

AMELIA J. H. ARUNDALE, PT, PhD • MARIO BIZZINI, PT, PhD • AIRELLE GIORDANO, DPT • TIMOTHY E. HEWETT, PhD  
DAVID S. LOGERSTEDT, PT, PhD • BERT MANDELBAUM, MD • DAVID A. SCALZITTI, PT, PhD • HOLLY SILVERS-GRANELLI,  
PT, PhD • LYNN SNYDER-MACKLER, PT, ScD, FAPTA

# 基于训练的膝关节和 前交叉韧带损伤预防

美国物理治疗协会以及运动分会  
与功能、残疾和健康国际分类相关的  
临床实践指南

J Orthop Sports Phys Ther 2018;48(9):A1-A42. doi:10.2519/jospt.2018.0303

建议总结	2
介绍	3
方法	4
临床实践指南	7
联系方式	22
参考文献	23
附录（线上）	26

**REVIEWERS:** Roy D. Altman, MD • Paul Beattie, PT, PhD • Marie Charpentier, DPT, ATC, LAT • John DeWitt, DPT, ATC  
Amanda Ferland, DPT • Jennifer S. Howard, ATC, PhD • David Killoran, PhD • Leslie Torburn, DPT • James  
Zachazewski, DPT

**COORDINATOR:** Joseph J. Godges (乔·高杰斯)

**CHINESE COORDINATOR:** Lilian Chen-Fortanasce(陈月), DPT; Amanda Ferland, DPT

**CHINESE REVIEWERS:** 侯妍姝 (Yanshu Hou)

**CHINESE TRANSLATOR:** 孙扬 (Yang Sun), 姚雅琦 (Yao Yaqi), 吴育知 (Wu yuzhi), 张彬楠 (Zhang Binnan), 张喆安  
(Zhang Zhean), 李亚琦 (Li Yaqi), 葛正钦 (Ge Zhengqin), 许卓成 (Xu Zhuocheng), 郑亚楠 (Zheng Yanan)

For author, coordinator, and reviewer affiliations see end of text. ©2018 Orthopaedic Section American Physical  
Therapy Association (APTA), Inc, and the Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy. The Orthopaedic Section,  
APTA, Inc, and the Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy consent to the reproducing and distributing this  
guideline for educational purposes. Address correspondence to Brenda Johnson, ICF Practice Guidelines Coordinator,  
Orthopaedic Section, APTA Inc, 2920 East Avenue South, Suite 200, La Crosse, WI 54601. E-mail: icf@orthopt.org

此系列临床实践指南均为美国物理治疗协会骨科分会 (Orthopaedic Section of the American Physical Therapy  
Association (APTA), Inc) 和美国骨科和运动物理治疗杂志 (Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy) 版权所有。美国  
物理治疗协会骨科分会和美国骨科和运动物理治疗杂志同意出于教育目的对本指南的复制与传播。英文版联系人: Brenda Johnson,  
ICF Practice Guidelines Coordinator, Orthopaedic Section, APTA Inc, 2920 East Avenue South, Suite 200, La Crosse, WI  
54601. E-mail: icf@orthopt.org 中文版联系人: Lilian Chen-Fortanasce (陈月), DPT, Chinese Translation Coordinator, E-  
mail: icf-Chinese@orthopt.org

## 建议总结\*

### 回顾科学文献中关于基于训练的膝关节损伤预防方案的证据

**A**

临床人员应建议运动员使用基于训练的膝关节损伤预防方案来预防膝关节和前交叉韧带损伤。减少所有膝关节损伤的项目包括 11+ 和 FIFA11, HarmonKnee, 和 Knäkontroll ; 以及 Emery 和 Meeuwisse<sup>14</sup>, Goodall 等人<sup>20</sup>, Junge 等人<sup>34</sup>, LaBella 等人<sup>36</sup>, Malliou 等人<sup>41</sup>, Olsen 等人<sup>49</sup>, Pasanen 等人<sup>51</sup>, Petersen 等人<sup>52</sup>, 和 Wedderkopp 等人<sup>78</sup>使用的方案。减少 ACL 损伤的项目包括: HarmonKnee, Knäkontroll, 预防损伤和增强表现 (PEP) 以及体育指标; 以及 Caraffa 等人<sup>5</sup>, Heidt 等人<sup>27</sup>, LaBella 等人<sup>36</sup>, Myklebust 等人<sup>46</sup>, Olsen 等人<sup>49</sup>, 和 Petersen 等人<sup>52</sup>使用的方案。

### 确定针对特定运动员群体的基于训练的膝关节损伤有效预防方案

**A**

临床医生、教练、家长和运动员应在女性运动员的运动训练课程/训练或比赛之前实施基于训练的膝关节损伤预防计划, 以减少 ACL 损伤的风险, 特别是在 18 岁以下的女性运动员中。应该实施的程序包括 PEP、Sportsmetrics

(运动指标)、Knäkontroll、HarmonKnee 和 Olsen 等人<sup>49</sup>和 Petersen 等人<sup>52</sup>使用的方案。

**A**

足球运动员, 尤其是女性, 应该使用基于训练的膝关节损伤预防计划, 以减少严重膝关节和前交叉韧带损伤的风险。包括 PEP, Knäkontroll 和 HarmonKnee 在内的方案可能有助于预防严重的膝关节损伤。Caraffa 等人<sup>5</sup>和 Sportsmetrics (运动指标) 使用的方案特别有助于预防 ACL 的损伤。

**B**

男性和女性手球运动员, 特别是 15 至 17 岁的, 应该实施基于训练的膝关节损伤预防计划。Olsen 等人<sup>49</sup>和 Achenbach 等人<sup>1</sup>使用的方案可能有助于预防膝关节损伤。

### 描述基于训练的膝关节损伤预防计划的证据的组成部分、剂量和实施方式

**A**

针对女性的基于训练的膝关节损伤预防方案应该包含多个部分, 近端控制练习, 以及力量和增强式训练的结合。

**A**

基于训练的膝关节损伤预防项目应该包括每周多次训练，持续 20 分钟以上的训练，每周超过 30 分钟的训练量。

**A**

临床医生、教练、家长和运动员应该在季前赛开始基于训练的膝关节损伤预防方案，并在常规赛中继续执行该方案。

**A**

临床医生、教练、家长和运动员必须确保高度遵守基于训练的膝关节损伤预防计划，特别是在女性运动员中。

**B**

基于训练的膝关节损伤预防计划可能不需要包含平衡训练，并且平衡训练也不应该是方案中唯一的训练。

为实施基于训练的膝关节损伤预防计划提供建议

**A**

临床医生、教练、家长和运动员应在所有年轻运动员中实施基于训练的膝关节损伤预防项目，而不仅仅是那些通过筛查被确定为 ACL 损伤高风险的运动员，来优化治疗所需的人数，同时降低成本。

**A**

为了未来医疗费用最大的减少和预防的 ACL 损伤、骨关节炎、全膝关节置换，临床医生、教练、父母和运动员应该鼓励在有高 ACL 损伤风险的运动项目中，对 12 至 25 岁的运动员实施基于训练的 ACL 损伤预防项目。

**B**

临床医生、教练、家长和运动员应该支持实施基于训练的膝关节损伤预防方案来指导其他教练或者教练组和医学专业人员。

\*这些建议和临床实践指南止于 2017 年 10 月之前发表的科学文献。各个项目的网址（如果有的话）在表 4 中提供。此外，该临床实践指南的作者已经创建了 2 两个视频（可在 <https://www.jospt.org/doi/suppl/10.2519/jospt.2018.0303> 获得），其中包含了本临床实践指南中审查的各种项目的关键元素。

## 缩略语列表

**11<sup>+</sup>**: 一项最初与国际足联医学委员会(以前称为 FIFA 11+)合作开发的损伤预防项目。

**ACL**: 前交叉韧带

**AE**: 运动员报道

**AMSTAR**: 用于评估系统综述的测量工具

**APTA**: 美国物理治疗协会

**CI**: 置信区间

**CPG**: 临床实践指南

**EMG**: 表面肌电

**FIFA**: Fédération 国际足球协会(国际足球管理机构)

**FIFA 11**: 也被称为“11+”，这是一个损伤预防项目，最初是与国际足联医学委员会以及“11+”的前身联合开发的

**ICD**: 国际疾病分类

**ICF**: 国际功能、残疾和健康分类

**JOSPT**: 骨科与运动物理治疗杂志

**KLIP**: 膝关节韧带损伤预防计划

**PEDro**: 物理治疗证据数据库

**PEP**: 预防损伤和提高性能损伤预防计划

**RCT**: 随机对照试验

**SIGN**: 苏格兰学院间指南网络

## 引言

### 指南目的

骨科物理治疗学会和美国运动物理治疗学会一直在努力为世界卫生组织的*国际功能、残疾和健康分类*(ICF)中所述的骨科和运动物理治疗管理和肌肉骨骼损伤的预防创建循证临床实践指南(CPGs)。<sup>79</sup>这个特别的指南侧重于基于训练的膝关节损伤的预防。*基于训练的预防*被定义为一种需要参与者积极活动的干预措施。这可能包括体育活动;力量训练;拉伸;神经肌肉、本体感觉、敏捷性或增强式训练;以及其他的训练方式,但不包括消极的干预措施,比如护具或只有教育的方案。*膝关节损伤*定义为任何膝关节病理,包括关节(髌股和/或胫股)、韧带、半

月板或髌腱损伤。运动员、教练、健康和健身专业人员、运动教练、物理治疗师、内科医生、外科医生和其他临床医生都可以遵循和执行这些建议。

该指南的目的是:

- 回顾科学文献中关于膝关节损伤预防方案的证据。
- 确认基于训练的膝关节损伤预防方案对其他亚分组的运动员有效。
- 描述基于训练的膝关节损伤预防计划的证据的组成部分、剂量和方式。
- 为实施基于训练的膝关节损伤预防计划提供建议。
- 为运动员、教练、家长、学生、实习生、住院医师、研究员、运动教练、骨

科和运动物理治疗临床医生、学术导师、临床导师、骨科和体育界的内科医生和外科医生就目前基于训练的膝关节损伤预防方案的最佳实践进行了讨论。

### 意向声明

这些指导方针不打算被解释或作为医疗保健的标准。护理标准是根据每位运动员/患者可获得的所有临床数据确定的，并随着科学知识和技术的进步以及护理模式的演变而变化。这些实践参数应仅被视为准则。遵守这些规则并不能确保每一位运动员或患者

都有成功的治疗结果，也不应将其解释为包括所有适当的治疗方法或排除其他可接受的治疗方法，以达到相同的结果。对于特定的损伤预防计划、临床程序或治疗计划的最终判断，必须根据运动员或患者的陈述、现有证据、可用的诊断和治疗方案、运动员或患者的价值观、期望和偏好，根据经验和专业知识做出。然而，在为运动员/患者提供护理时，我们建议在做出相关临床决策时，应在运动员/患者的医疗记录中记录与公认指南有重大偏离的情况。

## 方法

骨科物理治疗学会和美国运动物理治疗学会任命了具有相关物理治疗、医学和手术经验的专家作为基于训练的膝关节损伤预防指南的开发者和作者。作者声明了关系并制定了冲突管理计划，其中包括向美国物理治疗协会骨科分会提交了一份利益冲突表格。由美国骨科物理治疗学会和美国运动物理治疗学会以及 APTA 提供资金给 CPG 开发团队，用于 CPG 开发培训的差

旅和费用。CPG 开发团队保持了编辑的独立性。

在研究图书馆员 (T. H.) 的协助下，作者系统地检索了 PubMed、Scopus、SPORTDiscus、CINAHL 和 Cochrane 等数据库的相关文章。文献检索于 2015 年 3 月进行，并于 2016 年 4 月和 2017 年 10 月更新。对包含的参考文献列表进行手工搜索，以查找搜索中

未识别的其他文章(完整搜索策略参  
B, 可在 [www.orthopt.org](http://www.orthopt.org) 上找到)。

选择相关文章时的纳入和排除标准如  
下:

### 纳入标准

- 基于训练的膝关节损伤预防
  - 研究需要明确说明, 任何类型的膝  
关节损伤都是研究项目和结果测量  
的具体目标。
  - *基于训练的预防* 被定义为一种干  
预, 要求参与者积极活动并活动他  
或她的身体。这可能包括体育活动;  
力量; 拉伸; 神经肌肉、本体感觉、敏  
捷性或增强式训练; 还有其他的培  
训方式, 但是排除了消极的干预措  
施, 比如只有教育的方案。
  - *膝关节损伤* 定义为任何膝关节病  
理, 包括关节(髌股和/或胫股)、韧  
带、半月板或髌腱损伤。
- 专注于整体预防膝关节整体损伤的  
文章也包括在内, 但专注于一种类  
型的膝关节损伤(如前交叉韧带损  
伤或髌骨股骨痛)的文章也包括在  
内。此 CPG 描述了与 ACL 损伤和所  
有膝关节损伤相关的证据。
- 损伤机制包括接触(由于与他人或  
物体碰撞而造成的伤害)和非接触

见附录 A, 搜索日期和结果参见附

(不涉及他人或物体的伤害)除非在  
文本中特别注明, 本 CPG 将接触伤  
害和非接触伤害一并讨论。

- Meta 分析
- 系统综述
- 随机对照试验 (RCTs)
- 成本效果分析研究
- 高水平队列研究(苏格兰校际指导  
网络[SIGN]的关键评估分数为 5 分  
或以上)
- 发表在同行评审期刊
- 可以获得整篇文章
- 发表并可翻译成英文

### 排除标准

- 损伤预防计划旨在预防所有下肢损  
伤
- 损伤预防项目, 旨在预防膝关节以  
外的下肢损伤(如踝关节损伤预防  
项目)
- 旨在改变膝关节损伤危险因素的损  
伤预防计划(如, 改变膝关节外展力  
矩峰值)
- 非运动干预(如预防性护具)
- 案例系列研究
- 病例对照研究
- 案例研究

