



Disponible en ligne sur
ScienceDirect
www.sciencedirect.com

Elsevier Masson France
EM|consulte
www.em-consulte.com



Épidémiologie et prévention de la rupture du ligament croisé antérieur du genou

Anterior cruciate ligament of the knee: Epidemiology and prevention

Bertrand Tamalet^a, Pierre Rochcongar^{b,*}

^a Centre médical, Centre national du football, FIFA medical centre of excellence, domaine de Montjoye, 78120 Clairefontaine-en-Yvelines, France
^b Fédération française de football, 87, boulevard de Grenelle, 75738 Paris cedex 15, France



INFO ARTICLE

Historique de l'article :
 Accepté le 25 janvier 2016
 Disponible sur Internet le 5 mars 2016

Mots clés :
 Rupture LCA
 Prévention

Keywords:
 ACL rupture
 Prevention

RÉSUMÉ

La rupture du LCA représente une des lésions les plus fréquentes et les plus graves du genou, en particulier dans le cadre de la pratique sportive. Le traitement chirurgical par plastie ligamentaire représente l'option la plus fréquente, permettant de stabiliser le genou, de prévenir l'instabilité, mais ne permettant pas d'empêcher l'évolution vers l'arthrose. C'est pourquoi les programmes de prévention ont été proposés et évalués pour plusieurs sports, et en particulier le football. Une bonne compliance et une information complète des entraîneurs sont indispensables à la réussite de ces programmes.

© 2016 Publié par Elsevier Masson SAS pour la Société française de rhumatologie.

ABSTRACT

ACL rupture represents one of the most common and serious injuries of the knee, particularly in sport practice (football, hand-ball, rugby, judo, ski). The incidence has dramatically increased during the last decades. Surgical treatment is the most frequent option, which stabilizes the knee, prevents instability, but unfortunately, does not prevent the arthrosis. In consequence, prevention programs have been proposed and evaluated in some sports, particularly in football. A good compliance and an information to the trainers are necessary to obtain the best results.

© 2016 Published by Elsevier Masson SAS on behalf of the Société française de rhumatologie.

La rupture du LCA est une blessure fréquente ; elle a des conséquences délétères à plusieurs niveaux, particulièrement dans le cadre de la pratique sportive, qui a été la plus étudiée.

Avant tout pour le genou lui-même car le traitement de cette rupture par ligamentoplastie, malgré les progrès indéniables, comporte encore aujourd'hui une morbidité non négligeable. Elle stabilise efficacement le genou malgré un risque de récurrence notamment chez les très jeunes, mais ne prévient pas le risque d'arthrose fémorotibiale à long terme [1]. Elle a également des impacts socioéconomiques en coûts primaires (soins, arrêt de travail) et secondaire (soins et invalidité à long terme de la gonarthrose).

Pour le sportif blessé et son équipe, elle représente une longue période « hors du terrain », aux conséquences physiologiques et psychologiques non négligeables.

Comme les autres lésions notamment des membres inférieurs, la rupture du LCA n'est pas une fatalité et la mise en place de programmes de prévention des blessures dans leur globalité a montré un impact positif sur l'incidence de ces lésions.

1. Épidémiologie de la rupture du LCA

Même si la littérature est riche, il existe encore à ce jour des disparités en fonction des disciplines concernées.

Dans le football, une étude belge récente la rupture du LCA touche 0,084 pour 100 joueurs sur une saison, soit 6% des traumatismes du genou [2]. Dans l'étude de Joseph et al. [3] sur une population de sportifs universitaires, la plus forte incidence de rupture du LCA pour 100 000 expositions revient au football féminin (12,2 cas pour 100 000 expositions) suivi du football américain masculin (11,1), puis du basketball féminin (10,3). Dans d'autres proportions, on relève le football masculin (4,8), le basket masculin (2,3) et le plus faible risque dans le baseball (0,7).

* Auteur correspondant.
 Adresse e-mail : rochcongarpierre@orange.fr (P. Rochcongar).

Le judo, par exemple, a été relativement peu étudié. Dans une revue récente, la rupture du LCA dans ce sport représente près de 6% des lésions répertoriées [4]. Il faut toutefois noter, dans le cadre d'une pratique de haut niveau, le risque élevé avant 20 ans et particulièrement chez les filles [5].

