



**HAL**  
open science

# Les facteurs de risque du conflit femoro-acetabulaire chez le sportif

Tristan Vinnemann

► **To cite this version:**

Tristan Vinnemann. Les facteurs de risque du conflit femoro-acetabulaire chez le sportif. Sciences du Vivant [q-bio]. 2023. dumas-04266581

**HAL Id: dumas-04266581**

**<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-04266581v1>**

Submitted on 31 Oct 2023

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

AIX-MARSEILLE UNIVERSITÉ  
ÉCOLE DES SCIENCES DE LA RÉADAPTATION  
FORMATION EN MASSO-KINÉSITHÉRAPIE

**LES FACTEURS DE RISQUES DU CONFLIT  
FEMORO-ACETABULAIRE CHEZ LE SPORTIF**

**VINNEMANN Tristan**  
**Directeur de mémoire: Mme PORTEFAIX Hélène**

D.E.M.K. Marseille 2023

N° 145

## **Remerciements**

Je tiens à remercier toutes les personnes m'ayant aidé à la rédaction de ce mémoire.

Tout d'abord, j'exprime ma reconnaissance envers ma directrice de mémoire, Madame Hélène Portefaix, kinésithérapeute, et la remercie pour son temps accordé durant les diverses réunions que nous avons pu avoir avec elle durant l'année ainsi que ses conseils avisés.

J'adresse mes sincères remerciements à mes professeurs, intervenants et toutes personnes qui par leurs conseils et leurs attentions, m'ont guidé dans ma réflexion.

Je tenais également à exprimer mes remerciements envers les kinésithérapeutes m'ayant encadré durant mes stages, et qui se sont toujours montrés attentifs et à l'écoute de mes questions. Une attention particulière à Pierre Yves et Héloïse qui ont pris de leur temps pour m'aider.

Je tiens également à remercier mes amis et camarades de promotion, je pense à Marc, Quentin, Mathilde, Hichem, Matthieu, Emma, Célia, Théo, Célian, Valentin ... et mes amis du quotidien Nicolas, Mathieu, Enzo, Mouya, Juliette, Théo, Romain, Charles, Chloé, Eva ... pour leur soutien et leurs encouragements permanents.

J'exprime un profond respect et une grande reconnaissance envers mes entraîneurs de boxe, Laurent, Johnny qui me suivent depuis mon plus jeune âge et sans qui je n'en serais certainement pas là aujourd'hui, mais aussi Noré et Samy qui m'apportent beaucoup de soutien dans mes projets, et qui ont su s'adapter à mes études pour me permettre de continuer à pratiquer ma passion.

Enfin, je dédie ces derniers remerciements à ma famille, en particulier mes parents Jean Marc et Christel, qui malgré les difficultés, ont toujours fait leur maximum pour me permettre de réaliser mes études dans les meilleures conditions, et qui me supportent au quotidien.



## Table des matières

1	Introduction.....	1
1.1	Présentation du conflit fémoro-acétabulaire.....	1
1.1.1	Historique et définition du conflit fémoro-acétabulaire.....	1
1.1.2	L'accord de Warwick : une définition précise du conflit fémoro-acétabulaire.....	2
1.2	Anatomie du conflit fémoro-acétabulaire.....	3
1.2.1	Anatomie structurelle impliquée .....	3
1.2.2	Conséquences du conflit fémoro-acétabulaire sur la biomécanique du membre inférieur	5
1.2.3	Modèle pathomécanique du conflit fémoro-acétabulaire.....	8
1.3	Description du conflit fémoro-acétabulaire.....	9
1.3.1	Etiologie du conflit fémoro-acétabulaire chez le sportif.....	9
1.3.2	Diagnostic du conflit fémoro-acétabulaire.....	10
1.3.3	Traitements du conflit fémoro-acétabulaire.....	14
1.4	Epidémiologie et prévalence dans les populations.....	17
1.5	Les facteurs de risques du conflit fémoro-acétabulaire.....	18
1.6	Objectifs de la revue de littérature .....	19
2	Méthodologie .....	21
2.1	Critères d'éligibilité des études pour cette revue .....	21
2.2	Méthodologie de recherche des études .....	22
2.3	Méthode d'extraction et d'analyse des données.....	24
3	Résultats.....	27
3.1	Description des études.....	27
3.1.1	Résultat de la recherche.....	27
3.1.2	Etudes exclues .....	28
3.1.3	Etudes incluses dans la revue de littérature .....	29

3.2	Risque de biais des études incluses.....	33
3.2.1	Grille d'analyse étudiée.....	33
3.2.2	Synthèse des biais .....	34
3.3	Effet de l'intervention .....	37
3.3.1	Westermann et al.....	37
3.3.2	Fernquest et al.....	39
3.3.3	Van Klij et al.....	40
3.3.4	Polat et al.....	41
3.3.5	Tak et al. ....	41
3.3.6	Šarčević et al.....	43
4	Discussion.....	45
4.1	Analyse des principaux résultats.....	45
4.1.1	Analyse des populations.....	45
4.1.2	Retour sur les critères de jugement .....	46
4.1.3	Analyse de l'intervention.....	47
4.1.4	Synthèse des résultats.....	49
4.2	Applicabilité des résultats en pratique clinique .....	55
4.3	Qualité des preuves.....	57
4.4	Biais potentiel de la revue .....	59
5	Conclusion .....	62
	Bibliographie.....	64
	Table des illustrations.....	69
	Annexes .....	70

# 1 Introduction

## 1.1 Présentation du conflit fémoro-acétabulaire

Le conflit fémoro-acétabulaire (CFA) désigne un ensemble d'anomalies morphologiques osseuses de l'articulation de la hanche se traduisant par un contact anormal durant le mouvement [1].

La hanche et le bassin ont une anatomie complexe et sont une source courante de douleur et de blessure chez les sportifs.

On décrit 2 morphologies type dans la description du CFA. Il existe 2 types principaux de CFA que l'on distingue par des changements subtils de la morphologie osseuse.

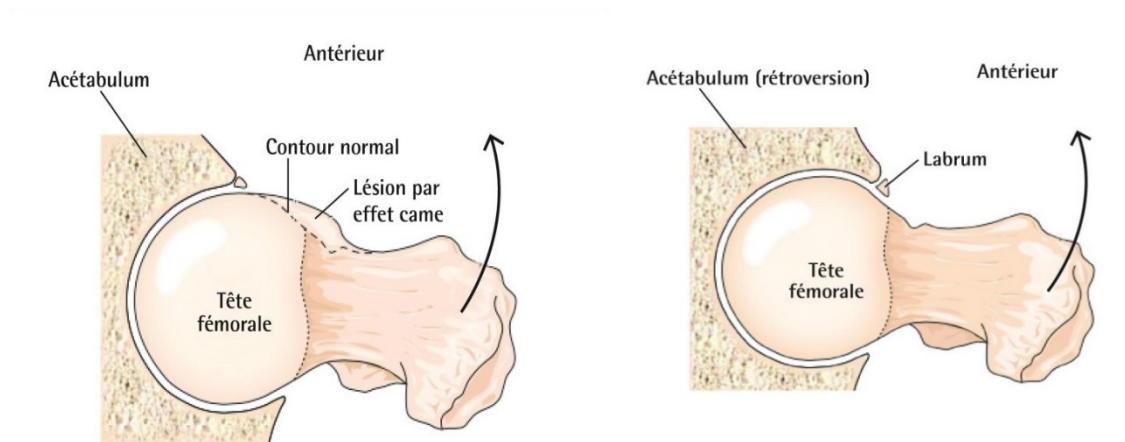


Figure 1 : Conflit par effet came

Figure 2 : Conflit par effet pince

**Le CFA par effet "CAME"** se caractérise par une proéminence osseuse irrégulière du col fémoral proximal ou jonction tête-col (figure 1). On l'observe sous divers profils radiographiques du bassin. C'est une bosse antéro-latérale.

**Le CFA par effet "TENAILLE ou PINCE"** se caractérise par une couverture acétabulaire excessive de la tête fémorale (figure 2) qui peut se produire en raison de diverses variantes morphologiques. On détecte ces variantes sur les radiographies antéro-postérieures des hanches.

La plupart des patients présentent les 2 types de conformités, c'est-à-dire un CFA mixte.

### 1.1.1 Historique et définition du conflit fémoro-acétabulaire

La première véritable description faite par M. Smith-Peterson de cette affection de la hanche apparaît en 1936 dans la littérature scientifique [2].

Elle définit l'impact du col fémoral sur le rebord acétabulaire antérieur comme la source de la douleur par contact entre les 2 surfaces, une cartilagineuse et l'autre recouverte de synovie.

En 1968, Carlöö et al ont été les premiers à utiliser le terme cam pour décrire une déformation fémorale, dans ce cas particulier associée à une séquelle d'épiphysiolsthésis [3]. En 1975, Stulberg et

al ont décrit une déformation en poignée de pistolet, observée chez 40 % des patients atteints de coxarthrose et correspondant à notre morphologie dite "en pince".

Une description datant de 2001 par Ganz et al rapporte ce que l'on appelle désormais "syndrome du CFA" correspond à des irrégularités de l'anatomie fémorale et acétabulaire entraînant un contact anormal et des forces mécaniques à travers l'articulation [4].

Plus tard, Sankar et al définissent 5 éléments essentiels pour le diagnostic du CFA [5] :

- **Morphologie anormale du fémur et de l'acétabulum**
- **Mouvements vigoureux qui entraînent un contact et une collision anormale**
- **Mouvements répétitifs causant des lésions continues**
- **Présence de lésion des tissus mous entourant l'articulation**

Cette définition nous permet de concevoir que la fréquence et le geste sportif auront un impact prédominant dans la survenue et la symptomatologie de la pathologie.

Une hypothèse apparait en 2003 toujours pour donner suite aux travaux de Ganz et al, et elle associe le syndrome du CFA avec l'arthrose de hanche. C'est une hypothèse qui s'appuie d'ailleurs sur le mouvement et non la charge axiale de la hanche [6]. Elle nous indique donc l'importance de l'étude de la déformation comme indicateur de pathologie future plus ou moins évitable.

La diversité des affections et leurs nombreuses dénominations chez les sportifs a toujours été source de confusion dans l'établissement de définition claire pour celles-ci. C'est pourquoi des experts se sont réunis pour déterminer la terminologie et les définitions des douleurs à l'aîne chez la population sportive : **La réunion d'accord de Doha** [7].

Elle établit un système de classification en catégorie dont une qui nous intéresse ici : les douleurs à l'aîne liée à la hanche. Cette dénomination est basée sur les symptômes cliniques.

Cependant, même si les experts ont reconnu qu'il pouvait être compliqué de distinguer les douleurs de l'aîne liée à la hanche des autres causes, et qu'ils ont recommandé certains tests spéciaux rentrant dans le cadre d'un examen physique approfondi, ils expliquent qu'une classification détaillée des causes possibles comme le CFA ou les déchirures du labrum sortait du cadre de ce consensus.

C'est pourquoi en 2016 une déclaration de consensus international et multidisciplinaire a fourni des éclaircissements sur la définition mais aussi le diagnostic et la prise en charge des patients atteints du syndrome du CFA : **l'accord de Warwick** [8].

### **1.1.2 L'accord de Warwick : une définition précise du conflit fémoro-acétabulaire**

Des représentants de différentes professions et spécialités (parmi les plus impliquées dans la prise en charge de cette pathologie) du monde entier se sont regroupés pour définir un consensus international autour du CFA [8].

Cet accord s'est appuyé de réponses à 6 questions consensuelles. Ces réponses ont été notées avec un barème par chaque membre pour déterminer le niveau d'accord entre chacun d'eux. Chacune des



réponses a enregistré un score de 9,5-10/10 signifiant un haut niveau d'accord entre tous les participants de la discussion durant cette réunion à l'université de Warwick. Le terme "syndrome du CFA" a été adopté pour refléter le rôle majeur des symptômes des patients dans la maladie. Pour parvenir à un diagnostic, les patients doivent présenter des symptômes appropriés, des signes cliniques positifs et des résultats d'imagerie.

Il en découle une définition suivante : **Le syndrome du CFA est un trouble clinique de la hanche lié au mouvement avec une triade de symptômes, de signes cliniques et de résultats d'imagerie. Il représente un contact prématuré symptomatique entre le fémur proximal et l'acétabulum.**

Le syndrome du CFA est donc une entité clinique dans laquelle un processus mécanique pathologique provoque une douleur de la hanche lorsque des anomalies morphologiques de l'acétabulum et/ou du fémur, associées à un mouvement extrême dans de grande amplitude de la hanche, entraînent des contacts répétés qui endommagent les structures des tissus mous dans l'articulation elle-même [9].

Les 6 questions étaient les suivantes :

- Qu'est-ce que le syndrome du CFA ?
- Comment diagnostiquer le syndrome du CFA ?
- Quel est le traitement approprié du syndrome CFA ?
- Quel est le pronostic du syndrome CFA ?
- Comment prendre en charge une personne ayant une hanche asymptomatique avec une morphologie en came ou en pince ?
- Quelles mesures de résultats devraient être utilisées pour évaluer le traitement du syndrome CFA ?
- Quelles futures recherches faut-il mener ?

Les réponses à ces questions ont permis d'obtenir une définition claire de syndrome du CFA ainsi qu'un **accord sur les différentes terminologies à utiliser**, répondant à la problématique soulevée durant la réunion d'accord de Doha [7].

## **1.2 Anatomie du conflit fémoro-acétabulaire**

### **1.2.1 Anatomie structurelle impliquée**

La hanche (ou articulation coxo-fémorale) est la plus grosse articulation du corps. On retrouve la tête fémorale qui s'imbrique dans l'acétabulum, protégé par une bague fibrocartilagineuse qui est le labrum. Le labrum, comme d'autres structures définis comme "tissus mous", sera le lieu de lésions causées par un conflit fémoro-acétabulaire (CFA). Le labrum augmente la surface et le volume acétabulaire, offrant une articulation stable et durable. La biomécanique osseuse dans le cadre d'un CFA peut entraîner une lésion de celui-ci [10].

Les structures touchées sont de nature **ostéochondrale, capsulolabrale et musculo-tendineuse.**

- **Concernant les structures ostéochondrales**

Le type de conflit détermine les structures touchées. La jonction tête-col du fémur est modifiée par une déformation en came tandis que c'est le rebord acétabulaire qui se voit modifié dans conflit en pince.

Pour la morphologie came observée, c'est le résultat d'une asphéricité de la tête fémorale correspondant à un aplatissement du contour antéro-supérieur de la jonction tête-col ou une convexité osseuse [11] – [1]. Avec la flexion, la partie non sphérique de la tête tourne dans l'acétabulum, créant une force de cisaillement sur le bord antéro-latéral de la surface articulaire acétabulaire, entraînant la lésion cartilagineuse.

**L'angle béta (angle  $\beta$ )** est défini comme l'angle entre la ligne joignant le bord acétabulaire et le centre de la tête fémorale avec la ligne allant du centre de la tête fémorale au point où l'image sphérique de la tête fémorale est perdue. C'est un indice de butée osseuse antérieure dans le CFA. Une étude japonaise a révélé que les angles  $\beta$  des hanches présentant un CFA symptomatique étaient significativement plus petits que ceux des hanches normales asymptomatiques ; la valeur seuil interprétable en décubitus dorsal serait de 53,6° à R60 (coupe radiographique) [12].

Pour la morphologie en pince observée, il s'agit plutôt d'une **sur-couverture acétabulaire** qui se caractérise par la proéminence excessive du bord antéro-latérale de l'acétabulum. Elle peut résulter d'une rétroversion acétabulaire ou d'anomalies osseuses [11]. Lors de la flexion de hanche, le rebord proéminent de l'acétabulum écrase le labrum contre le col fémoral, entraînant sa lésion par répétition du mécanisme pathologique. Il faut noter que ce morphotype en pince est minoritaire dans les cas signalés (environ 6-7%) à l'inverse des morphologies comes ou mixtes qui forment la majorité des cas observés.

**Le cartilage acétabulaire** est également impacté par des contraintes liées à une pression de contact maximale plus élevée dans le cartilage antérosupérieur lors des mouvements de flexion et de rotation interne de hanche [13]. Nous savons aussi que la présence d'un CFA est corrélée avec un risque accru de développement d'arthrose précoce de hanche [1] – [6]. L'étude CHECK, qui a été réalisé à une échelle nationale, démontre que la déformation came entraîne l'arthrose [14].

- **Concernant les structures capsulolabiales**

**Le labrum acétabulaire** est une structure fibrocartilagineuse triangulaire située autour du rebord acétabulaire. Il est interrompu en bas par le ligament transverse. Le labrum a fait l'objet de plusieurs articles récents démontrant son rôle dans la stabilité articulaire. Le labrum joue un rôle important au niveau du joint d'aspiration, qui est responsable du maintien de la pression négative à l'intérieur de l'articulation, il a une grande résistance à la traction mais ne joue pas un grand rôle dans le support de la charge axiale de la hanche [15].

**Les structures capsules-ligaments** de la hanche sont aussi très importantes pour la stabilité articulaire. Myers et al ont démontré que le ligament ilio-fémoral joue un rôle important dans la limitation de la rotation externe et de la translation antérieure du fémur, et que le labrum acétabulaire a une fonction secondaire de stabilisation lors de tels mouvements [16].

**La capsule articulaire** de la hanche est une structure ligamentaire extra-articulaire qui stabilise la tête fémorale dans l'acétabulum et peut s'épaissir en réponse à un stress, une tension tissulaire ou une inflammation articulaire. De plus, **la synoviale** de l'articulation de la hanche est rattachée à la surface capsulaire profonde et par conséquent, un épaissement synovial peut entraîner un épaissement capsulaire secondaire. L'aide de l'imagerie dans une étude de 2016 permet de démontrer que les hanches atteintes d'un CFA type came ont une capsule plus épaisse en haut et en avant en comparaison aux hanches saines de témoins [11] – [17].

- **Concernant les structures musculo-tendineuses**

La hanche est une articulation dont les mouvements sont activés par un ensemble de muscle complexe. Nous savons qu'une morphologie anormale de celle-ci et des douleurs articulaires peuvent altérer à la fois l'amplitude des mouvements de l'articulation mais également la fonction musculaire.

Une batterie de test isocinétique est réalisée pour évaluer la force musculaire entre les patients atteints d'un CFA et les témoins. Il en résulte que les patients groupe CFA ont une déficience de force musculaire pour les **extenseurs de hanche (ischio jambier, muscles fessiers), les adducteurs de hanche et également les fléchisseurs de hanche (quadriceps, ilio psoas)** [18].

On note une **inhibition des muscles fessiers** dans leur ensemble. Il est difficile de déterminer si celle-ci est liée à une inhibition réflexe de la musculature liée à une blessure/altération de la structure articulaire, une altération biomécanique causé par le CFA ou bien la douleur de hanche reliée au déficit de force [11]. Toujours est-il qu'une diminution de force est observable chez les patients atteints de CFA par rapport à des patients sains témoins pour les muscles fléchisseurs, abducteurs, adducteur et rotateur externes de hanche [18] – [19]. Mais également une diminution de force entre membre inférieur sain et pathologique chez un même individu pour les muscles fléchisseurs et abducteurs de hanche [20].

Bien que les personnes atteintes de CFA semblent présenter une faiblesse globale des muscles de la hanche, il est important de considérer comment la faiblesse des muscles fessiers peut avoir un impact sur les capacités fonctionnelles des personnes atteintes de CFA et dans quelle mesure ces déficits peuvent être responsables de la cinématique anormale de la hanche présentée par cette population.

### **1.2.2 Conséquences du conflit fémoro-acétabulaire sur la biomécanique du membre inférieur**

Il a été constaté lors de différentes études un impact lié au syndrome du CFA sur la biomécanique des membres inférieurs à la fois dans le geste sportif et dans les mouvements de la vie courante.

La majorité des études récentes témoigne de modification à la fois posturale :

- La posture pelvienne
- L'incidence pelvienne
- La bascule acétabulaire

Mais aussi cinématique :

- La marche
- La montée d'escalier
- Le squat

**La posture et la cinématique pelvienne** (caractéristiques du mouvement pelvien dans les activités de la vie courantes) influencent l'orientation acétabulaire et sont donc impliquées dans les modifications biomécaniques liés au CFA.

L'équilibre spino-pelvien est la condition qui permet à l'homme d'acquérir la verticalité de la manière la plus économique ; la lordose lombaire, la bascule antérieure du bassin et l'extension de la hanche contribuent à parts égales à la bipédie économisant le maximum d'énergie. De ce fait, le corps tente de compenser tout déséquilibre sagittal local. Parmi ces adaptations, **l'inclinaison pelvienne** du dos influence clairement la fonction de la hanche.

Les limites de cette inclinaison pelvienne sont **l'incidence pelvienne (PI)** et **l'extension de hanche**. Nous avons vu précédemment que l'extension de hanche est diminuée pour le patient atteint de CFA.

Duval et Beaupère décrivent l'incidence pelvienne comme un paramètre morphologique qui mesure le déplacement postérieur angulaire disponible du plateau sacré par rapport aux têtes fémorales [21] – [22]. Ce paramètre correspond à la somme de la **penne sacrée (PP)** et de **l'inclinaison pelvienne (PT)** qui définissent l'orientation sagittale du bassin. Les valeurs de référence des sujets sains sont de  $55,1^\circ \pm 9^\circ$  pour PI,  $12^\circ \pm 6,4^\circ$  pour PT,  $41,2^\circ \pm 7^\circ$  pour SS (en position debout). PI mesure le déplacement postérieur maximum disponible de la base sacrée, tandis que PT mesure le déplacement réel de la rotation sagittale. SS correspond à la penne sacrée. PT modifie considérablement l'orientation de l'emboîture, c'est donc un facteur qui peut être protecteur ou au contraire pouvant favoriser le CFA.

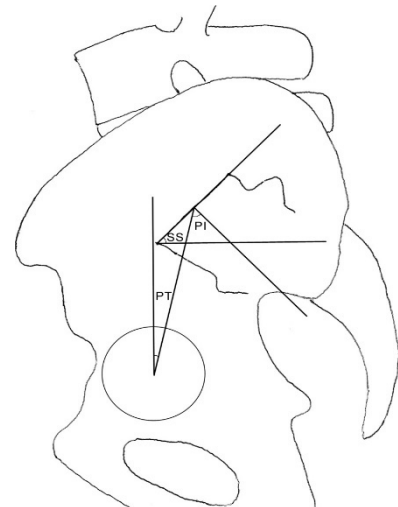


Figure 3 : Incidence pelvienne

La plupart des études témoignent d'une PI, chez les patients ayant un CFA, inférieure aux témoins sains, mais celles-ci manquent de fiabilité. La SS diminuerait plus que le PT en cas de PI inférieure.

**La bascule acétabulaire (AT)** est un angle anatomique qui mesure la rotation acétabulaire fixe par rapport au bassin. L'AT est l'angle formé par l'axe vertical acétabulaire et le plan pelvien antérieur (APP) défini par les deux épines iliaques antéro supérieures et par les tubercules pubiens). Sa valeur normale est de  $19^\circ \pm 6^\circ$ , ce qui signifie que l'acétabulum est légèrement incliné vers l'arrière par rapport à l'APP. Il a été démontré que l'AT était plus élevée dans les cotyles dysplasiques que dans les hanches normales, contribuant ainsi peut-être à la couverture déficiente antérolatérale caractéristique associée à la dysplasie [21].

**L'angle d'inclinaison pelvienne** (*ligne joignant le promontoire à la surface supérieure de la symphyse pubienne et l'axe vertical*) et **l'angle pelvien** (*angle aigu sagittal entre la ligne joignant le bord postérieur du plateau sacré au milieu de l'axe bi-coxofémoral et l'axe vertical*) sont réduits dans le cadre d'une déformation en came associée à une dysplasie. La déformation en came est associée à une rotation pelvienne significative vers l'avant dans l'acétabulum dysplasique [23].

De plus, l'étude révèle que les patients ayant une dysplasie associée à une déformation came témoigne d'une **inclinaison du bassin vers l'avant en position debout**, associée à une **antéversion fémorale réduite** [23]. Ces données pourraient être des indicateurs de développement d'un CFA secondaire à des pathologies infantiles.

L'analyse de la relation entre la posture pelvienne et le CFA est très importante car elle permettrait de déterminer si ces postures peuvent entraîner le développement d'un CFA ou si le patient atteint de la déformation développe des adaptations pelviennes compensatoires.

L'étude cinématique précise faite dans la revue de littérature citée précédemment nous permet d'étudier les conséquences biomécaniques sur des gestes simples comme **la marche, la montée d'escalier ou le squat** [21].

- La marche ne montre pas de cinématique pelvienne différente chez les patients atteints d'un CFA.
- La montée des escaliers démontre une augmentation de la rotation pelvienne vers l'avant et une amplitude de rotation axiale du bassin augmentée, tout cela dans le cadre d'un mécanisme pelvien compensatoire afin d'éviter les mouvements douloureux que sont l'extension et la rotation interne de hanche dans le cadre de cette pathologie.
- La biomécanique du squat diffère significativement entre les patients présentant une morphologie came et les témoins. Le squat est moins profond et la rotation sagittale pelvienne est diminuée.

Une autre revue de littérature plus récente regroupe 14 études et fait état de ces modifications en ayant pour objectif principal l'étude de la cinématique de la hanche/du bassin chez les patients atteints de syndrome du CFA par rapport à un groupe témoin ou en comparaison au membre controlatérale asymptomatique (rare) [24]. Elle confirme les observations précédentes :

La cinématique de la marche est altérée : **l'angle d'extension maximal** de la hanche et **l'angle de rotation interne maximal** sont inférieurs chez un patient atteint d'un syndrome du CFA. L'accroupissement est également moins profond sans différence dans la plage de flexion de hanche.

De plus, les conséquences anatomiques et inflammatoires du CFA ont aussi un impact important sur la biomécanique des membres inférieurs [11] :

- **La fibrose capsulaire limite le mouvement protecteur de l'articulation de la hanche :**

Les ligaments pubo-fémoraux et ilio-fémoraux se tendent lors de l'abduction et de la rotation externe, donc l'épaississement de la capsule antérieure et la rigidité de celle-ci limite ces mouvements qui sont dit "protecteurs" contre l'impact de hanche en position fléchie. L'incapacité des personnes atteintes de FAIS à incliner le bassin vers l'arrière lors de tâches nécessitant une flexion profonde de la hanche peut être due en partie à une étanchéité capsulaire antérieure, ce qui a aussi pour conséquence une perte de rotation externe.

- **L'inhibition des fessiers contribue à modifier la cinématique de la hanche :**

Cette inhibition est particulièrement problématique car les troubles du mouvement rapportés conduisant à un conflit sont influencés par le grand et moyen fessier. Le grand fessier est principalement responsable des mouvements d'inclinaison pelvienne postérieure et de rotation externe de la hanche et contribue à l'abduction de la hanche tandis que le moyen fessier est l'un des principaux abducteurs de hanche et il contrôle également la stabilité du bassin dans le plan frontal (très sollicité dans l'appui unipodal). Avec l'augmentation de l'amplitude de flexion de hanche, les bras de levier du grand fessier et du moyen fessier diminuent. Il faut donc une plus grande production de force musculaire pour une hanche fléchie afin de produire les mouvements protégeant celle-ci de l'impact lié au CFA.

Ces informations sont très importantes car elles permettent de déterminer un profil et aideront à l'élaboration de stratégie de gestion pour les personnes atteintes de ces déformations. La posture et la cinématique pelvienne sont parfois l'expression de mécanismes compensatoires qui apparaissent pour réduire la douleur et l'inconfort mais aussi parfois des schémas paradoxaux qui renforce le mécanisme pathologique d'impact.

### **1.2.3 Modèle pathomécanique du conflit fémoro-acétabulaire**

La présence d'une morphologie came ou pince, associé à une cinématique anormale de la hanche lors de mouvements impliquant une flexion profonde contribuent à un conflit mécanique. Les contacts répétitifs et les charges localisées plus élevées favorisent les dommages labraux et chondraux.