本指南侧重于基于训练的膝关节损伤预防项目，而排除了旨在预防下肢损伤的更广泛的项目。下肢损伤预防项目针对各种各样的病理，因此选择不同的运动或将运动员的反馈集中在膝关节以外的关节。此外，预防机制也可能不同。针对膝关节损伤危险因素的项目（例如，专注于在跳跃着陆时调整膝关节生物力学的项目）也被排除在此 CPG 之外。膝关节损伤有许多可改变的和不可改变的危险因素。然而，对于运动员来说，每个风险因素的大小可能取决于许多其他变量。例如，月经引起的荷尔蒙变化对女性有影响，但对男性没有影响。<sup>21</sup> 同样，跳高时的不对称与女性的膝关节损伤有关，<sup>31</sup> 但迄今为止，男性的膝关节损伤与之无关。作为一个国际预防专家小组，熟悉整个预防文献以及膝关节损伤的特定文献，作者认为这些是适当的限制。

训练计划的 *组成部分* 被定义为不同的运动方法涉及到预防计划。例如，一个只涉及平衡训练的项目被认为只有一个组成部分，而一个涉及力量和增强训练的项目被认为有多个组成部分。常见的组成部分包括灵活、力量、增强式训练、平衡和敏捷性训练。

一位作者 (D. S.) 筛选文章的全文可用性和发表在英语和同行评议的期刊上。然后由两位作者 (A. A. 和 A. G. 或 D. L.) 根据标题和摘要独立筛选文章。然后作者讨论他们的发现。根据标题和摘要，任何明显不符合纳入标准的文章在这一点上被排除，然后对作者不确定的或者似乎明显符合纳入标准的任何文章的全文进行审查。全文评审是由相同的作者独立进行的。作者们开会审查他们的发现，所有关于纳入/排除的分歧都通过讨论得到了解决。对所有的文章都达成了共识（文章的流程图见附录 C，本指南所包含的文章的引用见附录 D，见 [www.orthopt.org](http://www.orthopt.org)）。

所有作者都参与了质量评估和数据提取过程。两位作者独立评估了每篇文章的质量。系统评价的测量工具 (AMSTAR) 用于评价 meta 分析和系统综述的质量。<sup>58</sup> 采用物理治疗证据数据库 (PEDro) 量表评估 RCTs 的质量，<sup>75</sup> 采用 SIGN 检查表评估队列研究的质量，<sup>59</sup> 采用 Drummond 检查表评估成本-效果分析研究的质量。<sup>12</sup> 作者通过独立评估不包括在 CPG 中的文章，讨论其评分，并在分歧的领域达成一致，建立了使用每个质量评估工具的可靠性。质量评分的差异通过两位作者之间的讨论得

到解决。由一位审稿人撰写的研究被分配给另一位审稿人。质量分数低于 5 分的研究被认为是低质量的，没有用于这些指南的制定<sup>39</sup>(质量评估分数见附录 E, 可在 [www.orthopt.org](http://www.orthopt.org) 找到)。建议是根据所收录的文章撰写的，并得到所有作者的同意。附录 A 至 J 可在 CPG 的网页 [www.orthopt.org](http://www.orthopt.org) 上找到。

该指南是根据截至 2017 年 10 月已发表的文献于 2018 年截止的。该指南将在 2022 年审议, 如果有重要的新证据, 或更早审议。在过渡时期对指南的任何更新将在骨科物理治疗学会网站 ([www.orthopt.org](http://www.orthopt.org)) 上记录。

### 证据水平

文章根据英国牛津循证医学中心的诊断、前瞻性和治疗性研究标准进行分级。<sup>56</sup>在 4 个由 2 人组成的小组中, 作者达成共识, 根据每篇文章的质量评估来分配证据等级(证据表和分配证据等级程序的详细信息见附录 F 和 G, 可在 [www.orthopt.org](http://www.orthopt.org) 上找到)。以下是评分制度的简写版本。

I	高品质的诊断性研究、前瞻性研究、随机对照试验或系统评价中获得的证据
II	从质量较低的诊断性研究、前瞻性研究、系统综述或随机对照试验(例如, 较低的诊断标准和参考标准、随机选择不当、无设盲法、随访率 <80%)获得的证据
III	病例对照研究或回顾性研究
IV	病例系统研究
V	专家意见

### 证据等级

在 2 人的小组中, 作者根据证据的强度提出了建议, 包括如何直接研究基于训练的膝关节损伤预防项目。支持每个建议的证据强度根据之前建立的方法进行了分级, 并在下一页提供。在制定他们的建议时, 作者考虑了大量证据的优势和局限性以及干预措施的健康益处和风险。

建议等级	证据强度
A 强证据	大多数 I 级和/或 II 级研究支持该建议。至少须包括一项 I 级研究。
B 中等证据	一项高质量的随机对照试验或多项 II 级研究支持建议。
C 弱证据	一项 II 级研究或多项 III 和 IV 级的研究支持，包括内容专家的共识声明。
D 相互矛盾的 证据	针对该主题上有不同结论的高质量的研究，建议基于这些相互矛盾的研究
E 理论 / 基础 证据	多项动物或尸体研究、从概念模型/原理或基础科学/基础研究的证据支持了这一结论
F 专家意见	基于指南开发团队的临床实践经验总结出的最佳实践意见

### 指南评审过程和验证的描述

经鉴定的膝关节损伤预防专家审查了 CPG 草案的完整性、准确性，并确保其充分代表了当前的证据。指南草案也在 [www.orthopt.org](http://www.orthopt.org) 上公开征求意见和审查，并向美国骨科物理治疗学会 (Academy of Orthopaedic Physical Therapy, APTA, Inc.) 的成员发送了一份通知。此外，一个由消费者/患者代表和外部利益攸关方，例如索赔审查员、医疗编码专家、学术教育工作者、临床教育工作者、医师专家和研究人员组成的小组也审查了该指南。所有

来自专家评审员、公众和消费者/患者代表的评论、建议和反馈都将提供给作者和编辑，供其考虑和修改。指南的制定方法、政策和实施过程至少每年由美国骨科物理治疗学会 (APTA) 的基于 ICF 的临床实践指南咨询小组进行审查，包括消费者/患者代表、外部利益相关者、并在物理治疗实践中专家指导方法学。

### 宣传和实施工具

除了在 *骨科与运动物理治疗杂志* (*JOSPT*) 上发表这一指南外，它将突出和张贴在 CPG 的网页 [JOSPT](http://JOSPT) 和 [APTA](http://APTA) 的网站上。公众可以不受限制地访问这些网页。**表 1** 列出了将为运动员、教练、患者、手术医生、临床医生、教育者、支付者、政策制定者和研究人员使用的实施工具以及实施策略。

### 分类

国际疾病分类第 10 次修订 (ICD-10) 的主要编码和基于训练的性膝关节损伤预防的相关的件是: S83.2 膝关节(内侧)(外侧)半月板撕裂, S83.4 累及(腓骨)(胫骨)膝关节副韧带的扭伤和拉伤, S83.5 累及(前)(后)膝关节交叉韧带的扭伤和拉伤, S83.7 膝关节多结构损伤, S83.6 膝关节其他未指定部位的

扭伤和拉伤，和 M22.2 髌股疾病。

与基于训练的膝关节损伤预防相关的主要的 ICF 活动和参与编码:d410 改变基本身体位置, d450 步行, d4552 跑步, d4553 跳跃, d4559 四处移动, 指定为在步行或跑步时改变方向, d9200 玩耍, d9201 运动, 和 d9202 艺术和文

化。

### 指南的组织

主题的安排与 CPG 的目标有关。对于每个目标, 都提供了证据摘要、证据等级、建议和推荐等级。

# 临床实践指南

表 2、表 3 和表 4 总结了符合 CPG (临床实践指南) 纳入标准的训练方案的内容和基于训练的膝关节损伤预防方案的研究。

## 目标

回顾了科学文献中有关基于训练的膝关节损伤预防方案的证据。证据包含了不同人群预防措施的系统综述和 meta 分析 (附录 H, 可在 [www.orthopt.org](http://www.orthopt.org) 和表 3 获得)。

## 证据

### I

三项 meta 分析检查了不同人群中基于训练的膝关节损伤的预防方案。<sup>9, 18, 57</sup> 其中一个 meta 分析讨论了减少所有膝关节损伤, 特别是减少 ACL 损伤的有效性,<sup>9</sup> 另外 2 个分析仅关注了 ACL 损伤。<sup>18, 57</sup> 这些 meta 分析中包含的所有研究都涉及运动员 (体育或战术/军事), 受试者为不同年龄和种族的男性和女性, 和不同的运动、技能水平。

这些分析中包含的基于训练的预防方案采用了许多不同的干预策略, 从神经肌肉和本体感觉训练到力量训

练、牵伸训练和增强式训练。这些措施中有许多采用了不止一种策略, 并在练习中给受试者反馈他们的状态, 尤其是跳跃着地。<sup>9, 18, 57</sup>

根据 19 项研究 (n = 19143) 得出的汇总发病率比表明, 基于训练的预防方案可以有效降低膝关节损伤的发生率 (发病率比=0.73; 95%置信区间 [CI]: 0.61, 0.87)。<sup>9</sup> meta 分析中显示减少膝关节损伤的有效性的方案包括 FIFA (Fédération 国际足球协会) 11+<sup>25, 61</sup> 和 FIFA 11 (“11”),<sup>73</sup> HarmonKnee,<sup>35</sup> 和 Knäkontroll<sup>77</sup>; 以及被 Emery 和 Meeuwisse,<sup>14</sup> Goodall 等人,<sup>20</sup> Junge 等人,<sup>34</sup> LaBella 等人,<sup>36</sup> Malliou 等人,<sup>41</sup> Olsen 等人,<sup>49</sup> Pasanen 等人,<sup>51</sup> Petersen 等人,<sup>52</sup> 和 Wedderkopp 等人使用的方案<sup>78</sup>

3 个 meta 分析的汇总率和风险比<sup>9, 18, 57</sup> 讨论了基于训练的膝关节损伤预防方案对原发性 ACL 损伤发生率的影响, 发现这些方案是有效的。<sup>18, 57</sup> Gagnier 等人考察了 14 项研究 (n=27000), 发现集中率比为 0.46 (95% CI: 0.36, 0.60)。Sadoghi 等人<sup>57</sup> 考察了 8 项研

究(n = 10839), 发现集中风险率为 0.38(95%CI: 0.20, 0.72)。Donnell-Fink 等人<sup>9</sup>考察了 14 项研究(n = 17735), 发现比率为 0.49 (95% CI: 0.29, 0.85)。这项研究的作者将他们的分析范围缩小到非接触损伤, 发现比率为 0.51 (95% CI: 0.30, 0.88)。meta 分析中发现在减少 ACL 损伤方面有效的方案包括 Caraffa 等人,<sup>5</sup> HarmonKnee,<sup>35</sup> Heidt 等人,<sup>27</sup> Knäkontroll,<sup>77</sup> LaBella 等人,<sup>36</sup> Myklebust 等人,<sup>46</sup> 和 Olsen 等人,<sup>49</sup> 预防损伤和提升运动表现 (PEP),<sup>19</sup> Petersen 等人,<sup>52</sup> 和 Sportsmetrics (运动指标)。<sup>29</sup>

### 证据综合

有强有力的证据表明基于训练的膝关节损伤预防方案的益处, 包括降低所有膝关节损伤, 特别是 ACL 损伤的风险, 其产生不良反应的风险很小, 成本也很小。

### 建议

**A**

临床医生应建议运动员使用基于训练的膝关节损伤预防方案来预防膝关节和前交叉韧带损伤。减少所有膝关节损伤的方案包括 11+ 和 FIFA 11, Harmonknee, 和 Knäkontroll; Emery

和 Meeuwisse,<sup>14</sup> Goodall 等人,<sup>20</sup> Junge 等人,<sup>34</sup> LaBella 等人,<sup>36</sup> Malliou 等人,<sup>41</sup> Olsen 等人,<sup>49</sup> Pasanen 等人,<sup>51</sup> Petersen 等人,<sup>52</sup> 和 Wedderkopp 等人<sup>78</sup> 采用的方案。减少 ACL 损伤的方案包括: HarmonKnee, Knäkontroll, 预防损伤和提高运动表现 (PEP), 和 Sportsmetrics (运动指标); 以及 Caraffa 等人,<sup>5</sup> Heidt 等人,<sup>27</sup> LaBella 等人,<sup>36</sup> Myklebust 等人,<sup>46</sup> Olsen 等人,<sup>49</sup> 和 Petersen 等人<sup>52</sup> 使用的方案。

### 目标

确定对运动员的特定亚群体有效的基于训练的膝关节损伤预防方案。证据包括系统综述、meta 分析和队列研究, 这些研究具体描述了不同的人群 (附录 I 和 J, 可在 [www.orthopt.org](http://www.orthopt.org) 找到)。

### 证据

#### 男性

**II**

一项系统综述检查了仅在男性中基于训练的 ACL 损伤预防方案的效果。<sup>2</sup> Alentorn-Geli 等人<sup>2</sup> 的综述发现, 男性基于训练的膝关节预防方案的研究主要是在足球队中进行的。该综

述发现其中 1 个方案成功降低了 ACL 损伤率。Caraffa 等人<sup>5</sup>的研究报告了每年每队 0.15 次 ACL 损伤的干预组和每年每队 1.15 次 ACL 损伤对照组的 ACL 损伤率。该综述还发现 Grooms 等人<sup>25</sup>对 11+个项目进行了一项研究。使用一个赛季的历史对照，Grooms 等人<sup>25</sup>在对照赛季和干预赛季中都没有观察到 ACL 损伤。

## 女性

### I

三项 meta 分析表明，在女性中，基于训练的损伤预防方案能够有效降低所有 ACL 损伤的风险，集中比值比的范围为 0.40 到 0.64。<sup>45, 72, 80</sup>更具体地说，当只谈到非接触性 ACL 损伤时，集中比值比为 0.38。<sup>72, 80</sup>

Meta 分析<sup>45, 72, 80</sup>中确定 PEP、Sportsmetrics（运动指标）、Knäkontroll、Harmonknee、Myklebust 等人<sup>46</sup>和 Petersen 等人<sup>52</sup>在研究中使用的方案在降低女性 ACL（前交叉韧带）损伤的风险方面是有效的。这些成功方案的常用方式是采用多种类型的训练，参与季前赛或季前赛和季中赛，在训练课程/练习或比赛之前演习，以及强调正确的下肢力线。<sup>19, 27, 29, 35, 36, 42, 46, 49, 52, 63, 77</sup>