Les études concernant le hand-ball mettent en évidence une incidence de 9,7 ruptures pour 1000 heures de jeu, avec un risque deux fois plus élevé chez les filles [6]. D'autres activités sportives sont concernées comme la pratique des sports d'hiver, avec un impact financier non négligeable, puisque les traumatismes du genou sont estimés à un tiers de l'ensemble des traumatismes [7].

2. Mécanismes de la rupture du LCA

Ils sont maintenant clairement identifiés : la plupart des lésions du LCA, notamment en sports collectifs, se font sans contact [8], lors de changements de direction rapides, associés à une décélération, genou fléchi avec une composante de valgus rotation externe dynamique (*Annexe A, vidéo S1 ; voir le matériel complémentaire accompagnant la version en ligne de cet article*). Les contraintes étant majorées du fait du pied fixé au sol notamment par les crampons. À l'inverse, un mécanisme combinant varus et rotation interne peut entraîner une rupture du LCA (*Annexe A, vidéo S2*). D'autres circonstances moins fréquentes ont été décrites : la réception de saut, genou proche de l'extension et encore plus rarement le shoot dans le vide [9]. Si l'on s'intéresse aux circonstances de jeu, chez les footballeurs en particulier, on retrouve en premier les actions de « pressing », suivies par les phases de jeu s'accompagnant d'une frappe de balle et, enfin, les actions nécessitant un jeu de tête [10].

2.1. Facteurs prédisposants

Ils sont de deux ordres.

2.1.1. Facteurs non modifiables

Ils permettent le dépistage de sujets ou population à risque visés en priorité par la prévention. Ils sont intrinsèques au sportif [8] :

Le sexe féminin, quelles que soient les disciplines, est plus à risque de rupture du LCA. Une étude récente a permis de montrer que le risque augmentait avec le niveau de compétition, particulièrement en sports collectifs [11]. Ceci n'est toutefois pas retrouvé pour le ski alpin où le risque est plus important chez les débutants que chez les athlètes de haut niveau (avec des mécanismes lésionnels différents) [12].

Certains auteurs, au cours des dernières années, ont suggéré qu'il pouvait exister une prédisposition génétique. Des publications récentes ne semblent pas toutefois confirmer cette hypothèse, en ne retrouvant pas de différence significative du génotype, suggérant donc de poursuivre des travaux sur un nombre plus conséquent de sujets [13].

Les facteurs anatomiques comme une laxité constitutionnelle marquée, un morphotype en recurvatum, augmentent les risques de rupture.

Au niveau du genou, on retient l'étroitesse de l'échancrure intercondyloire, la pente postérieure du plateau tibial latéral exagérée.

À la hanche, c'est une antetorsion fémorale augmentée qui entraîne une inefficacité relative du gluteus médius par diminution du moment interne de celui-ci. Ces deux facteurs augmentent le risque d'instabilité en valgus par incapacité à maintenir une abduction de hanche suffisante notamment dans les mouvements dynamiques de réceptions et changements de direction.

Au niveau du pied, la pronation du médiopied (chute excessive de l'os naviculaire) et ou un excès de valgus de l'arrière pied favorisent la rotation externe/valgus du tibia sous le fémur. Ces facteurs

de risques ont surtout été mis en évidence chez les femmes, des recherches plus approfondies sont nécessaires chez les hommes.

2.1.2. Facteurs modifiables

2.1.2.1. *Facteurs extrinsèques*. Les facteurs extrinsèques sont le terrain sec, l'utilisation de crampons inadaptés au type de terrain [14,15]. Concernant les terrains synthétiques, les résultats diffèrent selon le sport. S'il n'existe pas, à ce jour, de différences entre les terrains en herbe et les terrains de nouvelles générations chez les footballeurs, ce n'est pas le cas pour le football américain, où le risque augmente sur terrain synthétique [16].

2.1.2.2. *Facteurs intrinsèques* [8]. Les facteurs intrinsèques sont :

- la diminution relative de force ou de recrutement des muscles ischiojambiers ;
- la fatigue musculaire, altérant le contrôle neuromusculaire.

Lors de la réception de saut, une flexion de la hanche et du genou insuffisante et inversement une forte flexion dorsale de cheville. L'augmentation des moments d'adduction et rotation interne de hanche et sa conséquence en valgus et rotation externe tibiale avec ou sans pronation du pied. Ces deux forces combinées majorant les contraintes en valgus rotation externe dans le genou.