Le modèle que l'on présente est en fait cyclique : la douleur chronique/l'inflammation résultant de lésions chondrolabiales peuvent entraîner des modifications du tissu capsulaire et une altération du contrôle neuromusculaire de la hanche. La fibrose capsulaire ainsi que l'inhibition des muscles fessiers décrite précédemment [11] peuvent limiter les interactions cinématiques entre le bassin et le fémur mais aussi limiter les capacités des individus atteints de CFA à réaliser des mouvements dits "protecteurs" contre l'impact (inclinaison pelvienne, abduction et rotation externe de hanche) lors d'une flexion profonde de la hanche. **On constate donc un double effet des conséquences du CFA qui agissent également pour contribuer à la progression du syndrome.**

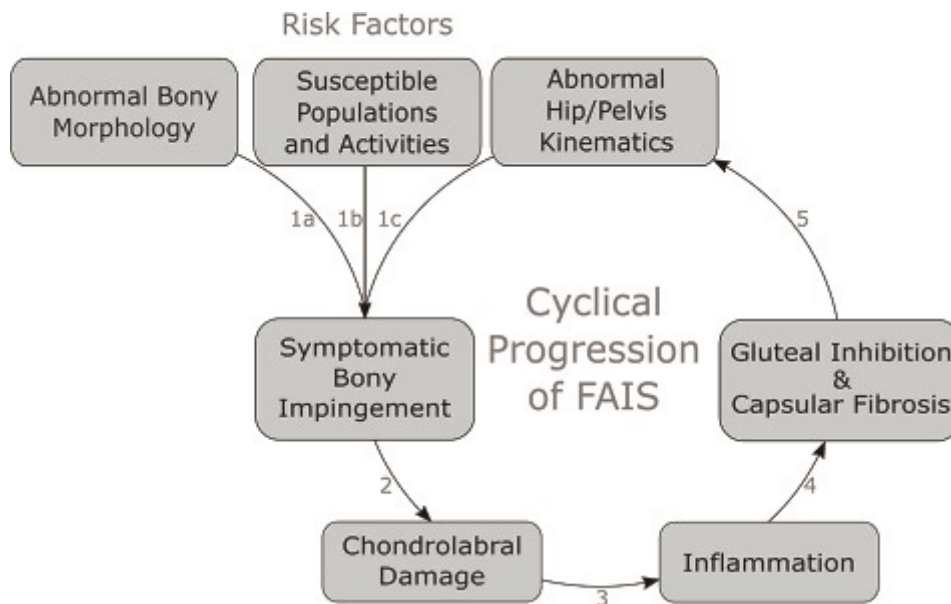


Figure 4 : Cycle pathomécanique de progression du CFA

Certains aspects liés à la progression et au développement du CFA sont modifiables. Une rééducation ciblée visant à corriger les déficits de la musculature fessière, à améliorer la mobilité de l'articulation de la hanche et à corriger les stratégies de mouvement défectueuses pour réduire ou éviter la cinématique qui favorise l'impact (c'est-à-dire la flexion profonde de la hanche, l'adduction et la rotation interne) peut ralentir la progression du FAIS et éventuellement réduire le risque de pathologie articulaire future après chirurgie correctrice.

**On perçoit donc tout l'intérêt de déterminer des facteurs de risques** sur un profil de patient, car l'identification de ces facteurs pourrait à la fois permettre, dans le cadre d'une prise en charge adaptée, une diminution de la symptomatologie, un ralentissement du développement de la pathologie voire empêcher celle-ci d'atteindre une forme symptomatologique et aussi éviter les récives post-chirurgicales. C'est d'autant plus pertinent chez une population sportive dont la biomécanique des membres inférieurs est fortement impactée et qui a des objectifs de retour au sport.

### 1.3 Description du conflit fémoro-acétabulaire

#### 1.3.1 Etiologie du conflit fémoro-acétabulaire chez le sportif

L'étiologie du CFA est l'un des sujets d'études les plus importants à l'heure actuelle car il est la clé de beaucoup de solution quant aux problématiques soulevées par cette pathologie.

Déjà en 2016 durant l'accord de Warwick, la réponse à la dernière question concernant les recherches futures était dirigée vers une démonstration de l'intérêt croissant de la recherche pour la détermination des causes de développement [8].

L'étiologie de cette pathologie est multifactorielle, et l'étude de celle-ci permettra d'établir des **facteurs de risque**.

Premièrement, une cause de développement de CFA est génétique. Pollard et al ont étudié les frères et sœurs de patients atteints de CFA (type came et pince), et ont déterminé un risque relatif 2 à 2,8 fois plus élevé d'avoir la même déformation [25].

Des facteurs mécaniques expliquent aussi le développement de la déformation de type came [26]. Les conditions de chargement et la forme de la plaque de croissance influencent la distribution de l'indice ostéogénique, outil permettant de calculer les stimuli mécaniques au niveau tissulaire, dans les hanches avec une plaque de croissance ouverte, ce qui entraîne le développement d'une morphologie en came.

Mais c'est bien l'association entre le développement du CFA et l'activité physique rigoureuse qui est au cœur de la description étiologique de cette affection. Elle fait écho à l'observation précédemment faite expliquant que les types spécifiques de charges entraînant la déformation était ceux correspondant à l'activité physique et au geste sportif.

Dans l'histoire de la pathologie, c'est une fermeture excentrique prématurée de la physe capitale à l'adolescence qui entraîne la forme non sphérique de la tête fémorale. Une activité physique intense à un jeune âge peut en quelque sorte précipiter cet arrêt du développement de la plaque de croissance partiel et provoquer le développement de la morphologie came responsable de lésion [27] – [15].

Le lien entre sport et développement de la pathologie est établi : comparativement à leurs homologues non sportifs, la population sportive a une plus grande prévalence de CFA. Une charge d'impact élevée et répétitive peut contribuer au développement d'une morphologie anormale [11] – [27].

Des facteurs intrinsèques au patient (génétiques ou acquis), une activité sportive répétitive, une maladie pédiatrique de la hanche et une chirurgie antérieure de la hanche peuvent contribuer à son développement. La combinaison de facteurs héréditaires ou génétiques avec certains types d'activité physique - à savoir les sports impliquant une flexion et une rotation vigoureuses, comme le basket-ball, le football et le hockey - pendant l'adolescence peut entraîner une altération de l'anatomie d'une hanche en développement. Les maladies de la hanche infantiles, telles que la maladie de Legg-Calvé-Perthes (LCPD) ou l'épiphyse fémorale capitale glissée (SCFE) [27], ainsi qu'une cal vicieuse du col fémoral par suite d'une fracture et la sur-correction de la dysplasie de la hanche (étiologie post-chirurgicale) peuvent également conduire à un CFA [28] – [29].

**Ces études et témoignages concernant la pathologie ont permis de déterminer une population à risque : les sportifs. L'étude à l'exposition de facteurs de risque, corrélée à l'étiologie du CFA pour ces derniers, est capitale dans une prise en charge qui se voudra plus précoce dans le futur.**

### **1.3.2 Diagnostic du conflit fémoro-acétabulaire**

La définition précédemment établie durant l'accord de Warwick nous indique les différents points à détecter pour établir ce diagnostic : **des symptômes appropriés, des signes cliniques positifs et des résultats d'imagerie** doivent être présents pour diagnostiquer le syndrome CFA.



Le diagnostic rapide est difficile car beaucoup de patients présentent des symptômes et anomalies structurelles légères suggérant d'autres atteintes musculosquelettiques de la hanche, du bassin et des lombaires. On constate un véritable retard de diagnostic chez beaucoup de patients, ainsi que des diagnostics incorrects et des conseils thérapeutiques inefficaces [30].

Il est donc dans un premier temps important de déterminer la symptomatologie du patient de manière précise.

- **Les symptômes et signes cliniques**

Le 1<sup>er</sup> symptôme apparaissant comme signe d'un CFA est la douleur localisée dans le pli de l'aîne. Cette douleur est souvent associée à une autre douleur dans la région latérale de la hanche, dans le massif fessier dans une majorité de cas [30]. Elle est accrue durant les activités physiques comme la course, ou après avoir effectué des mouvements comme le pivotement, ce qui peut entraîner une limitation d'activité du patient perçu comme un des signes de la pathologie et ayant un impact négatif sur la pathomécanique de cette dernière.

Une diminution des amplitudes articulaires de la hanche (ROM), **la flexion et la rotation interne**, sont une caractéristique constante de l'examen clinique [30]. Ces observations sont faites aussi bien dans une population sédentaire que chez les sportifs [29] – [27]. Il faut tout de même avoir à l'esprit qu'il existe une grande variation des mesures sur les amplitudes de la hanche, et qu'une réduction d'amplitude de la rotation interne n'est pas pathognomonique d'un CFA, aussi bien que le CFA n'engendre pas à 100% une diminution extrême de cette amplitude.

Une diminution de la rotation interne de la hanche peut être présente dans le FAI et a été associée à des changements arthrosiques progressifs à l'imagerie chez les jeunes sportifs avec une rotation interne de la hanche inférieure à 10° [31]

Il est bien important de comprendre que c'est l'ensemble de ces signes combinés associé à un interrogatoire précis qui permet de statuer sur un CFA.

*NB : les échelles d'activité UCLA et PAQ sont utilisées dans la majorité des études pour déterminer le niveau d'activité des individus participant à celles-ci [32].*

- **L'examen physique des signes cliniques**

Plusieurs tests d'examen physique ont été décrits comme associés au CFA et à la lésion labrale et caractérisés comme des tests de provocation de la hanche [33]. Parmi ces tests, l'on retrouve l'évaluation de la mobilité articulaire de la hanche (ROM), le test de flexion-adduction-rotation interne (FADDIR), le test de flexion-abduction-rotation externe (FABER) et le test du log roll.

Le FADDIR (ou test du conflit antérieur) correspond au test de **flexion – adduction – rotation interne** de hanche. Si celui-ci reproduit les syndromes douloureux, il est jugé positif. C'est un test qui détient une bonne sensibilité (0,96) mais une faible spécificité (inférieur à 5%).

Le FABER (ou Patrick sign) correspond au test de **flexion – abduction – rotation externe** de hanche. Il est utilisé pour évaluer à la fois la pathologie du CFA mais aussi la pathologie de l'articulation sacro-iliaque. Le test est positif si l'amplitude du mouvement est diminuée par rapport à la hanche controlatérale. La douleur provoquée est très importante pour diagnostiquer d'une atteinte type CFA ou d'une atteinte de la sacro-iliaque. Le test possède une bonne sensibilité (environ 95%) mais une faible spécificité (inférieure à 5%).

## FABER



## FADIR

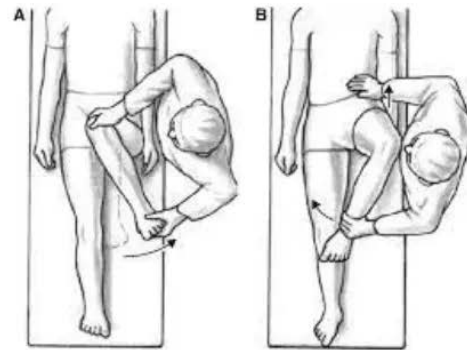


Figure 5 : Schématisation des tests FABER et FADIR

Ces tests sont très intéressants pour déterminer si une gêne existe au niveau de la hanche, et seront à priori systématiquement positifs en cas de CFA, cependant, toute hanche témoignant d'une irritabilité pour une cause indéterminée validera positivement ces tests (d'où leur faible spécificité) [29] – [30] – [33]. Le FADIR est le test ayant la meilleure sensibilité. Tous ces tests présentent une bonne fiabilité inter-évaluateur et sont facilement reproductibles [34].

Le test du log roll est le plus spécifique pour la pathologie de l'articulation de la hanche, peu importe la cause [27]. Il se réalise en effectuant une rotation interne de la hanche en position neutre, décubitus dorsal et le membre en rectitude. Ce test est positif si l'angle entre le pied et la table dans le plan axial est inférieur à 20°. Il est important lors de ce test de prendre note de la version du col fémoral du patient, car une antéversion réduite entraînera une augmentation de la rotation externe au repos.

La précision du diagnostic du syndrome CFA peut être améliorée lorsque les résultats des tests de conflit de la hanche et d'amplitude de mouvement sont pris en compte. Il faut associer les résultats des tests à forte sensibilité (FADIR) avec des tests de spécificité modérée (évaluation des ROM à 90° de flexion, FABER etc.) pour affiner au mieux l'outil diagnostic [34].

Les tests seuls n'ont qu'un faible indice diagnostique : c'est la problématique qui a été soulevée à la fois par l'accord de Doha et celui de Warwick [7] – [8]. Les études futures doivent s'orienter sur la précision des critères diagnostics qui permettra de bénéficier d'une meilleure information de l'histoire naturelle à long terme du syndrome du CFA et donc permettre une meilleure prise en charge et éviter la récurrence.

L'évaluation des altérations biomécaniques de la hanche est également perspicace dans le diagnostic du CFA [33]. D'où l'intérêt de l'évaluation de la marche, mais aussi du squat et de la montée d'escalier qui, nous l'avons vu précédemment, sont affectés par le CFA [21]. La faiblesse musculaire a à la fois un impact sur la cinématique pelvienne mais également sur la biomécanique de geste tel que la marche

(exemple : démarche de Trendelenburg secondaire à un CFA entraînant une faiblesse des fessiers [11] – [18]).

Cela pourrait apparaître comme un autre facteur diagnostique utilisable avec les résultats de test lié à l'examen physique mais aussi pour aller plus loin dans le choix de la stratégie thérapeutique et l'élaboration des programmes de réadaptation.

- **Les résultats d'imagerie**

L'accord de Warwick avait établi que l'imagerie permet de définir la morphologie pour savoir si nous sommes face à un CFA type came ou pince. Une radiographie de face du bassin et une vue latérale du col fémoral de la hanche symptomatique doivent être initialement réalisées pour obtenir une vue d'ensemble des hanches. On pourra également établir un diagnostic différentiel à l'aide de ces radios [9].

De plus, les signes radiologiques d'un CFA sont fréquemment retrouvés chez les patients ayant souffert de douleur du pli de l'aîne auparavant [35].

Les clichés sont importants pour évaluer le conflit, la préservation de l'espace articulaire et d'autre modification osseuse (os acétabulaire) [27] – [29].

- La radiographie antéro-postérieure permet d'évaluer la sur couverture acétabulaire caractéristique d'une morphologie en pince (rétroversion acétabulaire, os acétabulaire).
- La radiographie de face et le faux profil de Dunn à 40° sont optimaux pour l'observation d'une morphologie came. La tomographie serait un choix optimal mais sans résultat guère plus concluant que la radiographie traditionnelle.

L'information principalement retenue comme un facteur prédictif d'un syndrome du CFA est le contour de la jonction tête-col fémorale qui se visualise à l'aide d'une mesure d'angle appelée "**angle  $\alpha$** ". En effet, il semble y avoir une corrélation entre l'augmentation de la valeur de cet angle et l'observation d'un CFA symptomatique [36]. Cette donnée est associée à l'angle  $\beta$  vu précédemment [12].

Dans l'étude concernant les sportifs inscrits à la GAA (Gaelic Athletic Association) [29], l'angle  $\alpha$  et la prévalence de la sur-couverture acétabulaire ont augmenté chez une population ayant commencé à pratiquer ces sports tôt.

Cependant, il est d'un commun accord que cette mesure seule n'est pas suffisante pour établir un diagnostic direct ; qui plus est, il n'a pas été trouvé de valeur "seuil" précises pour définir la morphologie de la came ou de la pince [8].

Une réserve est émise concernant l'interprétation radiographique du CFA : Les indices de pincement sont par exemple évalués sur une radiographie du bassin en décubitus dorsal. Cependant le positionnement dynamique du bassin peut être influencé par la cyphose/lordose lombaire. De plus, la forme des lésions came est variable et elles peuvent se localiser antérieurement ou latéralement [27].

Enfin, une piste concernant la mesure de l'**antétorsion fémorale** semble plus pertinente [37]. Après avoir écarté les différences de mesures entre femme et homme, et l'élaboration d'une norme, il en

découle que la morphologie en pince cause une antétorsion fémorale significativement plus grande que les patients atteints d'un CFA de morphologie came. L'avantage est que cette mesure est rapide avec une forte reproductibilité par IRM. On peut donc imaginer qu'une corrélation entre mesure de l'angle  $\alpha$  et antétorsion fémorale aurait un intérêt bien plus important dans l'élaboration du diagnostic.

- Le conflit résulte donc à la fois d'une morphologie spécifique et observable avec imagerie mais également d'une symptomatologie et d'un ensemble de signes cliniques qui permettent le diagnostic.

Il existe une prévalence importante de personnes présentant une morphologie de type came, mais asymptomatiques. La proportion de personnes présentant des anomalies morphologiques qui évoluent vers un CFA symptomatique cliniquement expérimenté est donc difficile à estimer [9].

C'est lorsqu'une combinaison particulièrement défavorable de toutes ces caractéristiques se produit ensemble, avec un mouvement ou une position provoquant les symptômes, que l'on peut parler de syndrome du CFA.

**Les futures études visant à identifier les sportifs les plus à risque de développer un CFA symptomatique devraient donc non seulement se concentrer sur la présence d'anomalies morphologiques, mais également sur l'interaction entre le fémur proximal et l'acétabulum, et les activités entreprises par ces derniers.**

### 1.3.3 Traitements du conflit fémoro-acétabulaire

Le CFA peut être traité à la fois par des soins conservateurs, une rééducation ou une intervention chirurgicale. Par soins conservateurs, on sous-entend l'éducation thérapeutique du patient et la modification du mode de vie et de l'activité pratiquée [8].

- **Les types de traitement :**
  - Traitement conservateur : Sur la base d'une rééducation menée par un kinésithérapeute, il vise à réduire les symptômes des patients en améliorant la stabilité de la hanche, le contrôle neuromusculaire et les schémas de mouvement [8]-[38].

Une revue de littérature de 2019 démontre des améliorations fonctionnelles grâce aux programmes de physiothérapie supervisés axés sur le renforcement actif et le renforcement du tronc, plus efficace qu'une rééducation basée sur des mouvements passifs et non centrés [39].

- Traitement chirurgical : Les objectifs de l'arthroscopie pour le syndrome du CFA sont de corriger les changements morphologiques et associent également le traitement des lésions sous-jacentes des tissus mous. Le but est de libérer une amplitude de mouvement sans impact et de soulager la douleur.

La chirurgie comme choix thérapeutique a drastiquement augmenté au cours de ces dernières années (multiplié par 6 entre 2006 et 2010 aux Etats-Unis) [23].

Une étude comparative de suivi à 10 ans d'une arthroscopie de hanche pour CFA nous renseigne sur l'efficacité de cette prise en charge [41]. Elle démontre également que cette voie thérapeutique n'est pas forcément recommandée pour une liste de patient ayant des facteurs de risques d'échec de l'intervention à court ou long terme. Entre autres, l'un des principaux risques qui fût relevé est un espace articulaire en préopératoire < 2 mm, prédictif d'une arthrose latente. De plus, les patients présentant une micro-fracture acétabulaire ont également un risque significatif d'échec se traduisant par la nécessité d'une arthroplastie totale (prothèse totale de hanche) à distance de la première opération [9] – [41]. D'autres facteurs d'échecs existent comme l'âge, la présence d'une dysplasie, la présence de lésion chondrale en période préopératoire etc.

- **Comparatif des 2 modalités de traitements :**

UK FASHION RCT est un essai clinique randomisé australien publié en 2017 qui compare les 2 prises en charge et l'impact à 12 mois selon des objectifs bien définis. Les travaux sont, entre autres, menés par Mr Griffin.R qui fait également parti des chercheurs ayant participé à la synthèse et la rédaction des accords de Warwick. Le protocole est d'abord détaillé et publié [42].

C'est une étude reconnue, avec une très bonne interprétation statistique. Des critères de jugements principaux et secondaires sont bien établis, parmi eux la comparaison des changements sur 12 mois de la santé du cartilage de la hanche entre les groupes de traitement, comme en témoignent les changements du score dGEMRIC moyen pour une région d'intérêt (ROI) qui comprend à la fois les cartilages acétabulaires et fémoraux (cartilage de la tête) au niveau de la zone de transition chondro-labrale. Ce score obtenu à l'aide d'une IRM est prédictif d'une évolution arthrosique.

Un des autres critères de jugement essentiels est la modification de la qualité de vie du patient, mesuré grâce à l'outil iHOT-33 (outil international Hip Outcome Tool-33) et le HOOS (Annexe 1). *(L'iHOT-33 se compose de quatre domaines : symptômes et limitations fonctionnelles ; activités physiques sportives et récréatives ; préoccupations liées au travail ; et les préoccupations sociales, émotionnelles et liées au mode de vie.)*.

Cet essai compare 177 patients traités par kinésithérapie (un programme de physiothérapie individualisé, nommé Thérapie personnalisée de la hanche (PHT)) et 171 patients ayant une prise en charge chirurgicale (arthroscopie). A noter que la population cible était une population générale, âgée de minimum 16 ans avec des critères d'inclusions et d'exclusions précis, mais sans aucun rapport avec une quelconque pratique sportive. En 2018, le résultat de l'essai est enfin publié [43]. Elle en conclut que l'arthroscopie offre globalement une meilleure évaluation de la fonction par le patient à 12 mois après la prise en charge. Les résultats de l'analyse en sous-groupe de patients avec seulement une morphologie came suggèrent un effet thérapeutique accru de l'arthroscopie de hanche par rapport aux autres formes. **Cette découverte appuierait l'idée que la suppression d'une forme de came a un effet thérapeutique spécifique [43].**

Les auteurs concluent une hypothèse suivante : La PHT fonctionne en améliorant le contrôle musculaire, la force autour de la hanche et les schémas de mouvement, ce qui permet d'éviter l'impact de la hanche. La chirurgie fonctionne en remodelant l'os pour prévenir l'impact et en traitant les lésions douloureuses du cartilage articulaire et du labrum [43].

En fin de compte, nous ne comprenons pas entièrement le mécanisme de bénéfice de l'arthroscopie de la hanche ou de la PHT. Les recherches futures devraient se concentrer sur l'étude approfondie de ces mécanismes et sur les patients qui bénéficieraient le plus d'une arthroscopie de la hanche ou d'une PHT.

Aujourd'hui, nous savons que le choix de l'arthroscopie repose majoritairement sur l'imagerie comme nous le prouve cette revue de 2017 qui analyse et rapporte les critères menant au traitement chirurgical [44]. Le fait de se fier seulement à l'imagerie médicale et de manière limitée à un diagnostic complet selon les recommandations de l'accord de Warwick pour la chirurgie peut entraîner une sélection inappropriée des patients [8].

**Il sera donc important pour les prochaines études de se concentrer certainement sur l'évaluation et l'exposition des patients à des facteurs de risques permettant à la fois un diagnostic et l'élaboration d'un projet thérapeutique plus précis et pertinent et qui se montrera prédictif de la réussite d'un traitement.**

- **Intérêt d'une association des traitements proposés à ce jour :**

Une hypothèse est confirmée en 2020 par une publication mettant en lumière une corrélation entre l'augmentation de la force isométrique des muscles extenseurs et abducteurs de la hanche et l'amélioration des scores PRO fonctionnels postopératoire (HOS, iHOT-12, Harris Hip Score (HHS) ...) à 6 mois [45].

Le déficit de force d'extension de la hanche peut être utilisé en période préopératoire pour identifier les patients à risque de mauvais résultat postopératoire. Une indication à une réadaptation type PHT en période préopératoire serait donc pertinente pour ces patients.

La force musculaire conditionne la cinématique des membres inférieurs [11]. Cependant, une étude nous explique qu'un déficit de 25 % de la force des extenseurs de la hanche n'entraîne pas une modification de la cinématique de la hanche mais plutôt une adaptation qui se caractérise par une activation plus importante du grand fessier. Ce meilleur contrôle neuromusculaire peut influencer les performances motrices [46].

L'hypothèse que nous pouvons émettre est la suivante : les patients démontrant une bonne force d'extension de la hanche sont plus susceptibles d'atteindre une démarche normalisée à des moments plus précoces de leur rééducation et peuvent donc avoir le potentiel d'améliorations accélérées des résultats à court terme [45].

Une étude de 2016 compare des danseurs ayant un CFA avec ceux sans CFA dans les amplitudes de mouvement de la hanche, la force et la performance de test de saut [47].

Les danseurs atteints de CFA ont moins de force des extenseurs de la hanche et ont de moins bonnes performances lors des triples tests de saut médian et latéral par rapport aux danseurs en bonne santé. Les cliniciens peuvent utiliser ces informations pour aider au dépistage des danseurs se plaignant de douleurs à la hanche et pour mesurer leurs progrès en vue du retour à la danse.

Il semble donc pertinent de proposer une PHT axée sur le renforcement des extenseurs à la fois pour la prévention du CFA mais également pour une rééducation efficace à la suite d'une arthroscopie de hanche.

Cela apporte également de la crédibilité à l'intérêt de l'étude du profil biomécanique du patient dans le choix du traitement à mettre en place. Nous avons vu précédemment que le CFA engendre un ensemble de trouble cinématique par un modèle pathomécanique complexe, et nous entrevoyons ici l'intérêt de définir ce modèle si particulier chez chaque individu [11] – [21].

**Cela est d'autant plus vrai chez une population sportive, dont l'étude du geste sportive sera d'une importance capitale sur la réussite du traitement. On comprend dès lors tout l'intérêt d'une étude des facteurs de risque sur chaque axe clé concernant le CFA, que ce soit le pronostic, le diagnostic mais aussi le traitement.**

#### 1.4 Epidémiologie et prévalence dans les populations

Les données précédentes et la littérature nous permettent d'identifier un profil type de patient atteint de la pathologie du CFA. Elle touche principalement les **patients jeunes, pratiquant un sport intensif/à fortes contraintes** (art martiaux, football, rugby, danse).

La définition vue plus haut faite après les accords de Warwick est importante car plusieurs études épidémiologiques évaluent la présence de CFA chez des témoins asymptomatiques. La prévalence des changements de type CFA chez les témoins est importante, mais il convient de noter que ces volontaires n'ont pas de syndrome de CFA car ils ne présentent pas de symptomatologie de la hanche.

L'incidence des CFA et des lésions symptomatiques du labrum chez les athlètes n'est pas connue. Une estimation indique que les blessures de hanches représentent **5-6% des blessures chez les sportifs** [47] – [7].

Une revue de littérature évaluant la prévalence des déformations de type CFA chez les volontaires a inclus 26 études et plus de 2000 individus (57,2% d'hommes et 42,8% de femmes). La différence majeure intéressante dans cette étude concernait la comparaison faite entre les individus sportifs et les non sportifs. Il apparaît que 54,8% des sportifs présentaient une déformation de type came contre 23,1% des non sportifs [48].

Une autre étude rapporte le cas de 200 volontaires asymptomatiques sans chirurgie antérieure de la hanche ni problèmes de hanche infantiles ont subi une imagerie par résonance magnétique ciblant les deux hanches [49]. Les sujets ont été examinés au moment de l'imagerie par résonance magnétique (IRM) pour une rotation interne des hanches à 90° de flexion de la hanche et pour un signe de conflit positif. Le contour de la jonction fémorale tête-col a été quantifié à l'aide de l'angle  $\alpha$ . Une valeur  $> 50,5^\circ$  a été considérée comme positive pour la morphologie came. Il en résulte que 14% des volontaires présentaient une déformation de type came. **Il s'agissait majoritairement d'homme et d'individus présentant une rotation interne de hanche réduite.**

Il est intéressant de relever la prévalence de la morphologie de type came chez des volontaires asymptomatiques car celle-ci nous permet de comprendre que la pathologie est parfois présente malgré l'absence d'indice laissant présager un potentiel conflit. Il apparaîtra donc nécessaire d'identifier les **facteurs de risques** pour éviter leur exposition et donc le développement d'une pathologie bien souvent complexe à détecter précocement, et entraînant une prise en charge lourde.

Il est également important de prendre en compte l'évolution des connaissances sur la dernière décennie concernant le syndrome du CFA, car la redéfinition de cette pathologie et la diffusion de cette compréhension a forcément un impact positif sur l'incidence de la déformation.

Enfin, une revue de littérature de 2016 compare différentes études concernant les populations sportives, non sportives, symptomatiques et non symptomatiques [50].

Elle établit que le conflit par effet came est significativement plus fréquent chez les populations sportives par rapport aux populations asymptomatiques mais pas par rapport à la population symptomatique. Ces différences significatives concernent le groupe du CFA de type came ainsi que le groupe mixte qui révèle que le CFA est plus fréquent chez les sportifs ; aucune différence significative n'a été trouvée chez la population du CFA de type pince.

On en conclut que **la prévalence d'imagerie positive à la détection d'un conflit**, majoritairement de type came, **est plus élevé chez une population sportive**, qui est donc forcément plus exposé à des facteurs de risque lié au développement d'un CFA.

Ces dernières années, le taux de diagnostic et de traitement du CFA a rapidement augmenté. Le taux de traitement par arthroscopie lié à un CFA a augmenté de près de 400% et des études témoignent du manque de données probantes sur l'efficacité de ce dernier [51].

C'est donc un enjeu de santé publique qui concerne toutes les populations, d'autant plus les populations sportives surexposées à cette pathologie dont nos connaissances de celle-ci sont réactualisées en permanence.

## **1.5 Les facteurs de risques du conflit fémoro-acétabulaire**

Le syndrome du CFA est une pathologie très complexe, comprenant une multitude de cas différents, se présentant sous diverses formes et n'ayant pas les mêmes impacts sur chaque individu.