有两个方案被认为在预防前交叉韧带损伤方面无效。<sup>72, 80</sup> Pfeiffer 等人<sup>54</sup>对高中年纪的青年女生和女性在练习后和比赛后使用基于训练的膝关节损伤预防方案之膝关节韧带损伤预防 (KLIP)。虽然比值为 2.05，表明干预组运动员发生非接触性前交叉韧带损伤的风险更高，但宽 95% CI (0.21, 21.7) 表明缺乏统计学意义。Söderman 等人<sup>60</sup>发现干预组中发生非接触性 ACL 损伤 (干预, 6.5%; 对照, 1.3%; 无 *P* 值报告) 或其他膝关节损伤的运动员比例比对照组更高，膝关节损伤包括前交叉韧带结合内侧副韧带、内侧副韧带、外侧副韧带、后交叉韧带和挫伤 (干预, 12.9%; 对照, 7.7%; 无 *P* 值报告)。与包含多种训练方式的有效方案不同，Söderman 等人<sup>60</sup>的方案只涉及平衡板训练。

### I

青少年女性运动员似乎从基于训练的膝关节损伤预防方案中获益最多。<sup>45, 68, 80</sup>两项 meta 分析探讨了年龄的影响，发现与 18 岁以上的女性 (比值比= 0.78-0.84) 相比，18 岁以下的女孩 ACL 损伤的减少幅度更大 (比值比= 0.27-0.28)。<sup>45, 80</sup> Myer 等人<sup>45</sup>按年龄分为三组，发现最年轻组的

ACL 损伤的显著减少且具有统计学意义，但年龄较大的两组则没有：14 - 18 岁组(比值比=0.28; 95%CI: 0.18, 0.42)，18 - 20 岁组(比值比=0.48; 95% CI: 0.21, 1.07)和大于 20 岁的(比值比=1.01; 95%CI: 0.62, 1.64)。<sup>45</sup> 另一项研究按年龄分为四组。 Sugimoto 等人<sup>68</sup>发现，与 14 岁以下儿童(比值比=0.29; 95%CI:0.01, 7.09; P=.45)，18-20 岁(比值比=0.48; 95%CI: 0.21, 1.07; P=.07)，年龄大于 20 岁(比值比=1.01; 95%CI: 0.62, 1.64; P=.97)的人进行比较，14 - 18 岁的女运动员 ACL 损伤发生率降低的更多(比值比=0.29; 95%CI:0.19, 0.44; P=.01)。

## 足球

### I

一项随机对照试验的 meta 分析发现，足球运动员(男性和女性)基于训练的膝关节损伤预防方案对膝关节损伤(相对风险=0.74; 95%CI: 0.55, 0.98)有保护作用。该研究发现 ACL 损伤有所减少，尽管这种发生率的下降没有统计学意义(相对风险=0.66; 95%CI:0.33, 1.32)。<sup>22</sup> 然而，与对照组相比，三种预防方案(PEP,<sup>42</sup> Knäkontroll,<sup>77</sup> 和 Caraffa 等人<sup>5</sup> 采

用的方案)成功地显著降低了足球运动员 ACL 损伤的发生率。

本 CPG 中包含的三项独立研究(采用 PEP、Knäkontroll 和 Harmonknee 方案)讨论了膝关节损伤的发生率。虽然所有 3 项研究都显示膝关节损伤的发生率有所降低，<sup>29, 35, 77</sup> 但只有 Knäkontroll 方案的降低具有统计学意义。<sup>77</sup> 本 CPG (临床实践指南)所包含的 7 项讨论足球运动员前交叉韧带损伤发生率的研究(PEP, Knäkontroll, KLIP, Caraffa 等人的项目，<sup>5</sup> Sportsmetrics)发现前交叉韧带损伤发生率有所降低。

19, 29, 35, 42, 54, 77

### II

在 12 - 17 岁的女足球运动员(n = 4564)中，Knäkontroll 方案减少了干预组 64% 的 ACL 损伤(比率比= 0.36; 95% CI: 0.15, 0.85)和 30% 严重膝关节损伤的发生率(比率比= 0.70; 95%CI:0.42, 1.18)。<sup>77</sup>

两项研究考察了 PEP 方案在减少女足运动员前交叉韧带损伤方面的效果。Mandelbaum 等人<sup>42</sup> 调查了 14 到 18 岁的青年女孩和女性，在采用 PEP 方案

的第一赛季中，与年龄和技能相匹配的对照组运动员相比，试验组前交叉韧带损伤减少了 89%(比率比= 0.11; 95% CI: 0.03, 0.48)，在第二赛季减少了 74%(比率 = 0.26; 95% CI: 0.09, 0.85)。 Gilchrist 等人<sup>19</sup>对大学年龄的女性进行了考察，发现与对照(0.34/1000 AEs)组(P=.20)相比，干预组(0.20/1000 运动员暴露 [AEs])的 ACL 损伤率差异较低，但不显著。<sup>19</sup> 当他们专门考察非接触性 ACL 损伤(干预, 0.06/1000 AEs; 对照, 0.19/1000 AEs)时，发现结果相似(较低但不显著)。与对照组(1.10/1000 AEs, P= .86)相比，干预组(1.14/1000 AEs)的整体膝关节损伤率更高，但不显著。

## II

对女足和团队手球运动员的研究表明了减少 ACL 损伤方面的有效性(足球:比值比= 0.32;95% CI: 0.19, 0.56; 手球:比值比 = 0.54; 95%CI:0.30, 0.97)。<sup>80</sup> 然而，直接比较运动之间的效果需要谨慎，因为在每个队列中使用的基于训练的膝关节损伤预防方案并不相同。

## 手球

## II

Olson 等人<sup>49</sup>发现 16-17 岁男性和女性手球运动员在采用基于训练的膝关节损伤预防方案后，其急性膝关节损伤(相对风险= 0.45;95% CI: 0.25, 0.81)和膝关节韧带损伤(相对风险= 0.20;95% CI: 0.06, 0.70)显著减少。然而，他们发现半月板损伤没有变化(相对风险 = 0.27; 95%CI: 0.06, 1.28)。

## II

Achenbach 等人<sup>1</sup>发现 15-17 岁男性和女性手球运动员严重膝关节损伤(导致 28 天及以上无法运动)的情况显著减少(比值比 =0.11; 95%CI:0.01, 0.90; P=.02)。

## II

在女性手球运动员中，Myklebust 等人<sup>46</sup>在 2 个赛季中采用了基于训练的膝关节损伤预防方案，发现 ACL 损伤并没有显著减少。然而，将认真执行方案的团队(在整个赛季里实施干预措施 15 次及以上，至少有 75%的运动员参与)与不认真执行方案的团队相比，他们发现认真执行方案的手球运动员(比值比 = 0.06; 95%CI:0.01, 0.54)的 ACL 损伤显著减

少。

## 篮球

### II

关于女性篮球运动员基于训练的膝关节损伤预防方案之有效性存在相互矛盾的证据。Hewett 等人<sup>29</sup>在她们的女子篮球干预组中发现膝关节韧带损伤（扭伤/撕裂导致连续超过 5 天的运动缺席）较少。尽管发生率上没有显著差异（干预，0.42 损伤/1000AEs；对照组，0.48 损伤/1000 AEs； $P = .17$ ），但在 6 周后呈现一个积极的趋势，赛季前，60 到 90 分钟的增强式训练。与对照组相比，进行干预的女篮球运动员非接触性膝关节损伤显著减少（ $P = .02$ ）。相比之下，Pfeiffer 等人<sup>54</sup>观察到干预组非接触性 ACL 损伤的风险比对照组高 4 倍（干预组，每 1000AEs 中有 0.48 次 ACL 损伤；对照组，0.11/1000 AEs），在训练结束后进行 15 到 20 分钟的膝关节损伤方案中的训练。

## 排球

### II

对于女排运动员基于训练的膝关节损伤预防方案，目前尚无定论。两项研究都包括排球运动员，但两项研究均未观察到干预组和对照组中感兴

趣的结果（严重的膝关节损伤或 ACL 损伤）。<sup>29 54</sup>

## 证据综合

有证据表明，基于训练的膝关节损伤预防计划有重要的好处，包括降低膝关节和前交叉韧带损伤的风险，发生不良反应的风险小，成本低。然而，指南开发小组发现了证据和建议的不足，并建议研究人员和临床医生应该进一步评估基于训练的膝关节损伤预防方案对不同年龄男性在运动中的有效性。此外，研究人员和临床工作者应该进一步评估篮球和排球运动员使用基于训练的膝关节损伤预防方案的效果。尽管大规模的前瞻性试验或随机对照试验成本高昂，但确定在各种运动中有效减少膝关节损伤的方案所获得的益处大于这些经济成本。

## 建议

### A

临床医生、教练、家长和运动员应在运动训练/实践或比赛之前采用基于训练的膝关节损伤预防方案，减少 ACL 损伤的风险，特别是 18 岁以下的女性运动员。可以采用的方案包括 PEP、Sportsmetric（运动指标）、Knäkontroll、Harmonknee 和 Olsen

等人<sup>49</sup>以及 Petersen 等人<sup>52</sup>采用的方案。

## A

足球运动员，尤其是女性，应该采用基于训练的的膝关节损伤预防方案，以减少严重膝关节和前交叉韧带损伤的风险。PEP, Knäkroll 和 Harmonknee 这些方案可能会帮助预防严重的膝关节损伤。Caraffa 等人<sup>5</sup>采用的方案和 Sportsmetrics (运动指标) 对专门预防 ACL 损伤有益。

## B

男子和女子的手球运动员里，特别是那些 15 至 17 岁的，应该采用基于训练的膝关节损伤预防方案。可能有助于预防膝关节损伤的方案包括 Olsen 等人<sup>49</sup>和 Achenbach 等人<sup>1</sup>所采用的方案。

## 目标

描述基于训练的膝关节损伤预防方案的组成、剂量和执行方式的证据。

## 证据

## 组成

### I

当方案中包含多种运动成分时，基于训练的损伤预防方案在减少年轻女

性 ACL 损伤中就是有效的。<sup>67</sup> 超过 1 个组成的方案就可以导致 ACL 损伤减少 ( 比值比 = 0.32; 95%CI:0.22, 0.46)。相比之下，只有单一运动成分的方案并不会导致损伤的显著减少 ( 比值比 = 1.15; 95%CI:0.70, 1.89)。<sup>67</sup>

### I

在女性中，基于训练的膝关节损伤预防项目，包括近端控制，如躯干/核心加强和稳定性训练，显著降低了 ACL 损伤率 ( 比值比 = 0.33; 95%CI:0.23, 0.47)。相比，没有包括近端控制训练的项目未能降低损伤率 ( 比值比 = 0.95; 95%CI:0.60, 1.50)。<sup>67</sup>

### II

在减少女性 ACL 损伤方面，加入增强式训练和力量训练的方案比没有这两个组成部分的方案更有效。<sup>64, 67, 80</sup>

Stevenson 等人<sup>64</sup>指出，研究中显示统计学上显著降低 ACL 损伤的方案都包括了力量训练、柔韧性训练和增强式训练的成分 (PEP、Sportsmetrics 运动指标、和 Myklebust 等人<sup>46</sup>采用的方案)，<sup>19, 29, 42</sup> 只有一个有增强式训练的方案 (在训练课程和比赛后采用的的 KLIP 方案)<sup>54</sup> 导致 ACL 损伤没有

减少。当分别考察力量训练和增强式训练时, Sugimoto 等人<sup>67</sup>发现, 拿有和没有增强式训练的方案作比较, ACL 损伤风险没有显著差异。然而, 当比较有和没有力量训练的方案时, 发现只有在那些有力量训练的项目中, ACL 损伤的数量才显著减少(比值比= 0.32; 95%CI:0.23, 0.46)。没有加入力量训练未能减少 ACL 损伤(比值比= 1.02; 95%CI:0.63, 1.64)。<sup>67</sup>

## II

没有平衡训练的方案(Sugimoto 等人<sup>67</sup>:比值比= 0.34; CI: 0.20, 0.56; Yoo 等人<sup>80</sup>:比值比= 0.27; CI:0.14, 0.49) 在预防女性 ACL 损伤方面是有效的。关于平衡训练是否有效, 有不同的结果(Sugimoto 等人<sup>67</sup>:比值比= 0.59;CI: 0.42, 0.83;Yoo 等人<sup>80</sup>:比值比=0.63; CI:0.37, 1.09)。Taylor 等人<sup>72</sup>发现, 一个方案中平衡训练的时间越长, 该方案的防护作用就越差。

Söderman 等人<sup>60</sup>的一个方案被 3 项 meta 分析使用, 这些 meta 分析讨论了预防方案的组成部分。<sup>67, 72, 80</sup> Söderman 等人<sup>60</sup>的方案仅包括平衡训练, 发现干预组 ACL 损伤的发生率更高。

## II

Sadoghi 等人<sup>57</sup>进行了 meta 回归分析, 以确定影响女性基于训练的膝关节损伤预防方案的因素。他们发现使用平衡板(P=.71)、使用视频协助(P = .91)、随访时间(P = .44)和研究发表年份(P = .36)不会导致该方案 ACL 损伤风险下降。

### 剂量和执行方式

## I

Gagnier 等人<sup>18</sup>的一项 meta 分析中包括了男性和女性, 发现具有持续时间较长(大于 14 个月;发生率比估计=0.41; 95%CI: 0.20, 0.84;P = .01), 每周训练时间更多(每周 0.75 小时或更多;发病率比值估计= 0.38; 95%CI:0.18, 0.77;P<.01), 依从性更高(64%或更高;发病率比估计= 0.39; 95%CI:0.17, 0.89;P = .03), 无参与者中途退出(发生率比估计=0.30;95%CI:0.15, 0.62;P<.01) 的方案在降低 ACL 损伤发生率方面比没有这些要素的方案更有效。