3. Historique des programmes de prévention

Nous prendrons l'exemple du football, qui a fait l'objet de la plupart des travaux. En 1983, apparaît la première publication [17] montrant l'efficacité d'un programme de prévention des blessures supervisé médicalement comprenant le dépistage des sujets à risque, l'information sur l'importance d'un jeu discipliné, l'attention portée au risque de blessure lors de stage de préparation, le contrôle de la qualité de l'entraînement et la rééducation systématique des blessures. Carafa et al., en 1996 [18], montrent pour la première fois l'efficacité d'un programme de prévention sur le nombre de ruptures du LCA dans une population de 600 joueurs semi-professionnels et amateurs. Néanmoins, ce programme nécessitait du matériel spécifique et ne paraissait pas, de ce fait, exportable à de larges cohortes. Puis, vient en 2000 une petite série de Heidt et al. [19] montrant une diminution de l'incidence des blessures dans leur globalité mais non spécifiquement sur le LCA. La même année débute la première étude pilote lancée par le Fifa Medical assessment research center (F-Marc) sur une population de footballeurs amateurs [20]. En effet, les programmes de prévention s'étaient souvent concentrés sur des joueurs professionnels du fait de l'investissement des dirigeants mais, considérant l'immense majorité de joueurs amateurs, probablement moins informés des stratégies de prévention, le F-Marc a déterminé qu'il était beaucoup plus urgent de cibler cette population.

L'intervention est basée sur l'amélioration et la structuration de l'entraînement en éduquant et supervisant les joueurs et les entraîneurs [21]. Le programme inclut une amélioration de l'échauffement, des temps de récupération réguliers, le taping des chevilles instables, une rééducation adaptée des blessures, la promotion de l'esprit de fair-play et une série de 10 exercices destinés à accroître la coordination, la stabilité du genou et de la cheville, la souplesse et la force du tronc, des hanches et des jambes.

C'est à partir de cette première expérience, et avec la collaboration d'experts internationaux, que le F-Marc a élaboré un programme de prévention basique des blessures (en général et pas seulement concernant le LCA) pour le football amateur nommé « the 11 ». Ce programme durant 10 à 15 minutes ne nécessite aucun équipement autre que celui requis pour un entraînement habituel.

4. Principes de prévention des ruptures du LCA

Nous avons vu plus haut qu'un certain nombre de facteurs de risque est modifiable, les programmes vont donc se focaliser sur leur correction :

- augmenter la force des ischiojambiers ;
- améliorer le contrôle neuromusculaire (autrefois appelé par dérivation « proprioceptif ») par un échauffement adapté permettant l'augmentation de l'activation neuromusculaire. Éviter la fatigue source d'altération des capacités de contrôle ;
- corriger le positionnement du membre inférieur lors de la réception de saut, en accentuant la flexion de hanche et de genou, ce qui diminue les forces de réaction au sol s'appliquant au genou lors de la réception [22]. Prévenir l'attitude en valgus – rotation externe tibiale et varus et rotation interne fémorale à la réception. L'attention sera donc particulièrement portée sur la qualité du mouvement.

4.1. Contenu des programmes

Les programmes à composantes multiples sont plus efficaces que ceux à composante unique [23] et chaque composante d'un programme ne peut être évaluée de manière séparée. Les programmes comportent tous de façon plus ou moins marquée les points suivants :

- la pliometrie (enchaînement de réception-impulsion) :
 - elle permet une amélioration de la force dynamique ;
- une programmation neuromusculaire travaillant particulièrement :
 - la qualité de stabilité dynamique lors de la réception,
 - la prise de conscience corporelle, l'anticipation du mouvement,
 - le contrôle moteur du tronc (« core-training ») indispensable au placement correct du membre ;
- un travail musculaire spécifique :
 - renforcement des ischiojambiers,
 - stretching.

En fonction des études, ces programmes ont été appliqués à des périodes variables de la saison footballistique et pendant des durées et fréquences très diverses. Aujourd'hui, il n'existe pas de données d'évidence sur un calendrier idéal. Pour beaucoup, il s'agit de programmes de présaison, certains durant 6 semaines, d'autres se prolongeant plus ou moins au cours de la saison sur 12 semaines pour PEP [23,24], 8 mois pour « the 11+ » [25,26] ou 9 mois pour HarmoKnee [27].

La fréquence théorique souhaitée selon les auteurs varie entre 2 à 5 sessions par semaine, mais nous verrons plus loin les difficultés de compliance rencontrées.