On témoigne d'un écart entre la pratique clinique et la connaissance liée à la recherche scientifique qui ne cesse d'augmenter, et cela particulièrement sur le domaine étiologique de la pathologie [52]. L'accords de Doha nous indiquait déjà des axes futurs de recherche concernant les facteurs de risque pour les pathologies de l'aine, et cet axe est confirmé par les accords de Warwick spécifique au CFA [7] – [8].

Cette affection de la hanche se manifeste chez l'individu sportif de manière insidieuse, sans qu'il n'y ait de véritable facteur déclenchant. L'élaboration du profil du patient et l'étude de son exposition à des facteurs de risque est donc très importante pour permettre une prise en charge rapide. Le CFA



occasionne un arrêt important et parfois de longue durée du sport pratiqué par le patient atteint, et les échecs de thérapie conservatrice pour une thérapie chirurgicale sont fréquents.

Pour identifier les sportifs les plus à risque de développer un CFA, il faut déterminer **les facteurs de risques intrinsèques et extrinsèques**. Un premier élément de réponse fût donné avec la description étiologique succincte de la pathologie.

- Concernant les facteurs intrinsèques :

La cause génétique est mise en avant dans un premier temps [25]. Le sexe détermine également le risque héréditaire de cette dernière (les hommes développeraient plus la morphologie came). La morphologie osseuse anormale sans symptomatologie apparente est aussi un facteur de risque important [11]. Une rotation latérale limitée chez le sportif est un facteur prédisposant [53] au même titre que la dominance des membres nouvellement identifiée qui serait responsable du développement d'une morphologie came, en corrélation avec toutes les descriptions fait sur l'impact biomécanique et l'étiologie [54]. La faiblesse musculaire des extenseurs de hanche et des muscles fessiers sera à étudier. Il n'y a pas de corrélation significative entre l'âge et le sexe et le développement d'un CFA, à contrario de l'IMC [55].

- Concernant les facteurs extrinsèques :

Ce qui semble être le facteur le plus important au développement de la pathologie est l'exposition à une activité physique répétée, et ce précocement [28] – [29]. Des séquelles de maladies de hanche pédiatriques ou de fracture sont également citées. Le fait d'avoir déjà eu un CFA peut être un facteur de récurrence. De plus, l'étude du modèle pathomécanique définissait des mouvements d'adduction et de rotation interne de la hanche plus importants dans le mouvement fonctionnel ou sportif en association avec une flexion substantielle comme un autre facteur étiologique de la pathologie [8]. La cinématique anormale est donc aussi un facteur extrinsèque de risque.

Mais aucun consensus n'est défini et les auteurs ont du mal à s'accorder dans leurs études, car ils n'étudient pas les mêmes populations dans les mêmes conditions. L'étude de ces facteurs est donc une étape fondamentale au développement d'une stratégie de prévention primaire, mais aussi dans l'élaboration d'un projet thérapeutique cohérent avec chance de réussite. C'est un enjeu majeur, y compris pour la population sportive sur qui l'impact est très important concernant la qualité de vie.

## 1.6 Objectifs de la revue de littérature

L'objectif de cette revue de littérature est d'identifier les facteurs de risque du CFA et de comprendre l'intérêt de l'identification de ces derniers.

La population sportive est d'une part la population la plus touchée, mais également celle qui se retrouve le plus "handicapé" par cette atteinte de la morphologie fémoro-acétabulaire.

L'objectif sera d'affirmer ou d'infirmer le lien entre l'exposition à ces facteurs et le développement d'un CFA pour à la fois mieux comprendre cette pathologie si complexe, mais aussi proposer une stratégie de diagnostic et de traitement mieux adaptée au patient et à son profil. Enfin, cette recherche permettra d'établir un profil type de patient, ce qui a une valeur pronostic très importante. Nous pourrons établir une population "à risque" ce qui facilitera les indications de dépistage de la pathologie.

C'est un sujet peu commun qui est ici traité, la littérature se veut de plus en plus riche et l'intérêt que porte les chercheurs à cette affection est croissante. Cette revue a aussi pour but d'apporter un regard global sur la littérature en l'état actuel des choses, et d'organiser les informations pour pouvoir déterminer les facteurs d'exposition importants à retenir.

## 2 Méthodologie

### 2.1 Critères d'éligibilité des études pour cette revue

- **Types d'études sélectionnées**

L'objectif de cette revue de littérature est de comprendre l'intérêt et d'identifier des facteurs de risque du conflit fémoro-acétabulaire chez la population sportive. C'est une question d'ordre étiologique.

Nous avons recherché des études épidémiologiques dans la littérature concernant le conflit fémoro-acétabulaire (de type came ou pince) dans le milieu du sport amateur ou professionnel.

Pour les études épidémiologiques, nous trouvons deux types de schémas d'études :

- **Des études expérimentales**, ce sont des essais cliniques où le chercheur intervient sur l'exposition des sujets aux facteurs étudiés.
- **Des études observationnelles**, le chercheur relève les données sans intervenir sur les conditions d'exposition. Elles peuvent être descriptives (séries de cas, étude transversale) ou analytiques (cas-témoins, étude de cohorte).

Le schéma d'étude le plus adapté pour répondre à cette problématique est **l'étude de cohorte prospective (cohort study)**. Elles sont incluses dans la revue et consistent à comparer la survenue d'une pathologie dans plusieurs populations définies en fonction de leur exposition à un facteur de risque présumé causal ou favorisant la survenue de celle-ci. Lorsqu'elles sont « prospectives » elles débutent à la date de mise en place de l'étude tandis que lorsqu'elles sont « rétrospectives », elles sont définies dans le passé et la période de suivi prend fin à la date de recueil des données.

Le schéma **d'étude cas-témoin (case-control)** est également inclus dans la revue de littérature. Elles identifient les groupes d'étude en fonction des résultats, et les chercheurs collectent rétrospectivement l'exposition d'intérêt [56].

On retrouve donc des grades ou niveaux de preuve selon le type d'étude : Ceci est résumé dans le **tableau des grades NHMRC** (*National Health and Medical Research Council*) qui met en avant la qualité méthodologique de l'article.

Grade/niveau de preuve	Type d'étude
I	Revue de littérature comprenant des cohortes prospectives
II	<b>Etude de cohorte prospective</b>
III	Etude de cohorte rétrospective
IV	Etude cas-témoins
V	Etude de cas ou étude transversale

Tableau I : Grades NHMRC

- **Population**

Les études incluses sont menées auprès d'une population sportive de niveau amateur ou professionnel. L'objectif est également d'étudier les sports les plus à risque dans le cadre du développement d'un CFA.

Aucun groupe d'âge et aucun sexe n'est exclu dans cette revue, car la pathologie touche tous les individus peu importe la morphologie came ou pince.

- **Intervention**

Elle correspond aux différents facteurs de risque étudiés dans chaque étude. Dans notre revue, nous examinerons les facteurs de risque d'apparition du CFA chez les sportifs.

Les auteurs peuvent étudier plusieurs facteurs de risque au sein de la même étude. Mais ces facteurs devront être identifiés et mesurés par des outils ou techniques validées.

- **Objectif/critères de jugement**

L'objectif commun des études incluses est d'évaluer l'association entre un facteur de risque et le développement de la morphologie à l'origine du CFA.

Le critère de jugement principal est donc l'apparition/ la prévalence de CFA chez le sportif au cours de la période d'exposition étudiée.

Ce critère de jugement est évalué à l'aide de la triade qui définit le CFA, soit la mesure de l'angle  $\alpha$  pour la morphologie came, du LCEA pour la morphologie pince, de l'examen physique et des signes cliniques. On détermine 2 séries d'études, le groupe << CFA/ morphologie came >> et le groupe << non CFA >>. Il faut faire attention à la définition du CFA proposée dans chaque étude par les auteurs.

Les critères de jugement secondaire concernaient les limitations de ROM (range of motion) des rotations de hanche ainsi que la description qualitative de l'anatomie de la hanche (signe de croisement/poignet de pistolet).

## **2.2 Méthodologie de recherche des études**

- **Source documentaire investiguée**

Il a fallu plusieurs moteurs de recherche pour cette revue de littérature, qui ont permis de sélectionner les études les plus pertinentes et répondant au mieux aux critères d'inclusion et d'exclusion que nous avons définies.

Les bases de données utilisées sont :

- **PubMed** : C'est un moteur de recherche de données bibliographiques dans les domaines de la santé et de la biologie. Il donne accès à la bibliothèque MEDLINE qui recense plus de 30 millions de références

- **Cochrane Library** : Bibliothèque comportant plusieurs bases de données spécialisées en médecine et en santé
- **KinéDoc** : Base documentaire orientée sur la kinésithérapie
- **Google Scholar** : C'est un moteur de recherche dans la littérature scientifique

D'autres sources ont également été utilisées comme les références citées dans certains articles et les autres mémoires de fin d'étude.

- **Equation de recherche utilisée**

Afin d'optimiser la recherche sur les différentes bases de données, la question de recherche est formulée selon la **méthodologie PICO** :

- P = Population
- I = Intervention
- C = Comparateur
- O = "Outcomes" = Critères de jugement

Cette méthode permet de définir les 4 éléments clés de notre question clinique et son utilisation permet une recherche précise dans la littérature. L'ensemble des mots clés et synonymes utilisés pour l'équation de recherche de cette revue sont détaillée dans le tableau ci-dessous (Tableau 1).

A partir des termes définis dans le tableau suivant, une combinaison sera effectuée en les associant à l'aide d'opérateurs booléens « OR », « AND » et « NOT », après avoir cherché les synonymes sur MeSH.

Mots clés	Français	Anglais
<b>P</b>	Sportifs	Athletes
<b>I</b>	Facteurs de risques Facteurs de risques intrinsèques	Risk factor Intrinsic risk factor
<b>C</b>	Absence de facteur de risque	Less risk factor
<b>O</b>	Conflit fémoro-acétabulaire	Femoroacetabular impingement Hip impingement Came/Cam morphology

Tableau II : Elaboration de l'équation de recherche selon le modèle PICO

L'équation de recherche obtenue sera entrée sur les bases de données citées précédemment :

- PubMed et cochrane

((Femoroacetabular impingement **OR** Hip impingement **OR** Cam morphology) **AND** (Risk factor **OR** Intrinsic risk factor) **AND** (Athlete)\*)

- Google scholar

Femoroacetabular impingement – risk factor – athletes

## 2.3 Méthode d'extraction et d'analyse des données

- **Sélection des articles**

L'équation de recherche a été appliquée dans les différentes bases de données citées précédemment.

Base de données	Equation de recherche
PubMed Cochrane library	((Femoroacetabular impingement <b>OR</b> Hip impingement <b>OR</b> Cam morphology) <b>AND</b> (Risk factor <b>OR</b> Intrinsic risk factor) <b>AND</b> (Athletes))

L'utilisation de cette équation de recherche nous permet d'obtenir n = 158 articles sur PubMed n = 39 sur KinéDoc, n=25 sur Pedro et n=0 sur Cochrane library. Une recherche sur google scholar m'a également permis de trouver d'autres articles tout en supprimant les éventuels doublons.

L'entièreté des articles trouvés à l'aide de l'équation de recherche n'est pas perspicace dans l'élaboration de notre revue de littérature, c'est pourquoi nous avons déterminé des critères d'inclusion et d'exclusion pour trouver nos études utilisables.

Nous effectuons 3 sélections à l'aide de ces critères :

Sélection	Critères d'inclusions	Critères d'exclusions
<b>1<sup>ère</sup> sélection</b> : Analyse par titre	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Présence d'une notion propre à un facteur de risque</li> <li>○ Pathologie : Conflit fémoro-acétabulaire/Morphologie Came/Pince</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Autre pathologie</li> <li>○ Articles relatant du diagnostic ou du traitement</li> <li>○ Article se basant sur des patients en post-chirurgie</li> </ul>
<b>2<sup>e</sup> sélection</b> : Analyse par résumé/abstract	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Objectif de l'étude : étude d'un facteur de risque</li> <li>○ Population suffisante : n &gt; 30</li> <li>○ Population sportive</li> <li>○ Publication en français ou en anglais</li> <li>○ Etudes datées de 2010 au minimum</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Elimination des doublons</li> <li>○ Etude sans objectif étiologique</li> <li>○ Autres objectifs d'étude ou étude du CFA comme facteur de risque d'une autre pathologie</li> <li>○ Autres langues</li> </ul>
<b>3<sup>e</sup> sélection</b> : Lecture intégrale de l'article	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Etude observationnelle épidémiologique (Cohorte), transversale ou cas-témoin</li> <li>○ Définition récente du conflit fémoro-acétabulaire</li> <li>○ Bonne qualité méthodologique (échelle NOS)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Définition d'une autre pathologie (arthrose de hanche, blessure du sportif etc.)</li> <li>○ Revue systématique</li> </ul>

Tableau III : Critères de sélection des articles

- **Evaluation de la qualité méthodologique des études sélectionnées**

Pour évaluer la qualité méthodologique et identifier des études de bonne qualité, l'utilisation de l'échelle **Newcastle Ottawa Scale (NOS)** est recommandée (Annexe 2 – 3 - 4).

Cette échelle est un outil d'évaluation de risque de biais pour les études observationnelles non randomisées, et évalue le potentiel d'utilisation de ces articles pour l'élaboration d'une revue de littérature.

Elle permet d'obtenir un score avec des étoiles, dont le maximum est de 9 étoiles :

- La qualité de la sélection des groupes d'études (4 étoiles)
- La comparabilité des groupes (2 étoiles)
- La détermination de l'exposition ou du résultat d'intérêt (étude de cohorte)

On détermine 3 niveaux de qualité méthodologique :

- Score entre 0 et 3 étoiles = faible qualité méthodologique
- Score entre 4 et 6 étoiles = qualité méthodologique moyenne
- Score entre 7 et 9 étoiles = forte qualité méthodologique

L'échelle NOS est une échelle de mesure reproductible et vérifiée, très utilisée par la communauté scientifique dans l'évaluation des risques de biais d'une étude.

Nous établirons un score NOS pour chacun de nos articles sélectionnés dans cette revue (Annexe 1).

- **Extraction des données**

Pour chaque étude incluse, les informations extraites sont :

- La date, le pays et le nom des auteurs de l'article
- L'objectif de l'étude et les hypothèses
- Le nombre de participants à l'étude et leurs caractéristiques
- Les critères d'inclusions et d'exclusions mentionnées par les auteurs
- Le(s) facteur(s) de risque(s) étudiés ainsi que les méthodes d'évaluation de ceux-ci
- La définition du conflit fémoro-acétabulaire établi par les auteurs
- Les résultats et la conclusion de l'étude

- **Méthode de synthèse des résultats**

Pour donner suite à l'extraction des données, les résultats de chaque étude ont été synthétisés à l'aide de tableau disponible en annexe.

Pour déterminer un lien de causalité entre l'exposition au facteur de risque et la survenue de la pathologie étudiée, nous retenons des données statistiques importantes :

- **Le risque relatif (RR), ODD Ratio (OR)/Rapport de côte**
- **Le coefficient de corrélation de Pearson (r)**
- **L'intervalle de confiance (IC)**
- **Le p value (p)**

Il existe 3 conclusions possibles à l'interprétation du RR et de l'OR :

Si  $RR < 1$  (ou  $OR < 1$ ) : lien de causalité établie, ainsi l'exposition est un facteur protecteur

Si  $RR = 1$  (ou  $OR = 1$ ) : il n'y pas de lien de causalité entre exposition et maladie

Si  $RR > 1$  (ou  $OR > 1$ ) : lien de causalité établie, l'exposition est un facteur de risque

Le p value permet de rejeter une hypothèse nulle (**H0**), plus sa valeur est proche de 0, plus la probabilité de commettre une erreur en excluant H0 est faible. Souvent la limite utilisée est **p = 0,05**.

Pour interpréter les résultats, il est possible d'utiliser également le **risque d'erreur  $\alpha$** . C'est le risque de rejeter l'H0 alors que celle-ci est vraie. Si  $p < \alpha$ , alors la différence est dite statistiquement significative. En revanche, cette interprétation ne permet pas de corrélation entre les 2 variables.

**Le coefficient de corrélation de Pearson r** (utilisé pour des variables dites linéaires) permet d'étudier l'indépendance ou la dépendance entre l'exposition d'un facteur et la survenue de la maladie. Il existe 3 résultats :

- $0 < r < 1$  : corrélation positive
- $r = 0$  : aucune corrélation
- $0 > r > -1$  : corrélation négative

**La différence des moyennes** (entre le groupe des exposés au FDR et les non-exposés) et leur **écart-type** (mesurant la dispersion/l'étalement d'un ensemble de valeurs autour de leur moyenne) sont très importants dans l'évaluation de la signification des résultats. Plus l'écart type est faible, plus la population est homogène et inversement.

**La signification clinique (= Pertinence clinique)** s'évalue en fonction de la taille de l'effet et de son intervalle de confiance :

- **La taille d'effet** mesure la force de l'effet d'une variable sur une autre, elle mesure de combien on s'écarte de l'H0. Elle permet de calculer l'écart des valeurs du résultat trouvé. Plus la taille d'effet est grande, plus nous pouvons écarter l'H0. Dans cette méta-analyse, elle correspond majoritairement à l'odds ratio.
- **L'intervalle de confiance (IC)** encadre une valeur réelle que l'on cherche à estimer, pour permettre de définir une marge d'erreur. Elle est utile pour calculer la précision de l'estimation trouvée.

L'analyse se veut qualitative, en lien avec les méthodes de mesure, et quantitative, en lien avec les résultats statistiques. Toute ces étapes d'extraction de donnée et d'interprétation des résultats ont été réalisés par un seul examinateur.

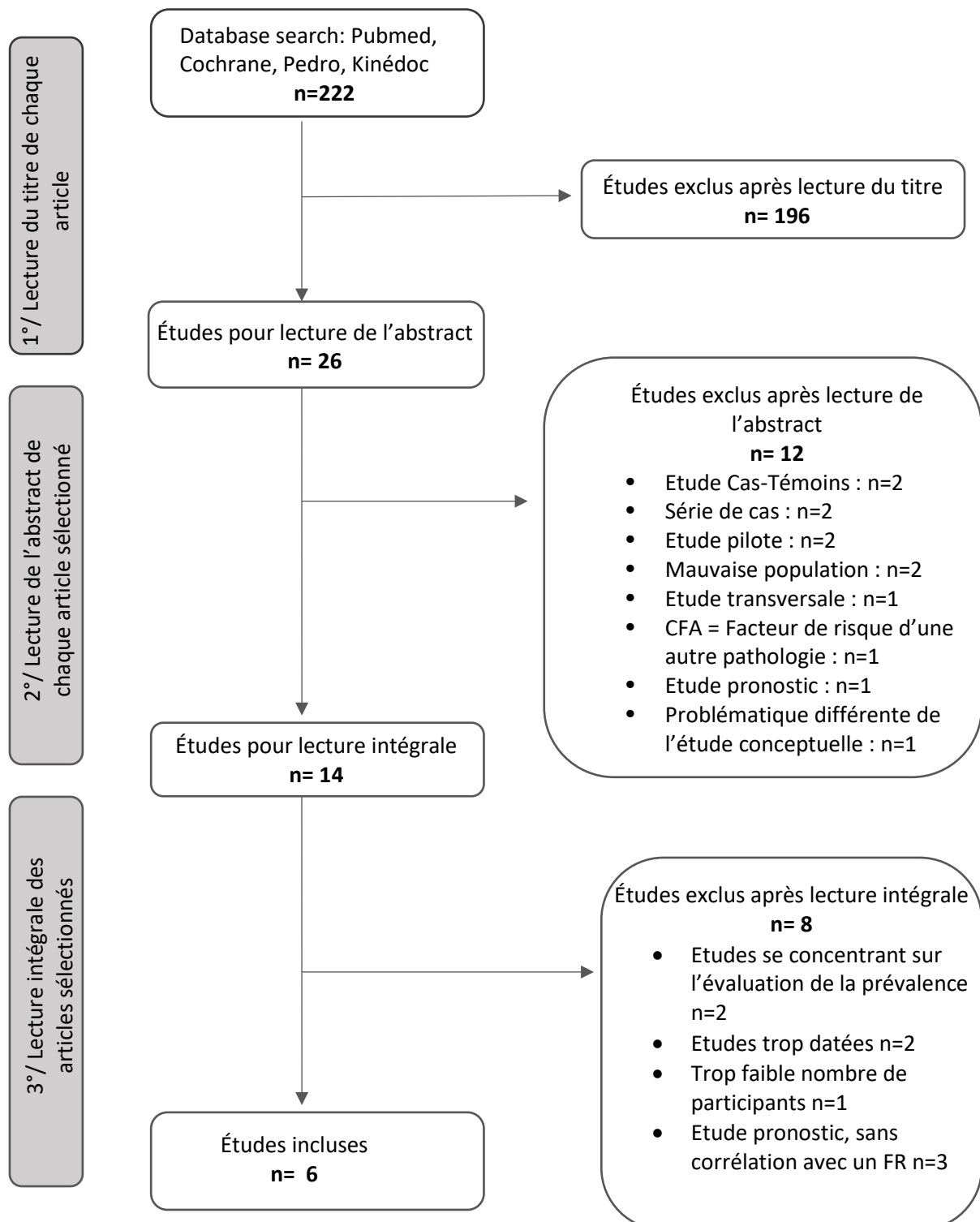


### 3 Résultats

#### 3.1 Description des études

##### 3.1.1 Résultat de la recherche

Afin de présenter de manière lisible le procédé de sélection et les raisons d'exclusions des références, nous avons fait un diagramme de flux.



### 3.1.2 Etudes exclues

- Exclusion par lecture du titre/abstract de l'étude

Référence de l'étude	Justification de l'exclusion de l'étude
Leg dominance as a risk factor for femoroacetabular impingement syndrome <i>Philippi et al (2020) [54]</i>	La population n'est pas déterminée comme sportive, c'est une étude rétrospective sur des cas ayant effectués une arthroscopie. On se base donc ici sur un registre de cas dans un hôpital.
Prevalence of radiographic findings consistent with femoroacetabular impingement in military personnel with femoral neck stress fractures <i>Carey et al (2013) [57]</i>	<i>Objectif</i> : définir si le CFA est un facteur étiologique de la fracture de fatigue du col du fémur. De plus, la population étudiée est une population de militaire dont on ne décrit pas l'activité physique.
Characterization of symptomatic hip impingement in butterfly ice hockey goalies <i>Ross et al (2015) [58]</i>	Cette étude correspond à une série de cas à visée pronostique. Seule l'imagerie est utilisée dans le diagnostic de la pathologie mais les critères de jugements ne sont pas clairement établis.
Prospective evaluation of sport activity and the development of femoroacetabular impingement in the adolescent hip (PREVIEW): results of the pilot study <i>Ayeni et al (2022) [59]</i>	<i>Objectif</i> : le but de cette étude pilote était de valider la faisabilité d'une étude définitive visant à déterminer si l'activité physique de haute intensité pendant l'adolescence a un impact sur le développement du CFA.
Protocol for a multicenter prospective cohort study evaluating sport activity and development of femoroacetabular impingement in the adolescent hip <i>Öhlin et al (2020) [60]</i>	<i>Objectif</i> : L'étude PREVIEW est une étude longitudinale internationale conçue pour déterminer l'association entre la spécialisation sportive à l'adolescence et le développement d'un conflit de hanche. Cette cohorte prospective est encore au stade protocolaire.

Tableau IV : Etudes exclues par lecture du titre/abstract

- Exclusion par lecture complète de l'étude

Référence de l'étude	Justification de l'exclusion de l'étude
CAM-type femoroacetabular impingement in male elite junior cross-country skiers and non-athlete controls: a cross-sectional MRI study <i>Sveen et al (2019) [61]</i>	Le nombre de participant de l'étude est trop faible (n=30) pour être sélectionnée dans cette revue de littérature, comparativement aux autres études.
Incidence of Symptomatic Femoroacetabular Impingement: A 4-Year Study at a National Collegiate Athletic Association Division I Institution <i>Safran et al (2022) [62]</i>	Etude de cohorte rétrospective se concentrant sur l'incidence globale du CFA chez les sportifs de différentes disciplines au sein de la 1 <sup>ère</sup> division du NCAA, et leur critère de retour au sport après la prise en charge chirurgicale Cette étude n'étudie donc pas une association possible avec des facteurs de risque.

<p>The development of Cam-type deformity in adolescent and young male soccer players <i>Agricola et al (2012) [63]</i></p>	<p>Etude trop datée ne référant pas des dernière description et définition de la pathologie. Objectif : déterminer l'âge d'apparition et la prévalence d'une morphologie came chez une population de footballeur. L'étude a une faible qualité statistique rendant difficile l'interprétation de ses résultats.</p>
<p>The cam-type deformity of the proximal femur arises in childhood in response to vigorous sporting activity <i>Siebenrock et al (2011) [64]</i></p>	<p>Au-delà de s'intéresser au développement de la morphologie came, et d'établir une corrélation entre le statut de croissance et cette dernière, <i>Siebenrock et al</i> se sont intéressés à des critères de coxarthrose dans l'analyse des résultats et la discussion, et rendent donc l'étude hors sujet dans le cadre de notre revue de littérature.</p>
<p>Prevalence of femoroacetabular impingement in elite baseball players <i>Uquillas et al 2022 [65]</i></p>	<p>Cette étude s'intéresse à la prévalence des cas de déformation came pour une population de joueur de baseball. Mise à part la détermination d'un risque relatif de développer la malformation selon le poste de jeu, il n'y a pas de réelle évaluation d'un facteur étiologique pour le CFA. Les auteurs ont reconnu que l'analyse statistique était succincte ce qui est complexe pour l'interprétation des résultats.</p>

Tableau V : Etudes exclues par lecture complète

### 3.1.3 Etudes incluses dans la revue de littérature

Après avoir détaillé le procédé de sélection des articles à l'aide du diagramme de flux, et à l'aide des critères d'inclusions et d'exclusions, nous retenons 6 références pour réaliser notre revue de littérature.

<p><b>Activity Level and Sport Type in Adolescents Correlate with the Development of Cam Morphology</b> <i>Westermann et al (2021)</i> [66]</p>
<p><b>A longitudinal cohort study of adolescent elite footballers and controls investigating the development of cam morphology</b> <i>Fernquest et al (2021)</i> [67]</p>
<p><b>Cam morphology in young male football players mostly develops before proximal femoral growth plate closure: a prospective study with 5-year follow-up</b> <i>van Klij et al (2019)</i> [68]</p>
<p><b>Prevalence of femoroacetabular impingement and effect of training frequency on aetiology in paediatric football players</b> <i>Polat et al (2019)</i> [69]</p>

<p><b>The relationship between the frequency of football practice during skeletal growth and the presence of a cam deformity in adult elite football players</b></p> <p><i>Tak et al (2015)</i></p> <p>[70]</p>
<p><b>Association between femoroacetabular impingement syndrome and limited lateral hip rotation in young athletes: A case-control study</b></p> <p><i>Šarčević et al (2022)</i></p> <p>[53]</p>

*Tableau VI : Etudes incluses*

Les principales informations correspondantes aux critères d'inclusions et d'exclusions ainsi que les différents critères de jugement utilisés par chaque auteur sont présentés. De plus, les données épidémiologiques pertinentes sont décrites ci-dessous dans la présentation des articles regroupant les informations suivantes :

- **La date, l'auteur** ainsi que **le titre** des études
- **L'objectif de l'étude et les hypothèses émises**
- **Le nombre** de participants associé à **leurs caractéristiques**
- **Les critères d'inclusions et d'exclusions** mentionnés par les auteurs
- **Le(s) facteur(s) de risque(s)** étudiés et **les méthodes d'évaluation** du risque
- Les résultats et les données statistiques utiles

Un tableau récapitulatif est élaboré pour chaque étude afin de synthétiser l'ensemble des données pertinentes à la revue de littérature.