## I

Sugimoto 等人<sup>66</sup>对临床试验进行了 meta 分析和亚组分析, 并评估了基于训练的损伤预防方案对减少女性运

动员 ACL 损伤方面的潜在剂量效应。在赛季中采用大剂量(每周 30 分钟或以上)的基于训练的损伤预防方案,在减少 ACL 损伤方面的比值比为 0.32 (95% CI: 0.19, 0.52)。与中等剂量(每周 15-30 分钟: 比值比 = 0.46; 95% CI: 0.21, 1.03)和低剂量(每周最多 15 分钟: 比值比 = 0.66; 95% CI: 0.43, 0.99)进行了比较。每节课持续时间为 20 分钟或少于 20 分钟的方案在减少 ACL 损伤方面的比值比为 0.61 (95% CI: 0.41, 0.90), 而每节课持续时间超过 20 分钟的方案比值比为 0.35 (95% CI: 0.23, 0.53)。与每周仅进行一次训练的方案(比值比为 0.62, 95% CI: 0.41, 0.94)相比, 每周进行多次训练的比值比为 0.35 (95% CI: 0.23, 0.53)。

## I

Donnell-Fink 等人<sup>9</sup>对男性和女性进行了讨论, 将只有季前赛、季前赛加季中赛, 和只有季中赛的方案做比较, 发现将季前赛包括在内时, 膝关节损伤的风险较低(季前赛/季前赛+季中赛的发病率比= 0.24; 仅季中赛率比= 0.75; 没有 CI; P<.01)。他们并没有发现针对 ACL 损伤进行同样比较的显

著结果(季前赛/季前赛+季中赛发生率比= 0.32; 仅常规赛率比= 0.57; P = .33)。<sup>9</sup>

在女性中, 从季前赛开始并持续整个赛季的基于训练的膝关节损伤预防方案在减少 ACL 损伤方面是有效的(比值比 = 0.54; 95% CI: 0.30, 0.97)。<sup>80</sup> 只包含季中赛的方案(比值比= 0.32; 95% CI: 0.17, 0.59)的比值比比包含季前赛和季中赛的方案要低。仅包含季前赛的方案(比值比= 0.35; 95% CI: 0.10, 1.21)不能有效减少 ACL 损伤。<sup>80</sup>

## I

Sugimoto 等人<sup>68</sup>进行了一项 meta 回归分析, 以检验基于训练的膝关节损伤预防方案各组成部分的“协同效应”, 他们认为这是优化 ACL 损伤预防的关键。他们按年龄分成三组(14-18 岁, 18-20 岁、20 岁或以上), 按剂量分成两组(每节课 20 分钟或更短, 每节课大于 20 分钟), 按频率分两组(每周一次, 每周多次), 按对运动员的口头反馈分成两组(给予口头反馈, 不给予口头反馈)。根据先前报道的比值比将分数分配给不同组, 比值比较低的组得分较高(ACL 损伤减少幅度较大)。得分最高的人群是 14 岁

至 18 岁、练习持续时间超过 20 分钟、每周进行多次练习，以及包含多种运动的方案。结果表明，如果这些最高分组的一个出现了，比值比为 0.83 ( $\beta 1 = -0.29$ ; 95% CI:  $-0.33, -0.03$ ;  $P = .03$ )，ACL 损伤的几率降低 17%。

### 依从性

#### I

Sugimoto 等人<sup>69</sup>对女子足球、篮球、排球和团体手球运动员进行了 meta 分析，得出结论：在青少年女性运动员中，基于训练的损伤预防方案的依从率越高，ACL 损伤发生率越低。作者发现，若按依从性分成两组（大于或小于 42.5% 的总依从率\*），高依从性组的发病率降低了 73%（发生率比 = 0.27; 95% CI: 0.07, 0.80）。当分为三组（总依从性大于 66.6%、33.3% ~ 66.6%、小于 33.3%），高依从组比中、低依从组的 ACL 损伤发生率降低 82%（发生率比 = 0.18; 95% CI: 0.02, 0.77）。作者报道，在青少年女性运动员中，在运动损伤预防方案的依从性与前交叉韧带损伤的发生率之间存在着一种潜在的剂量-反应关系。\*总体依从率定义为出席率乘以依从率，出席率定义为完成研究中最低数量课程标准的参与者人数除以干预组

的总参与者人数。依从率定义为研究中完成的课程次数除以干预组的最高课程次数。

#### II

对女足运动员的研究发现，在依从性方面进行了调整的数据显示，那些对基于训练的预防方案依从性较好的运动员，其膝关节损伤的发生率降低程度更大。<sup>35, 77</sup> Kiani 等人<sup>35</sup>采用了 HarmonKnee 方案，发现膝关节损伤的发生率降低了 77%（比率比 = 0.23; 95% CI: 0.04, 0.83），非接触性膝关节损伤的发生率降低 90%（比率比 = 0.10; 95% CI: 0.00, 0.70）。当对依从性进行调整后，膝关节损伤的风险进一步降低（去掉依从性低于 75% 的 3 个干预组，剩下 45 个干预组）。履行 HarmonKnee 方案的运动员膝关节损伤发生率降低了 83%（比率比 = 0.17; 95% CI: 0.04, 0.64），非接触性膝关节损伤降低了 94%（比率比 = 0.06; 95% CI: 0.01, 0.46）。

#### II

Waldén 等人<sup>77</sup>在集群随机对照试验中使用了 Knäkontroll 方案，发现与对照组相比，干预组的 ACL 损伤发生率总体下降了 64%（比率比 = 0.36; 95% CI: 0.15, 0.85），但是

当他们只考察他们的依从性球员时（定义为平均每周进行一次干预的球员），他们发现 ACL 损伤率降低了 83%（比率比 = 0.17； 95%CI：0.05, 0.57）。他们还发现，依从的球员的严重膝关节损伤发生率降低了 82%（比率比 = 0.18； 95% CI: 0.07, 0.45），急性膝关节损伤发生率降低了 47%（比率比 = 0.53； 95% CI: 0.30, 0.94）。

Häggglund 等人<sup>26</sup>对相同的随机对照试验进行了亚分析。<sup>77</sup>根据赛季中每周预防损伤方案训练课程的平均次数，干预组（184 支球队，2471 名球员）的球队和球员按依从性分为三组（低、中、高）。与低依从性（平均 63%）相比，高依从性球员（平均 89%依从率）ACL 损伤率降低 88%。与低依从性球员相比，中度依从性（平均 82%依从率）和高依从性球员的急性膝关节损伤降低了 72%至 90%。低依从性球员的前交叉韧带损伤发生率高于对照组球员。

### 证据综合

有证据表明，基于训练的膝关节损伤预防方案具有重要的好处，包括降低膝关节和/或前交叉韧带损伤的风险，

不良反应的风险小，成本低。

### 建议

A

基于训练的膝关节损伤预防项目在女性人群中使用时应该结合多种不同的组合，近端控制性训练，同时也需要力量训练和超等长训练的结合练习。

A

基于训练的膝关节损伤预防项目应该每周进行多次练习，训练课应持续超过 20 分钟，同时总训练量应超过每周 30 分钟。

A

临床医生、教练、家长和运动员应该在赛季前就开始基于训练的膝关节损伤预防项目，并且在整个赛季中持续进行该项目的练习。

A

临床医生、教练、家长和运动员必须确保对基于训练的膝关节损伤预防项目有足够高的依从性，特别是对于女性运动员。

## B

基于训练的膝关节损伤预防项目可能不需要融合平衡练习，并且平衡练习不应该作为一个训练项目的唯一的训练元素。

## 目标

为基于训练的膝关节损伤预防项目的执行提供建议。

## 证据

### I

Grindstaff 等<sup>24</sup>开展了一项系统综述以明确需要治疗的运动员人数和非接触性 ACL 损伤的相对风险下降与执行基于训练的膝关节损伤预防项目的相关性。样本包括女子足球、篮球和手球运动员，她们使用 5 种不同的损伤预防项目，这些项目在训练要素上稍有变化。训练频率为赛季前 3 次每周到赛季中 1-3 次每周不等。他们报告，为了在赛季中预防 1 例 ACL 损伤，89 名运动员需要参加到损伤预防项目（收益所需人数 95% CI: 66, 136）。对参与到损伤预防项目的运动员，非接触性 ACL 损伤的相对风险下降 70%（95%CI: 54%, 80%）。

### I

一项由 Sugimoto 等<sup>70</sup>发表的更新了的系统综述，检测了 12 项研究（包括所有被 Grindstaff 等<sup>24</sup>研究中包含的 5 项研究）以明确那些为了减少 ACL 损伤风险和非接触性 ACL 损伤的基于训练的损伤预防项目在女性运动员使用中的效果。Sugimoto 等人<sup>70</sup>报告，在一个运动赛季中，为了防止 1 个 ACL 损伤，120 名运动员需要参加一个基于训练的膝关节损伤预防项目（收益所需人数 95% CI: 74, 316）。对那些参与到损伤预防项目的运动员，ACL 损伤的相对风险下降 43.8%（95%CI: 28.9%, 55.5%）。在一个赛季中，为了预防 1 例非接触性 ACL 损伤，108 名运动员需要参加一个基于训练的膝关节（收益所需人数 95% CI: 86, 150），在那些参与损伤预防性训练的运动员中，非接触性 ACL 损伤发生的相对风险下降 73.4%（95%CI: 62.5%, 81.1%）。

### I

Lewis 等<sup>38</sup>进行了一项针对全澳大利亚的 4 项执行基于训练的 ACL 损伤预防项目假设策略的成本分析。使用的损伤预防项目与这些文献中描述的相似。<sup>19, 31, 53, 54</sup>预防性项目在教练员和医疗人员的监管下，每周进行 3 次，

每次 20 分钟练习。该研究计算了如果在全澳大利亚 12-25 岁从事高风险运动的人群中，18-25 岁从事高风险运动的人群中，12-17 岁从事高风险与弄懂的人群中或从事所有运动项目的 12-17 岁青少年中执行该项目的成本。其中高风险运动被定义为英式橄榄球、澳式足球、无挡板篮球、足球、篮球和滑雪。作者发现在 12-25 岁从事高风险运动的人群执行该策略具有最高的盈亏平衡价值（未来可避免的健康照护费用），为 693 美元/每人，其次是训练 18-25 岁高风险运动人群（盈亏平衡花费，401 美元），12-17 岁高风险运动人群（370 美元），所有 12-17 岁从事运动者（102 美元）。该分析也同时发现，训练 12-25 岁的高风险运动人群的策略可以达到预防最多 ACL 损伤的目的，有最少的需要被治疗的病例产生，同时可在未来预防最多数量的膝关节损伤以及全膝关节置换（每 100000 个被治疗病例中，可预防 3764 例 ACL 损伤[需要被治疗的人数，27]，842 例膝关节骨性关节炎病例，同时 584 例全膝关节置换）。对 18-25 岁高风险运动人群的训练预防的 ACL 损伤数量仅次于上述年龄段，且有最小的需要被治疗数量（每 100000 个被治疗病

例中，可预防 2303 例 ACL 损伤[需要被治疗的人数，43]，511 例膝关节骨性关节炎病例，同时 353 例全膝关节置换）。排第三的为 12-17 岁高风险运动人群（每 100000 个被治疗病例中，可预防 2021 例 ACL 损伤[需要被治疗的人数，49]，457 例膝关节骨性关节炎病例，同时 317 例全膝关节置换）。排第四的为 12-17 岁所有项目的运动人群（每 100000 个被治疗病例中，可预防 526 例 ACL 损伤[需要被治疗的人数，190]，119 例膝关节骨性关节炎病例，同时 83 例全膝关节置换）。

## II

Swart 等<sup>71</sup>进行了一项 ACL 损伤和筛查项目的成本效率分析研究，针对参与的运动中有转身和变向动作的年轻运动员。研究报告称一项基于训练的 ACL 损伤预防性项目被所有运动员执行后可降低 ACL 的损伤从每赛季 3% 至每赛季 1.1%，与此同时针对高风险运动员的筛查项目可以将 ACL 的发生率从每赛季 3% 降低至每赛季 1.8%。以个案计算，使用全面训练策略的整体花费比不训练要低 100 美金，同时比单独进行筛查和训练策略要低 25 美金。

## II

Pfile 和 Curioz<sup>55</sup> 进行了一项需要被治疗人数的分析，来检测基于训练的 ACL 损伤预防项目被教练引导和被一个复合型领导小组（如教练、物理治疗师、和/或运动伤害防护师）的效果差异。被复合型领导小组的项目有较低的需要被收益人数（需要治疗 120 名运动员，以预防 1 例 ACL 损伤；95%CI: 73, 303），但相对风险降低略高 48.2%（95%CI: 22%, 65%）。与被教练引导的项目相比，其需要被收益的人数为 131 人（95%CI: 98, 196），同时相对风险下降为 58.4%（95%CI: 40%, 71%）。

### 证据综合

如果所有运动员都参加预防项目，与只有被筛查为高风险的运动员相比，没有增加不良事件的风险，而且参加预防项目也没有害处。尽管随着越来越多的运动员参加比赛，费用可能会最小限度地增加（取决于项目），但项目费用的小幅增加很可能被长期的医疗费用和 ACL 损伤的减少所抵消。

### 建议

#### A

临床医生、教练、父母和运动员应该针对所有年轻运动员执行基于训练的膝关节损伤预防项目，而不仅仅是那些通过筛查被认为存在 ACL 高损伤风险的运动员，以此使的需要被治疗的人数最优化，同时减少相关花费。

#### A

为了在未来最大程度减少医疗支出和预防 ACL 损伤、骨性关节炎和全膝关节置换，临床医生、教练、父母和运动员应该鼓励在 12-25 岁运动员中，以及那些被筛查后有 ACL 损伤高风险的运动员中执行基于训练的 ACL 损伤预防项目。

#### B

临床医生、教练、父母和运动员应该支持基于训练的膝关节损伤预防项目的实施，不论这些项目是由教练引导的或是由教练和医疗相关人员共同引导的。

相关推荐总结于该指南中的图一和图二中。



图一该治疗决策树基于临床指南中的发现。基于训练的膝关节损伤预防项目通过研究观察到了在不同人群中的有效性。下列的基于训练的膝关节损伤预防项目针对特定人群。这两组(基于训练的膝关节损伤预防和特定人群)并不相互排斥;在特定人群中发现的所有项目也可以在基于训练的膝关节损伤预防领域中发现。然而，针对特定人群列出的方案可能更有效，或者可能已经在该特定群体中进行了详细研究。训练量、执行方式和实施部分对上述正文中有关描述项目如何开展和实施的推荐部分进行了总结。

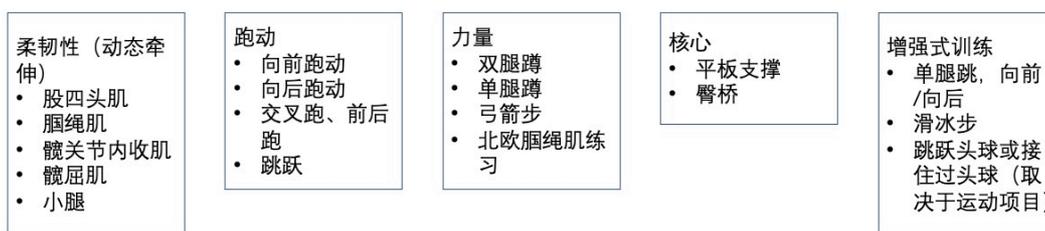


图 2 所有训练在下列两个视频中均可找到，网址

<https://www.jospt.org/doi/suppl/10.2519/jospt.2018.0303>.