4.2. Programme PEP : « Prevent injury and enhance performance »

Elaboré et développé par le Santa Monica Sports Medicine Research Foundation dans le cadre d'une étude américaine [23] sur des footballeuses avec comme but premier la prévention des lésions du LCA.

Il reprend les mêmes composantes d'exercices avec en plus :

- des bonds latéraux, en ciseaux, verticaux ;
- des étirements des principaux groupes musculaires des membres inférieurs (particularité est l'ajout).

4.3. Programme Fifa « 11+ »

Publié en 2006, ce programme (Annexe A, document S1) était dirigé sur la prévention des deux blessures les plus courantes : l'entorse latérale de cheville et la rupture du LCA. Ce programme reprend des éléments de « the 11 » [16] enrichi de ceux du « PEP ». D'une durée de 20 minutes, il comprend, en plus des exercices de « the 11 », suffisamment d'exercices de courses pour remplacer l'échauffement de façon systématique. Ceci dans l'idée d'améliorer la compliance.

Le programme comprend 15 exercices simples en trois parties :

- exercices de course à vitesse lente combinés à du stretching actif, d'une part, et des contacts contrôlés en binômes, d'autre part ;
- exercices incluant force (ischiojambiers, squats, triceps, gainage), équilibre et sauts déclinés sur trois niveaux de difficulté croissante ;
- exercices de course de vitesse, combinés à des changements de direction marqués et rapides.

(Les vidéos de ces exercices sont disponibles sur <http://f-marc.com/11plus/exercices/>).

De nombreux autres programmes ont été publiés concernant la prévention sur les footballeurs : Frappier Acceleration training Program en 2000 [19], KLIP en 2006 [24] ; HarmoKnee en 2010 [27].

5. Efficacité spécifique sur les lésions du LCA

La première étude par Carafa et al. en 1996 [18] a montré pour la première fois l'efficacité d'un programme de prévention des ruptures du LCA sur une population de 600 joueurs semiprofessionnels et amateurs sur 3 saisons. Il s'agissait d'exercices d'équilibre sur plans stables et instables (programme versus contrôle) réalisés au cours d'une séance de 20 minutes/j en plus de l'entraînement normal, tous les jours en présaison pendant 30 jours minimum, puis 3 fois par semaine au cours de la saison. La différence d'incidence des ruptures du LCA est significative (0,15 vs 1,15) sans différencier les mécanismes avec ou sans contact. Néanmoins, ce programme nécessitant du matériel spécifique ne paraissait pas exportable à de larges cohortes.

L'étude de Mandelbaum et al. [23] appliquant le programme PEP sur 52 équipes, soit 1041 footballeuses de 14–18 ans. Le groupe témoin est constitué des 95 équipes (1905 joueuses) restantes de la même ligue, appariées en âge et en niveau. Le programme était pratiqué trois fois par semaine pendant 12 semaines. L'application du programme et son évaluation ayant eu lieu sur 2 saisons consécutives. La première année, il a été observé une diminution des lésions du LCA de 88 % dans le groupe intervention et 74 % la deuxième année.

La même équipe [28], en 2008, applique le même programme dans une étude sur des joueuses de 19 ans (26 équipes, soit 583 joueuses dans le groupe intervention et 35 équipes, soit 852 joueuses dans le groupe témoin) pratiquant le programme trois fois par semaine pendant 12 semaines. Le groupe intervention a présenté 1,7 fois moins de ruptures du LCA tous mécanismes confondus, soit une diminution de 41 % et 3,3 fois moins si l'on considère les ruptures du LCA sans contact, soit une diminution de 70 % des lésions. Il est également démontré une diminution significative de la fréquence des récurrences de traumatismes ligamentaires chez celles ayant déjà eu une lésion du LCA au préalable. C'est la seule étude étudiant ce point particulier.

La dernière étude publiée par un centre Fifa [29] montre pour la première fois de façon formelle l'efficacité de Fifa 11+ sur une population masculine, de 18–23 ans. L'étude porte sur 27 équipes dans le groupe intervention ($n = 675$ joueurs) et 34 dans le groupe

témoin ($n = 850$ joueurs). L'incidence des ruptures du LCA observée sur une saison est de 3 (IR : 0,085) dans le groupe intervention et 16 dans le groupe témoin (IR : 0,363) pour $p = 0,012$.