Tableau VII : Résumé des informations essentielles des études incluses

Auteur, date, type d'étude	Sport et nombre de participant Moyenne +/- Ecart type	Facteurs de risque étudiés	Méthode de mesure des facteurs de risques	Critères de jugement	Facteurs de risque significatifs	Résultat statistique
<b>Westermann et al (2021)</b> Etude de cohorte prospective	Sports multiples n=260  Âge : 23,4 +/- 0,8 Taille et poids : NC BMI <sup>1</sup> : Selon groupe	Type de sport (power sport / nonpower sport / all sports) Niveau d'activité	Questionnaires Score PAQ-A <sup>2</sup>	Angle $\alpha$ > 55° Angle HNOR <sup>3</sup> < 0,17 Angle LCEA <sup>4</sup> (1) > 40° pour morphologie en pince (2) < 24° pour la dysplasie de hanche	(1) Participation à des "power sports" (2) Score PAQ-A élevé	(1) OR = 2,93 95%IC : 1,02-8,41 p = 0,0461 (2) OR = 1,91 95%IC : 1,01-3,60 p = 0,0469
<b>Fernquest et al (2021)</b> Etude de cohorte prospective	Football n=140  Âge: 15,1 +/- 2,7 Taille, poids, BMI : NC	Age, sexe, BMI Niveau activité Leg dominance Maturité squelettique/morphologie épiphysaire (plaque de croissance)	Questionnaires Score PAQ IRM	Changement angle $\alpha$ du cartilage moyen Modification extension épiphysaire Hypertrophie du Fibrochondrooseous Tissue Area (FTA)	(1) Sexe masculin (2) Score PAQ élevé (3) Âge 11-12 ans chez les hommes (4) Physe ouverte	(1) Coeff = -2,27 95%IC : -4,12 -0,43 p = 0,016 (2) Coeff = 1,00 95%IC : 0,55-1,44 p < 0,001 (4) Coeff = 9,29 95%IC : 7,50-11,08 p < 0,001
<b>Van Klij et al (2019)</b> Etude de cohorte prospective	Football n=49  Age : 20,53 +/- 2,17 73,77kg +/- 7,87 180,33cm +/- 6,63 BMI : 22,65 +/- 1,59	Maturité squelettique (état de la plaque de croissance) ROM <sup>5</sup> Rotation externe hanche	Radiographie AP <sup>6</sup> , de face et latérale Projection radiographique du grand trochanter sur le col	Visual score Angle $\alpha$ > 60° Etat de la plaque de croissance en association avec (1) le visal score (2) l'angle $\alpha$	Plaques de croissance (=physe) ouverte <i>Modification de la rotation externe</i>	(1) OR = 10,03 95%IC : 3,49-28,84 p < 0,001 (2) OR = 2,85 95%IC : 1,18-6,88 p = 0,020

<sup>1</sup> BMI = Indice de masse corporelle

<sup>2</sup> Score PAQ : Questionnaire d'évaluation de l'activité physique

<sup>3</sup> HNOR = Offset de la tête fémorale

<sup>4</sup> LCEA = Lateral Center Edge Angle

<sup>5</sup> ROM = Range Of Motion - Amplitude

<sup>6</sup> Vue AP = Antéro-postérieur

<b>Polat et al (2019)</b> <b>Etude transversale</b>	Football n=214 Age : 13,4 +/- 3,2 Taille, poids, BMI : NC	Leg dominance Heures d'entraînement Durée de participation au sport (nombre d'année)	Examen physique Radiographie AP et frog leg views Profil médical	Morphologie Pince = Angle CE* > 39° Diminution angle Tönnis (<0°) Morphologie Came = Angle $\alpha$ > 55° Anterior femoral offset < 10mm Inspection visuelle : Poignet de pistolet/signe de croisement	(1) Aug CFA en fonction de l'âge (groupe 3 16-17 ans) (2) Joue au football depuis 3 ans ou plus (3) Entraînement > 12,5h par semaine	(1) p < 0,05 (2) p = 0,01 (3) p = 0,03
<b>Tak et al (2015)</b> <b>Etude transervale</b>	Football n=63 Âge : 23,1 +/- 4,2 78,2kg +/- 7,9 182,3cm +/- 7,3 BMI : 23,4 +/- 1,8	Fréquence pratique football/activité physique Âge début football	Radiographie AP et latérale (frog leg view) Questionnaires	(1) Déformation Came : Angle $\alpha$ > 60° (2) Déformation <b>pathologique</b> Came : Angle $\alpha$ > 78°	Fréquence $\geq$ 4 fois par semaine à l'âge de 12 ans ou avant	(1) OR = 0,39 95%IC : 0,15-0,97 p = 0,042 (2) OR = 0,33 95%IC : 0,12-0,94 p = 0,038
<b>Šarčević et al (2022)</b> <b>Etude cas-témoins</b>	Sports multiples n=88 Age : 8-17 ans Taille, poids, BMI : NC	ROM rotation latérale et médiale de hanche	Inclinomètre à bulle	Angle de rotation externe < 36°	ROM Rotation latérale limitée (LROM)	Z = 7,70 p < 0,0001

## 3.2 Risque de biais des études incluses

### 3.2.1 Grille d'analyse étudiée

Cette revue de littérature réunie différents schémas d'études. Néanmoins, nous pouvons utiliser la même échelle d'évaluation des risques de biais pour celles-ci : La Newcastle Ottawa Scale (NOS), décrite précédemment. Cette échelle a été légèrement modifiée selon le type d'étude évalué afin de correspondre au schéma d'étude. C'est une échelle utilisable pour les études observationnelles non randomisées. Le score NOS de chaque étude est résumé ci :

Tableau VIII : Echelle NOS étude de cohorte prospective

	Représentativité des exposés	Sélection des non-exposés	Vérification de l'exposition	Issue non présente	Des deux cohortes sur 1 ou 2 critères	Evaluation du critère de jugement	Suivi suffisamment long	Suivi des cohortes	Note
Westermann et al (2021)		☆		☆	☆☆	☆	☆	☆	7/9
Fernquest et al (2021)	☆			☆	☆☆	☆	☆	☆	7/9
Van klij et al (2019)	☆	☆	☆	☆	☆		☆	☆	7/9

Tableau IX : Echelle NOS étude transversale

	Représentativité des exposés	Taille de l'échantillon	Sélection des non-exposés	Détermination de l'exposition	Des deux cohortes sur 1 ou 2 critères	Evaluation des résultats	Test statistique complet	Note
Polat et al (2019)		☆	☆	☆☆		☆☆		6/10
Tak et al (2015)			☆	☆☆	☆	☆☆	☆	7/10

Tableau X : Echelle NOS étude cas-témoins

	Définition adéquate des cas	Représentativité des cas	Sélection des témoins	Définition du groupe témoin	Comparabilité des cas et des témoins	Détermination de l'exposition	Même méthode de vérification cas et témoins	Taux de non-réponse	Note
Šarčević et al (2022)	☆	☆	☆	☆	☆		☆	☆	7/9

### 3.2.2 Synthèse des biais

Référence	Principaux biais
<b>Westermann et al (2021)</b>	<p><b>Biais de sélection</b> : L'échantillon de départ (n=379) a été réduit pour donner suite à des exclusions afin d'arriver à un effectif n=260, de plus l'échantillon représente une population locale dans une seule région des EU. Nous n'avons pas le détail des effectifs hommes et femmes dans notre échantillon, et même si un ajustement pour le sexe est réalisé dans les statistiques, cela constitue un biais.</p> <p>La définition du CFA ne suit pas les recommandations des accords de Warwick, c'est une définition faussée se basant seulement sur l'examen radiographique dans l'élaboration du diagnostic : c'est un biais important de cette étude.</p> <p><b>Biais de mesure</b> : La radiographie est effectuée seulement de face (vue AP) ce qui peut entraîner des erreurs de détection de la lésion came.</p> <p>L'impossibilité d'obtenir l'axe horizontal du bassin sur les clichés entraîne un biais dans la mesure de l'angle LCEA. La prévalence de la morphologie peut également être sous-estimé par la seule utilisation de la vue AP.</p> <p>Les facteurs de risques sont évalués à l'aide de questionnaires d'auto-évaluation (le type de sport et le niveau d'activité ainsi que la participation sportive sont rapportées à l'aide de questionnaires). Il en résulte un <b>biais de mémorisation</b> soit une différence entre ce qui est rapporté et la réalité.</p> <p><b>Biais méthodologique</b> : Seul une association entre les "power sport" et le développement d'une morphologie came peut-être discuter.</p> <p>La nature transversale de l'étude de ne permet pas d'établir une véritable relation de cause à effet entre l'activité physique et la morphologie came.</p> <p>L'absence de donnée sur le plus jeune âge et l'incapacité à déclarer le nombre d'heure cumulée d'activité physique durant la période d'étude constitue également une limite.</p>
<b>Fernquest et al (2021)</b>	<p><b>Biais de sélection</b> : La première limite correspond aux pourcentages de perdus de vues dans chacune des cohortes de base (entre 34 et 50%). De plus, les cohortes ne concernent que des footballeurs professionnels → les résultats ne sont pas généralisables.</p>



	<p>Le groupe témoin n'est pas forcément représentatif de la population générale, son activité peut avoir changé durant la durée de l'étude : cela constitue un biais de participation.</p> <p>L'absence d'une cohorte de footballeuse au même niveau que la cohorte masculine constitue également un biais majeur quant à l'évaluation de l'impact du sexe sur la survenue de la pathologie.</p> <p><i>NB : La taille, le poids et la BMI sont rapportés, et la sélection est donnée dans une étude transversale préliminaire concernant la même cohorte.</i></p> <p>La définition du CFA ne suit pas les recommandations des accords de Warwick, c'est une définition faussée se basant seulement sur l'examen radiographique dans l'élaboration du diagnostic : c'est un biais important de cette étude.</p> <p><u>Biais de suivi</u> : Les participants n'ont été évalués que 2 fois durant la durée de l'étude (3 ans) au début et à la fin de l'étude.</p> <p><u>Biais de mesure</u> : L'IRM n'est pas associée à l'examen physique dans le diagnostic de la pathologie, cela constitue un grand biais. Il n'y a pas de valeur quantitative pour le changement pathologique de l'angle <math>\alpha</math>. Les hanches peuvent subir une extension épiphysaire supplémentaire qui n'est pas associée à une augmentation de l'angle <math>\alpha</math>.</p> <p><i>NB : Les informations sur les modalités des mesures sont résumées dans une fiche complémentaire.</i></p>
<p><b>Van Klij et al (2019)</b></p>	<p><u>Biais de sélection</u> : Taux d'abandon/perdus de vues durant le suivi sur 5 ans = 44,9%. La population ne concerne que des footballeurs → les résultats ne sont pas généralisables.</p> <p>Il n'y a pas de cohorte féminine, il ne peut donc pas y avoir de comparaison fiable pour évaluer l'impact du sexe sur le CFA.</p> <p>La définition du CFA ne suit pas les recommandations des accords de Warwick, c'est une définition faussée se basant seulement sur l'examen radiographique dans l'élaboration du diagnostic : c'est un biais important de cette étude.</p> <p>Les auteurs ne s'intéressent qu'à la déformation came comme critère de jugement du développement du CFA, l'étude ne traite qu'un seul axe concernant cette affection.</p> <p>6/98 plaques de croissances étaient encore ouvertes à la fin du suivi : Cela constitue un biais sur l'évaluation de la prévalence.</p> <p><u>Biais de mesure</u> : La radiographie est la seule mesure effectuée pour évaluer le critère de jugement ainsi qu'un facteur de risque (maturation osseuse). Elle peut entraîner une sous-estimation de la prévalence des morphologies de type came ainsi que sur la quantité des plaques de croissance plus ou moins ouvertes. Une limite se pose également sur la mesure de l'angle <math>\alpha</math> qui entraîne une potentielle incertitude.</p> <p>On a aussi un autre risque de mauvaise quantification avec la répétition de la prise des mesures.</p>
<p><b>Polat et al (2019)</b></p>	<p><u>Biais de sélection</u> : Les caractéristiques de l'échantillon (poids, taille, BMI) n'ont pas été indiquées : une analyse logistiqu multivariée des facteurs de risques est impossible. La population étudiée est par conséquent hétérogène.</p> <p>La nature rétrospective de cette étude entraîne un potentiel <u>biais de mémorisation</u> influençant les informations concernant la fréquence de jeu.</p> <p><u>Biais de mesure</u> : Seule la radiographie conventionnelle est utilisée pour évaluer la prévalence de morphologie came ce qui peut entraîner une sous-estimation de celle-ci.</p> <p>La définition du CFA ne suit pas les recommandations des accords de Warwick, c'est une définition faussée se basant seulement sur l'examen radiographique dans l'élaboration du diagnostic : c'est un biais important de cette étude.</p>

	<p><b>Biais de résultat</b> : Les rapports de côte permettant de définir l'association entre les facteurs de risques et l'apparition de la morphologie came n'ont pas été calculé ni indiqué. Même s'il est indiqué que des analyses de variance et des test t de Student ont été réalisés, nous n'en avons pas les résultats ce qui complexifie l'interprétation et l'affirmation des conclusions tirées par les auteurs.</p>
<p><b>Tak et al (2015)</b></p>	<p>La nature rétrospective de cette étude entraîne un potentiel <b>biais de mémorisation</b> influençant les informations concernant la fréquence de jeu.</p> <p>Les facteurs de risques sont identifiés à l'aide d'un questionnaire ce qui peut entraîner des différences entre ce qui est rapporté et la réalité.</p> <p>La charge de jeu correspond à la fréquence de jeu (football) ; c'est la variante la plus importante de l'étude et par conséquent ses paramètres devraient être plus précisés. En effet, bien que les informations soient très détaillées pour les footballeurs professionnels, elles le sont beaucoup moins pour une population adolescente évoluant dans un cadre amateur.</p> <p>Le temps de jeu en dehors de l'entraînement n'est pas pris en compte dans l'étude ce qui peut modifier certaines données.</p> <p>La définition du CFA ne suit pas les recommandations des accords de Warwick, c'est une définition faussée se basant seulement sur l'examen radiographique dans l'élaboration du diagnostic : c'est un biais important de cette étude.</p> <p>Les auteurs ne s'intéressent qu'à la déformation came comme critère de jugement du développement du CFA, l'étude ne traite qu'un seul axe concernant cette affection.</p> <p><b>Biais de mesure</b> : La radiographie (même si prise sur 3 vues) induit un risque de mauvaise mesure de l'angle <math>\alpha</math> (risque minimisé à l'aide d'un protocole détaillé dans l'étude).</p> <p><b>Biais de résultat</b> : L'absence de radiographie avant l'âge de 11-12 ans nous empêche d'avoir des données préexistantes sur notre population. Qui plus est, il n'est pas indiqué l'âge de fermeture de la plaque de croissance dans notre population, ce qui va complexifier l'interprétation des résultats.</p> <p>La seule association de facteur de risque observée concerne l'âge de début de pratique du football et la fréquence d'entraînement.</p>
<p><b>Šarčević et al (2022)</b></p>	<p><b>Biais de sélection</b> : Les participants ont été catégorisés en 2 groupes CFA et non CFA, puis il a été observé une limitation d'amplitude articulaire ou non. Les critères d'inclusions sont rapidement décrits, mais il n'y a pas de données concernant le rapport de l'activité physique chez la population recrutée.</p> <p>Le diagnostic n'est effectué que sur la base de 2 critères de la triade du CFA (absence de radiologie) ce qui diminue la qualité des résultats et entraîne un biais dans la sélection du groupe cas.</p> <p>Un seul médecin a réalisé le test FADIR pour le diagnostic. Il ne possédait pas d'information sur les jeunes individus à qui il mesurait leurs rotations.</p> <p><b>Biais de mesure</b> : Un seul médecin a réalisé les mesures de rotations en aveugle. Elles ont été mesurées à l'aide d'un inclinomètre ce qui induit également un biais de mesure. Les ROM des rotations ont été mesurés en position assis ce qui engendre un impact de la gravité sur la mesure (la gravité va à l'encontre du mouvement). Cependant, ce problème se retrouve dans d'autres positions de mesure qui ne présentent pas de grande différence significative.</p> <p>Une dernière limite est que l'hypothèse quant à la limitation de rotation externe viendrait d'un déficit musculaire et non pas d'une antéversion fémorale qui a été exclue de l'analyse, or elle peut être présente chez certains individus.</p>

Pour finir, nous pouvons synthétiser les principaux biais rencontrés dans nos études et en expliquer les conséquences sur notre revue de littérature :

- **Le biais de mesure** : la définition du CFA n'est pas respectée en comparaison aux récentes études et accords ayant étoffée celle-ci. Il en résulte que seul la radiographie/l'imagerie est utilisée dans 5 des 6 études pour définir les critères de jugements. Il est donc difficile d'exploiter qualitativement les résultats de nos études, et c'est pourquoi nous parlerons de tendance plutôt que de réel impact dans notre discussion. La mesure radiographique entraîne également certaines difficultés dans l'obtention de prévalence fiable.
- **La mesure des facteurs de risque** : pour la plupart de nos études, elle se fait à l'aide de questionnaire remplis par les sportifs. Ceci constitue un biais quant à la fiabilité des résultats.
- **Le biais de sélection** : les participants de nos études proviennent souvent d'un milieu local, d'une même ville/club, ce qui a l'avantage d'offrir une homogénéité mais ne nous permet pas de généraliser nos résultats.

La majorité de nos études ne s'intéresse qu'au développement d'une morphologie came, et l'évaluation ou la considération de la morphologie pince comme critère de jugement est souvent absente de celle-ci. Cependant, les études concernant la définition et le nouveau modèle de présentation nous indique que cette morphologie pince, même si elle concerne une population différente, ne doit pas être mise de côté dans la conception des études.

De plus, 4 de nos 6 études s'intéressent à une population de footballeur, ceci constituera un biais de notre méta-analyse, décrit ultérieurement.

### 3.3 Effet de l'intervention

- Critère de jugement principal

La majorité de nos articles évaluent l'impact d'un ou plusieurs facteurs de risque sur le développement de la morphologie Came à l'origine du CFA. Ce critère est évalué majoritairement à l'aide de l'imagerie médicale.

- Facteurs de risque étudiés

Les auteurs ont étudié différents facteurs en lien avec la pratique sportive pour déterminer lesquels étaient les plus à risque d'entraîner le développement d'une morphologie came/pince insidieuse.

#### 3.3.1 Westermann et al.

La signification statistique a été fixé pour une valeur  $p < 0,05$ .

L'hypothèse de départ de cette étude est l'association entre la pratique de sport (1) de puissance et (2) à haute intensité (score PAQ-A élevé) avec la survenue d'un CFA objectivée par des mesures d'angles radiographiques dans le but d'identifier une population à risque.

Chaque mesure d'angle sur les clichés est établie par un étudiant en médecine 2 fois en l'espace de 2 semaines ce qui a permis de déterminer la fiabilité intra-évaluateur, et un chirurgien orthopédique a mesuré un échantillon de 10 clichés pour établir une fiabilité inter-évaluateur. Les coefficients ont été donnés pour chaque mesure :

Mesures sur radiographie	Coefficient de corrélation intra-classe (ICC)
Angles $\alpha$	ICC = 0,91 – 95%IC [0,82 – 0,96] p<0,001
HNOR	ICC = 0,92 – 95%IC [0,45 – 0,99] p=0,004
LCEA (morphologie acétabulaire)	ICC = 0,99 – 95%IC [0,97 – 0,99] p<0,001

Les auteurs se sont donc appuyés sur une régression logistique afin d'associer les rapports de côte avec la morphologie de la hanche rapportée. Ils ont ensuite réalisé un ajustement avec le sexe et l'âge pour déterminer l'impact de ces derniers sur les facteurs de risque étudiés.

Le premier facteur de risque étudié était la participation à des "power sports", les athlètes ont été subdivisés à l'aide d'une classification citée par les auteurs. Ces sports comprenaient le basket-ball, le cheerleading, le football, la gymnastique et le volleyball.

L'association s'est révélée statistiquement significative dans les mesures d'angle  $\alpha$  et HNOR mais pas pour l'angle LCEA qui objectivait la morphologie pince. **Ces résultats ne se sont plus révélés statistiquement significatif une fois que toute la population sportive a été prise en compte, et ceux sans classification.** Cependant, une tendance est quand même décrite.

Tous les résultats ont été maintenu après ajustement pour le sexe (*cependant, nous avons un biais concernant le report des effectifs masculins et féminins, dont le détail ne nous est pas parvenu*).

Relation entre la pratique sportive et le développement de la morphologie came <u>selon l'angle <math>\alpha</math></u>		
	Sportifs (tout type de sport)	Sportifs (power sports)
Non ajusté pour le sexe	OR <sup>1</sup> = 2,22 IC95% [0,98 – 5,06] p = 0,0573	<b>OR = 2,93 IC95% [1,04 – 8,27]</b> <b>p = 0,0424</b>
Ajusté pour le sexe	OR = 2,10 IC95% [0,91 – 4,86 <sup>7</sup> ] p = 0,0841	<b>OR = 2,93 IC95% [1,02 – 8,41]</b> <b>p = 0,0461</b>

<sup>7</sup> L'odd ratio (OR) ou rapport de côte est une mesure statistique exprimant le degré de dépendance entre 2 variables aléatoires qualitatives qui permet de mesurer l'effet d'un facteur.

Relation entre la pratique sportive et le développement de la morphologie came <u>selon HNOR</u>		
	Sportifs (tout type de sport)	Sportifs (power sports)
Non ajusté pour le sexe	<b>OR = 1,64 IC95 [1,00 – 2,69]</b> <b>p = 0,0485</b>	<b>OR = 1,74 IC95% [1,00 – 3,03]</b> <b>p = 0,0496</b>
Ajusté pour le sexe	OR = 1,62 IC95% [0,92 – 2,83] p = 0,0934	<b>OR = 1,91 IC95% [1,01 – 3,60]</b> <b>p = 0,0469</b>

**Aucune association statistiquement significative n'a été obtenu pour les mesures concernant la morphologie pince et la dysplasie de hanche (LCEA > 40°/<24°).**

Le deuxième facteur de risque étudié concerné le niveau d'activité physique objectivé par le score PAQ-A. L'association statistique a été réalisé à l'aide d'un modèle linéaire mixte.

Haut score PAQ-A	$\beta$ et erreur standard
Associé à l'angle $\alpha$	0,77° +/- 0,30° p = 0,011
Associé à l'HNOR	- 0,003 +/- 0,001 p = 0,003

**Aucune association statistiquement significative n'a été obtenu pour les mesures concernant la morphologie pince et la dysplasie de hanche (LCEA > 40°/<24°).**

### 3.3.2 Fernquest et al.

La signification statistique des résultats a été fixé pour une valeur  $p < 0,05$ .

L'étude évalue l'évolution de la plaque de croissance et de la morphologie de la hanche entre les sportifs et des participants témoins. Le développement d'une morphologie came (critère de jugement pour établir un CFA dans cette étude) a été corrélé aux facteurs de risque suivant : **le sexe, l'âge au début de l'étude, l'état de la plaque de croissance, le BMI, la jambe dominante et le niveau d'activité physique.**

Pour tenir compte du biais de sélection concernant les perdus de vues lors du suivi sur 3 ans, une pondération a été effectuée et une modélisation d'ajustement de régression décrite a été adopté pour évaluer les variables prédisant le changement d'angle  $\alpha$  et le changement de l'extension épiphysaire. On obtient alors un coefficient de corrélation établi par les auteurs.

Les auteurs ont d'abord relevé les différences de changement moyen de l'angle  $\alpha$  selon les facteurs étudiés (Annexe 5).

Les résultats ont été ajusté avec le sexe et l'âge des participants, et plusieurs groupes ont été établis dans la cohorte. On parle d'analyse de régression multivariée.

	Régression multivariée 1	Régression multivariée 2	Régression multivariée 3
<b>Sexe masculin</b>		Coeff = 5,00 IC95% [2,77 – 7,23] p < 0,001	Coeff = 2,10 IC95% [1,26 – 2,14] p < 0,001
<b>Âge au début de l'étude</b>	Coeff = -0,01 IC95% [- 0,02 - 0,00] p = 0,037	Coeff = 0,00 IC95% [0,00 – 0,01] p = 0,285	
<b>Plaques de croissance ouverte</b>			Coeff = 9,29 IC95% [7,50 – 11,08] p < 0,001
<b>Niveau d'activité (Score PAQ-A)</b>		Coeff = 0,79 IC95% [0,56 – 1,01] p < 0,001	Coeff = 1,00 IC95% [0,55 – 1,44] p < 0,001

La régression multivariée 1 a pour covariable l'âge et la cohorte. La régression multivariée 2 a pour covariable l'âge, le genre et le score d'activité PAQ-A. La régression multivariée 3 a pour covariable la maturité de la plaque de croissance (physe), le genre et le score d'activité PAQ-A.

Il n'y avait pas d'association significative entre la dominance des jambes et le changement de l'angle alpha moyen. Une association significative entre l'IMC et l'angle alpha a été observée dans l'analyse de régression univariée, mais cela est devenu insignifiant lors du contrôle de l'âge, du sexe et de l'activité.

**Extension épiphysaire latérale** : Une corrélation positive significative mais faible a été observée entre le changement de l'angle alpha moyen et le changement de l'extension épiphysaire latérale moyenne (**coefficient = 0,002, p = 0,012**). Une corrélation positive significative a également été observée entre l'angle alpha moyen de suivi et l'extension épiphysaire latérale moyenne de suivi (**coefficient = 0,002, p = 0,031**). L'ajustement pour l'âge des footballeurs professionnels a occasionné un changement d'extension épiphysaire latérale de 0,01 supérieur à celui des témoins masculins (**p = 0,019**). Il n'y avait pas de différence statistique dans le changement de l'extension épiphysaire latérale entre les témoins hommes et femmes.

**Zone de tissu fibrochondroosseux (ALE)** : Une corrélation positive significative a été observée entre l'ALE de base et le changement de l'angle alpha moyen (coefficient 4,09, p = 0,003). En ajustant pour l'âge, les footballeurs d'élite avaient une ALE de 28,92 mm<sup>2</sup> supérieur aux témoins masculins au départ (p < 0,001). Il n'y avait pas de différence statistique dans l'ALE entre les témoins masculins et féminins.

### 3.3.3 Van Klij et al.

La prévalence de la morphologie came a d'abord été décrite pour chaque hanche. Une évaluation est réalisée en aveugle, et le nombre de participant ainsi que les exclusions sont rapportées à chaque rendez-vous de suivi.

L'évolution de la morphologie de la hanche a été analysée 2 fois (une fois pour le score visuel et une fois pour l'angle  $\alpha$ ) sur 224 radiographies. L'association entre l'état de la plaque de croissance et

l'évolution de la morphologie de la came a été calculée à l'aide d'une régression logistique ce qui permet de prendre en compte une corrélation qui existe au sein d'une personne par rapport au temps de suivi et le côté. Le rapport de côte a été donné pour chaque association avec l'état de la plaque de croissance :

	<b>Plaque de croissance ouverte</b>
<b>Visual score</b>	OR = 10,03 IC95% [3,49 – 28,84] p < 0,001
<b>Angle <math>\alpha</math></b>	OR = 2,85 IC95% [1,18 – 6,88] p = 0,020

Des changements anatomiques non quantifiables ont été intégré à l'article. L'observation qualitative de certaines hanches révèlent que l'apparition d'une morphologie came est corrélée à une modification de la rotation externe, observée grâce à une modélisation de point sur la radiographie, nous permettant de statuer sur la position de ces dernières par rapport à la projection du grand trochanter sur le col.

### 3.3.4 Polat et al.

La signification statistique des résultats a été fixé pour une valeur  $p < 0,05$ .

Le but de cette étude est d'étudier l'implication étiologique de la fréquence d'entraînement, de la durée de la participation sportive ainsi que la jambe dominante sur l'apparition de la déformation came (mesure radiographique du critère de jugement) en lien avec le développement du CFA.

Seules les prévalences ont été relevées. Les résultats ont montré une augmentation significative de la prévalence de CFA (morphologie came) en fonction de l'âge chez les adolescents sportifs ( $p < 0,05$ ).

Les joueurs pratiquant le football depuis plus de 3 ans avait une prévalence de 39,5% de CFA statistiquement significative ( $p = 0,01$ ).

Les heures d'entraînement hebdomadaire ont été analysées en tant que facteur étiologique. Les joueurs s'entraînant plus de 12,5 heures par semaine ont montré une prévalence plus importante de CFA que ceux qui s'entraînait moins, résultat statistiquement significatif ( $p = 0,03$ ).

Il n'y a eu aucune différence statistiquement significative concernant la jambe dominante et le poste de jeu.

Il est important de retenir que mise à part la valeur  $p$ , les auteurs ne nous fournissent aucun coefficient pouvant justifier d'une corrélation, ni pouvant nous permettre de critiquer ces associations.

### 3.3.5 Tak et al.

La signification statistique des résultats a été fixé pour une valeur  $p < 0,05$ .

Le premier objectif de cette étude était de déterminer l'existence d'une relation dose-réponse entre la fréquence de la pratique du football ainsi que la fréquence d'activité physique pendant la croissance du squelette et la présence d'une déformation came chez les footballeurs professionnels.

Le deuxième objectif était d'étudier si l'âge auquel un joueur commence le football est associé à la présence d'une déformation came à l'âge adulte.

Le critère de jugement correspond à l'observation de la déformation came à l'aide de la radiographie. Un ICC de 0,82 pour la fiabilité intra-observateur est relevé, témoignant de la qualité du protocole à visualiser ce critère de jugement.

Un ICC pour la variabilité intra-observateur concernant la mesure de l'angle  $\alpha$  a été donné (0,81 IC95% [0,62 – 0,91] pour la vue antéro-postérieure (AP) et 0,92 IC95% [0,83 – 0,96] pour la vue latérale jambe en grenouille).