表 1		支持本临床实践指南传播和实施的计划策略和工具
工具	策略	
“患者观点”以及针对临床工作者、教练和运动员的视频	患者视角的临床指南总结，可在网站 <a href="http://www.jospt.org">www.jospt.org</a> 和 <a href="http://www.orthopt.org">www.orthopt.org</a> 上查阅（图 1 和 2，表 2）	
针对患者/客户，运动员，教练员和健康领域从业者的以指南为基础的训练的 可移动应用	使用 <a href="http://www.orthopt.org">www.orthopt.org</a> 进行 APP 的市场宣传与推广	
临床医生快速参考手册	临床指南推荐总结可在 <a href="http://www.orthopt.org">www.orthopt.org</a> 上获得	
JOSPT 的继续教育单元	针对康复师和运动伤害防护师的继续教育内容课程可在 JOSPT 上获得	
针对健康领域从业者的网络教育课程	从业人员可从 <a href="http://www.orthopt.org">www.orthopt.org</a> 找到基于指南的指导	
针对健康领域从业者移动和网页版应用	使用 <a href="http://www.orthopt.org">www.orthopt.org</a> 进行 APP 的市场宣传与推广	
指南和指南实施工具的非英文版本	通过 <a href="http://www.jospt.org">www.jospt.org</a> ，不断发展和推广翻译的临床指南和工具给 JOSPT 的国际合作伙伴及全球读者	

表 2		此 CPG 中经常引用的训练内容	
领域/研究或计划	所需设备	每项活动的时间	计划中包含的活动/肌肉
柔韧性			
HarmoKnee	无	肌肉激活：总时间约 2 分钟，保持姿势并收缩肌肉约 4 秒，专注于“寻找”你的肌肉。仅在活动度受限的情况下才建议进行拉伸	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 站立小腿拉伸</li> <li>• 站立股四头肌伸拉伸</li> <li>• 半跪式腘绳肌拉伸</li> <li>• 半跪式髌屈肌拉伸</li> <li>• 蝴蝶式内收肌拉伸</li> <li>• 改良四字拉伸</li> </ul>
PEP	无	每次 50 码，每项重复 30×2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 小腿拉伸</li> <li>• 股四头肌拉伸</li> <li>• 四字腘绳肌拉伸</li> <li>• 大腿内侧拉伸</li> <li>• 髌屈肌拉伸</li> </ul>
Sportsmetrics	无	3 组每组 30 秒，或 2 圈	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 腓肠肌</li> <li>• 比目鱼肌</li> <li>• 股四头肌</li> <li>• 腘绳肌</li> <li>• 髌屈肌</li> </ul>

表 2	此 CPG 中经常引用的训练内容		
领域/研究或计划	所需设备	每项活动的时间	计划中包含的活动/肌肉
			<ul style="list-style-type: none"> <li>• 髂胫束/下背部</li> <li>• 三角肌后束</li> <li>• 背阔肌</li> <li>• 胸肌/二头肌</li> </ul>
跑步			
HarmoKnee	无	作为热身的一部分，总共 10 分钟，每项的时间单独分开	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 慢跑（4-6 分钟）</li> <li>• 踮脚趾倒后慢跑（1 分钟）</li> <li>• 高抬腿（30 秒）</li> <li>• 防守压力技术：缓慢滑行，之字形向后折返（30 秒）</li> <li>• 交替向前之字形跑和压力技术：之字形向后折返（2 分钟）</li> </ul>
KLIP	无	4 个阶段，每个阶段持续 2 周。无特定每个练习的时间/重复次数	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 敏捷性：“W”训练</li> <li>• 敏捷性：八字形</li> <li>• 敏捷性：左/右急停</li> </ul>
Olsen 等人 <sup>49</sup>	无	30 秒，重复 1 次	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 慢跑</li> <li>• 后退跑合并侧向跨步</li> <li>• 向前跑合并提膝及踢腿</li> <li>• 横向跑步合并交叉跑（“前交叉步”）</li> <li>• 横向跑步合并举起双臂跑（“游行”）</li> <li>• 前向跑合并躯干旋转</li> <li>• 前向跑合并间歇性停止</li> <li>• 速度跑</li> <li>• 跳跃的步伐</li> <li>• 安置和急停</li> </ul>
PEP	无	每次 50 码，每项重复 2 次	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 在足球场上从一条线到另一条线慢跑（锥形标到锥形标）</li> <li>• 往返跑(从一边到另一边)</li> <li>• 倒跑</li> <li>• 往返跑合并向前/向后跑(40 码)。</li> <li>• 对角线(40 码)</li> <li>• 跳跃跑(45-50 码)</li> </ul>
Sportsmetrics	无	3 组，每组 30 秒，或 2 圈	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 跳跃</li> <li>• 左右滑步</li> <li>• 放松步行（2 分钟）</li> </ul>
平衡			
Achenbach 等人 <sup>1</sup>	可选球类	无特定	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 单腿站立，闭眼，试图压对方的身体来破坏其稳定性</li> </ul>
Caraffa 等人 <sup>5</sup>	矩形摇摆	每次锻炼 2.5 分钟，每	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 阶段一：单腿站立，无板</li> </ul>

表 2	此 CPG 中经常引用的训练内容		
领域/研究或计划	所需设备	每项活动的时间	计划中包含的活动/肌肉
	板、圆形平衡板、组合圆/矩形板、BAPS 板	项训练一天 4 次	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 阶段二：在矩形板上单腿站立（45°）</li> <li>• 阶段三：圆板上单腿站立</li> <li>• 阶段四：在圆形和矩形组合板上单腿站立</li> <li>• 阶段五：在 BAPS 板上单腿站立</li> </ul>
Myklebust 等人 <sup>46</sup>	平衡垫、摇摆板	无特定	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 在垫子上单腿站立并投掷</li> <li>• 与搭档站在垫子上，试着推开搭档</li> <li>• 接球时跳到垫子上，然后转身 180°</li> <li>• 双腿站在摇摆板上保持平衡并投掷</li> <li>• 在摇摆板上的双腿深蹲</li> <li>• 在摇摆板上的单腿深蹲</li> <li>• 在摇摆板上单腿站立并弹球</li> <li>• 双人站在摇摆板上：尝试去推倒对方</li> </ul>
Olsen 等人 <sup>49</sup>	平衡垫或摇摆板	4 分钟及每项 2 × 90 秒	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 传球（2 腿站）</li> <li>• 深蹲（1 或 2 腿站）</li> <li>• 传球（单腿站）</li> <li>• 闭眼弹球</li> <li>• 互相推让彼此失去平衡</li> </ul>
力量			
Achenbach 等人 <sup>1</sup>	无	无特定	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 北欧式腓绳肌离心训练</li> </ul>
Caraffa 等人 <sup>5</sup>	台阶	无特定（平衡训练前）	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 前向上台阶</li> <li>• 后向上台阶</li> </ul>
HarmoKnee	无	每次 1 分钟	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 原地弓步蹲（交替换腿）</li> <li>• 北欧式腓绳肌离心强化</li> <li>• 踮脚趾单腿深蹲</li> </ul>
Knäkontroll	球类	3 组，重复 8-15 次。每项练习有 4 个难度级别	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1 级：双腿深蹲</li> <li>• 2 级：双腿深蹲合并脚跟提起</li> <li>• 3 级：双腿深蹲合并球举过头顶</li> <li>• 4 级：双腿深蹲合并身前抱球</li> <li>• 5 级（双人练习）：搭档站在旁边大约 1 m 处，面向相反的方向；一只手握住球，另一只手放在臀部；在进行膝关节深蹲时对球施加轻微的压力</li> <li>• 1 级：弓步向前走</li> <li>• 2 级：带球弓步向前走，躯干侧向旋转</li> <li>• 3 级：弓步向前走合并球过头</li> <li>• 4 级：侧向弓步</li> <li>• 5 级（双人练习）：搭档站在面前 5-10 m 处；向前弓步走的时候丢球</li> </ul>

表 2	此 CPG 中经常引用的训练内容		
领域/研究或计划	所需设备	每项活动的时间	计划中包含的活动/肌肉
			<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1 级：单腿深蹲</li> <li>• 2 级：单腿深蹲合并球过头</li> <li>• 3 级：单腿深蹲，非深蹲腿触碰不同位置</li> <li>• 4 级：单腿罗马尼亚硬拉</li> <li>• 5 级（双人练习）：搭档站在你稍微斜方的位置，球被压在非支撑腿的脚外侧之间</li> </ul>
Olsen 等人 <sup>49</sup>	无	2 分钟，每项重复 3×10 次	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 下蹲至膝关节屈曲 80°</li> <li>• 北欧腓绳肌离心强化</li> </ul>
PEP	无	因运动而异	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 弓步走，20 码 × 2 组</li> <li>• 俄罗斯式腓绳肌训练，3 组 × 10 次或 30 秒</li> <li>• 单侧脚趾抬起，每侧重复 30 次</li> </ul>
Sportsmetrics	重量设备/器械	上半身 1 组 12 次，躯干和下半身 1 组 15 次	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 背部过伸</li> <li>• 腿部推举</li> <li>• 提踵</li> <li>• 推举</li> <li>• 卧推</li> <li>• 背阔肌下拉</li> <li>• 前臂弯举</li> </ul>
核心稳定			
Achenbach 等人 <sup>1</sup>	无	无特定	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 平板支撑</li> <li>• 侧向平板支撑</li> </ul>
HarmoKnee	无	每项 1 分钟	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 仰卧起坐</li> <li>• 肘部平板支撑</li> <li>• 臀桥</li> </ul>
Knäkontroll	无	15-30 秒	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1 级：膝式平板支撑</li> <li>• 2 级：脚趾平板支撑</li> <li>• 3 级：脚趾平板支撑合并横向跨步</li> <li>• 4 级：侧向平板支撑</li> <li>• 5 级（双人练习）：搭档握住双脚做平板支撑</li> <li>• 1 级：臀桥，双腿</li> <li>• 2 级：臀桥，单腿</li> <li>• 3 级：臀桥，单腿于球上</li> <li>• 4 级：臀桥，单腿跳</li> <li>• 5 级：（双人练习）：搭档双膝弯曲站立，用手托住你一只脚的后跟</li> </ul>
Sportsmetrics	重量设备	上身 1 组 12 次，躯干	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 卷腹</li> </ul>

表 2	此 CPG 中经常引用的训练内容		
领域/研究或计划	所需设备	每项活动的时间	计划中包含的活动/肌肉
		和下半身 1 组 15 次	
增强式训练			
Achenbach 等人 <sup>1</sup>	无	无特定	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 多方向单腿跳跃</li> <li>• “溜冰者”跳跃</li> <li>• 跳跃跑</li> </ul>
HarmoKnee	可选球类	每项 30 秒	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 向前和向后双腿跳</li> <li>• 横向单腿跳跃</li> <li>• 向前和向后单腿跳跃</li> <li>• 带球或无球双腿跳</li> </ul>
KLIP	无	4 个阶段，每个阶段持续 2 周。无特定每次练习的时间/重复次数	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 直跳</li> <li>• 抱膝跳</li> <li>• 立定跳远</li> <li>• 定点跳跃</li> <li>• 180° 跳跃</li> <li>• 单腿横向跳跃</li> <li>• 45° 横向跳跃</li> <li>• 组合跳跃</li> <li>• 单腿向前跳</li> <li>• 单腿 45° 横向跳跃</li> <li>• 单腿向前跳跃 × 3</li> </ul>
Knäkontroll	无	3 组，重复 5-15 次	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1 级：单腿向前/向后跳跃</li> <li>• 2 级：双腿侧向跳，单腿落地</li> <li>• 3 级：在原地快速交替步，向前短跳，单脚落地</li> <li>• 4 级：在原地快速交替步，短跳，但改变方向朝一侧跳（转 90°）；两边交替</li> <li>• 5 级（双人练习）：伙伴站在你面前大约 5 米处；在扔足球时双腿跳跃并双腿着地</li> </ul>
Myklebust 等人 <sup>46</sup>	无	无特定	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 跑和停</li> <li>• 双腿向前/向后跳跃；搭档互推（干扰）</li> <li>• 从 30 至 40 厘米箱子跳下投球（手球）并软着陆</li> <li>• 踏下 30 至 40 厘米的箱子并单腿落地</li> </ul>
Olsen 等人 <sup>49</sup>	无	4 分钟，每项 5×30 秒	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 跳投落地</li> <li>• 向前跳跃</li> </ul>
PEP	锥体（5-15 厘米高）	每项重复 20 次或 30 秒	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 侧向跳过锥体</li> <li>• 在锥体上向前/向后跳跃</li> <li>• 单腿跳过锥体</li> </ul>