Une étude réalisée au centre médical de la Fédération française de Football, a pu confirmer l'efficacité de ce programme, chez de jeunes joueuses de haut niveau [30].

Des résultats sensiblement identiques ont été observés en handball [31].

6. Études sur la compliance

Alentorn-Geli 2009, dans une revue de la littérature, souligne que la compliance est le facteur limitant les résultats de ces programmes [8]. Selon les études, on retrouve des chiffres de compliance globale allant de 10 à 100%. Les fréquences globales de pratique des programmes sont inférieures à 50%. Van Beijsterveldt et al. retrouvent une compliance moyenne des joueurs de 71 %, ce qui, dans cette expérience, correspond à une moyenne de 31 sessions pratiquées [32]. Soligard et al. observent une compliance moyenne de 77 % des sessions [25]. Sugimoto et al. [33] montrent dans une meta-analyse que les études ayant un niveau de compliance élevé [19,27] sont associées à des incidences plus faibles de lésion du LCA que les études à faible niveau de compliance [26,33]. En analysant les articles, si on compare aux joueurs à forte compliance, ceux qui ont une compliance intermédiaire ont un risque relatif (RR) de blessure de 3,1 et ceux qui ont une faible compliance un RR de 4,9. Soligard et al. concluent qu'une plus forte adhésion a un effet supérieur à une adhésion moyenne sur le risque de blessure [34]. Steffen et al., en 2008, ne retrouvent pas de corrélation entre compliance et incidence des traumatismes [26], mais les mêmes auteurs, en 2013, montrent que le risque de blessure du membre inférieur est 68 % plus faible chez les joueurs à forte compliance (celle-ci étant supérieure à 70 %) comparé au groupe à compliance moyenne [35].

7. Comment améliorer la compliance

Compte tenu de l'impact prouvé de l'adhésion à un programme sur son efficacité, la recherche doit impérativement considérer l'importance des facteurs pouvant augmenter cette compliance. Un des points stratégiques semble la qualité de l'information des entraîneurs et des joueurs sur l'importance du rôle de prévention des programmes, permettant la compréhension et l'adhésion [36]. Comprendre que moins de blessés permet d'avoir plus de joueurs disponibles pour une compétition et potentiellement de meilleurs résultats (ce dernier point n'ayant pas été prouvé), est essentiel.

Un programme comprenant plusieurs niveaux de progressions comme Fifa 11+ permet également d'éviter la lassitude d'un échauffement qui serait systématiquement le même. Au-delà de l'aspect préventif, les programmes doivent également démontrer leur capacité à augmenter la performance. Steffen et al. [26] et Daneshjoo et al. [37] montrent que les deux programmes « the 11+ » et Harmoknee augmentent la performance lors des tests de terrain. Dans cette optique, Arnason et al. [38] montrent que les programmes augmentant la performance ont une meilleure compliance en fréquence de séances du programme réalisé (80 % versus 28 %).

Enfin, une autre voie est de motiver les joueurs de haut niveau à appliquer et diffuser ces programmes, ce qui serait à même d'entraîner des retombées sur les niveaux inférieurs. La clé serait évidemment de montrer que l'application de ces programmes améliore les résultats sportifs d'un club sur la saison, ce qui n'est pas (encore) le cas.

8. Études de coûts

Les expériences Suisse [39] et Néo-Zélandaise [25] ont montré l'intérêt d'impliquer les compagnies d'assurance dans le financement et l'application des programmes de prévention, du fait de gains financiers prouvés. Dans ces études sur plusieurs années, il a été montré que chaque dollar investi dans la mise en place d'un tel programme permettait d'économiser à long terme huit dollars sur les frais de santé inhérents aux soins des blessures [36].

9. Conclusion

Les programmes de prévention ont montré la preuve de leur efficacité sur la diminution de l'incidence des lésions du LCA en particulier, en lien avec le football [18,23,24,28–30,33,35]. Ceci a été particulièrement démontré chez les joueuses de 14 à 18 ans et plus récemment dans la population masculine. L'efficacité est d'autant plus marquée que la compliance est bonne. Ces programmes sont multimodaux et ne nécessitent pas de matériel spécifique. Ils sont suffisamment complets et évolutifs pour constituer un échauffement d'utilisation systématique de 20 minutes, idéalement pratiqué trois fois par semaine, tout au long de la saison. L'information et la formation du plus grand nombre d'entraîneurs, cible principale, doivent se faire dans le dialogue. Il reste toutefois à évaluer, en complément, l'impact des programmes et charge d'entraînement, en complément de ces programmes de prévention.