La particularité de l'étude est de déterminer 2 groupes distincts selon la mesure de l'angle  $\alpha$  sur les différentes vues et d'en tirer une corrélation sur chacun afin d'affiner l'effet des facteurs de risque sur la survenue de la pathologie.

La déformation came est acquise pour un angle  $\alpha > 60^\circ$  mais elle est admise pathologique (et donc affirme le diagnostic du CFA) pour un angle  $\alpha > 78^\circ$ .

Association entre la fréquence de la pratique du football durant l'adolescence et la présence de la déformation came			
Fréquence	$\leq 3$ fois par semaine	$\geq 4$ fois par semaine	OR – IC95% Valeur p
Angle $\alpha$			
Angle $\alpha > 60^\circ$	41,5 %	63,6 %	0,41 IC95% [0,16 – 1,02] p = 0,055
Angle $\alpha > 78^\circ$	12 %	30 %	<b>0,33 IC95% [0,12 – 0,94]</b> <b>p = 0,038</b>

*NB : Les résultats ont été relevés pour des prévalences concernant toutes les vues radiographiques, nous avons donc exclu les résultats concernant seulement la vue dites en grenouille.*

Association entre l'âge du début de la pratique du football et la présence de la déformation came			
Âge	Avant 12 ans	A 12 ans ou plus	OR – IC95% Valeur p
Angle $\alpha$			
Angle $> 60^\circ$	51%	17%	0,19 IC95% [0,03 – 1,38] p = 0,10
Angle $> 78^\circ$	19%	0%	X



### 3.3.6 Šarčević et al.

Il s'agit d'une étude cas-témoins qui cherche à déterminer l'association possible entre les ROM des rotations de hanches limitées et le syndrome du CFA.

Les données ont été analysées à l'aide du tests t, du test U de Mann-Whitney, du test de paires appariées de Wilcoxon et de la régression logistique binaire.

Le test t pour les échantillons dépendants et le test de paires appariées de Wilcoxon ont servi à analyser les hanches du côtés affectés et non affectés chez les 30 enfants qui n'avaient pas de CFA.

Le test t pour les échantillons indépendants et le test U de Mann-Whitney ont servi à analyser toutes les hanches du côté affecté avec toute celle du côté non affecté.

La régression logistique binaire a permis de déterminer l'association entre les variables indépendantes, soit les ROM de rotations et la présence d'un syndrome du CFA.

Les ROM de rotation externe moyennes se sont avérées statistiquement différentes ( $t = 9,17, p < 0,0001$ ) en comparant tous les côtés affectés et non affectés.

La signification statistique de la différence de la rotation externe moyenne ROM dans tous les côtés affectés par rapport à la même ROM dans tous les côtés non affectés a été confirmée par le test U de Mann-Whitney ( $Z = 7,70, p < 0,0001$ ). Par le test U de Mann-Whitney ( $Z = 1,07, p = 0,28$ ), il a été confirmé que la différence de rotation interne moyenne des ROM entre tous les côtés affectés et tous les côtés non affectés n'était pas statistiquement significative. Les analyses de régression logistique ont montré que la ROM de rotation externe limitée était un bon prédicteur de la présence de FAI dans 85,23 %. La plage de rotation externe limitée était significativement associée à la probabilité de présence de CFA ( $p < 0,0001$ , test de Wald).

Les auteurs en ont conclu qu'une mesure de rotation externe  $< 36^\circ$  était prédictive d'un syndrome du CFA. La capacité de discrimination de la courbe ROC en fonction de la valeur de l'aire sous la courbe (0,908) est excellent.

Nos études ont étudié des facteurs en commun. Certains ne sont parfois pas objectivés de la même manière ce qui rend la comparaison compliquée. Le facteur de risque le plus décrit est **le haut niveau d'activité physique**. Pour *Westermann et al* [66] et *Fernquest et al* [67], il est évalué à l'aide d'un score déterminé par un questionnaire (le score PAQ). Pour *Polat et al* [69] et *Tak et al* [70], on peut faire le comparatif avec la fréquence des entraînements de football, ce qui reste spécifique à la population de ces 2 études.

**L'étude du statut de la plaque de croissance** est également au cœur de notre revue de littérature, *Fernquest et al* et *Van Klij et al* [68] s'intéressent à l'impact qu'a la physe sur le développement de la morphologie came.

Des données anthropométriques peuvent être traité comme véritable facteur de risque (*Fernquest et al* pour le sexe masculin) mais servent aussi comme covariables dans des analyses statistiques plus poussées afin de déterminer l'impact de ces caractéristiques sur les facteurs de risque définis précédemment (analyse de régression multivariée).

Articles	Facteurs de risques retenus	Facteurs de risque non retenus
Westermann et al	Participation à des "powersport" <b>Haut score PAQ-A (niveau activité physique)</b>	Participation à des "nonpower sport"
Fernquest et al	<b>Haut score PAQ-A (niveau activité physique)</b> Âge et sexe (11-12 ans chez homme) <b>Physe ouverte</b>	<b>Jambe dominante</b> BMI
Van Klij et al	<b>Physe ouverte</b> <i>ROM Rotation externe</i>	
Polat et al	<b>Fréquence d'entraînement</b> Durée de participation football	<b>Jambe dominante</b>
Tak et al	<b>Fréquence d'entraînement</b>	
Šarčević et al	↓ <b>ROM Rotation externe</b>	↓ ROM Rotation interne

## 4 Discussion

### 4.1 Analyse des principaux résultats

Les auteurs ont étudié plusieurs facteurs de risque à la survenue d'un CFA chez le sportif. Dans cette revue de littérature, 6 études ont été analysées : 3 études de cohortes prospectives (*Westermann et al*, *Fernquest et al*, *Van Klif et al*), 2 études transversales (*Polat et al*, *Tak et al*) et 1 étude cas-témoins (*Šarčević et al*).

Les échantillons de la population pour chaque étude sont compris entre 49 et 260 participants pour un total de 814 participants dans la totalité de nos études. Une majorité d'homme (605) est constatée dans notre revue de littérature.

Le suivi dans les cohortes prospectives a été assuré sur une durée allant de 2 à 5 ans.

#### 4.1.1 Analyse des populations

Les participants des études incluses dans la revue de littérature correspondent à une population de sportifs. Il n'y avait pas d'âge requis, cependant on observe une majorité d'adolescents dans nos études. Cela s'explique par le fait que la pathologie touche généralement une population en fin de croissance, qui applique des contraintes sur les hanches par la pratique de son activité physique.

La moyenne d'âge de notre population se situe autour des 18 ans.

La majorité de nos études étudie une population de footballeur, souvent recrutée directement au travers des clubs dans les régions où sont effectuées les recherches (*Fernquest et al*, *Polat et al*, *Van Klif et al et Tak et al*). Seulement 2 études ont sélectionné une population générale de jeune sportif, avec détermination de niveau d'activité (*Westermann et al et Šarčević et al*).

Les échantillons étudiés sont majoritairement composés d'hommes (sur une totalité de 814 participants aux études, il n'y a que 209 femmes). Cela s'explique d'une part car la majorité des études concernent une population de footballeur, or les études dans ce milieu concernant les populations féminines sont rares et il y a un véritable manque de moyen mis en place pour aller dans ce sens. D'autre part, le critère de jugement récurrent de nos études est la mesure de l'angle  $\alpha$  qui, nous le savons, est associé à une population majoritairement masculine.

Les informations concernant le niveau d'activité physique, le temps d'entraînement et la durée de participation étaient obtenus sous la forme de questionnaire.

Dans cette revue de littérature, il n'y a pas de seuil minimal ou maximal d'activité physique requis. On retrouve aussi bien des sportifs pratiquant en amateur/loisir que des athlètes professionnels évoluant dans des clubs de haut niveau.

**Des critères d'inclusions et d'exclusions** sont quand même recensés dans certaines études :

*Van Klif et al* ont déterminé comme critère d'éligibilité le fait de jouer en équipe de sélection au Pays bas. Dans une majorité d'étude, l'échantillon de participant provient de club de football, amateur ou professionnel. Pour *Polat et al*, il faut également justifier un rythme d'entraînement régulier avec

aucune absence des terrains sur les 6 derniers mois avant l'étude, occasionnant un biais de suivi. *Tak et al* ont quant à eux recruté leur population dans 2 clubs de football professionnels hollandais.

Le critère d'exclusion majoritaire de nos études concerne les pathologies de hanche déjà présentes au départ. *Van Klif et al*, *Polat et al* ainsi que *Šarčević et al* l'ont décrit dans les critères de sélection en précisant ce motif d'exclusion. Les lésions musculaires, les autres pathologies associées ainsi que les interventions chirurgicales passées de la hanche sont également comprises comme critères d'exclusion.

*Fernquest et al* définissent une population témoin précise devant balayer un large éventail de sport divers afin d'être le plus représentatif d'une population générale. Ce niveau d'évaluation n'est pas souvent retrouvé dans nos études, *Westermann et al* s'intéressent au nombre de saison où les adolescents ont pratiqué leur sport et *Šarčević et al* avait déterminé comme critère de jugement la pratique de sport régulier en entraînement, mais nous n'avons retrouvé aucun recensement précis du niveau d'activité de la population dans cette étude.

Les défauts de croissance (retard ou anomalie autre) ne sont pas évalués dans nos échantillons de jeunes sportifs, il en résulte un biais potentiel de la revue détaillé prochainement.

#### **4.1.2 Retour sur les critères de jugement**

Les études se basent sur différents critères de jugement pour déterminer la présence ou non d'un CFA. La majorité de celle-ci se concentre sur la survenue d'une déformation came, en lien avec un type de conflit, rendant la revue moins précise sur la survenue de cette pathologie.

Seules les études de *Westermann et al* et *Polat et al* s'intéressent à la morphologie pince, objectivé par la mesure de l'angle LCEA. Cette mesure est réalisée par un examinateur ou un logiciel directement sur les radiographies, en parallèle à d'autre mesure.

*Šarčević et al* se concentre sur la positivité de test et de signe clinique évocateur du CFA, se référant directement à la définition récente établi lors des accords de Warwick [8] pour déterminer le syndrome du CFA. Cependant, c'est la seule étude de notre revue qui n'utilise pas la radiographie dans l'évaluation de ses critères de jugement.

**Le critère de jugement principal de la majorité de nos études correspond au changement de l'angle  $\alpha$ /la mesure de l'angle  $\alpha$  à un seuil prédictif d'une morphologie came.**

Pour *Westermann et al* et *Polat et al*, le seuil se situe à une mesure de l'angle  $\alpha > 55^\circ$  tandis que pour *Van Klif et al* et *Tak et al*, l'angle  $\alpha$  est prédictif d'une morphologie came s'il est supérieur à  $60^\circ$ . *Tak et al* intègre une subtilité en ajoutant une mesure de l'angle  $\alpha > 78^\circ$  qui indiquerait un état pathologique lié à la morphologie came, car cette mesure correspondrait à l'état pré-arthrosique pour la hanche.

Ces angles  $\alpha$  sont mesurés sur des radiographies ou une IRM (Fernquest et al), en aveugle dans la totalité des études à l'aide d'un logiciel informatique (souvent MatLab cf Van Klif et al et Tak et al) qui réalise ce travail associé à une relecture par un professionnel de santé (médecin/interne en médecine ou les deux).

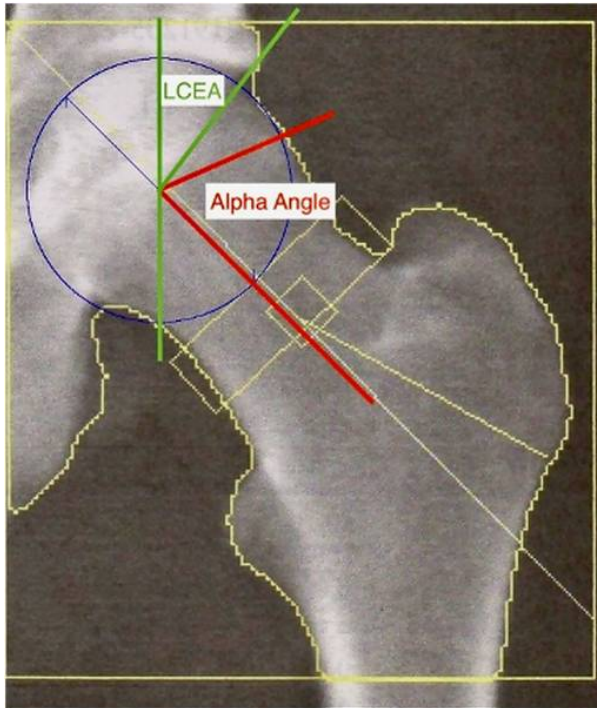


Figure 6 : Mesure de l'angle  $\alpha$  et LCEA sur radiographie

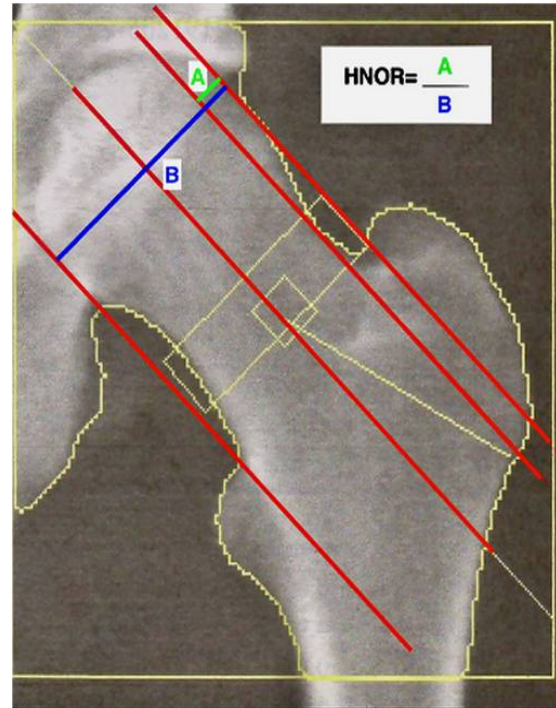


Figure 7 : Mesure de l'offset fémoral sur radiographie

Les études prospectives se concentrent sur l'évolution de cet angle  $\alpha$  durant la période de suivi tandis que les études transversales s'intéressent à l'état dans un échantillon de population à un instant donné.

Cette mesure est largement répandue car elle se veut fiable et reproductible. Les ICC calculés dans nos études sont très bons et témoignent de l'intérêt de l'utiliser.

D'autres mesures sont utilisées dans la détermination des morphologies prédictives du CFA. Van Klif et al s'appuie sur une comparaison avec la mesure de l'angle  $\alpha$  ainsi qu'un système de score visuel détaillé dans l'étude pour ajouter du crédit à ses observations.

Westermann et al utilise également le **HNOR** (division de l'offset sur le diamètre de la tête fémorale) pour statuer d'une morphologie came (**si  $<0,17$** ). L'utilisation de plusieurs mesures rend les observations plus crédibles et permet d'éliminer les mesures faussées, ou les mauvaises interprétations sur une seule valeur.

#### 4.1.3 Analyse de l'intervention

Différentes méthodes sont utilisées dans les études pour relever les facteurs de risque du CFA. Il est important de déterminer les subtilités entre chacune afin de comprendre comment ont été traités ces informations.

- **Niveau d'activité physique/Fréquence d'entraînement**

1. Niveau d'activité physique

C'est l'un des facteurs de risque les plus décrits dans notre méta-analyse. Pour son évaluation la majorité des études utilisent un questionnaire.

*Westermann et al* et *Fernquest et al* ont tous deux eu recours au **questionnaire de score PAQ** (Annexe 6) qui est un questionnaire international évaluant l'activité physique sur 1 semaine chez un enfant ; il en existe 2 versions le PAQ-A pour les enfants (9-13 ans) et le PAQ-C pour les enfants plus âgés/adolescent (14-18 ans).

Le PAQ recueille des informations sur le sport et l'exercice pratiqués au cours d'une semaine moyenne. Plusieurs questions ordinales sont résumées en un score moyen continu entre 1 et 5. Un score plus proche de 1 indique une faible activité physique, tandis qu'un score plus proche de 5 indique une activité physique élevée.

C'est un questionnaire possédant une très bonne fiabilité ainsi qu'une bonne reproductibilité. Il est conclu que c'est une méthode rentable d'évaluation des niveaux généraux d'activité physique des enfants au cours de l'année scolaire [71].

2. Fréquence d'entraînement

Concernant la fréquence d'entraînement, celle-ci est rapportée à l'aide d'un questionnaire dans l'étude de *Tak et al*, et directement extraite du dossier du joueur dans l'étude de *Polat et al*.

Les modalités d'entraînements entre les 2 populations sont différentes, bien que ce soit toutes 2 des populations de footballeurs.

L'inconvénient de l'utilisation des questionnaires est qu'ils entraînent des biais potentiels pouvant fausser l'estimation des résultats. Ces biais peuvent être liés à la compréhension des questions mais aussi au désir de vouloir démontrer de plus forte capacité à son entourage. Une sous-estimation de ses propres capacités peut également ressortir des questionnaires.

- **Statut de la plaque de croissance**

La plaque de croissance (ou physe) est observable sur les radiographies, et son statut (ouverte ou fermée) est mis en corrélation avec l'augmentation de l'angle  $\alpha$  dans les études s'intéressant à son état.

Pour *Fernquest et al*, l'extension épiphysaire quantifie la morphologie de la physe. Sa modification entre la date de départ et le suivi est un critère de jugement secondaire associé au changement de l'angle  $\alpha$  moyen du cartilage.

Pour *Van Klij et al*, l'état de la plaque de croissance est défini à l'aide d'un consensus : la plaque de croissance est considérée comme fermée si elle est totalement soudée et que l'on observe une ligne

scléreuse tandis qu'elle est considérée comme ouverte si une petite partie de celle-ci est ouverte. A noter que la fiabilité intra observateur de cette mesure est très bonne ( $\kappa = 0,94$ ).

L'état ouvert de la plaque de croissance correspond à une immaturité squelettique, ce qui signifie que cela concerne une population d'enfant – jeune adolescent en pleine croissance. Outre l'aspect radiographique, elle nous permet de déterminer un profil "à risque" ce qui correspond à un objectif de notre revue de littérature, d'où l'importance de ces mesures et observations décrites dans ces études.

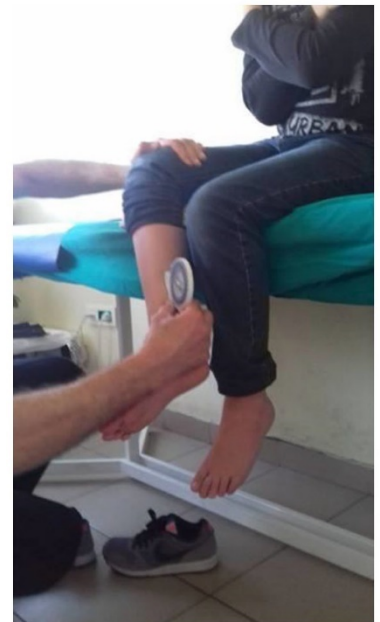
- **ROM de rotation externe/latérale de hanche**

La quantification de la rotation latérale de la hanche est très subjective, les auteurs ne s'accordent pas sur les mêmes méthodes de mesures dans notre revue.

Šarčević *et al* font d'abord un rappel concernant la rotation latérale de hanche. Ils utilisent un inclinomètre à bulle afin d'obtenir la ROM des rotations de hanche. Une description de la mesure est faite : La position de départ pour les deux mesures était assise, avec la hanche et le genou fléchis à 90 degrés et une serviette pliée sous la cuisse. Le poids était également réparti sur les deux tubérosités ischiatiques. Après avoir indiqué au patient le mouvement souhaité, la hanche du patient a été tournée médialement (ou latéralement) à travers l'amplitude de mouvement disponible en gardant la cuisse immobile et en déplaçant la jambe, le pied et la cheville latéralement (ou médialement). Pendant la mesure, la main de l'examineur a stabilisé la cuisse contre la table.

Des biais de mesures potentiels ont été relevés, bien que les auteurs tentent de justifier leur approche dans cette étude cas-témoin.

*Figure 8 : Mesure de la rotation latérale de hanche avec l'inclinomètre à bulle*



*Van Klif et al* statuent sur un défaut dans le positionnement de la hanche lié à la rotation latérale. Ils utilisent la radiographie, et à l'aide d'une projection de point représentant le grand trochanter sur le col, ils ont défini la position liée à une morphologie came.

La façon de mesurer les ROM de rotation des auteurs restent critiquables sur beaucoup d'aspect, car elles induisent des biais clairs rendant difficile l'interprétation des résultats.

#### **4.1.4 Synthèse des résultats**

L'objectif de notre revue de littérature est d'identifier des facteurs de risque dans l'étiologie du CFA chez la population sportive.

Après avoir retenu les données statistiques intéressantes dans l'interprétation des résultats, nous en faisons une description se voulant qualitative, en lien avec nos postulats initiaux.

- **Impact du haut niveau d'activité et du type de sport sur le développement de la morphologie came**

Le niveau d'activité objectivé par le score PAQ a été corrélé à la déformation came dans 2 études. *Fernquest et al* expliquent que le sexe masculin et un score PAQ > 3 correspondent à un risque élevé du développement de la came.

Deux coefficients ont été déterminés pour la corrélation du score PAQ avec la morphologie came à la suite de régressions multivariées permettant d'éliminer l'impact du sexe et de l'état de la plaque de croissance sur le résultat obtenu.

En interprétant le score PAQ comme une variable continue, les coefficients **0,79** IC95% [0,56 – 1,01] -  $p < 0,001$  et **1,00** IC95% [0,55 – 1,44] -  $p < 0,001$  ont été obtenus. Cette corrélation explique l'impact seul du niveau d'activité.

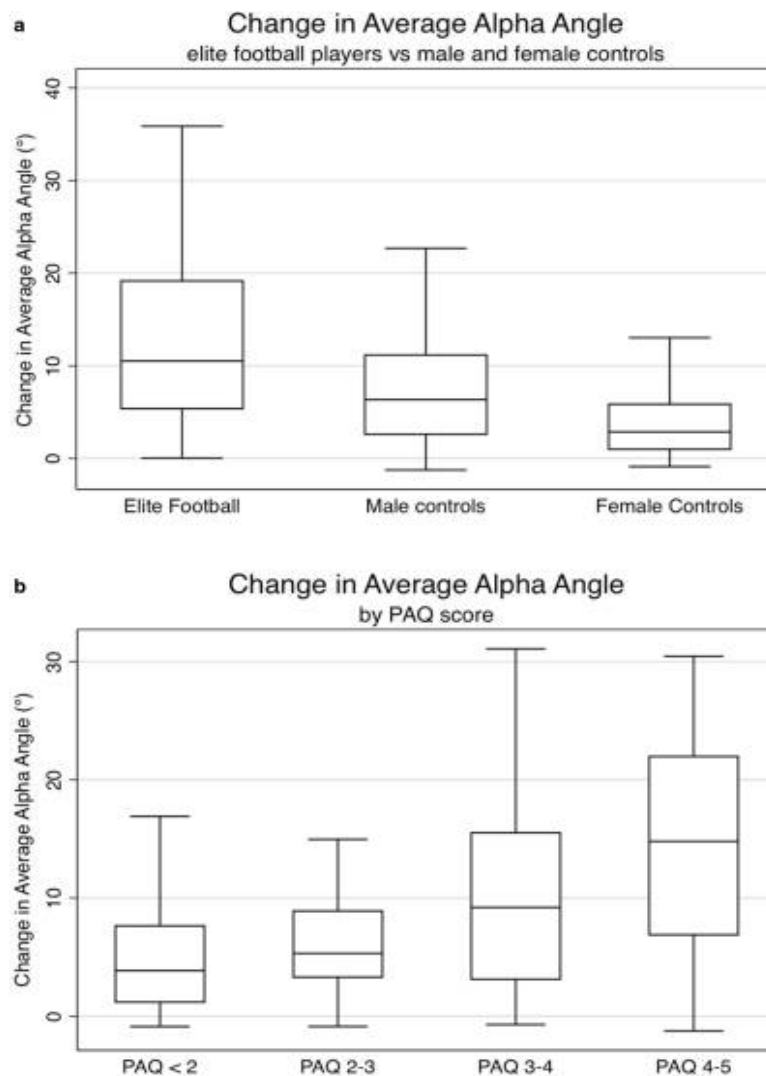


Figure 9 : Diagramme en boîte - Changement de l'angle  $\alpha$  selon la cohorte et le score PAQ



Ils expliquent tout de même qu'il existe une limite à l'utilisation du score PAQ : c'est un score différenciant efficacement les individus actifs et inactifs, mais il n'y a aucune discrimination concernant le type de sport, ainsi que l'intensité et la durée de pratique.

La quantification des niveaux pathologiques et du type d'activité soulève la possibilité d'introduire des outils de dépistage pour identifier les individus à risque de développer une morphologie came. Des méthodes de quantification plus précises seraient nécessaires afin que le risque d'un sportif puisse être stratifié avec précision.

*Westermann et al* ont utilisé un modèle linéaire mixte qui permet d'exprimer une tendance moyenne sur une population générale. Ces calculs n'ont donc pas pris en compte les facteurs associés, intrinsèques ou non. Cependant, il en découle une corrélation positive entre le haut score PAQ (qui témoigne d'un haut niveau d'activité physique) et à la fois une augmentation de l'angle  $\alpha$  ainsi une diminution de l'offset de la tête fémorale (mesure HNOR) à l'âge de 23 ans.

Les auteurs s'intéressent particulièrement au type de sport dans cette étude, afin de combler les lacunes du score PAQ expliquées auparavant.

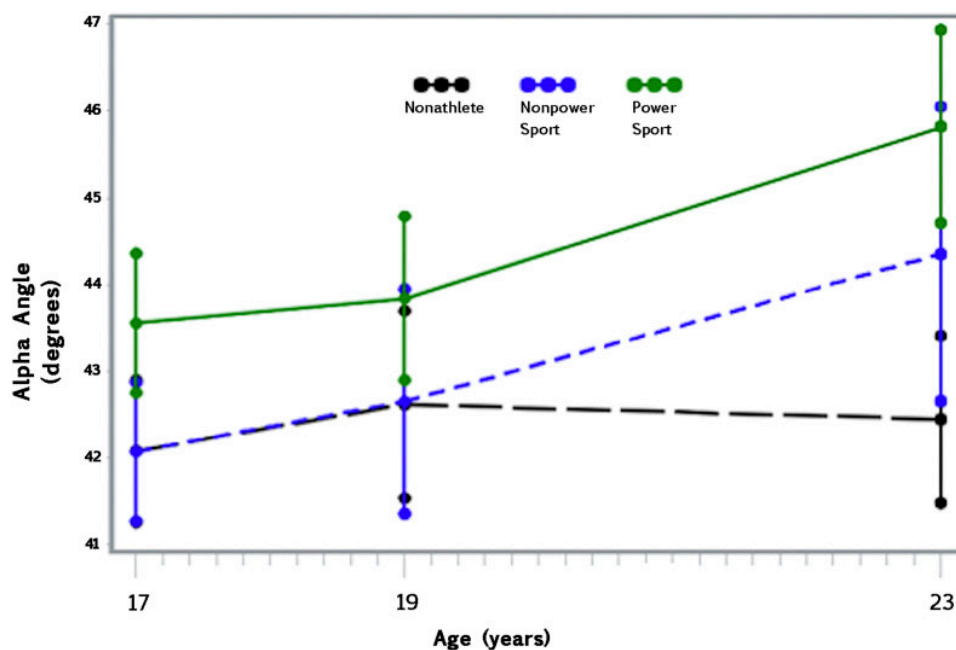


Figure 10 : Courbe d'évolution de l'angle  $\alpha$  par groupe sportif

La catégorie "power-sport" comprend le basket ball, le football, le cheerleading, le volley ball et la gymnastique. Cette classification est basée sur les efforts de pointes relatifs et les forces de réactions au sol subies dans ces divers sports. La catégorie "nonpower sport" comprend la lutte, le baseball, le cross-country et l'athlétisme.

A noter que la tendance observée par le score PAQ concerne tous les types de sports.