表 2		此 CPG 中经常引用的训练内容	
领域/研究或计划	所需设备	每项活动的时间	计划中包含的活动/肌肉
			<ul style="list-style-type: none"> <li>• 垂直跳跃</li> <li>• 剪刀跳</li> </ul>
Sportsmetrics	无	因运动而异	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 墙跳（20 秒，进阶到 30 秒）</li> <li>• 抱膝跳（20 秒，进阶到 30 秒）</li> <li>• 跳远、落地定住（保持）（5-10 次）</li> <li>• 深蹲跳（10 秒，进阶到 25 秒）</li> <li>• 双腿跳过锥体（左右跳和后前向跳 30 秒/30 秒）</li> <li>• 180° 跳跃（20-25 秒）</li> <li>• 原地弹跳（20-25 秒）</li> <li>• 跳跃、跳跃、跳跃、垂直跳跃（5-8 次）</li> <li>• 设定距离跳（1-2 轮）</li> <li>• 剪刀跳（30 秒）</li> <li>• 单腿跳、单腿跳、落地定住（每条腿 5 次）</li> <li>• 迈步、向上跳、落下、垂直（5-10 次）</li> <li>• 床垫跳跃（左右跳和后前向跳 30 秒/30 秒）</li> <li>• 单腿向前跳跃一定的距离（每条腿 5 次）</li> <li>• 跳入指定区域（3-4 轮）</li> </ul>
缩写: BAPS, 生物力学脚踝平台系统; CPG, 临床实践指南; KLIP 膝关节韧带损伤预防计划; PEP 预防损伤和提高性能损伤预防计划。			

表 3		本指南包含的项目			
项目/研究	研究类型	参与者	持续时间	影响	伤害
Achenbach 等人 <sup>1</sup>	区组随机对照试验	干预组, n=168 对照组, n=111 15-17 岁男女团体手球队员	一个对手球赛季	严重（导致>28 天缺训的损伤）膝关节损伤显著减少 对照组严重膝关节损伤率, 0.33/1000 小时 干预组严重膝关节损伤率 0.04/1000 小时 比值比=0.11 (95%CI: 0.01,0.90; P=.02)	无

表 3		本指南包含的项目			
项目/研究	研究类型	参与者	持续时间	影响	伤害
Caraffa 等人 <sup>5</sup>	队列	n=600 半职业和业余足球运动员，意大利翁布里和马尔凯 未提供年龄和性别	赛季前 30 天 (每天 20 分钟)	干预组和对照组损伤发病率 显著差异 (P<.01) 干预组队，每赛季 0.15ACL 损伤率 对照组队，每赛季 1.15ACL 损伤率	无
HarmoKnee Kiani 等人 <sup>35</sup>	队列	干预组，n=777 对照组，n=729 13-19 岁女性足球运动员	4 个月(接近 20-25 分钟, 赛季前 2 次/周, 赛季中 1 次/周)	膝关节损伤：干预组发生率，0.04/1000 小时；对照组 0.20/1000 小时；未调整率比 =0.23 (95%CI: 0.04, 0.83)；调整依从性后率比 =0.06 (95%CI: 0.01, 0.46) 非接触膝关节损伤：干预组 0.01/1000 小时；对照组 0.15/1000 小时；未调整率比 =0.10 (95%CI: 0.00, 0.70)；调整依从性后率比 =0.06 (95%CI: 0.01, 0.46) 干预组无 ACL 损伤	无
KLIP Pfeiffer 等人 <sup>54</sup>	队列	干预组，n=577 对照组，n=862 女性高中足球、篮球或网球队员	整个高中赛季 (20 分钟, 但作者未报告每周建议次数)	无接触 ACL 损伤发生率对 照组 0.078/1000 AEs；干 预组 0.167/1000 AEs 整体而言，干预组 ACL 损伤 发生率有非显著提升 (比值 比=2.05; 95%CI: 0.21, 21.7; P>.05) 排球对照组以及足球和排球 干预组均未发生非接触性 ACL 损伤。 篮 球 干 预 组 ( 0.476/1000 AEs ) 比 篮 球 对 照 组 (0.111/1000 AEs) 有 更 多 的 非接触性 ACL 损伤。	无
Knäkontroll Waldén 等人 <sup>77</sup>	分层随机 对照试验	干预组， n=2479 对照组，	整个足球赛季 (15 分钟，每 周两次)	干预组 ACL 损伤减少 64% (发病率 = 0.36; 95% CI: 0.15, 0.85; P = .02)	无

表 3		本指南包含的项目			
项目/研究	研究类型	参与者	持续时间	影响	伤害
		n=2085 13-17 岁女性足球运动员		调整依从性后: ACL 损伤减少 83% (发病率=0.17; 95% CI: 0.05, 0.57; P<.01), 严重膝关节损伤减少 82% (发病率=0.18; 95% CI: 0.07, 0.45; P<.01), 所有急性膝关节损伤减少 47% (发病率=0.53; 95% CI: 0.30, 0.94; P = .03)	
Myklebust 等人 <sup>46</sup>	队列	控制赛季, n = 942 第一个干预赛季, n = 855 第二个干预赛季, n = 850 挪威女子团体手球联赛球员; 未提供平均年龄	整个团体手球赛季, 包括季前赛(15 分钟, 季前赛每周 3 次, 常规赛每周一次)	控制赛季 ACL 损伤发生率, 0.14/1000 上场时间 第一干预赛季 ACL 损伤率, 0.13/1000 比赛小时 第二干预赛季 ACL 损伤率, 0.06/1000 比赛小时 受伤率无显著差异 (比值比 = 0.52; 95% CI: 0.15, 1.82; P = .31) 调整依从性后, 精英组的受伤风险显著降低 (比值比 = 0.06; 95% CI: 0.01, 0.54; P = .01)	无
Olsen 等人 <sup>49</sup>	集群随机对照试验	干预组, n = 958 对照组, n = 879 16-17 岁的女子手球运动员	通过一个为期 8 个月的团队手球赛季 (15-20 分钟, 赛季开始时连续 15 次训练, 随后在赛季剩余时间每周一次)	所有损伤显著减少 (相对风险 = 0.49; 95% CI: 0.39, 0.63; P<.01) 急性膝关节损伤: 相对风险 = 0.45; 95% CI: 0.25, 0.81; P<.01 需要治疗以预防 1 次急性膝关节损伤的运动员人数为 43 膝关节韧带损伤显著减少 (相对风险 = 0.20; 95% CI: 0.06, 0.70; P = .01) 半月板损伤没有显著减少 (相对风险 = 0.27; 95% CI: 0.06, 1.28; P = .10)	无
PEP Gilchrist 等人 <sup>19</sup>	集群随机	对照组, n =	12 周大学足球	总体而言, 所有膝关节损伤	一名球员

表 3		本指南包含的项目			
项目/研究	研究类型	参与者	持续时间	影响	伤害
	对照试验	852 干预组, n = 583 NCAA 以及联盟 女子足球运动员; 平均年龄, 19.9 岁	赛季 (15-20 分钟, 每周 3 次)	(P = .86) 或 ACL 损伤 (P = .20) 的损伤率没有显著差异 干预组在训练中的 ACL 损伤率更低 (P = .01), 赛季末 ACL 损伤率更低 (P = .03), 在报告有 ACL 损伤史的人中非接触性 ACL 损伤率更低 (P = .05), 在比赛期间 (P = .62)、赛季初 (P = .93) 或之前没有 ACL 损伤史 (P = .43) 损伤率组间无显著差异	在侧跳时绊倒, 胫骨和腓骨骨折, 之后使用的标志桶高度被调整为更短
Mandelbaum 等人 <sup>42</sup>	队列	第 1 年: 干预组, n = 1041; 对照组, n = 1905 第 2 年: 干预组, n = 844; 对照组, n = 1931 14-18 岁女子足球运动员	整个足球赛季 (20 分钟, 但作者没有报告每周推荐的次数)	在 2 年的研究中, 干预组 ACL 损伤的总体发生率为 0.09/1000 AEs, 而对照组为 0.49/1000 AEs 发病率 = 0.18, P < .01 按年份细分: 第 1 年, ACL 损伤减少 89% (发病率 = 0.11, P < .01); 第 2 年, 风险降低 74% (相对风险 = 0.26, P < .01)	无
Sportsmetrics Hewett 等人 <sup>29</sup>	队列	女性干预组, n = 366 女性对照组, n = 463 男性对照组, n = 434 高中年龄的足球、篮球和排球运动员	季前赛 6 周 (60-90 分钟, 每周 3 次)	受过训练的女性严重膝关节损伤的发生率 (发生率, 0.12/1000 AEs) 明显低于未受过训练的女性发生率, 0.43/1000 AEs; P = .05) 未经训练的女性的严重膝关节损伤率高于男性 (发生率, 0.09/1000 AEs; P = .03), 但受过训练的女性和男性之间的严重膝关节损伤率没有差异 (P = .86) 受过训练的女性组 (发生率, 0) 的非接触性膝关节损伤率显著更低, 与未经训练的女性 (发生率, 0.35/1000 AEs; P = .01) 和未经训练的男性组 (发生率, 0.05/1000 AEs; P	未报告

表 3	本指南包含的项目				
项目/研究	研究类型	参与者	持续时间	影响	伤害
				= .01) 相比	
缩写: ACL, 前交叉韧带; AE, 运动员曝光; CI, 置信区间; CPG, 临床实践指南; KLIP, 膝关节韧带损伤预防; NCAA, 全国大学体育协会; PEP, 预防损伤和提高性能损伤预防计划; RCT, 随机对照试验。					

表 4	符合临床实践指南纳入标准的 Meta 分析和系统评价中包含的研究链接
项目	链接
Achenbach 等人 <sup>1</sup>	<a href="https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/29058022">https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/29058022</a> <a href="https://doi.org/10.1007/s00167-017-4758-5">https://doi.org/10.1007/s00167-017-4758-5</a>
Caraffa 等人 <sup>5</sup>	<a href="http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8963746">http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8963746</a> <a href="https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/BF01565992.pdf">https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/BF01565992.pdf</a>
HarmoKnee	<a href="http://harmoknee.com/">http://harmoknee.com/</a> <a href="http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20065198">http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20065198</a> <a href="http://archinte.jamanetwork.com/article.aspx?articleid=481521">http://archinte.jamanetwork.com/article.aspx?articleid=481521</a>
KLIP	<a href="http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15574070">http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15574070</a> <a href="https://journals.lww.com/jbjsjournal/Abstract/2006/08000/Lack_of_Effect_of_a_Knee_Ligament_Injury.12.aspx">https://journals.lww.com/jbjsjournal/Abstract/2006/08000/Lack_of_Effect_of_a_Knee_Ligament_Injury.12.aspx</a>
Knäkontroll	App 在苹果或者安卓平台上: <a href="https://itunes.apple.com/se/app/knakontroll/id573826071?mt=8">https://itunes.apple.com/se/app/knakontroll/id573826071?mt=8</a> <a href="https://play.google.com/store/apps/details?id=se.rf.sisu&amp;hl=en">https://play.google.com/store/apps/details?id=se.rf.sisu&amp;hl=en</a> <a href="https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22556050">https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22556050</a> <a href="http://www.bmj.com/content/344/bmj.e3042.full.pdf+html">http://www.bmj.com/content/344/bmj.e3042.full.pdf+html</a>
Myklebust 等人 <sup>46</sup>	<a href="http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12629423">http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12629423</a> <a href="https://onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1034/j.1600-0838.2003.00341.x">https://onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1034/j.1600-0838.2003.00341.x</a>
Olsen 等人 <sup>49</sup>	<a href="http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12629423">http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12629423</a> <a href="https://onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1034/j.1600-0838.2003.00341.x">https://onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1034/j.1600-0838.2003.00341.x</a>
PEP	<a href="https://www.youtube.com/watch?v=t_yz7yWLo5o">https://www.youtube.com/watch?v=t_yz7yWLo5o</a> <a href="http://la84.org/a-practical-guide-to-the-pep-program/">http://la84.org/a-practical-guide-to-the-pep-program/</a> <a href="https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15888716">https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15888716</a> <a href="http://ajs.sagepub.com/content/36/8/1476.full.pdf+html">http://ajs.sagepub.com/content/36/8/1476.full.pdf+html</a> <a href="http://ajs.sagepub.com/content/33/7/1003.full.pdf+html">http://ajs.sagepub.com/content/33/7/1003.full.pdf+html</a>
Sportsmetrics	<a href="http://sportsmetrics.org/">http://sportsmetrics.org/</a> <a href="https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10569353">https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10569353</a> <a href="http://ajs.sagepub.com/content/27/6/699.full.pdf+html">http://ajs.sagepub.com/content/27/6/699.full.pdf+html</a>
11+*	<a href="http://fifamedicinediploma.com/lessons/prevention-fifa-11/">http://fifamedicinediploma.com/lessons/prevention-fifa-11/</a> <a href="http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3867089/">http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3867089/</a>
Emery 和 Meeuwisse <sup>14*</sup>	<a href="https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20547668">https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20547668</a> <a href="http://bjsm.bmj.com/content/44/8/555.abstract">http://bjsm.bmj.com/content/44/8/555.abstract</a>
Goodall 等人 <sup>20*</sup>	<a href="https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22924758">https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22924758</a> <a href="http://dx.doi.org/10.1080/17457300.2012.717085">http://dx.doi.org/10.1080/17457300.2012.717085</a>
Heidt 等人 <sup>27*</sup>	<a href="https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11032220">https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11032220</a> <a href="http://ajs.sagepub.com/content/28/5/659.abstract">http://ajs.sagepub.com/content/28/5/659.abstract</a>
Junge 等人 <sup>34*</sup>	<a href="https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12238997">https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12238997</a> <a href="http://ajs.sagepub.com/content/30/5/652.abstract">http://ajs.sagepub.com/content/30/5/652.abstract</a>
LaBella 等人 <sup>37*</sup>	<a href="https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18832542">https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18832542</a> <a href="http://cpj.sagepub.com/content/48/3/327.long">http://cpj.sagepub.com/content/48/3/327.long</a>

表 4	符合临床实践指南纳入标准的 Meta 分析和系统评价中包含的研究链接
项目	链接
Malliou 等人 <sup>41*</sup>	<a href="https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15446640">https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15446640</a> <a href="http://journals.sagepub.com/doi/abs/10.2466/pms.99.1.149-154">http://journals.sagepub.com/doi/abs/10.2466/pms.99.1.149-154</a>
Pasanen 等人 <sup>51*</sup>	<a href="https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18595903">https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18595903</a> <a href="http://www.bmj.com/content/337/bmj.a295">http://www.bmj.com/content/337/bmj.a295</a>
Petersen 等人 <sup>52*</sup>	<a href="https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23189409">https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23189409</a>
Söderman 等人 <sup>60*</sup>	<a href="https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11147154">https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11147154</a> <a href="https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs001670000147">https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs001670000147</a>
Wedderkopp 等人 <sup>78*</sup>	<a href="https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9974196">https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9974196</a> <a href="https://onlinelibrary-wiley-com.e.bibl.liu.se/doi/pdf/10.1111/j.1600-0838.1999.tb00205.x">https://onlinelibrary-wiley-com.e.bibl.liu.se/doi/pdf/10.1111/j.1600-0838.1999.tb00205.x</a>
<p>缩写: CPG, 临床实践指南; KLIP, 膝关节韧带损伤预防; PEP, 预防损伤和提高性能损伤预防计划。</p> <p>*这些项目的个别研究不符合 CPG 纳入标准。</p>	