Déclaration de liens d'intérêts

Les auteurs déclarent ne pas avoir de liens d'intérêts.

Annexe A. Matériel complémentaire

Le matériel complémentaire (Vidéos S1, S2 et document pdf S1) accompagnant la version en ligne de cet article est disponible sur <http://www.sciencedirect.com> et <http://dx.doi.org/10.1016/j.monru.2016.01.004>.

Références

- [1] Simon D, Mascarenhas R, Saltzman BM, et al. The relationship between anterior cruciate ligament injury and osteoarthritis of the knee. *Adv Orthop* [Internet] 2015;2015 [cited 2015 May 19].
- [2] Quisquater L, Bollars P, Vanlommel L, et al. The incidence of knee and anterior cruciate ligament injuries over one decade in the Belgian Soccer League. *Acta Orthop Belg* 2013;79:541–6.
- [3] Joseph AM, Collins CL, Henke NM, et al. A multisport epidemiologic comparison of anterior cruciate ligament injuries in high school athletics. *J Athl Train* 2013;48:810–7.
- [4] Pocecco E, Ruedl G, Stankovic N, et al. Injuries in judo: a systematic literature review including suggestions for prevention. *Br J Sports Med* 2013;47:1139–43.
- [5] Busnel F, Rochcongar P, Andre AM, et al. Exploration isocinétique du genou du judoka et risque de rupture du LCA. À propos d'une enquête prospective auprès des athlètes du pôle France de Rennes. *Sci Sports* 2006;21:148–53.
- [6] Myklebust G, Maehlum S, Holm I, et al. A prospective cohort study of anterior cruciate ligament injuries in elite Norwegian team handball. *Scand J Med Sci Sports* 1998;8:149–53.
- [7] Binet M, Laporte J, Constans D, et al. Épidémiologie des lésions au ski. In: Rodineau J, Saillant G, editors. *Les lésions isolées récentes du ligament croisé antérieur*. Paris: Masson; 1998.
- [8] Alentorn-Geli E, Myer GD, Silvers HJ, et al. Prevention of non-contact anterior cruciate ligament injuries in soccer players. Part 2: a review of prevention programs aimed to modify risk factors and to reduce injury rates. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2009;17:859–79.
- [9] Rochcongar P, Laboute E, Jan J, et al. Ruptures of the anterior cruciate ligament in soccer. *Int J Sports Med* 2009;30:372–8.
- [10] Waldén M, Krosshaug T, Børneboe J, et al. Three distinct mechanisms predominate in non-contact anterior cruciate ligament injuries in male professional football players: a systematic video analysis of 39 cases. *Br J Sports Med* 2015;49:1452–60.
- [11] Beynon BD, Vacek PM, Newell MK, et al. The effects of level of competition, sport, and sex on the incidence of first-time non contact anterior cruciate ligament injury. *Am J Sports Med* 2014;42:1806–12.