Les odds ratios retenus dans notre étude sont interprétables dans l'analyse des résultats. On remarque que les intervalles de confiance concernant la corrélation avec la mesure HNOR sont plus précis que ceux concernant l'angle  $\alpha$  :

Tableau XI : Statistiques données pour l'angle  $\alpha$  (Westermann et al)

OR <sup>‡</sup>	P Value	OR Adjusted for Sex <sup>‡</sup>	P Value
Reference		Reference	
1.93 (0.53 to 7.03)	0.3168	2.29 (0.61 to 8.60)	0.2177
2.93 (1.04 to 8.27)	0.0424	2.93 (1.02 to 8.41)	0.0461
2.22 (0.98 to 5.06)	0.0573	2.10 (0.91 to 4.86)	0.0841

Tableau XII : Statistiques données pour HNOR

OR <sup>‡</sup>	P Value	OR Adjusted for Sex <sup>‡</sup>	P Value
Reference		Reference	
1.18 (0.58 to 2.38)	0.6451	1.52 (0.71 to 3.53)	0.2637
1.74 (1.00 to 3.03)	0.0496	1.91 (1.01 to 3.60)	0.0469
1.64 (1.00 to 2.69)	0.0485	1.62 (0.92 to 2.83)	0.0934

Nb : La ligne 1 concerne les non sportifs / la 2<sup>e</sup> ligne concerne les athlètes "power sport" / la 3<sup>e</sup> ligne concerne tout type de sportifs – cf Westermann et al

Le volume global des forces de déformation maximale et de réaction au sol subies dans la cohorte de cette étude était probablement inférieur à celui généralement observé chez des sportifs de niveau professionnel/élite. De plus, notre étude a utilisé une image de hanche antéropostérieure prise à partir de scanners DXA plutôt qu'une vue latérale Dunn ou grenouille, qui sont souvent plus sensibles pour identifier les petites lésions came. Nous avons constaté que l'incidence de la morphologie came définie par l'angle  $\alpha$  variait considérablement de l'incidence définie par le HNOR (5,6 % par l'angle  $\alpha$  et 57,7 % par le HNOR chez les pratiquants d'un "power sport"). Il est possible que l'utilisation d'une seule vue constitue le facteur de confusion observé.

Après ajustement de la variable lié au sexe, les résultats pour le groupe des sportifs pratiquant tout type de sport ne sont plus significatifs, témoignant de l'importance de la prise en compte du genre dans l'orientation du diagnostic ; le sexe masculin étant plus à risque de développer cette morphologie.

Enfin, aucune corrélation statistiquement significative n'a été déterminé concernant la dysplasie de hanche et la morphologie en pince. *Westermann et al* soutiennent l'idée qu'il y a une nécessité de réaliser des études prospectives sur des populations pratiquants des sports et ayant témoigné une diminution du LCEA, mesure prédictive de la morphologie pince.

- **La fréquence d'entraînement exerce une influence sur la prévalence des morphologies prédictives d'un CFA**

*Polat et al* ont démontré que les facteurs tels que la fréquence d'entraînement et l'âge jouaient un rôle prépondérant dans le développement du CFA.

Mean values	General Group (n = 214)		10–12 years Group (n = 25)		13–15 years Group (n = 104)		16–17 years Group (n = 85)	
	R	L	R	L	R	L	R	L
<b>Alpha angle</b>	50.7°	50.3°	47.8°	45.8°	47.9°	48.1°	53.1°	52.3°
<b>LCE angle</b>	28.6°	29.50°	28.3°	29.0°	27.2°	27.9°	29.5°	30.5°
<b>Tönnis angle</b>	6.6°	5.0°	7.1°	5.8°	7.8°	6.1°	5.1°	3.3°
<b>Collodiaphyseal angle</b>	133.9°	134.7°	134.2°	136°	135.2°	135.4°	129.5°	130.7°

R, right; L, left; LCE, lateral centre-edge.

Tableau XIII : Moyenne des mesures selon l'âge (Polat et al)

C'est une étude qui s'intéresse à tout type de CFA, en utilisant plusieurs mesures comme critères de jugement, ce qui en fait une étude complète bien que n'observant ces prévalences que chez un échantillon de footballeur.

La nature transversale de l'étude tend à montrer une augmentation de la prévalence de mesure positive à la détection d'un CFA au fil du temps. Cette augmentation en fonction de l'âge est statistiquement significative ( $p < 0,05$ ) mais l'interprétation clinique reste floue compte tenu des faibles données à notre disposition.

L'étude a démontré une corrélation positive entre le nombre d'heure d'entraînement hebdomadaire et la prévalence du CFA : Pour 12,5 heures par semaine, une association statistiquement significative ( $p = 0,03$ ) est démontrée avec l'augmentation de la prévalence du CFA. De plus, les footballeurs pratiquant ce sport depuis 3 ans ou plus avaient une prévalence de CFA de 39,5% statistiquement significative ( $p = 0,01$ ). Cependant, *Polat et al* ne nous donne que peu d'information statistique autre que les valeurs  $p$ , l'absence d'intervalle de confiance et d'écart type rend les informations faiblement interprétables.

L'étude de *Tak et al* va nous permettre d'accroître l'expression de ces tendances. Toutefois, les auteurs ne se sont intéressés qu'à la morphologie de la came, rendant la comparaison entre les 2 articles biaisée.

De plus, ils ont défini 2 seuils de mesure de l'angle  $\alpha$  permettant de distinguer un début de pathologie ( $>60^\circ$ ), d'un stade plus avancé et sévère prédictif d'une arthrose à postériori ( $>78^\circ$ ).

Les résultats suggèrent une relation dose-réponse entre la fréquence d'entraînement au football pendant la période de maturation squelettique et le développement d'une came. Cette hypothèse rejoint celle citée précédemment.

Cependant, les odds ratio relevés dans la présente étude ne sont pas clairs : les rapports sont inférieurs à 1 (OR = 0,41 pour angle  $\alpha > 60^\circ$  et OR = 0,33 pour angle  $\alpha > 78^\circ$ ) qui correspondent à la valeur seuil nous permettant une interprétation clinique en faveur de la confirmation du facteur de risque.

Bien que les 2 études tendent à démontrer que la fréquence d'entraînement a un impact positif sur le développement d'un CFA, leur faiblesse diagnostique ne nous permet pas d'affirmer leurs hypothèses de départ.

Les facteurs étiologiques les plus discutés qui conduisent au développement du CFA sont les forces de cisaillements sur l'articulation de la hanche pendant la fermeture de la physe fémorale. En général, tous schémas pathomécaniques impactant la biomécanique fémoro-acétabulaire sont suspectés.

Les présentes études concluent que c'est bien la charge imposée à la hanche durant une période critique (12-14 ans), représentée ici par la fréquence d'entraînement qui semble être la variante la plus importante.

Il serait donc cohérent d'établir une corrélation entre ce stade de croissance et la survenue de la pathologie.

- **Conséquence du statut ouvert de la plaque de croissance sur le développement d'une morphologie insidieuse**

L'étude du statut de la plaque de croissance est spécifique à la morphologie came et permet d'émettre des hypothèses concernant son étiologie.

*Fernquest et al* établissent un constat sur l'extension épiphysaire latérale : une corrélation positive faiblement significative est observée entre son changement et le changement de l'angle  $\alpha$  (coefficient = **0,002**,  $p = 0,012$ ). Les résultats de l'études soutiennent la proposition selon laquelle la morphologie came se manifeste simultanément durant le développement de la hanche sensible aux charges tandis que la physe fémorale est ouverte pendant la croissance squelettique.

Mais une corrélation plus forte est déterminée entre la FTA et le développement de la morphologie came (coefficient **4,09**,  $p = 0,003$ ).

Le mécanisme mis en cause serait donc celui de l'hypertrophie des tissus mous combiné à l'ossification de la jonction tête-col pour la formation de la morphologie came.

Le statut ouvert de la physe fémorale serait donc le moment clé lié au développement de la déformation, et l'évaluation de ce statut permettrait de prévenir la survenue de la pathologie ultérieurement.

*NB : A noté que Fernquest et al n'ont pas trouvé de changement statistiquement significatif entre les groupes homme et femme.*

Pour *Van Klij et al*, le développement de la morphologie came est fortement associé à l'état de la plaque de croissance.

Les auteurs avancent également le fait que le squelette chez l'adolescent, présentant une physe ouverte, est très sensible à la charge mécanique pendant cette période. Cette formation osseuse serait très probablement déclenchée après la pratique de sport à fort impact, hypothèse confirmée dans l'étude de *Westermann et al*.

Ils donnent aussi un élément de réponse concernant le développement d'une morphologie came après la fermeture de la plaque de croissance. Après avoir constaté ce développement sur 6 des 8 hanches selon la base du score visuel et 7 des 9 hanches par rapport à l'angle  $\alpha$ , ils soutiennent l'idée que ce ne sont pas réellement de véritable morphologie came mais qu'elles ont été quantifiées comme telle en raison d'un probable défaut de position lors de la radiographie, ceux malgré un protocole strict. C'est un facteur de confusion de cette étude qui a été relevé.

Une autre explication de cette observation serait l'utilisation de la radiographie à la place de l'IRM, si la plaque de croissance apparaît fermée sur une radiographie, nous ne sommes pas certains que ce soit réellement le cas ou qu'il n'y ait pas un potentiel de croissance présent.

Enfin, concernant les 2 hanches dont l'observation de ce phénomène est assurée, cela serait probablement dû à une impaction de la jonction tête-col exacerbée ou à la forme de l'acétabulum.

- **La limitation de ROM de rotation externe incriminée comme cause du développement du CFA**

*Van klij et al* ont observé le développement de la came dans 16 hanches avec une plaque de croissance fermée. Sur ces 16 hanches, 14 présentent un signe de rotation externe pouvant justifier l'observation. Cependant, aucune donnée statistique ni lien d'association n'est relevé, il s'agit d'une déduction des auteurs qui n'a que peu de valeur clinique.

L'étude de *Šarčević et al* est la première à la connaissance des auteurs à mettre en évidence une association entre une insuffisance de rotation externe et le développement du CFA.

Une différence statistiquement significative de rotation latérale est démontrée entre les 2 groupes. De plus, la régression logistique permet d'établir un lien de causalité entre le facteur de risque et le développement de la pathologie.

Une hypothèse est alors émise : la limitation de rotation externe serait prédictive d'un CFA et la constatation de celle-ci serait un outil clé du dépistage. Elle serait classifiée comme facteur de risque par une raison biomécanique expliquée précédemment. En effet nous avons vu qu'un modèle pathomécanique existe et qu'il décrit le CFA avec précision, la limitation de rotation latérale s'intègre dans ce schéma [11].

Le raccourcissement des rotateurs internes de hanche et la réduction de la rotation externe sont souvent rencontrés dans certains types de sport et d'entraînement.

L'étude de la biomécanique précise de ces sports, en lien avec une corrélation sur le développement du syndrome du CFA se montre perspicace dans le futur pour étudier plus profondément son étiologie.

#### **4.2 Applicabilité des résultats en pratique clinique**

L'applicabilité est un paramètre qui contribue à évaluer la pertinence clinique d'un article scientifique. Dans notre revue, nous pouvons proposer des recommandations de prise en charge et de conseil au patient.

Cette notion est étroitement liée à la **prévention**. Ici, nous avons expliqué que les différentes études incluses permettaient d'établir un profil type de patient, identifiable simplement par étude du dossier médical mais aussi questionnement autour de la pratique sportive. Pour résumer, il est intéressant pour le clinicien de connaître et d'être avertis sur les facteurs de risque d'une pathologie, afin de pouvoir mettre en place une stratégie de **prévention primaire ou secondaire** à distance de l'apparition des symptômes ou une stratégie **thérapeutique** lors de l'apparition des symptômes.

*Fernquest et al* ont avancé l'idée que la modification de la charge d'entraînement chez le footballeur avant ses 14 ans aurait un impact positif sur le développement de la morphologie came, si couplée à la surveillance de l'anatomie de la hanche (par des imageries).

Les auteurs nous mettent aussi en garde concernant les diagnostics différentiels comme la pubalgie par exemple, d'où la nécessité de maîtriser les tests fonctionnels de base, et d'affiner son esprit critique.

L'identification des personnes à risque à l'aide de l'imagerie est au cœur de notre revue, ce profil déterminé par le statut de la plaque de croissance doit être connu pour permettre une perspicacité des conseils et des soins.

Pour *Van Klij et al*, l'idée était de créer un programme personnalisé et adapté au seuil d'activité et à la fréquence/intensité des entraînements. Cette idée est rejointe par *Tak et al* qui propose une fréquence et durée d'entraînement diminuées à l'âge de 12-13 ans correspondant à la période critique de développement de la morphologie came.

Toutes ces recommandations peuvent être prodiguées à la fois par le kinésithérapeute dans le cadre d'une démarche d'éducation thérapeutique, mais aussi de sensibilisation aux entraîneurs qui peuvent à leur tour agir et proposer ces plans d'action.

La fréquence d'entraînement est perçue dans cette revue comme un facteur de risque. Cependant, plusieurs problèmes d'applicabilité se manifestent :

- ➔ Tant qu'un type spécifique de sport est considéré, il peut être acceptable de mesurer l'intensité de l'entraînement par le nombre de séances d'entraînement par semaine ou le nombre total d'heures d'entraînement par semaine, ou des mesures similaires. Cependant, ce type de mesure ne fonctionnera pas lorsque l'on compare différents types d'activités sportives. Une approche alternative pour unifier les différents types d'activités sportives serait l'utilisation de mesures plus objectives telles que l'ampleur, le taux et la fréquence des charges subies pendant les séances d'entraînement, ainsi que le temps total d'entraînement. Cependant, cela nécessitera des techniques de mesure spécifiques qui peuvent s'avérer difficiles à mettre en œuvre dans des contextes de formation professionnelle chez les MK.

Concernant une applicabilité clinique propre à la masso-kinésithérapie, une prise en charge adéquate, et adaptée au profil du sportif est de rigueur. Déterminer la biomécanique des membres inférieurs propre à un sport est au cœur de notre profession. Il ne faut pas oublier que la population choisie est athlétique, le travail doit donc être fonctionnel et adapté à leur niveau. En conséquence, un travail sur table n'est pas envisageable. De plus, il est primordial de travailler le geste sportif, et pour cela le MK peut décomposer les mouvements pour pouvoir les travailler de manière ciblée.

- **Exemple d'interprétation clinique avec la décomposition d'un geste sportif**

*Šarčević et al* se sont essayés à l'exercice dans l'interprétation qualitative de leurs résultats obtenus. Ils s'appuient sur l'exemple du football pour étoffer leurs hypothèses : la jambe d'appui lors d'une frappe subit une rotation interne de hanche par contraction des muscles jouant ce rôle. La ROM de la hanche diminuerait progressivement au fil des années de pratique du football. Le raccourcissement de certains muscles de la hanche limiterait temporairement la rotation externe, ne permettant pas un balayage des amplitudes physiologiques dans la pratique sportive.

La rotation externe réduite entraîne une rétroversion de hanche compensatrice pour maintenir la mobilité nécessaire au geste sportif. Par conséquent, un contact plus important est aperçu entre l'acétabulum et la tête fémorale, occasionnant des micro-lésions répétitives conduisant au CFA. Cette observation pourra être confirmée par une imagerie (radiographie ou IRM) ce qui va également dans le sens de l'identification du profil à risque.

- Il semble donc cohérent de mettre en place un programme adapté dans le cadre de la kinésithérapie pour endiguer ces phénomènes. Plusieurs études citées dans l'introduction introduisent la notion de PHT ou thérapie adaptée à la prise en charge du CFA [43]. Ici, nous comprenons réellement l'intérêt de ce genre de prise en charge : contrôle neuromusculaire, travail de mobilité, apprentissage de geste protecteur et modification de schéma moteur sont au centre de ces PHT ; nous pouvons clairement imaginer ces modalités transposées à la pratique d'un sport.

L'objectif principal est de prévenir la survenue d'une morphologie insidieuse et, si le développement est constaté, éviter la prise en charge chirurgicale au profit d'une thérapie kinésithérapeutique se voulant complète et efficace. D'où l'intérêt de bien comprendre et connaître ces facteurs de risque propres à la pathologie étudiée.

### 4.3 Qualité des preuves

La qualité de preuve d'une revue de littérature est fondamentalement liée à la qualité des articles évaluée grâce au système GRADE fournis par la HAS [72].

Ce niveau de preuve repose sur la capacité de la revue à répondre à la question de recherches posée (question PICO).

Elle est essentiellement donnée par :

- **Le niveau de preuve et gradation des recommandations**
- **Le système GRADE**

Cette revue regroupe 6 études : 3 études de cohorte prospective, 2 études transversales et 1 étude cas-témoins.

L'étude de cohorte est une étude observationnelle, sa nature prospective exprime un suivi de patient afin d'infirmer ou d'affirmer le lien d'exposition entre un facteur de risque et la survenue d'une pathologie.

C'est le type d'étude le plus adapté pour répondre à une question étiologique. Toutefois, des biais dans nos études ont été relevés, pouvant altérer la qualité de cette revue de littérature.

Le nombre total de participant de chaque étude est faible et ne correspond qu'à un échantillon de la population générale visée (les sportifs). Des biais de mesures, de sélection et de mémorisation sont relevés et peuvent altérer les résultats.

Ces biais peuvent venir compromettre la qualité méthodologique de la revue de littérature. Les modalités d'évaluation sont proposées en grade A, B, ou C et résumées dans le tableau suivant :

Tableau XIV : Grille des grades de recommandation selon la HAS

Grade des recommandations	Niveau de preuve scientifique fournis par la littérature
A Preuve scientifique établis	Niveau 1 <ul style="list-style-type: none"> <li>- Essais comparatifs randomisés de forte puissance</li> <li>- Méta analyse d'essais comparatifs randomisés</li> <li>- Analyse de décision fondée sur des études bien menées</li> </ul>
B Présomption scientifique	Niveau 2 <ul style="list-style-type: none"> <li>- Essais comparatifs randomisés de faible puissance</li> <li>- Etudes comparatives non randomisés bien menées</li> <li>- Etudes de cohorte</li> </ul>
C Faible niveau de preuve scientifique	Niveau 3 <ul style="list-style-type: none"> <li>- Etude cas témoins</li> </ul>
	Niveau 4 <ul style="list-style-type: none"> <li>- Etudes comparatives comportant des biais importants</li> <li>- Etudes rétrospectives</li> <li>- Série de cas</li> <li>- Etudes épidémiologiques descriptives (transversales, longitudinales)</li> </ul>

Selon le grade des recommandations les études transversales présentent un grade C et un niveau de preuve 4 correspondant à un faible niveau de preuve scientifique. Les études de cohortes prospectives présentent quant à elles un grade B qui selon le grade des recommandations leur confèrent un niveau 2 avec un niveau de preuve intermédiaire et une présomption scientifique.

Tableau XV : Niveau de preuve des études incluses

	Type d'étude	NOS	GRADE	Niveau de preuve
Westermann et al	Cohorte prospective	7/9	B	Fort
Fernquest et al	Cohorte prospective	7/9	B	Fort
Van Klij et al	Cohorte prospective	7/9	B	Fort
Polat et al	Transversale	6/10	C	Faible
Tak et al	Transversale	7/10	C	Faible
Šarčević et al	Cas-témoins	7/9	C	Faible



#### 4.4 Biais potentiel de la revue

Notre revue comporte **certaines limites** décrites en faisant un point sur l'ensemble des données.

Le CFA est une pathologie complexe, présente sous diverses formes et difficile à diagnostiquer en première intention.

La définition du CFA est en plein remodelage. Comme vu durant l'introduction, elle se veut désormais plus complète et prenant en considération plusieurs facteurs. Nos études ne se montrent pas aussi pointilleuse concernant celle-ci, le consensus n'a pas été encore accepté et utilisé par tous les auteurs, démontrant une hétérogénéité dans les études.

La détermination des facteurs de risque est tout aussi compliquée, et il est difficile d'obtenir une vérité absolue les concernant.

Dans un premier temps, les principales limites des études incluses sont liées à leur qualité méthodologique et leur niveau de preuve. Les tailles des échantillons sont assez faibles et correspondent majoritairement (4 sur 6 études) à des footballeurs. De ce fait, les résultats obtenus sont difficilement généralisables à la population générale décrite dans la méthodologie, soit les sportifs.

Les diverses conceptualisations des études rendent impossible la comparabilité statistique, du fait que les mesures ne sont pas réalisées avec les mêmes outils, ou bien par le schéma d'étude à proprement parler. L'utilisation de questionnaire est globalement observable dans nos études, et nous avons expliqué les biais potentiels liés à cela.

Les schémas d'études transversales et cas-témoins démontrent des faiblesses, constituant également une limite de notre revue.

Enfin, nous ne pouvons confirmer clairement les hypothèses émises par cette revue. Nous exprimons alors des tendances et relevons des informations nous mettant en garde contre certains facteurs observables et quantifiables.

Les biais potentiels de cette revue ont été analysé grâce à la grille AMSTAR 2 (Annexe 7).

Cette grille d'évaluation de la qualité méthodologique des revues systématiques, développé en 2007, a fait l'objet d'une mise à jour. Elle regroupe 16 items permettant de réaliser une analyse complète de la qualité méthodologique d'une revue de littérature [73] – [74].

Il y a 3 réponses possibles à chaque item : Oui/Non/Partiellement oui

Nous avons réalisé, à travers ces items, une analyse critique de notre revue de littérature :

Tableau XVI : Grille AMSTAR-2

Items	Cotation	Oui/Non/Oui partiellement	Justification
1	Est-ce que les questions de recherche et les critères d'inclusion de la revue ont inclus les critères PICO ?	Oui	Les critères PICO sont résumés dans la méthodologie
2	Est-ce que le rapport de la revue contenait une déclaration explicite indiquant que la méthode de la revue a été établie avant de conduire la revue ? Est-ce que le rapport justifiait toute déviation significative par rapport au protocole ?	Partiellement oui	La question de recherche et les critères d'inclusions ont été déterminées logiquement avant le début de l'étude. Cependant, aucune déclaration explicite n'a été effectuée avant de conduire la revue
3	Les auteurs ont-ils expliqué leur choix de schémas d'étude à inclure dans la revue ?	Oui	Tous les schémas d'études incluses ont été expliqués dans la partie méthodologie
4	Les auteurs ont-ils utilisé une stratégie de recherche documentaire exhaustive ?	Oui	Diverses sources documentaires comme PubMed ont servi de base de recherche
5	Les auteurs ont-ils effectué en double la sélection des études ?	Non	Un seul examinateur a procédé à la sélection des études
6	Les auteurs ont-ils réalisé en double l'extraction des données ?	Non	Un seul examinateur a procédé à l'extraction des données
7	Les auteurs ont-ils fourni une liste des études exclues et justifié les exclusions ?	Oui	2 tableaux dans la partie résultats donnent des études exclues avec justification
8	Les auteurs ont-ils décrit les études incluses de manière suffisamment détaillée ?	Oui	
9	Les auteurs ont-ils utilisé une technique satisfaisante pour évaluer le risque de biais des études individuelles incluses dans la revue ?	Oui	Utilisation de l'échelle Newcastle Ottawa Scale (NOS)
10	Les auteurs ont-ils indiqué des sources de financement des études incluses dans la revue ?	Non	Rien ne mentionne une source de financement dans nos études incluses
11	Si une méta-analyse a été effectuée, les auteurs ont-ils utilisé des méthodes appropriées pour la combinaison statistique des résultats ?	Non	Aucune méta-analyse n'est réalisée
12	Si une méta-analyse a été effectuée, les auteurs ont-ils évalué l'impact potentiel des risques de biais des études individuelles sur les résultats de la méta-analyse ou d'une autre synthèse des preuves ?	Non	Aucune méta-analyse n'est réalisée
13	Les auteurs ont-ils pris en compte le risque de biais des études individuelles lors de l'interprétation / de la discussion des résultats de la revue ?	Oui	La partie discussion permet de rassembler les informations obtenues grâce aux résultats des études avec leur limite/risque de biais

14	Les auteurs ont-ils fourni une explication satisfaisante pour toute hétérogénéité observée dans les résultats de la revue, et une discussion sur celle-ci ?	Oui	Cf partie discussion
15	S'ils ont réalisé une synthèse quantitative, les auteurs ont-ils mené une évaluation adéquate des biais de publication (biais de petite étude) et ont discuté de son impact probable sur les résultats de la revue ?		
16	Les auteurs ont-ils rapporté toute source potentielle de conflit d'intérêts, y compris tout financement reçu pour réaliser la revue ?	Oui	<b>Aucun conflit d'intérêt, aucune source de financement ne sont à déclarer dans la réalisation de cette revue de littérature.</b>

## 5 Conclusion

L'objectif principal de cette revue de littérature était de déterminer des facteurs de risque prédictifs du développement du conflit fémoro-acétabulaire chez une population sportive au regard des travaux actuels.

Nous constatons que le CFA est une pathologie en pleine re-description, des consensus émergent de la part de plusieurs centres de recherche et des praticiens qualifiés et compétents s'intéressent ces dernières années à ce qui semble être un mal méconnu et handicapant chez une population active dans le monde du sport.

Un profil plus à risque est identifié dans cette population : les hommes pratiquants des sports à forte réaction de force au sol, de contact, à un âge où la maturation squelettique est encore incomplète, et cela avec une haute intensité correspondent à l'archétype du sujet développant la morphologie came. Notre cohorte dans cette revue de littérature est majoritairement composée de footballeur, diminuant le potentiel de généralisation des résultats dans la population.

Un biais important relevé concerne le peu de donnée sur la morphologie pince, souvent absente dans les critères de jugement de nos études. Ce biais va de pair avec le faible taux de femme dans nos cohortes (la morphologie pince est associée à une population féminine cf introduction). Cela s'explique par un manque de moyen, mais les redéfinitions récentes du syndrome du CFA devraient permettre une évolution et une prise de conscience.

Notre revue a permis de déterminer d'autres facteurs de risque que la pratique d'un sport de puissance à haute intensité ou avec un nombre d'entraînement important : l'ouverture de la plaque de croissance et la limitation de la rotation externe.

Il semble essentiel de mettre en place des stratégies de prévention primaire et secondaire dans le but de limiter d'une part la prévalence mais aussi le retentissement fonctionnel chez le sportif. Cet effort de prévention concerne aussi bien le MK que le préparateur physique, le médecin et l'entraîneur. De plus, la détermination d'un facteur de risque peut potentiellement nous indiquer le stade d'évolution de notre pathologie et donc le diagnostic, permettant de choisir de manière perspicace un traitement adapté.

- **Axe d'amélioration future**

Il y a d'abord eu beaucoup d'étude de prévalence chez les sportifs, que ce soit pour le football mais aussi le basket-ball, le baseball ou encore le hockey sur glace [58] – [64] – [65]. Nos études sélectionnées tentent d'aller plus loin dans cette démarche en présentant des corrélations entre des facteurs liés à la pratique sportive ou l'individu et la pathologie.

Les futures études devront toutefois se concentrer sur la biomécanique des sports et son lien avec l'étiologie du CFA. Cette corrélation à établir est la clé à la fois d'un diagnostic et d'un traitement plus efficace, pouvant permettre de drastiquement diminuer le retentissement du CFA chez un sportif, quel que soit son niveau et son sport.

Enfin, comme vu précédemment, les chercheurs devraient s'intéresser à la morphologie pince ainsi qu'aux sports qui entourent celle-ci pour enfin comprendre pleinement le CFA.

L'étude des facteurs de risque liés au CFA doit donc se poursuivre par la recherche mais aussi par l'observation de l'applicabilité clinique. L'effort de recherche semble fortement se développer, tout cela lié à l'impulsion donnée par les différents consensus publiés autour de cette pathologie. De véritables études de cohortes multicentriques reprenant la définition éclaircie du CFA, et avec un haut niveau de preuve permettront une amélioration globale, pour les thérapeutes, de la prise en charge.