## 附录 B

## 搜索的数据和结果

## 初始搜索

数据库	进行日期	结果, n
PubMed	3/31/2015	812
Scopus	3/31/2015	2083
SPORTDiscus	3/31/2015	511
CINAHL	3/31/2015	275
Cochrane Library	3/31/2015	145
Cochrane reviews		6
其他综述		12
试验		126
技术分析		0
经济评估		1
总计		3826
已删除重复项的总计		2623

## 搜索更新 (2016)

数据库	进行日期	结果, n
PubMed	4/1/2016	57
Scopus	4/1/2016	297
SPORTDiscus	4/1/2016	96
CINAHL	4/1/2016	18
Cochrane Library	4/1/2016	14
Cochrane reviews		2
其他综述		0
试验		12
技术分析		0
经济评估		0
总计		482
已删除重复项的总计		341

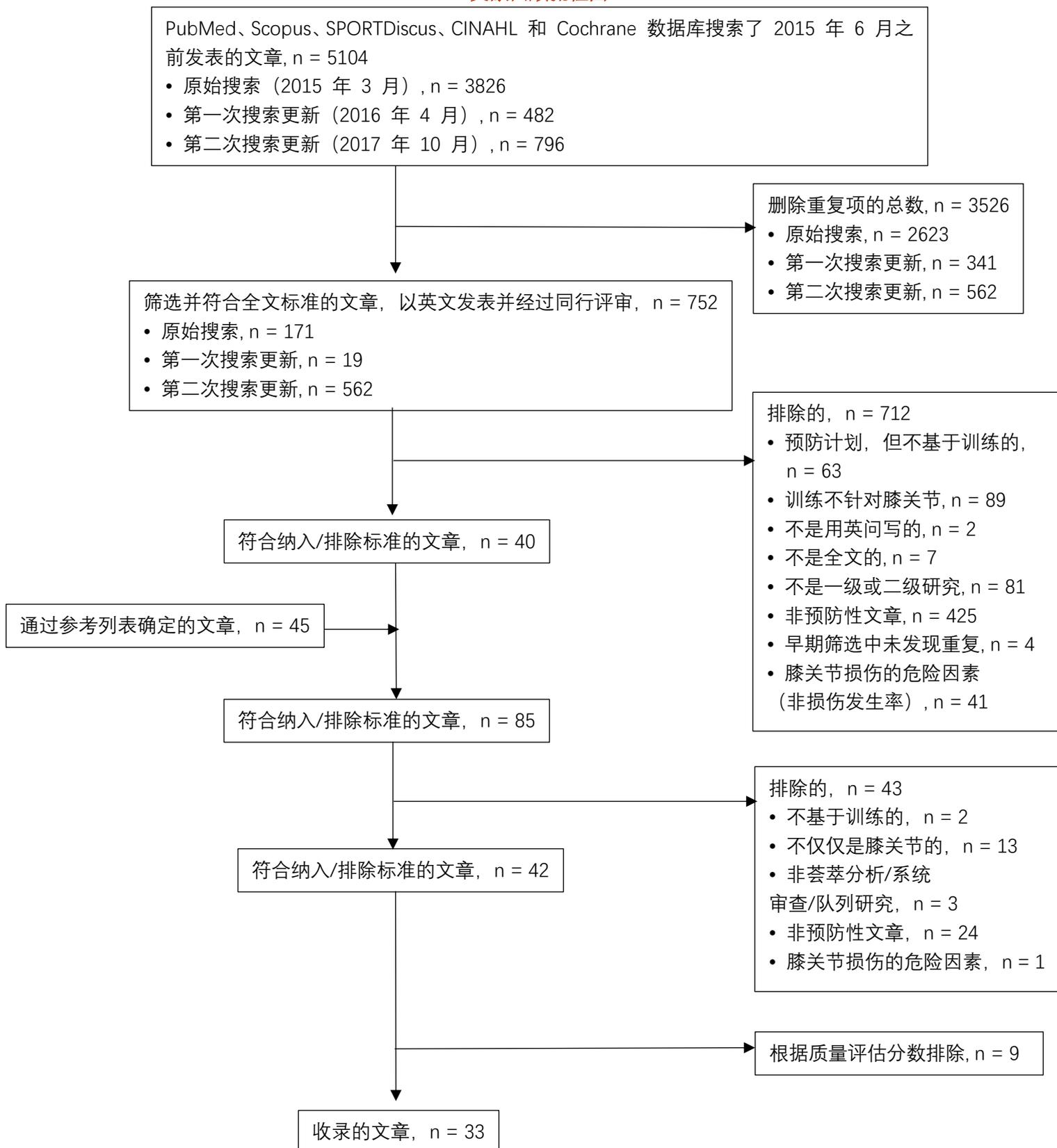
## 搜索更新 (2017)

数据库	进行日期	结果, n
PubMed	10/19/2017	129
Scopus	10/19/2017	508
SPORTDiscus	10/19/2017	94
CINAHL	10/19/2017	21
Cochrane Library	10/19/2017	44
Cochrane reviews		1
其他综述		0
试验		43
技术分析		0
经济评估		0
总计		796
已删除重复项的总计		562



## 附录 C

### 文献回顾流程图



## 基于训练的膝关节损伤预防方案对男性和女性参与者的疗效

性别/综述/纳入文献	测试指标	结果
男性		
Alentorn-Geli 等人 <sup>2</sup> , Bencke 等人, <sup>3</sup> Caraffa 等人, <sup>5</sup> Cochrane 等人, <sup>7</sup> Dempsey 等人, <sup>8</sup> Donnelly 等人, <sup>10</sup> Grooms 等人, <sup>25</sup> Jamison 等人 <sup>33</sup>	减少 ACL 损伤	7 项研究中有 2 项检查了干预措施对 ACL 损伤率的影响: 1 项研究发现 ACL 损伤率显著降低, <sup>5</sup> 另 1 项 2 组均无 ACL 损伤(但下肢受伤风险降低了 72%) <sup>25</sup> 研究质量随着时间的推移而提高
女性		
Grimm 等人 <sup>23</sup> Brushøj e 等人, <sup>4</sup> Ekstrand 等人, <sup>13</sup> Emery and Meeuwisse, <sup>14</sup> Engebretsen 等人, <sup>15</sup> Gilchrist 等人, <sup>19</sup> Olsen 等人, <sup>49</sup> Söderman 等人, <sup>60</sup> Soligard 等人, <sup>61</sup> Steffen 等人, <sup>63</sup> Wedderkopp 等人 <sup>78</sup>	膝关节和 ACL 损伤发生率	10 项研究中有 2 项显示膝关节损伤减少 <sup>13,49</sup> 4 项研究报告了在干预组膝关节损伤无显著增加 <sup>14,15,19,61</sup> 3 项关于 ACL 损伤发生率的研究中, 有 2 项发现损伤次数减少, 但没有发现显著减少 <sup>19,49,60</sup> 1 项研究显示干预组 ACL 损伤的增加并不显著 没有发表偏倚的证据
Myer 等人 <sup>45</sup> Gilchrist 等人, <sup>19</sup> Heidt 等人, <sup>27</sup> Hewett 等人, <sup>29</sup> Kiani 等人, <sup>35</sup> LaBella 等人, <sup>36</sup> Mandelbaum 等人, <sup>42</sup> Myklebust 等人, <sup>46</sup> Olsen 等人, <sup>49</sup> Pasanen 等人, <sup>51</sup> Petersen 等人, <sup>52</sup> Pfeiffer 等人, <sup>54</sup> Söderman 等人, <sup>60</sup> Steffen 等人, <sup>63</sup> Waldén 等人 <sup>77</sup>	基于年龄的 ACL 损伤发生率	总体而言, 与对照组相比, 女性运动员在干预组的膝关节损伤明显减少(比值比=0.54; 95% CI: 0.35, 0.83) 年龄二分层: 18 岁以下(比值比=0.28; 95% CI: 0.18, 0.42; $P<0.01$ )及 18 岁以上(比值比=0.84; 95% CI: 0.56, 1.26; $P=0.39$ ) 年龄三分层: 14-18 岁比值比为 0.28 (95% CI: 0.18, 0.42; $P<0.01$ ), 18-20 岁比值比为 0.48 (95% CI: 0.21, 1.07; $P=0.07$ ), 年龄 > 20 岁比值比为 1.01 (95% CI: 0.62, 1.64; $P=0.97$ ) 没有发表偏倚的证据
Stevenson 等人 <sup>64</sup> Gilchrist 等人, <sup>19</sup> Heidt 等人, <sup>27</sup> Hewett 等人, <sup>29</sup> Kiani 等人, <sup>35</sup> Mandelbaum 等人, <sup>42</sup> Myklebust 等人, <sup>46</sup> Petersen 等人, <sup>52</sup> Pfeiffer 等人, <sup>54</sup> Söderman 等人, <sup>60</sup>	ACL 损伤发生率	10 项研究中有 2 项在 ACL 损伤有统计学的显著减少 <sup>29,42</sup> 1 项研究表明, 在训练期间、赛季后期以及有非接触性 ACL 损伤史的人 ACL 损伤发生率显著下降 <sup>19</sup> 另 1 项研究显示, 精英运动员的 ACL 损伤发生

性别/综述/纳入文献	测试指标	结果
		<p>有 2 项研究表明, 在接受治疗方案的患者中, ACL 损伤发生率显著降低<sup>46,63</sup></p> <p>在 1 项研究中, 对照组都是非接触性 ACL 损伤, 干预组无非接触性 ACL 损伤<sup>52</sup></p> <p>1 项研究表明, 严重的膝关节损伤显著增加 (80% 的损伤发生在干预组)<sup>60</sup></p> <p>1 项研究显示, 干预组的非接触性 ACL 损伤增加; 但没有达到统计学意义。<sup>54</sup> 当进行控制运动时, 这项研究中受过训练的女篮运动员的受伤率是对照组的 4 倍</p> <p>10 项研究中有 8 项包括增强式训练<sup>19,27,29,42,46,52,54,63</sup></p> <p>所有 4 项研究报告了 ACL 损伤在统计学上有显著降低, 包括增强式训练、力量训练和柔韧性训练<sup>19,29,42,46</sup></p> <p>只有 1 项包括增强式训练的研究未能显示 ACL 损伤的减少<sup>54</sup></p> <p>1 项仅包含平衡训练的研究显示 ACL 损伤的发生率有所增加<sup>60</sup></p>
Sugimoto 等人 <sup>67</sup>		
Gilchrist 等人, <sup>19</sup> Heidt 等人, <sup>27</sup> Hewett 等人, <sup>29</sup>	ACL 损伤发生率	14 项研究中有 11 项表明干预组的 ACL 损伤较少 <sup>19,27,29,35,36,42,46,49,52,63,77</sup>
Kiani 等人, <sup>35</sup> LaBella 等人, <sup>36</sup> Mandelbaum 等人, <sup>42</sup> Myklebust 等人, <sup>46</sup>		基于训练的膝关节损伤预防项目, 包括多种运动的 ACL 损伤降低幅度较大(比值比= 0.32;95% CI:0.22,0.46; $P < .01$ ), 相比较那些只有 1 个运动成分的项目(比值比=1.15;95% CI:0.70,1.89; $P = .59$ )
Olsen 等人, <sup>49</sup> Pasanen 等人, <sup>51</sup> Petersen 等人, <sup>52</sup>		平衡练习: 在降低 ACL 损伤的发生率无显著差异 (比值比= 0.59;95% CI:0.42,0.83; $P < .01$ ), 与没有进行平衡训练的人相比(比值比= 0.34;95% CI:0.20,0.56; $P < .01$ )
Pfeiffer 等人, <sup>54</sup> Söderman 等人, <sup>60</sup> Steffen 等人, <sup>63</sup>		增强式训练: 神经肌肉训练项目与增强式训练 ACL 损伤风险无显著差异(比值比= 0.39;95% CI:0.26,0.57; $P < .01$ ), 与未进行增强训练的人相比(比值比= 0.59;95% CI:0.39,0.89; $P = .01$ )
Waldén 等人 <sup>77</sup>		力量练习: 力量练习与神经肌肉训练方案显著减少 ACL 损伤次数 (比值比= 0.32; 95%CI: 0.23,0.46; $P < .01$ ), 但在没有力量练习的项目中不适用(比值比= 1.02;95%CI:0.63,1.64; $P = .95$ )
		近端控制训练: 包括近端控制的神经肌肉训练可

