 1356-1364, 2005.
- 71. Zazulak BT, Hewett TE, Reeves NP, Goldberg B, Cholweicki J. Deficits in neuromuscular control of the trunk predict knee injury risk: A prospective biomechanical-epidemiologic study. Am J Sports Med 35: 1123-1130, 2007.
- 72. Zech A, Klahn P, Hoeft J, zu Eulenburg C, Steib S. Time course and dimensions of postural control changes following neuromuscular training in youth field hockey athletes. Eur J Appl Physiol 114: 395-403, 2014.

From Strength and Conditioning Journal Volume 42, Number 4, pages 36-49.

著者紹介



Lesley M. Sommerfield: Auckland University of Technologyの博士課程に在





Chris S. Whatman: Auckland University of Technologyのスポーツ&運 動科学部の学部長であり准教



Peter S. Maulder: Waikato Institute of Technologyのスポーツサイ エンス&ヒューマンパフォー マンスセンターの主任教員で あり、研究リーダー。

Information

第3回 プロ野球S&C研究会合同セミナー

今回もプロ野球S&C研究会と合同で、各カテゴリーの講師4名による充実した内容をお届けします。 なお今回は社会情勢を鑑み、オンライン配信とする予定です。

● 配信開始日:2021年4月末~5月開始予定

▶ 視聴期限:配信開始日より6ヵ月間

● 申込期限:配信終了日まで申込可能

● 参加料金:NSCAジャパン会員・プロ野球S&C研究会会員 5,280 円

非会員 7,920 円

● CEU: 0.4(カテゴリー C)

● 講師:塩多 雅矢(M.S., 理学療法士, 佼成学園高校野球部, 東京学芸大学野球部S&Cコーチ)

高橋 雄介(M.A., ATC, CSCS, CES, PES, Los Angeles Angels マイナーリーグアスレティックトレーナー)

庄村 康平(東北楽天ゴールデンイーグルストレーニングコーチ)

大宜見 諒(横浜DeNAベイスターズファームS&C担当)