## Bibliographie

- [1] Zhang C, Li L, Forster BB, Kopec JA, Ratzlaff C, Halai L, Cibere J, Esdaile JM. Le conflit fémoro-acétabulaire et la coxarthrose. *Can Fam Physician*. 2015 Dec;61(12):e535–41. French. PMID: PMC4677955.
- [2] Smith-Petersen MN. The classic: Treatment of malum coxae senilis, old slipped upper femoral epiphysis, intrapelvic protrusion of the acetabulum, and coxa plana by means of acetabuloplasty. 1936. *Clin Orthop Relat Res* 2009;467:608–15. [doi.org/10.1007/s11999-008-0670-0](https://doi.org/10.1007/s11999-008-0670-0).
- [3] Carlioz H, Pous JG, Rey JC. [Upper femoral epiphysiolyis]. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot* 1968;54:387–491.
- [4] Ganz R, Gill TJ, Gautier E, Ganz K, Krügel N, Berlemann U. Surgical dislocation of the adult hip a technique with full access to the femoral head and acetabulum without the risk of avascular necrosis. *J Bone Joint Surg Br* 2001;83:1119–24. [doi.org/10.1302/0301-620x.83b8.11964](https://doi.org/10.1302/0301-620x.83b8.11964).
- [5] Sankar WN, Nevitt M, Parvizi J, Felson DT, Agricola R, Leunig M. Femoroacetabular impingement: defining the condition and its role in the pathophysiology of osteoarthritis. *J Am Acad Orthop Surg* 2013;21 Suppl 1:S7–15. [doi.org/10.5435/JAAOS-21-07-S7](https://doi.org/10.5435/JAAOS-21-07-S7).
- [6] Ganz R, Parvizi J, Beck M, Leunig M, Nötzli H, Siebenrock KA. Femoroacetabular impingement: a cause for osteoarthritis of the hip. *Clin Orthop Relat Res* 2003:112–20. [doi.org/10.1097/01.blo.0000096804.78689.c2](https://doi.org/10.1097/01.blo.0000096804.78689.c2).
- [7] Weir A, Brukner P, Delahunt E, Ekstrand J, Griffin D, Khan KM, et al. Doha agreement meeting on terminology and definitions in groin pain in athletes. *Br J Sports Med* 2015;49:768–74. [doi.org/10.1136/bjsports-2015-094869](https://doi.org/10.1136/bjsports-2015-094869).
- [8] Griffin DR, Dickenson EJ, O’Donnell J, Agricola R, Awan T, Beck M, et al. The Warwick Agreement on femoroacetabular impingement syndrome (FAI syndrome): an international consensus statement. *Br J Sports Med* 2016;50:1169 LP – 1176. [doi.org/10.1136/bjsports-2016-096743](https://doi.org/10.1136/bjsports-2016-096743).
- [9] Agricola R, Weinans H. What is femoroacetabular impingement? *Br J Sports Med* 2016;50:196–7. [doi.org/10.1136/bjsports-2015-094766](https://doi.org/10.1136/bjsports-2015-094766).
- [10] Harris JD. Hip labral repair: options and outcomes. *Curr Rev Musculoskelet Med* 2016;9:361–7. [doi.org/10.1007/s12178-016-9360-9](https://doi.org/10.1007/s12178-016-9360-9).
- [11] Cannon J, Weber AE, Park S, Mayer EN, Powers CM. Pathomechanics Underlying Femoroacetabular Impingement Syndrome: Theoretical Framework to Inform Clinical Practice. *Phys Ther* 2020;100:788–97. [doi.org/10.1093/ptj/pzz189](https://doi.org/10.1093/ptj/pzz189).
- [12] Mimura T, Mori K, Okumura N, Kumagai K, Maeda T, Kagei Y, et al.  $\beta$ -Angles of hips with femoroacetabular impingement versus asymptomatic normal hips in a Japanese population: A CT-based observational clinical study. *J Orthop Sci Off J Japanese Orthop Assoc* 2020;25:261–6. [doi.org/10.1016/j.jos.2019.04.011](https://doi.org/10.1016/j.jos.2019.04.011).
- [13] Chegini S, Beck M, Ferguson SJ. The effects of impingement and dysplasia on stress distributions in the hip joint during sitting and walking: a finite element analysis. *J Orthop Res Off Publ Orthop Res Soc* 2009;27:195–201. [doi.org/10.1002/jor.20747](https://doi.org/10.1002/jor.20747).
- [14] Agricola R, Heijboer MP, Bierma-Zeinstra SMA, Verhaar JAN, Weinans H, Waarsing JH. Cam impingement causes osteoarthritis of the hip: a nationwide prospective cohort study (CHECK). *Ann Rheum Dis* 2013;72:918–23. [doi.org/10.1136/annrheumdis-2012-201643](https://doi.org/10.1136/annrheumdis-2012-201643).
- [15] Ejnisman L, Ricioli Júnior W, Queiroz MC, Vicente JRN, Croci AT, Polesello GC. Femoroacetabular Impingement and Acetabular Labral Tears - Part 1: Pathophysiology and Biomechanics. *Rev Bras Ortop* 2020;55:518–22. [doi.org/10.1055/s-0040-1702964](https://doi.org/10.1055/s-0040-1702964).

- [16] Myers CA, Register BC, Lertwanich P, Ejnisman L, Pennington WW, Giphart JE, et al. Role of the acetabular labrum and the iliofemoral ligament in hip stability: an in vitro biplane fluoroscopy study. *Am J Sports Med* 2011;39 Suppl:85S-91S. [doi.org/10.1177/0363546511412161](https://doi.org/10.1177/0363546511412161).
- [17] Rakhra KS, Bonura AA, Nairn R, Schweitzer ME, Kolanko NM, Beaulé PE. Is the hip capsule thicker in diseased hips? *Bone Joint Res* 2016;5:586-93. [doi.org/10.1302/2046-3758.511.2000495](https://doi.org/10.1302/2046-3758.511.2000495).
- [18] Frasson VB, Vaz MA, Morales AB, Torresan A, Telöken MA, Gusmão PDF, et al. Hip muscle weakness and reduced joint range of motion in patients with femoroacetabular impingement syndrome: a case-control study. *Brazilian J Phys Ther* 2020;24:39-45. [doi.org/10.1016/j.bjpt.2018.11.010](https://doi.org/10.1016/j.bjpt.2018.11.010).
- [19] Casartelli NC, Maffiuletti NA, Item-Glatthorn JF, Staehli S, Bizzini M, Impellizzeri FM, et al. Hip muscle weakness in patients with symptomatic femoroacetabular impingement. *Osteoarthr Cartil* 2011;19:816-21. [doi.org/10.1016/J.JOCA.2011.04.001](https://doi.org/10.1016/J.JOCA.2011.04.001).
- [20] Nepple JJ, Goljan P, Briggs KK, Garvey SE, Ryan M, Philippon MJ. Hip Strength Deficits in Patients With Symptomatic Femoroacetabular Impingement and Labral Tears. *Arthrosc J Arthrosc Relat Surg Off Publ Arthrosc Assoc North Am Int Arthrosc Assoc* 2015;31:2106-11. [doi.org/10.1016/j.arthro.2015.04.095](https://doi.org/10.1016/j.arthro.2015.04.095).
- [21] Pierannunzii L. Pelvic posture and kinematics in femoroacetabular impingement: a systematic review. *J Orthop Traumatol Off J Ital Soc Orthop Traumatol* 2017;18:187-96. [doi.org/10.1007/s10195-016-0439-2](https://doi.org/10.1007/s10195-016-0439-2).
- [22] Boulay C, Tardieu C, Hecquet J, Benaim C, Mouilleseaux B, Marty C, et al. Sagittal alignment of spine and pelvis regulated by pelvic incidence: standard values and prediction of lordosis. *Eur Spine J Off Publ Eur Spine Soc Eur Spinal Deform Soc Eur Sect Cerv Spine Res Soc* 2006;15:415-22. [doi.org/10.1007/s00586-005-0984-5](https://doi.org/10.1007/s00586-005-0984-5).
- [23] Ida T, Nakamura Y, Hagio T, Naito M. Prevalence and characteristics of cam-type femoroacetabular deformity in 100 hips with symptomatic acetabular dysplasia: a case control study. *J Orthop Surg Res* 2014;9:93. [doi.org/10.1186/s13018-014-0093-4](https://doi.org/10.1186/s13018-014-0093-4).
- [24] King MG, Lawrenson PR, Semciw AI, Middleton KJ, Crossley KM. Lower limb biomechanics in femoroacetabular impingement syndrome: a systematic review and meta-analysis. *Br J Sports Med* 2017;52:566-80. [doi.org/10.1136/bjsports-2017-097839](https://doi.org/10.1136/bjsports-2017-097839).
- [25] Pollard TCB, Villar RN, Norton MR, Fern ED, Williams MR, Murray DW, et al. Genetic influences in the aetiology of femoroacetabular impingement: a sibling study. *J Bone Joint Surg Br* 2010;92:209-16. [doi.org/10.1302/0301-620X.92B2.22850](https://doi.org/10.1302/0301-620X.92B2.22850).
- [26] Roels P, Agricola R, Oei EH, Weinans H, Campoli G, Zadpoor AA. Mechanical factors explain development of cam-type deformity. *Osteoarthr Cartil* 2014;22:2074-82. [doi.org/10.1016/j.joca.2014.09.011](https://doi.org/10.1016/j.joca.2014.09.011).
- [27] Byrd JWT. Femoroacetabular impingement in athletes, part 1: cause and assessment. *Sports Health* 2010;2:321-33. [doi.org/10.1177/1941738110368392](https://doi.org/10.1177/1941738110368392).
- [28] Chaudhry H, Ayeni OR. The etiology of femoroacetabular impingement: what we know and what we don't. *Sports Health* 2014;6:157-61. [doi.org/10.1177/1941738114521576](https://doi.org/10.1177/1941738114521576).
- [29] Carton PF, Filan DJ. The clinical presentation, diagnosis and pathogenesis of symptomatic sports-related femoroacetabular impingement (SRFAI) in a consecutive series of 1021 athletic hips. *Hip Int J Clin Exp Res Hip Pathol Ther* 2019;29:665-73. [doi.org/10.1177/1120700018825430](https://doi.org/10.1177/1120700018825430).
- [30] Clohisy JC, Knaus ER, Hunt DM, Leshner JM, Harris-Hayes M, Prather H. Clinical presentation of patients with symptomatic anterior hip impingement. *Clin Orthop Relat Res* 2009;467:638-44. [doi.org/10.1007/s11999-008-0680-y](https://doi.org/10.1007/s11999-008-0680-y).

- [31] Wyles CC, Norambuena GA, Howe BM, Larson DR, Levy BA, Yuan BJ, et al. Cam Deformities and Limited Hip Range of Motion Are Associated With Early Osteoarthritic Changes in Adolescent Athletes: A Prospective Matched Cohort Study. *Am J Sports Med* 2017;45:3036–43. [doi.org/10.1177/0363546517719460](https://doi.org/10.1177/0363546517719460).
- [32] Zahiri CA, Schmalzried TP, Szuszczewicz ES, Amstutz HC. Assessing activity in joint replacement patients. *J Arthroplasty* 1998;13:890–5. [doi.org/10.1016/s0883-5403\(98\)90195-4](https://doi.org/10.1016/s0883-5403(98)90195-4).
- [33] Wong SE, Cogan CJ, Zhang AL. Physical Examination of the Hip: Assessment of Femoroacetabular Impingement, Labral Pathology, and Microinstability. *Curr Rev Musculoskelet Med* 2022;15:38–52. [doi.org/10.1007/s12178-022-09745-8](https://doi.org/10.1007/s12178-022-09745-8).
- [34] Pålsson A, Kostogiannis I, Ageberg E. Combining results from hip impingement and range of motion tests can increase diagnostic accuracy in patients with FAI syndrome. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2020;28:3382–92. [doi.org/10.1007/s00167-020-06005-5](https://doi.org/10.1007/s00167-020-06005-5).
- [35] Weir A, de Vos RJ, Moen M, Hölmich P, Tol JL. Prevalence of radiological signs of femoroacetabular impingement in patients presenting with long-standing adductor-related groin pain. *Br J Sports Med* 2011;45:6–9. [doi.org/10.1136/bjism.2009.060434](https://doi.org/10.1136/bjism.2009.060434).
- [36] Nötzli HP, Wyss TF, Stoecklin CH, Schmid MR, Treiber K, Hodler J. The contour of the femoral head-neck junction as a predictor for the risk of anterior impingement. *J Bone Joint Surg Br* 2002;84:556–60. [doi.org/10.1302/0301-620x.84b4.12014](https://doi.org/10.1302/0301-620x.84b4.12014).
- [37] Sutter R, Dietrich TJ, Zingg PO, Pfirrmann CWA. Femoral antetorsion: comparing asymptomatic volunteers and patients with femoroacetabular impingement. *Radiology* 2012;263:475–83. [doi.org/10.1148/radiol.12111903](https://doi.org/10.1148/radiol.12111903).
- [38] Wall PDH, Fernandez M, Griffin DR, Foster NE. Nonoperative treatment for femoroacetabular impingement: a systematic review of the literature. *PM R* 2013;5:418–26. [doi.org/10.1016/j.pmrj.2013.02.005](https://doi.org/10.1016/j.pmrj.2013.02.005).
- [39] Hoit G, Whelan DB, Dwyer T, Ajrawat P, Chahal J. Physiotherapy as an Initial Treatment Option for Femoroacetabular Impingement: A Systematic Review of the Literature and Meta-analysis of 5 Randomized Controlled Trials. *Am J Sports Med* 2020;48:2042–50. [doi.org/10.1177/0363546519882668](https://doi.org/10.1177/0363546519882668).
- [40] Bozic KJ, Chan V, Valone FH 3rd, Feeley BT, Vail TP. Trends in hip arthroscopy utilization in the United States. *J Arthroplasty* 2013;28:140–3. [doi.org/10.1016/j.arth.2013.02.039](https://doi.org/10.1016/j.arth.2013.02.039).
- [41] Menge TJ, Briggs KK, Dornan GJ, McNamara SC, Philippon MJ. Survivorship and Outcomes 10 Years Following Hip Arthroscopy for Femoroacetabular Impingement: Labral Debridement Compared with Labral Repair. *J Bone Joint Surg Am* 2017;99:997–1004. [doi.org/10.2106/JBJS.16.01060](https://doi.org/10.2106/JBJS.16.01060).
- [42] Murphy NJ, Eyles J, Bennell KL, Bohensky M, Burns A, Callaghan FM, et al. Protocol for a multi-centre randomised controlled trial comparing arthroscopic hip surgery to physiotherapy-led care for femoroacetabular impingement (FAI): the Australian FASHIoN trial. *BMC Musculoskelet Disord* 2017;18:406. [doi.org/10.1186/s12891-017-1767-y](https://doi.org/10.1186/s12891-017-1767-y).
- [43] Griffin DR, Dickenson EJ, Wall PDH, Achana F, Donovan JL, Griffin J, et al. Hip arthroscopy versus best conservative care for the treatment of femoroacetabular impingement syndrome (UK FASHIoN): a multicentre randomised controlled trial. *Lancet (London, England)* 2018;391:2225–35. [doi.org/10.1016/S0140-6736\(18\)31202-9](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(18)31202-9).
- [44] Peters S, Laing A, Emerson C, Mutchler K, Joyce T, Thorborg K, et al. Surgical criteria for femoroacetabular impingement syndrome: a scoping review. *Br J Sports Med* 2017;51:1605–10. [doi.org/10.1136/bjsports-2016-096936](https://doi.org/10.1136/bjsports-2016-096936).
- [45] Beck EC, Nwachukwu BU, Krivicich LM, Malloy P, Suppauksorn S, Jan K, et al. Preoperative Hip Extension Strength Is an Independent Predictor of Achieving Clinically Significant Outcomes



- After Hip Arthroscopy for Femoroacetabular Impingement Syndrome. *Sports Health* 2020;12:361–72. [doi.org/10.1177/1941738120910134](https://doi.org/10.1177/1941738120910134).
- [46] Shih Y, Fisher BE, Kutch JJ, Powers CM. Corticomotor excitability of gluteus maximus and hip extensor strength: The influence of sex. *Hum Mov Sci* 2021;78:102830. [doi.org/10.1016/j.humov.2021.102830](https://doi.org/10.1016/j.humov.2021.102830).
- [47] Kivlan BR, Carcia CR, Christoforetti JJ, Martin RL. COMPARISON OF RANGE OF MOTION, STRENGTH, AND HOP TEST PERFORMANCE OF DANCERS WITH AND WITHOUT A CLINICAL DIAGNOSIS OF FEMOROACETABULAR IMPINGEMENT. *Int J Sports Phys Ther* 2016;11:527–35.
- [47] Prather H, Colorado B, Hunt D. Managing hip pain in the athlete. *Phys Med Rehabil Clin N Am* 2014;25:789–812. [doi.org/10.1016/j.pmr.2014.06.012](https://doi.org/10.1016/j.pmr.2014.06.012).
- [48] Frank JM, Harris JD, Erickson BJ, Slikker W 3rd, Bush-Joseph CA, Salata MJ, et al. Prevalence of Femoroacetabular Impingement Imaging Findings in Asymptomatic Volunteers: A Systematic Review. *Arthrosc J Arthrosc Relat Surg Off Publ Arthrosc Assoc North Am Int Arthrosc Assoc* 2015;31:1199–204. [doi.org/10.1016/j.arthro.2014.11.042](https://doi.org/10.1016/j.arthro.2014.11.042).
- [49] Hack K, Di Primio G, Rakhra K, Beaulé PE. Prevalence of cam-type femoroacetabular impingement morphology in asymptomatic volunteers. *J Bone Joint Surg Am* 2010;92:2436–44. [doi.org/10.2106/JBJS.J.01280](https://doi.org/10.2106/JBJS.J.01280).
- [50] Mascarenhas V V, Rego P, Dantas P, Morais F, McWilliams J, Collado D, et al. Imaging prevalence of femoroacetabular impingement in symptomatic patients, athletes, and asymptomatic individuals: A systematic review. *Eur J Radiol* 2016;85:73–95. [doi.org/10.1016/j.ejrad.2015.10.016](https://doi.org/10.1016/j.ejrad.2015.10.016).
- [51] Erickson BJ, Cvetanovich GL, Frank RM, Bhatia S, Bush-Joseph CA, Nho SJ, et al. International trends in arthroscopic hip preservation surgery—are we treating the same patient? *J Hip Preserv Surg* 2015;2:28–41. [doi.org/10.1093/jhps/hnv013](https://doi.org/10.1093/jhps/hnv013).
- [52] Kemp JL, Risberg MA. Significant Knowledge Gaps Between Clinical Practice and Research on Femoroacetabular Impingement: Are We on the Same Path? *J Orthop Sports Phys Ther* 2018;48:228–9. [doi.org/10.2519/jospt.2018.0103](https://doi.org/10.2519/jospt.2018.0103).
- [53] Šarčević Z, Tepavčević A. Association between femoroacetabular impingement syndrome and limited lateral hip rotation in young athletes: A case-control study. *J Child Orthop* 2022;16:191–7. [doi.org/10.1177/18632521221106377](https://doi.org/10.1177/18632521221106377).
- [54] Philippi MT, Kahn TL, Adeyemi TF, Maak TG, Aoki SK. Leg dominance as a risk factor for femoroacetabular impingement syndrome. *J Hip Preserv Surg* 2020;7:22–6. [doi.org/10.1093/jhps/hnaa007](https://doi.org/10.1093/jhps/hnaa007).
- [55] Kumar R, Aggarwal A. Femoroacetabular impingement and risk factors: a study of 50 cases. *Orthop Surg* 2011;3:236–41. [doi.org/10.1111/j.1757-7861.2011.00157.x](https://doi.org/10.1111/j.1757-7861.2011.00157.x).
- [56] Belbasis L, Bellou V. Introduction to Epidemiological Studies. *Methods Mol Biol* 2018;1793:1–6. [doi.org/10.1007/978-1-4939-7868-7\\_1](https://doi.org/10.1007/978-1-4939-7868-7_1).
- [57] Carey T, Key C, Oliver D, Biega T, Bojescul J. Prevalence of radiographic findings consistent with femoroacetabular impingement in military personnel with femoral neck stress fractures. *J Surg Orthop Adv* 2013;22:54–8. [doi.org/10.3113/jsoa.2013.0054](https://doi.org/10.3113/jsoa.2013.0054).
- [58] Ross JR, Bedi A, Stone RM, Sibilsy Enselman E, Kelly BT, Larson CM. Characterization of symptomatic hip impingement in butterfly ice hockey goalies. *Arthrosc J Arthrosc Relat Surg Off Publ Arthrosc Assoc North Am Int Arthrosc Assoc* 2015;31:635–42. [doi.org/10.1016/j.arthro.2014.10.010](https://doi.org/10.1016/j.arthro.2014.10.010).
- [59] Ayeni OR. Prospective evaluation of sport activity and the development of femoroacetabular impingement in the adolescent hip (PREVIEW): results of the pilot study. *Pilot Feasibility Stud* 2022;8:201. [doi.org/10.1186/s40814-022-01164-3](https://doi.org/10.1186/s40814-022-01164-3).

- [60] Öhlin A, Simunovic N, Duong A, Ayeni OR. Protocol for a multicenter prospective cohort study evaluating sport activity and development of femoroacetabular impingement in the adolescent hip. *BMC Musculoskelet Disord* 2020;21:221. [doi.org/10.1186/s12891-020-03220-6](https://doi.org/10.1186/s12891-020-03220-6).
- [61] Sveen SA, Martin K, Alhaug E, Engbretsen L. CAM-type femoroacetabular impingement in male elite junior cross-country skiers and non-athlete controls: a cross-sectional MRI study. *BMJ Open Sport Exerc Med* 2019;5:e000530. [doi.org/10.1136/bmjsem-2019-000530](https://doi.org/10.1136/bmjsem-2019-000530).
- [62] Safran MR, Foard SJ, Robell K, Pullen WM. Incidence of Symptomatic Femoroacetabular Impingement: A 4-Year Study at a National Collegiate Athletic Association Division I Institution. *Orthop J Sport Med* 2022;10:23259671221084980. [doi.org/10.1177/23259671221084979](https://doi.org/10.1177/23259671221084979).
- [63] Agricola R, Bessems JHJM, Ginai AZ, Heijboer MP, van der Heijden RA, Verhaar JAN, et al. The development of Cam-type deformity in adolescent and young male soccer players. *Am J Sports Med* 2012;40:1099–106. [doi.org/10.1177/0363546512438381](https://doi.org/10.1177/0363546512438381).
- [64] Siebenrock KA, Ferner F, Noble PC, Santore RF, Werlen S, Mamisch TC. The cam-type deformity of the proximal femur arises in childhood in response to vigorous sporting activity. *Clin Orthop Relat Res* 2011;469:3229–40. [doi.org/10.1007/s11999-011-1945-4](https://doi.org/10.1007/s11999-011-1945-4).
- [65] Uquillas CA, Sun Y, Van Sice W, ElAttrache NS, Banffy MB. Prevalence of femoroacetabular impingement in elite baseball players. *J Hip Preserv Surg* 2022;9:145–50. [doi.org/10.1093/jhps/hnac034](https://doi.org/10.1093/jhps/hnac034).
- [66] Westermann RW, Scott EJ, Schaver AL, Schneider A, Glass NA, Levy SM, et al. Activity Level and Sport Type in Adolescents Correlate with the Development of Cam Morphology. *JB JS Open Access* 2021;6. [doi.org/10.2106/JBJS.OA.21.00059](https://doi.org/10.2106/JBJS.OA.21.00059).
- [67] Fernquest S, Palmer A, Gimpel M, Birchall R, Broomfield J, Wedatilake T, et al. A longitudinal cohort study of adolescent elite footballers and controls investigating the development of cam morphology. *Sci Rep* 2021;11:18567. [doi.org/10.1038/s41598-021-97957-2](https://doi.org/10.1038/s41598-021-97957-2).
- [68] van Klij P, Heijboer MP, Ginai AZ, Verhaar JAN, Waarsing JH, Agricola R. Cam morphology in young male football players mostly develops before proximal femoral growth plate closure: a prospective study with 5-year follow-up. *Br J Sports Med* 2019;53:532–8. [doi.org/10.1136/bjsports-2018-099328](https://doi.org/10.1136/bjsports-2018-099328).
- [69] Polat G, Arzu U, Dinç E, Bayraktar B. Prevalence of femoroacetabular impingement and effect of training frequency on aetiology in paediatric football players. *Hip Int J Clin Exp Res Hip Pathol Ther* 2019;29:204–8. [doi.org/10.1177/1120700018781939](https://doi.org/10.1177/1120700018781939).
- [70] Tak I, Weir A, Langhout R, Waarsing JH, Stubbe J, Kerkhoffs G, et al. The relationship between the frequency of football practice during skeletal growth and the presence of a cam deformity in adult elite football players. *Br J Sports Med* 2015;49:630–4. [doi.org/10.1136/bjsports-2014-094130](https://doi.org/10.1136/bjsports-2014-094130).
- [71] Crocker PR, Bailey DA, Faulkner RA, Kowalski KC, McGrath R. Measuring general levels of physical activity: preliminary evidence for the Physical Activity Questionnaire for Older Children. *Med Sci Sports Exerc* 1997;29:1344–9. [doi.org/10.1097/00005768-199710000-00011](https://doi.org/10.1097/00005768-199710000-00011).
- [72] HAS, “Niveau de preuve et gradation des recommandations de bonne pratique,” HAS, 2013.
- [73] Shea BJ, Reeves BC, Wells G, Thuku M, Hamel C, Moran J, et al. AMSTAR 2: a critical appraisal tool for systematic reviews that include randomised or non-randomised studies of healthcare interventions, or both. *BMJ* 2017;358:j4008. [doi.org/10.1136/bmj.j4008](https://doi.org/10.1136/bmj.j4008).
- [74] A. Pallot and S. Rostagno, “AMSTAR-2: traduction française de l’échelle de qualité méthodologique pour les revues de littérature systématiques,” *Kinesithérapie*, vol. 20, no. Xxx, pp. 1–2, 2020, doi.10.1016/j.kine.2019.12.050

## Table des illustrations

- Figure 1 : Conflit par effet came  
Figure 2 : conflit par effet pince  
Figure 3 : Incidence pelvienne  
Figure 4 : Cycle pathomécanique de progression du CFA  
Figure 5 : Schématisation des tests FABER et FADIR  
Figure 6 : Mesure de l'angle  $\alpha$  et LCEA sur radiographie  
Figure 7 : Mesure de l'offset fémorale sur radiographie  
Figure 8 : Mesure de la rotation latérale de hanche avec l'inclinomètre à bulle  
Figure 9 : Diagramme en boîte - Changement de l'angle  $\alpha$  selon la cohorte et le score PAQ  
Figure 10 : Courbe d'évolution de l'angle  $\alpha$  par groupe sportif

Tableau I : Grades NHMRC .....	21
Tableau II : Elaboration de l'équation de recherche selon le modèle PICO .....	23
Tableau III : Critères de sélection des articles .....	24
Tableau IV : Etudes exclues par lecture du titre/abstract .....	28
Tableau V : Etudes exclues par lecture complète .....	29
Tableau VI : Etudes incluses .....	30
Tableau VII : Résumé des informations essentielles des études incluses .....	31
Tableau VIII : Echelle NOS étude de cohorte prospective .....	33
Tableau IX : Echelle NOS étude transversale .....	33
Tableau X : Echelle NOS étude cas-témoins .....	34
Tableau XI : Statistiques données pour l'angle $\alpha$ .....	52
Tableau XII : Statistiques données pour HNOR .....	52
Tableau XIII : Moyenne des mesures selon l'âge (Polat et al) .....	52
Tableau XIV : Grille des grades de recommandation selon la HAS .....	58
Tableau XV : Niveau de preuve des études incluses .....	58
Tableau XVI : Grille AMSTAR-2 .....	60

## Annexes

- Annexe 1 : Questionnaire Hip Disability and Osteoarthritis Outcome Score (HOOS)
- Annexe 2 : Echelle Newcastle Ottawa Scale (NOS) Etude de cohorte
- Annexe 3 : Echelle Newcastle Ottawa Scale (NOS) Etude transversale
- Annexe 4 : Echelle Newcastle Ottawa Scale (NOS) Etude cas-témoins
- Annexe 5 : Changement moyen de l'angle  $\alpha$  selon les facteurs étudiés (*Fernquest et al*)
- Annexe 6 : Score PAQ (Physical Activity Questionnaire)
- Annexe 7 : Grille AMSTAR-2

## QUESTIONNAIRE DE HANCHE HOOS

DATE: \_\_\_\_\_ DATE DE NAISSANCE: \_\_\_\_\_

NOM: \_\_\_\_\_

### INSTRUCTIONS

*Ce questionnaire vous demande votre opinion sur votre hanche. Il nous permettra de mieux connaître ce que vous ressentez et ce que vous êtes capable de faire dans votre activité de tous les jours.*

*Répondez à chaque question. Veuillez cocher une seule case par question. En cas de doute, cochez la case qui vous semble la plus adaptée à votre cas.*

### SYMPTOMES

Ces questions concernent vos symptômes au cours des **8 derniers jours**.

S1. Ressentez-vous des ou entendez-vous des craquements ou n'importe quel autre type de bruit provenant de votre hanche ?

Jamais	Rarement	Parfois	Souvent	Toujours
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

S2. Quelle est votre difficulté pour écartier largement les jambes ?

Absente	Légère	Modérée	Forte	Extrême
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

S3. Quelle est votre difficulté pour marcher à grands pas ?

Absente	Légère	Modérée	Forte	Extrême
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

### RAIDEUR

Ces questions concernent la raideur de votre hanche au cours des **huit derniers jours**. La raideur est la sensation d'avoir du mal à bouger la hanche.

S4. Le matin au réveil, la raideur de votre hanche est :

Absente	Légère	Modérée	Forte	Extrême
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

S5. Après être resté(e) assis(e), couché(e), ou au repos pendant la journée, la raideur de votre hanche est :

Absente	Légère	Modérée	Forte	Extrême
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**DOULEUR**

D1. Avez-vous souvent mal à la hanche ?

Jamais	Une fois par mois	Une fois/semaine	Tous les jours	Tout le temps
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Au cours des **huit derniers jours**, quelle a été l'importance de votre douleur de hanche en faisant les activités suivantes ?

D2. En étendant complètement la hanche

Absente	Légère	Modérée	Forte	Extrême
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

D3. En pliant complètement la hanche

Absente	Légère	Modérée	Forte	Extrême
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

D4. En marchant sur un terrain plat

Absente	Légère	Modérée	Forte	Extrême
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

D5. En montant ou en descendant les escaliers.