性别/综述/纳入文献	测试指标	结果
		减少 ACL 损伤(比值比= 0.33;95% CI: 0.23, 0.47; $P < .01$ )。不包括近端控制练习的项目不能减少 ACL 损伤(比值比= 0.95;95% CI:0.60, 1.50; $P = .82$ )
Sugimoto 等人 <sup>68</sup> Gilchrist 等人, <sup>19</sup> Heidt 等人, <sup>27</sup> Hewett 等人, <sup>29</sup> Kiani 等人, <sup>35</sup> LaBella 等人, <sup>36</sup> Mandelbaum 等人, <sup>42</sup> Myklebust 等人, <sup>46</sup> Olsen 等人, <sup>49</sup> Pasanen 等人, <sup>51</sup> Petersen 等人, <sup>52</sup> Pfeiffer 等人, <sup>54</sup> Söderman 等人, <sup>60</sup> Steffen 等人, <sup>63</sup> Waldén 等人 <sup>77</sup>	ACL 损伤发生率	基于训练的 ACL 损伤预防方案的关键组成部分: 基于先前研究的比值比、年龄 (14-18 岁)、剂量 (每次训练>20 分钟)、频率 (每周多次) 和锻炼 (多个锻炼组成) 被认为是预防方案的必要组成 使用 meta 回归, 作者发现如果这 4 种必要成分中有 1 种被纳入预防方案, ACL 损伤的几率会降低 17% (比值比= 0.83; $\beta_1 = -0.29$ ; 95% CI:-0.33,-0.03; $P = .03$ )。当使用固定效应或随机效应模型时, 这一发现是相似的 年龄: 在青少年中期 (14-18 岁), ACL 损伤的减少有统计学意义 (比值比= 0.29; 95% CI: 0.19, 0.44; $P = .01$ ), 与青少年早期 (<14 岁) (比值比= 0.29; 95% CI: 0.01, 7.09; $P = 0.45$ ), 青少年晚期 (18-20 岁) (比值比= 0.48; 95% CI:0.21,1.07; $P = .07$ ), 或成年早期相比(>20 岁) (比值比 = 1.01; 95% CI: 0.62,1.64; $P = .97$ )
Taylor 等人 <sup>72</sup> Gilchrist 等人, <sup>19</sup> Heidt 等人, <sup>27</sup> Hewett 等人, <sup>29</sup> Kiani 等人, <sup>35</sup> LaBella 等人, <sup>37</sup> Mandelbaum 等人, <sup>42</sup> Myklebust 等人, <sup>46</sup> Olsen 等人, <sup>49</sup> Petersen 等人, <sup>52</sup> Pfeiffer 等人, <sup>54</sup> Söderman 等人 <sup>60</sup>	主要: ACL 损伤发病率 (所有以及非接触型) 次要: 完成方案所需要的时间、季节、年龄、反馈、每次训练的时间、训练的总次数、运动员暴露、球员赛	主要: 当在球员赛季时, ACL 损伤在统计学上显著减少 (比值比=0.61; 95%CI:0.44,0.85) 和非接触性 ACL 损伤 (比值比=0.35; 95%CI:0.23,0.54); 当运动员暴露 AEs 时, ACL 损伤减少具有统计学意义 (比值比 =0.64; 95%CI:0.42,0.99), 非接触性 ACL 损伤 (比值比=0.38; 95% CI: 0.22,0.64) 次要: 总训练时间或训练持续时间对 ACL 损伤率无影响; ACL 损伤风险随着平衡练习持续时间的增加而增加; 对规定的静态拉伸的强调和持续时间越长, 受伤的风险就越低, 在有反馈的项目和没有反馈的项目之间, 损伤发生率没有显著差异

季, 持续  
时间和训  
练的多样  
性

性别/综述/纳入文献	测试指标	结果
Yoo 等人 <sup>80</sup> Heidt 等人, <sup>27</sup> Hewett 等 人, <sup>29</sup> Mandelbaum 等人, <sup>42</sup> Myklebust 等人, <sup>46</sup> Petersen 等人, <sup>52</sup> Pfeiffer 等人, <sup>54</sup> Söderman 等人 <sup>60</sup>	ACL 损伤 发生率	综合所有研究, 作者发现比值为 0.40 (95% CI:0.27,0.60), 表明基于训练的膝关节损伤 预防方案在降低 ACL 损伤率方面是有效 的。 亚组分析: 18 岁以下运动员的预防方案有效 (比值比=0.27; 95% CI:0.14,0.49), 但对 18 岁以上的运动员无效 (比值比=0.78; 95% CI:0.23,2.64)。足球运动员的预防方案 (比值比=0.32; 95% CI:0.19,0.56) 的比值 比低于手球运动员 (比值比=0.54; 95%CI:0.30,0.97)。从季前赛开始并持续整 个赛季的训练是有效的 (比值比=0.54; 95% CI:0.30,0.97), 其比值比高于仅在赛季 时 (比值比=0.32; 95%CI:0.17,0.59), 但在 赛季前 (比值比=0.35; 95% CI:0.10,1.21) 无效。增强式训练 (比值比=0.37; 95%CI:0.23,0.55) 和力量练习 (比值比 =0.21; 95% CI:0.11,0.43) 有效, 而方案中 没有这些组成部分的无效 (比值比=0.69; 95% CI:0.41,1.15)。方案中没有平衡训练 (比值比=0.27;95%CI:0.14,0.49) 是有效 的, 有平衡训练的方案是无效的 (比值比 =0.63; 95% CI:0.37,1.09) 未发现显著的异质性或发表偏倚

缩写: ACL: 前交叉韧带; AE: 运动员暴露; CI: 置信区间。

## 附录 J

## 基于训练的膝关节损伤预防方案的效果\*

运动/研究	研究类型	受试者	时长	效果	损伤
足球					
Caraffa 等人 <sup>5</sup>	队列	来自意大利的翁布里和马尔凯的 600 名半职业和业余足球运动员 未提供年龄和性别	季前赛 30 天（每天 20 分钟）	干预组与对照组损伤发生率差异显著 ( $P < .01$ ) 干预组，每赛季 0.15 次 ACL 损伤；对照组，每赛季 1.15 次 ACL 损伤	无
Gilchrist 等人 <sup>19</sup>	集群随机对照试验	对照组， $n=852$ 干预组， $n=583$ NCAA 一级联赛女子足球运动员，平均年龄 19.9 岁	12 周大学足球赛季（每周 3 次，每次 15-20 分钟）	总体而言，所有膝关节损伤 ( $P = .86$ ) 或 ACL 损伤 ( $P = .20$ ) 的受伤率均无显著差异 干预组在练习中的 ACL 损伤率较低 ( $P = .01$ )，赛季末 ACL 损伤率较低 ( $P = .03$ )，在报告既往 ACL 损伤史的患者中非接触性 ACL 损伤率较低 ( $P = .05$ ) 在比赛期间 ( $P = .62$ )，赛季初 ( $P = .93$ ) 或没有 ACL 损伤史 ( $P = .43$ ) 的组间受伤率没有差异	一名球员在侧跳过程中被绊倒，导致胫骨和腓骨骨折，此后锥体的高度被调矮
Grimm 等人 <sup>22</sup>	Meta 分析 +	仅在足球运动员的一级随机对照试验中测试的膝关节和 ACL 损伤预防计划	不适用	合并膝关节损伤相对风险 = 0.74; 95% CI: 0.55, 0.98; $P = .04$ ; ACL 损伤的合并相对风险 = 0.66; 95% CI: 0.33, 1.32; $P = .24$	无
Hewett 等人 <sup>29</sup>	队列	女性干预组， $n=97$ 女性对照	季前赛 6 周（一周三次，每	仅限足球运动员严重膝关节受伤：训练有素的女性，0；未经训练的女性，0.56/1000	无

运动/研究	研究类型	受试者	时长	效果	损伤
		组, n=193 男性对照 组, n=209 高中生年 纪的足球 运动员	次 60-90 分钟)	AEs; 未经训练的男性, 0.12/1000 AEs	
35 Kiani 等人	队列	干预组, n=777 对照组, n=729 13-19 岁的 女性足球 运动员	4 个月 (在季前 赛期间每 周 2 次, 每次 20-25 分钟; 在 常规赛期 间, 一周 一次)	膝关节损伤: 干预组发病率 0.04/1000h; 对照组为 0.20/1000h; 未调整比率 =0.23 (95% CI: 0.04, 0.83); 根据依从性调整后 比率=0.17 (95% CI: 0.04, 0.64) 非接触性膝关节损伤: 干预 组 0.01/1000h, 对照组为 0.15/1000h, 未调整比率 =0.10 (95% CI: 0.00, 0.70); 根据依从性调整后 比率=0.06 (95% CI: 0.01, 0.46) 干预组没有发生 ACL 损伤的 案例	无
Mandelbaum 等人 <sup>42</sup>	队列	第一年: 干预组 n=1041; 对照组 n=1905 第二年: 干预组 n=844; 对照组 n=1931 14-18 岁的 女性足球 运动员	整个足球 赛季 (20 分钟, 作 者并没有 报告建议 的每周次 数)	在 2 年研究中, 干预组整体 ACL 损伤的发生率为 0.09/1000AEs, 对照组为 0.49/1000AEs 相对风险=0.18, $P<.01$ 按年份细分时: 第一年, ACL 损伤减少 89% (相对风 险= 0.11, $P<.01$ ); 第二年, 风险降低 74% (相对风险= 0.26, $P<.01$ )	无
54 Pfeiffer 等人	队列	干预组, n=189 对照组, n=244	持续整个 高中足球 赛季(20 分 钟;作者并	干预组无非接触性 ACL 损伤 对照组非接触性 ACL 损伤发 生率为 0.107/1000 AEs	无

运动/研究	研究类型	受试者	时长	效果	损伤
		高中生年纪的女性足球运动员	没有报告建议的每周次数)		
Waldén 等人 <sup>77</sup>	分层随机对照试验	干预组, n=2479 对照组, n=2085 13-17岁女子足球运动员	整个足球赛季(15分钟,每周两次)	干预组 ACL 损伤降低 64% (比值比=0.36; 95%CI: 0.15, 0.85; P=.02) 当调整依从性时, ACL 损伤下降 83% (比值比=0.17; 95%CI: 0.05, 0.57; P<.01), 严重膝关节损伤降低 82% (比值比= 0.18; 95%CI: 0.07, 0.45; P<.01), 所有急性膝关节损伤降低 47% (比值比= 0.53; 95%CI: 0.30, 0.94; P=.03)	无
手球 Achenbach 等人 <sup>1</sup>	区组随机化临床试验	干预组, n=168 对照组, n=111 15-17岁的团队手球运动员, 包含男性和女性	持续整个手球比赛赛季(每周 2-3次, 每次 15分钟)	关注的结果为严重的膝关节损伤(关节内骨折, 髓关节半脱位, 侧韧带或者十字韧带断裂, 半月板撕裂, 软骨损伤, 直接导致在运动中缺席 28 天以上), 发生率为 0.04/1000h 对照组损伤发生率为 0.33/1000h, 干预组为 0.04/1000h 干预显著降低严重膝关节损伤的发生(比值比=0.11; 95% CI: 0.01, 0.90; P=.02)	无
Myklebust 等人 <sup>46</sup>	队列	对照赛季, n=942 第一次干预赛季, n=855 第二次干预赛季, n=850 来自挪威	持续整个团队手球赛季, 包括季前赛(在季前赛, 每周 3次, 每次 15min;	对照赛季 ACL 损伤发生率为 0.14/1000 比赛小时; 第一次干预赛季 ACL 损伤发生率为 0.13/1000 比赛小时; 第二次干预赛季 ACL 损伤发生率为 0.06/1000 比赛小时 损伤率没有显著差异(比值比=0.52; 95%CI:	无

运动/研究	研究类型	受试者	时长	效果	损伤
		女子手球联赛队员; 未提供平均年龄	在常规赛期间每周一次)	0.15,1.82; $P = .31$ ) 当调整依从性时, 精英组的受伤几率显著降低 (比值比= 0.06;95%CI:0.01,0.54; $P = .01$ )	
Olsen 等人 <sup>49</sup>	集群随机对照试验	干预组, n=958 对照组, n=879 16-17 岁的女子团队手球运动员	持续整个 8 个月的团队手球比赛 (赛季开始时每次 15-20 分钟, 连续 15 次训练, 赛季剩余时间每周训练一次)	所有损伤都有显著降低 (相对危险度=0.49; 95%CI: 0.39, 0.63; $P < .01$ ), 下肢损伤 (相对危险度=0.51; 95%CI: 0.36, 0.73; $P < .01$ ), 以及急性膝关节损伤 (相对危险度=0.45; 95%CI: 0.35, 0.81; $P < .01$ ) 为预防 1 例受伤需要治疗的运动员人数为 11 人;为预防 1 例急性膝关节损伤需要治疗的运动员人数为 43 人 膝关节韧带损伤显著下降 (相对危险度=0.20; 95%CI: 0.06, 0.70; $P = .01$ ); 半月板损伤下降不明显 (相对危险度=0.27; 95%CI: 0.06, 1.28; $P = .01$ )	无
篮球					
Hewett 等人 <sup>29</sup>	队列	女性干预组, n=84 女性对照组, n=189 男性对照组, n=225 高中生年纪的篮球运动员	季前赛的 6 周时间 (每周 3 次, 每次 60-90 分钟)	严重膝关节损伤在篮球运动员中的发生率: 训练有素的女性 0.42/1000AEs; 未经训练的女性 0.48/1000AEs; 未经训练的男性 0.08/1000AEs 训练和未经训练女性的严重膝关节损伤人数之间无显著差异 ( $P = .89$ ) 训练有素的女性非接触性膝关节损伤呈减少趋势 ( $P = .05$ )	无
Pfeiffer 等人 <sup>54</sup>	队列	干预组, n=191	持续整个高中篮球	篮球对照组, 0.111/1000 AEs; 篮球干预组,	无



运动/研究	研究类型	受试者	时长	效果	损伤
		对照组, n=319 高中生年纪的女性 篮球运动员	赛季(20分钟;作者并没有报告建议的每周次数)	0.476/1000 AEs	
排球					
Hewett 等人 <sup>29</sup>	队列	女性干预组, n=185 女性对照组, n=81 高中生年纪的排球运动员	季前赛的6周时间(每周3次, 每次60-90分钟)	本研究中, 未发生严重膝关节损伤的排球运动员, 因此无法进行比对	无
Pfeiffer 等人 <sup>54</sup>	队列	干预组, n=197 对照组, n=299 高中生年纪的女性排球运动员	持续整个高中排球赛季(20分钟;作者并没有报告建议的每周次数)	本研究中, 未发生非接触性ACL损伤的排球运动员, 因此无法进行比对	无

缩写: ACL, anterior cruciate ligament, 前交叉韧带; AE, athlete-exposure, 运动员暴露; CI, confidence interval, 置信区间; NCAA, National Collegiate Athletic Association, 全国大学生体育协会; RCT, randomized controlled trial, 随机对照实验

\*按运动项目组织, 该表只列出与特定运动项目相关的结果。每个项目的全部结果在表3中。

+包含的研究: Ekstrand 等人<sup>13</sup>, Emery and Meeuwisse<sup>14</sup>, Engebretsen 等人<sup>15</sup>, Gilchrist 等人<sup>19</sup>, Söderman 等人<sup>60</sup>, Soligard 等人<sup>61</sup>, Steffen 等人<sup>63</sup>, van Beijsterveldt 等人<sup>47</sup>, Waldén 等人<sup>77</sup>