- [12] Prodromos CC, Han Y, Rogowski J, et al. A meta-analysis of the incidence of anterior cruciate ligament tears as a function of gender, sport, and a knee injury-reduction regimen. *J Arthrosc Relat Surg* 2007;23: 1320–5.e6.
- [13] Ficek K, Stepien-Slodkowska M, Kaczmarczyk M, et al. Does the A9285G polymorphism in collagen type XII α 1 gene associate with the risk of anterior cruciate ligament ruptures? *Balk J Med Genet* 2014;17:41–6.
- [14] Rouch P, Drevelle X, Benouaich L, et al. On the effect of playing surfaces on lower limb intersegmental loads. *Comput Methods Biomech Biomed Engin* 2012;15:231–3.
- [15] Olsen OE, Myklebust G, Engebretsen L, et al. Relationship between floor type and risk of ACL injury in team handball. *Scand J Med Sci Sports* 2003;13:299–304.
- [16] Balazs GC, Pavey GJ, Brelin AM, et al. Risk of anterior cruciate ligament injury in athletes on synthetic playing surfaces: a systematic review. *Am J Sports Med* 2014;43:1798–804.
- [17] Ekstrand J, Gillquist J, Liljedahl SO. Prevention of soccer injuries. Supervision by doctor and physiotherapist. *Am J Sports Med* 1983;11:116–20.
- [18] Caraffa A, Cerulli G, Proietti M, et al. Prevention of anterior cruciate ligament injuries in soccer. A prospective controlled study of proprioceptive training. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 1996;4:19–21.
- [19] Heidt RS, Sweeterman LM, Carlonas RL, et al. Avoidance of soccer injuries with preseason conditioning. *Am J Sports Med* 2000;28:659–62.
- [20] F-MARC. F-MARC - Football for Health 15 years of F-MARC research and education 1994–2009 [Internet]. Available from: <http://www.fifa.com/mm/document/footballdevelopment/medical/01/47/88/15/15yearsofresearchandeducation.pdf>.
- [21] Junge A, Rösch D, Peterson L, et al. Prevention of soccer injuries: a prospective intervention study in youth amateur players. *Am J Sports Med* 2002;30:652–9.
- [22] Hewett TE, Lindenfeld TN, Riccobene JV, et al. The effect of neuromuscular training on the incidence of knee injury in female athletes. A prospective study. *Am J Sports Med* 1999;27:699–706.
- [23] Mandelbaum BR, Silvers HJ, Watanabe DS, et al. 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* 2005;33:1003–10.
- [24] Pfeiffer RP, Shea KG, Roberts D, et al. Lack of effect of a knee ligament injury prevention program on the incidence of non contact anterior cruciate ligament injury. *J Bone Joint Surg Am* 2006;88:1769–74.
- [25] Soligard T, Myklebust G, Steffen K, et al. Comprehensive warm-up programme to prevent injuries in young female footballers: cluster randomised controlled trial. *BMJ* 2008;337.
- [26] Steffen K, Myklebust G, Olsen OE, et al. Preventing injuries in female youth football – a cluster-randomized controlled trial. *Scand J Med Sci Sports* 2008;18:605–14.
- [27] Kiani A, Hellquist E, Ahlqvist K, et al. Prevention of soccer-related knee injuries in teenaged girls. *Arch Intern Med* 2010;170:43–9.
- [28] Gilchrist J, Mandelbaum BR, Melancon H, et al. A randomized controlled trial to prevent noncontact anterior cruciate ligament injury in female collegiate soccer players. *Am J Sports Med* 2008;36:1476–83.
- [29] Silvers H, Mandelbaum B, Bizzini M, et al. The Efficacy of the Fifa 11+ Program in the Collegiate Male Soccer Player (USA). *Br J Sports Med* 2014;48:662.
- [30] Le Gall F, Carling C, Reilly T. Injuries in young elite female soccer players: an 8-season prospective study. *Am J Sports Med* 2008;36:276–84.
- [31] Myklebust G, Skjølberg A, Bahr R. ACL injury incidence in female handball 10 years after the Norwegian ACL prevention study: important lessons learned. *Br J Sports Med* 2013;47:476–9.
- [32] Van Beijsterveldt AMC, van de Port IGL, Krist MR, et al. Effectiveness of an injury prevention programme for adult male amateur soccer players: a cluster-randomised controlled trial. *Br J Sports Med* 2012;46:1114–8.
- [33] Sugimoto D, Myer GD, Bush HM, et al. Compliance with neuromuscular training and anterior cruciate ligament injury risk reduction in female athletes: a meta-analysis. *J Athl Train* 2012;47:714–23.
- [34] Soligard T, Nilstad A, Steffen K, et al. Compliance with a comprehensive warm-up programme to prevent injuries in youth football. *Br J Sports Med* 2010;44:787–93.
- [35] Steffen K, Emery CA, Romiti M, et al. 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* 2013;47:794–802.
- [36] Bizzini M, Junge A, Dvorak J. Implementation of the Fifa 11+ football warm up program: how to approach and convince the Football associations to invest in prevention. *Br J Sports Med* 2013;47:803–6.
- [37] Daneshjoo A, Mokhtar AH, Rahnama N, et al. Effects of the 11+ and Harmoknee warm-up programs on physical performance measures in professional Soccer players. *J Sports Sci Med* 2013;12:489–96.
- [38] Arnason A, Sigurdsson SB, Gudmundsson A, et al. Risk factors for injuries in football. *Am J Sports Med* 2004;32:5S–16S.
- [39] Junge A, Lamprecht M, Stamm H, et al. Countrywide campaign to prevent soccer injuries in Swiss amateur players. *Am J Sports Med* 2011;39:57–63.