Absente	Légère	Modérée	Forte	Extrême
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

D6. Au lit la nuit

Absente	Légère	Modérée	Forte	Extrême
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

D7. En restant assis(e) ou couché(e).

Absente	Légère	Modérée	Forte	Extrême
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

D8. En restant debout.

Absente	Légère	Modérée	Forte	Extrême
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

D9. En marchant sur une surface dure (asphalte, béton).

Absente	Légère	Modérée	Forte	Extrême
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

D10. En marchant sur une surface irrégulière.

Absente	Légère	Modérée	Forte	Extrême
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**FONCTION, VIE QUOTIDIENNE**

Les questions suivantes concernent ce que vous êtes capable de faire. Au cours des **huit derniers jours**, quelle a été votre difficulté pour chacune des activités suivantes ?

F1. Descendre les escaliers.

Absente	Légère	Modérée	Forte	Extrême
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

F2. Monter les escaliers.

Absente	Légère	Modérée	Forte	Extrême
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

F3. Vous relever d'une position assise.	Absente	Légère	Modérée	Forte	Extrême
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
F4. Rester debout.	Absente	Légère	Modérée	Forte	Extrême
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
F5. Vous pencher en avant pour ramasser un objet	Absente	Légère	Modérée	Forte	Extrême
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
F6. Marcher sur un terrain plat	Absente	Légère	Modérée	Forte	Extrême
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
F7. Monter ou descendre de voiture.	Absente	Légère	Modérée	Forte	Extrême
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
F8. Faire vos courses.	Absente	Légère	Modérée	Forte	Extrême
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
F9. Mettre vos chaussettes ou vos collants	Absente	Légère	Modérée	Forte	Extrême
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
F10. Sortir du lit	Absente	Légère	Modérée	Forte	Extrême
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
F11. Enlever vos chaussettes ou vos collants	Absente	Légère	Modérée	Forte	Extrême
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
F12. Vous retourner ou garder la hanche dans la même position en étant couché	Absente	Légère	Modérée	Forte	Extrême
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
F13. Entrer ou sortir d'une baignoire.	Absente	Légère	Modérée	Forte	Extrême
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
F14. Rester assis(e).	Absente	Légère	Modérée	Forte	Extrême
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
F15. Vous asseoir ou vous relever des toilettes.	Absente	Légère	Modérée	Forte	Extrême
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

F16. Faire de gros travaux ménagers (déplacer des objets lourds, récurer les sols,...).

Absente	Légère	Modérée	Forte	Extrême
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

F17. Faire des petits travaux ménagers (faire la cuisine, faire la poussière,...).

Absente	Légère	Modérée	Forte	Extrême
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

#### **ACTIVITES SPORT ET LOISIRS**

Les questions suivantes concernent ce que vous êtes capable de faire au cours d'autres activités. Au cours des huit derniers jours, quelle a été votre difficulté pour les activités suivantes ?

SP1. Rester accroupi

Absente	Légère	Modérée	Forte	Extrême
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

SP2. Courir.

Absente	Légère	Modérée	Forte	Extrême
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

SP3. Tourner, pivoter sur votre jambe

Absente	Légère	Modérée	Forte	Extrême
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

SP4. Marcher sur une surface irrégulière

Absente	Légère	Modérée	Forte	Extrême
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

#### **QUALITE DE VIE**

Q1. Pensez-vous souvent à votre problème de hanche ?

Jamais	Une fois par mois	Une fois/semaine	Tous les jours	Tout le temps
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Q2. Avez-vous modifié votre façon de vivre pour éviter les activités qui pourraient aggraver votre problème de hanche ?

Pas du tout	Un peu	Modérément	Beaucoup	Totalement
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Q3. Etes-ce qu'un manque de confiance dans votre hanche vous gêne ?

Pas du tout	Un peu	Modérément	Beaucoup	Totalement
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Q4. Finalement, êtes-vous gêné(e) par votre hanche ?

Pas du tout	Un peu	Modérément	Beaucoup	Extrêmement
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**\*\*\*Merci beaucoup d'avoir répondu à ce questionnaire\*\*\***



Annexe 2 : Echelle NOS étude de cohorte

**NEWCASTLE - OTTAWA QUALITY ASSESSMENT SCALE  
COHORT STUDIES**

Note: A study can be awarded a maximum of one star for each numbered item within the Selection and Outcome categories. A maximum of two stars can be given for Comparability

**Selection**

- 1) Representativeness of the exposed cohort
  - a) truly representative of the average \_\_\_\_\_ (describe) in the community \*
  - b) somewhat representative of the average \_\_\_\_\_ in the community \*
  - c) selected group of users eg nurses, volunteers
  - d) no description of the derivation of the cohort
- 2) Selection of the non exposed cohort
  - a) drawn from the same community as the exposed cohort \*
  - b) drawn from a different source
  - c) no description of the derivation of the non exposed cohort
- 3) Ascertainment of exposure
  - a) secure record (eg surgical records) \*
  - b) structured interview \*
  - c) written self report
  - d) no description
- 4) Demonstration that outcome of interest was not present at start of study
  - a) yes \*
  - b) no

**Comparability**

- 1) Comparability of cohorts on the basis of the design or analysis
  - a) study controls for \_\_\_\_\_ (select the most important factor) \*
  - b) study controls for any additional factor \* (This criteria could be modified to indicate specific control for a second important factor.)

**Outcome**

- 1) Assessment of outcome
  - a) independent blind assessment \*
  - b) record linkage \*
  - c) self report
  - d) no description
- 2) Was follow-up long enough for outcomes to occur
  - a) yes (select an adequate follow up period for outcome of interest) \*
  - b) no
- 3) Adequacy of follow up of cohorts
  - a) complete follow up - all subjects accounted for \*
  - b) subjects lost to follow up unlikely to introduce bias - small number lost - > \_\_\_\_ % (select an adequate %) follow up, or description provided of those lost) \*
  - c) follow up rate < \_\_\_\_ % (select an adequate %) and no description of those lost
  - d) no statement

### Newcastle-Ottawa Scale adapted for cross-sectional studies

#### Selection:

1. Representativeness of the sample:
  - a. Truly representative of the average in the target population. \* (all subjects or random sampling)
  - b. Somewhat representative of the average in the target group. \* (non-random sampling)
  - c. Selected group of users/convenience sample.
  - d. No description of the derivation of the included subjects.
2. Sample size:
  - a. Justified and satisfactory (including sample size calculation). \*
  - b. Not justified.
  - c. No information provided
3. Non-respondents:
  - a. Proportion of target sample recruited attains pre-specified target or basic summary of non-respondent characteristics in sampling frame recorded. \*
  - b. Unsatisfactory recruitment rate, no summary data on non-respondents.
  - c. No information provided
4. Ascertainment of the exposure (risk factor):
  - a. Vaccine records/vaccine registry/clinic registers/hospital records only. \*\*
  - b. Parental or personal recall and vaccine/hospital records. \*
  - c. Parental/personal recall only.

#### Comparability: (Maximum 2 stars)

1. Comparability of subjects in different outcome groups on the basis of design or analysis. Confounding factors controlled.
  - a. Data/ results adjusted for relevant predictors/risk factors/confounders e.g. age, sex, time since vaccination, etc. \*\*
  - b. Data/results not adjusted for all relevant confounders/risk factors/information not provided.

#### Outcome:

1. Assessment of outcome:
  - a. Independent blind assessment using objective validated laboratory methods. \*\*
  - b. Unblinded assessment using objective validated laboratory methods. \*\*
  - c. Used non-standard or non-validated laboratory methods with gold standard. \*
  - d. No description/non-standard laboratory methods used.
2. Statistical test:
  - a. Statistical test used to analyse the data clearly described, appropriate and measures of association presented including confidence intervals and probability level (p value). \*
  - b. Statistical test not appropriate, not described or incomplete.

#### Cross-sectional Studies:

Very Good Studies: 9-10 points

Good Studies: 7-8 points

Satisfactory Studies: 5-6 points

Unsatisfactory Studies: 0 to 4 points

This scale has been adapted from the Newcastle-Ottawa Quality Assessment Scale for cohort studies to provide quality assessment of cross sectional studies<sup>1</sup>.

---

**NEWCASTLE - OTTAWA QUALITY ASSESSMENT SCALE  
CASE CONTROL STUDIES**

Note: A study can be awarded a maximum of one star for each numbered item within the Selection and Exposure categories. A maximum of two stars can be given for Comparability.

**Selection**

- 1) Is the case definition adequate?
  - a) yes, with independent validation \*
  - b) yes, eg record linkage or based on self reports
  - c) no description
- 2) Representativeness of the cases
  - a) consecutive or obviously representative series of cases \*
  - b) potential for selection biases or not stated
- 3) Selection of Controls
  - a) community controls \*
  - b) hospital controls
  - c) no description
- 4) Definition of Controls
  - a) no history of disease (endpoint) \*
  - b) no description of source

**Comparability**

- 1) Comparability of cases and controls on the basis of the design or analysis
  - a) study controls for \_\_\_\_\_ (Select the most important factor.) \*
  - b) study controls for any additional factor \* (This criteria could be modified to indicate specific control for a second important factor.)

**Exposure**

- 1) Ascertainment of exposure
  - a) secure record (eg surgical records) \*
  - b) structured interview where blind to case/control status \*
  - c) interview not blinded to case/control status
  - d) written self report or medical record only
  - e) no description
- 2) Same method of ascertainment for cases and controls
  - a) yes \*
  - b) no
- 3) Non-Response rate
  - a) same rate for both groups \*
  - b) non respondents described
  - c) rate different and no designation

Annexe 5 : Changement moyen de l'angle  $\alpha$  selon les facteurs étudiés (*Fernquest et al*)

		Hips	Mean change in average alpha angle ( $\pm$ SD)
Age at baseline	Months of age (continuous)	275	8.94 ( $\pm$ 7.79)
	9–10 years	97	11.37 ( $\pm$ 8.74)
	11–12 years	72	12.63 ( $\pm$ 7.52)
	13–14 years	42	5.39 ( $\pm$ 4.47)
	15–16 years	48	3.45 ( $\pm$ 2.74)
	17–18 years	16	3.36 ( $\pm$ 3.37)
Gender	Male	203	10.67 ( $\pm$ 8.05)
	Female	72	4.05 ( $\pm$ 4.13)
Physis	Open	151	12.59 ( $\pm$ 8.26)
	Open-closed	54	6.90 ( $\pm$ 4.38)
	Closed	70	2.64 ( $\pm$ 2.32)
BMI		275	–
Domi-nant leg	Domi-nant	152	9.28 ( $\pm$ 7.98)
	Non domi-nant	123	8.52 ( $\pm$ 7.56)
Cohort	Football-ers	133	12.44 ( $\pm$ 8.45)
	Male controls	70	7.32 ( $\pm$ 5.97)
	Female controls	72	4.05 ( $\pm$ 4.13)
PAQ	Continu-ous		
	< 2	68	5.74 ( $\pm$ 6.61)
	2–3	72	7.06 ( $\pm$ 5.59)
	3–4	103	10.67 ( $\pm$ 8.22)
	4–5	32	14.39 ( $\pm$ 8.76)

**INTERNATIONAL PHYSICAL ACTIVITY QUESTIONNAIRE**  
**(version française – Juillet 2003)**

Nous nous intéressons aux différents types d'activités physiques que vous faites dans votre vie quotidienne. Les questions suivantes portent sur le temps que vous avez passé à être actif physiquement au cours des **7 derniers jours**. Répondez à chacune de ces questions même si vous ne vous considérez pas comme une personne active. Les questions concernent les activités physiques que vous faites au travail, dans votre maison ou votre jardin, pour vos déplacements, et pendant votre temps libre.

Pensez à toutes les activités **intenses** que vous avez faites au cours des **7 derniers jours**. Les activités physiques intenses font référence aux activités qui vous demandent un effort physique important et vous font respirer beaucoup plus difficilement que normalement. Pensez seulement aux activités que vous avez effectuées pendant au moins **10 minutes d'affilées**.

1. Au cours des **7 derniers jours**, combien y a-t-il eu de jours au cours desquels vous avez fait des activités physiques **intenses** comme porter des charges lourdes, bêcher, faire du VTT ou jouer au football ?

\_\_\_\_\_ jours par semaine

Je n'ai pas eu d'activité physique intense → **Passez directement à la question 3**

2. Au total, combien de temps avez-vous passé à faire des activités **intenses** au cours des **7 derniers jours** ?

..... heures(s) par jour ..... minutes par jour

Je ne sais pas

Pensez à toutes les activités **modérées** que vous avez faites au cours des **7 derniers jours**. Les activités physiques modérées font référence aux activités qui vous demandent un effort physique modéré et vous font respirer un peu plus difficilement que normalement. Pensez seulement aux activités que vous avez effectuées pendant au moins **10 minutes d'affilée**.

3. Au cours des **7 derniers jours**, combien y a-t-il eu de jours au cours desquels vous avez fait des activités physiques **modérées** comme porter des charges légères, passer l'aspirateur, faire du vélo tranquillement, ou jouer au volley- ball ? **Ne pas inclure la marche.**

\_\_\_\_\_ jours par semaine

Je n'ai pas eu d'activité physique modérée → **Passez directement à la question 5**

4. Au total, combien de temps avez-vous passé à faire des **activités modérées** au cours des **7 derniers jours** ?

..... heures(s) par jour ..... minutes par jour

Je ne sais pas

Pensez au temps que vous avez passé à **marcher** au cours des **7 derniers jours**. Cela comprend la marche au travail et à la maison, la marche pour vous rendre d'un lieu à un autre, et tout autre type de marche que vous auriez pu faire pendant votre temps libre pour la détente, le sport ou les loisirs.

5. Au cours des **7 derniers jours**, combien y a-t-il eu de jours au cours desquels vous avez **marché** pendant **au moins 10 minutes d'affilée**.

\_\_\_\_\_ jours par semaine

Je n'ai pas fait de marche → *Passez directement à la question 7*

6. Au total, combien de temps avez-vous passé à **marcher** au cours des **7 derniers jours** ?

..... heures(s) par jour ..... minutes par jour

Je ne sais pas

La dernière question porte sur le **temps que vous avez passé assis** pendant un jour de semaine, au cours des **7 derniers jours**. Cela comprend le temps passé assis au travail, à la maison, lorsque vous étudiez et pendant votre temps libre. Il peut s'agir par exemple du temps passé assis à un bureau, chez des amis, à lire, à être assis ou allongé pour regarder la télévision.

7. Au cours des **7 derniers jours**, combien de temps avez-vous passé **assis** pendant un **jour de semaine** ?

..... heures(s) par jour ..... minutes par jour

Je ne sais pas

**Le questionnaire est terminé. Merci pour votre participation.**

Annexe 7 : Grille AMSTAR-2

AMSTAR 2: a critical appraisal tool for systematic reviews that include randomised or non-randomised studies of healthcare interventions, or both

<p><b>1. Did the research questions and inclusion criteria for the review include the components of PICO?</b></p>		
<p>For Yes:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Population</li> <li><input type="checkbox"/> Intervention</li> <li><input type="checkbox"/> Comparator group</li> <li><input type="checkbox"/> Outcome</li> </ul>	<p>Optional (recommended)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Timeframe for follow-up</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Yes</li> <li><input type="checkbox"/> No</li> </ul>
<p><b>2. Did the report of the review contain an explicit statement that the review methods were established prior to the conduct of the review and did the report justify any significant deviations from the protocol?</b></p>		
<p>For Partial Yes: The authors state that they had a written protocol or guide that included ALL the following:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> review question(s)</li> <li><input type="checkbox"/> a search strategy</li> <li><input type="checkbox"/> inclusion/exclusion criteria</li> <li><input type="checkbox"/> a risk of bias assessment</li> </ul>	<p>For Yes: As for partial yes, plus the protocol should be registered and should also have specified:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> a meta-analysis/synthesis plan, if appropriate, <i>and</i></li> <li><input type="checkbox"/> a plan for investigating causes of heterogeneity</li> <li><input type="checkbox"/> justification for any deviations from the protocol</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Yes</li> <li><input type="checkbox"/> Partial Yes</li> <li><input type="checkbox"/> No</li> </ul>
<p><b>3. Did the review authors explain their selection of the study designs for inclusion in the review?</b></p>		
<p>For Yes, the review should satisfy ONE of the following:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> <i>Explanation for including only RCTs</i></li> <li><input type="checkbox"/> <i>OR Explanation for including only NRSI</i></li> <li><input type="checkbox"/> <i>OR Explanation for including both RCTs and NRSI</i></li> </ul>		
<p><b>4. Did the review authors use a comprehensive literature search strategy?</b></p>		
<p>For Partial Yes (all the following):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> searched at least 2 databases (relevant to research question)</li> <li><input type="checkbox"/> provided key word and/or search strategy</li> <li><input type="checkbox"/> justified publication restrictions (e.g. language)</li> </ul>	<p>For Yes, should also have (all the following):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> searched the reference lists / bibliographies of included studies</li> <li><input type="checkbox"/> searched trial/study registries</li> <li><input type="checkbox"/> included/consulted content experts in the field</li> <li><input type="checkbox"/> where relevant, searched for grey literature</li> <li><input type="checkbox"/> conducted search within 24 months of completion of the review</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Yes</li> <li><input type="checkbox"/> Partial Yes</li> <li><input type="checkbox"/> No</li> </ul>
<p><b>5. Did the review authors perform study selection in duplicate?</b></p>		
<p>For Yes, either ONE of the following:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> at least two reviewers independently agreed on selection of eligible studies and achieved consensus on which studies to include</li> <li><input type="checkbox"/> OR two reviewers selected a sample of eligible studies <i>and</i> achieved good agreement (at least 80 percent), with the remainder selected by one reviewer.</li> </ul>		

AMSTAR 2: a critical appraisal tool for systematic reviews that include randomised or non-randomised studies of healthcare interventions, or both

**6. Did the review authors perform data extraction in duplicate?**

For Yes, either ONE of the following:

- |  |                              |
|--|------------------------------|
| <input type="checkbox"/> at least two reviewers achieved consensus on which data to extract from included studies  | <input type="checkbox"/> Yes |
| <input type="checkbox"/> OR two reviewers extracted data from a sample of eligible studies <u>and</u> achieved good agreement (at least 80 percent), with the remainder extracted by one reviewer. | <input type="checkbox"/> No  |

**7. Did the review authors provide a list of excluded studies and justify the exclusions?**

For Partial Yes:

- provided a list of all potentially relevant studies that were read in full-text form but excluded from the review

For Yes, must also have:

- |   |                                      |
|---|--------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Justified the exclusion from the review of each potentially relevant study | <input type="checkbox"/> Yes         |
|   | <input type="checkbox"/> Partial Yes |
|   | <input type="checkbox"/> No          |

**8. Did the review authors describe the included studies in adequate detail?**

For Partial Yes (ALL the following):

- described populations
- described interventions
- described comparators
- described outcomes
- described research designs

For Yes, should also have ALL the following:

- |  |                                      |
|--|--------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> described population in detail                                    | <input type="checkbox"/> Yes         |
| <input type="checkbox"/> described intervention in detail (including doses where relevant) | <input type="checkbox"/> Partial Yes |
| <input type="checkbox"/> described comparator in detail (including doses where relevant)   | <input type="checkbox"/> No          |
| <input type="checkbox"/> described study's setting   |                                      |
| <input type="checkbox"/> timeframe for follow-up   |                                      |

**9. Did the review authors use a satisfactory technique for assessing the risk of bias (RoB) in individual studies that were included in the review?**

**RCTs**

For Partial Yes, must have assessed RoB from

- unconcealed allocation, *and*
- lack of blinding of patients and assessors when assessing outcomes (unnecessary for objective outcomes such as all-cause mortality)

For Yes, must also have assessed RoB from:

- |   |   |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> allocation sequence that was not truly random, <i>and</i>  | <input type="checkbox"/> Yes                |
| <input type="checkbox"/> selection of the reported result from among multiple measurements or analyses of a specified outcome | <input type="checkbox"/> Partial Yes        |
|   | <input type="checkbox"/> No                 |
|   | <input type="checkbox"/> Includes only NRSI |

**NRSI**

For Partial Yes, must have assessed RoB:

- from confounding, *and*
- from selection bias

For Yes, must also have assessed RoB:

- |   |   |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> methods used to ascertain exposures and outcomes, <i>and</i>   | <input type="checkbox"/> Yes                |
| <input type="checkbox"/> selection of the reported result from among multiple measurements or analyses of a specified outcome | <input type="checkbox"/> Partial Yes        |
|   | <input type="checkbox"/> No                 |
|   | <input type="checkbox"/> Includes only RCTs |

**10. Did the review authors report on the sources of funding for the studies included in the review?**

For Yes

- |   |                              |
|---|------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Must have reported on the sources of funding for individual studies included in the review. Note: Reporting that the reviewers looked for this information but it was not reported by study authors also qualifies | <input type="checkbox"/> Yes |
|   | <input type="checkbox"/> No  |



AMSTAR 2: a critical appraisal tool for systematic reviews that include randomised or non-randomised studies of healthcare interventions, or both

<p><b>11. If meta-analysis was performed did the review authors use appropriate methods for statistical combination of results?</b></p>	
<p><b>RCTs</b></p>	
<p>For Yes:</p>	
<p><input type="checkbox"/> The authors justified combining the data in a meta-analysis</p> <p><input type="checkbox"/> AND they used an appropriate weighted technique to combine study results and adjusted for heterogeneity if present.</p> <p><input type="checkbox"/> AND investigated the causes of any heterogeneity</p>	<p><input type="checkbox"/> Yes</p> <p><input type="checkbox"/> No</p> <p><input type="checkbox"/> No meta-analysis conducted</p>
<p><b>For NRSI</b></p>	
<p>For Yes:</p>	
<p><input type="checkbox"/> The authors justified combining the data in a meta-analysis</p> <p><input type="checkbox"/> AND they used an appropriate weighted technique to combine study results, adjusting for heterogeneity if present</p> <p><input type="checkbox"/> AND they statistically combined effect estimates from NRSI that were adjusted for confounding, rather than combining raw data, or justified combining raw data when adjusted effect estimates were not available</p> <p><input type="checkbox"/> AND they reported separate summary estimates for RCTs and NRSI separately when both were included in the review</p>	<p><input type="checkbox"/> Yes</p> <p><input type="checkbox"/> No</p> <p><input type="checkbox"/> No meta-analysis conducted</p>
<p><b>12. If meta-analysis was performed, did the review authors assess the potential impact of RoB in individual studies on the results of the meta-analysis or other evidence synthesis?</b></p>	
<p>For Yes:</p>	
<p><input type="checkbox"/> included only low risk of bias RCTs</p> <p><input type="checkbox"/> OR, if the pooled estimate was based on RCTs and/or NRSI at variable RoB, the authors performed analyses to investigate possible impact of RoB on summary estimates of effect.</p>	<p><input type="checkbox"/> Yes</p> <p><input type="checkbox"/> No</p> <p><input type="checkbox"/> No meta-analysis conducted</p>
<p><b>13. Did the review authors account for RoB in individual studies when interpreting/ discussing the results of the review?</b></p>	
<p>For Yes:</p>	
<p><input type="checkbox"/> included only low risk of bias RCTs</p> <p><input type="checkbox"/> OR, if RCTs with moderate or high RoB, or NRSI were included the review provided a discussion of the likely impact of RoB on the results</p>	<p><input type="checkbox"/> Yes</p> <p><input type="checkbox"/> No</p>
<p><b>14. Did the review authors provide a satisfactory explanation for, and discussion of, any heterogeneity observed in the results of the review?</b></p>	
<p>For Yes:</p>	
<p><input type="checkbox"/> There was no significant heterogeneity in the results</p> <p><input type="checkbox"/> OR if heterogeneity was present the authors performed an investigation of sources of any heterogeneity in the results and discussed the impact of this on the results of the review</p>	<p><input type="checkbox"/> Yes</p> <p><input type="checkbox"/> No</p>
<p><b>15. If they performed quantitative synthesis did the review authors carry out an adequate investigation of publication bias (small study bias) and discuss its likely impact on the results of the review?</b></p>	
<p>For Yes:</p>	
<p><input type="checkbox"/> performed graphical or statistical tests for publication bias and discussed the likelihood and magnitude of impact of publication bias</p>	<p><input type="checkbox"/> Yes</p> <p><input type="checkbox"/> No</p> <p><input type="checkbox"/> No meta-analysis conducted</p>

AMSTAR 2: a critical appraisal tool for systematic reviews that include randomised or non-randomised studies of healthcare interventions, or both

16. Did the review authors report any potential sources of conflict of interest, including any funding they received for conducting the review?

For Yes:

- |   |                              |
|---|------------------------------|
| <input type="checkbox"/> The authors reported no competing interests OR   | <input type="checkbox"/> Yes |
| <input type="checkbox"/> The authors described their funding sources and how they managed potential conflicts of interest | <input type="checkbox"/> No  |

**To cite this tool:** Shea BJ, Reeves BC, Wells G, Thuku M, Hamel C, Moran J, Moher D, Tugwell P, Welch V, Kristjansson E, Henry DA. AMSTAR 2: a critical appraisal tool for systematic reviews that include randomised or non-randomised studies of healthcare interventions, or both. *BMJ*. 2017 Sep 21;358:j4008.

Titre : LES FACTEURS DE RISQUE DU CONFLIT FEMORO-ACETABULAIRE CHEZ LE SPORTIF  
Tittle : RISK FACTOR OF FEMOROACETABULAR IMPINGEMENT IN ATHLETES

**Résumé :** **Contexte :** Le conflit fémoro-acétabulaire est une affection de la hanche définie en 1936 par M.Smith-Peterson qui touche des milliers de sportifs. Des consensus émergent depuis peu concernant sa définition et les modalités de prise en charge, mais sa physiopathologie n'est pas encore complètement comprise par le corps scientifique. La compréhension de l'étiologie de cette pathologie est la clé de l'amélioration des efforts de prévention ainsi que des soins.

**Objectif :** Identifier les facteurs de risque liés au conflit fémoro-acétabulaire chez la population sportive.

**Participants :** Sportifs amateurs ou professionnels de tout âge.

**Méthodologie :** Plusieurs bases de données (PubMed, Cochrane Library, KinéDoc, Google Scholar) ont été utilisées pour sélectionner les études éligibles à la revue de littérature. Des critères d'inclusions et d'exclusions ont été préalablement définis et ont permis d'inclure 6 articles. Pour évaluer la qualité méthodologique de nos articles, nous avons utilisé la Newcastle Ottawa Scale (NOS). La revue a été évaluée à l'aide de la grille AMSTAR-2.

**Résultat :** La population de l'étude était une population de jeune sportif. Un profil à risque est alors identifié à l'aide des facteurs de risque. Ainsi, un haut niveau d'activité physique, une fréquence d'entraînement importante, un déficit de rotation externe de hanche et un statut de plaque de croissance ouverte ont été identifiés comme facteur de risque. Cependant, les hétérogénéités entre les différentes études incluses et les limites ne permettent pas de généraliser ces résultats.

**Discussion :** Les preuves apportées par la revue sont trop faibles pour statuer d'un réel impact de tous les facteurs de risque sur le développement du CFA. Cependant, tous les auteurs s'accordent à exprimer une tendance liée à la pratique de sport à fort impact, à une haute intensité et à un âge où la maturation squelettique n'est pas encore aboutie. Des recherches plus approfondies concernant la biomécanique des sports et le lien avec la pathologie devrait permettre une meilleure compréhension de son étiologie, de même que des études proposant un meilleur niveau de preuve.

**Abstract :** **context :** The femoroacetabular impingement is a hip disorder defined in 1936 by Smith-Peterson that affects thousands of athletes. Consensus has recently emerged regarding its definition and modalities of management, but its pathophysiology is not yet fully understood by the scientific body. Understanding the etiology of this pathology is key to improving prevention efforts as well as care.

**Purpose :** Identify risk factors related to femoroacetabular impingement in the athletes population.

**Participants :** Amateur or professional athletes of all ages.

**Results :** The study population was a young sportsman population. A risk profile is then identified using risk factors. Thus, a high level of physical activity, a high training frequency, a lack of external hip rotation and an open growth plate status were identified as a risk factor. However, the heterogeneities between the various included studies and the limitations do not allow these results to be generalized.

**Discussion :** The evidence provided by the review are too weak to determine a real impact of all the identified risk factors on the development of IAF. However, all the authors agree to express a trend related to the practice of high impact sports, high intensity and an age where skeletal maturation is not yet achieved. Further research into the biomechanics of sports and the link with pathology should lead to a better understanding of its etiology, as well as studies proposing a better level of evidence.

**Mots clés :** Hanche, conflit fémoro-acétabulaire, étiologie, morphologie came/pince, facteur de risque, sport, sportif, niveau d'activité

**Key words :** Hip, femoroacetabular impingement, etiology, came/clamp morphology, risk factor, sport, athletes, activity level