

SPÉCIAL

Return To Play

LES CHANGEMENTS
DE DIRECTION-COD

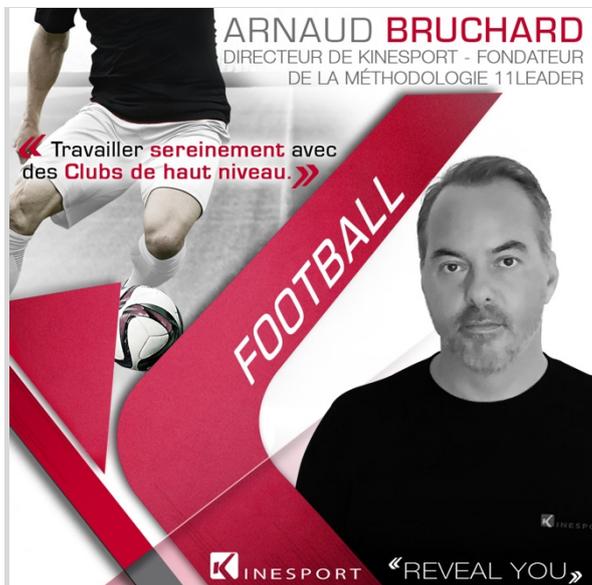
2019

PARTIE 1.

 KINESPORT

LES COD DANS LE SPORT

Le sport et ses exigences physiologiques évoluent vers des rythmes et des mouvements plus intenses. Les besoins pour y répondre et les conséquences de ces évolutions intéressent toutes les personnes entourant les sportifs : les entraîneurs et leur staff technique pour les performances individuelles et collectives, les médicaux pour la prévention et le Return to Play et les chercheurs afin d'amener les éléments de réflexion. Depuis les années 2000, et plus particulièrement depuis 2008, les données observables des changements de direction (COD : Change Of Direction) se développent, et rien que cette année on dénombre plus de 200 publications à ce sujet dans le sport



Avec Germain SANIEL, Boris COHEN, Anthony Comptour, Xavier Laurent et Sébastien POULET.

Ainsi, le football, le football US, le handball, le rugby, le basket, le hockey sur glace... tous, sports multidirectionnels, sont concernés par ces efforts qui s'avèrent de plus en plus décisifs mais aussi potentiellement pathogènes. On parle d'agilité au COD (COD agility) pour les plus habiles à cet exercice. Les questions se posent actuellement sur les déterminants mécaniques, énergétiques et biomécaniques qui les influencent et comment les performer pour les rendre plus efficaces et moins prédictifs de lésions musculo-squelettiques. Le docteur Andy Franklin-Miller, reconnu comme un spécialiste de l'analyse biomécanique des COD dans le cadre des lésions de pubalgies et du genou, a publié en 2019 dans l'*American Journal of Sports Medicine*, une étude sur les asymétries de 156 personnes lors des sauts et COD 9 mois après reconstruction du ligament croisé antérieur. Il conclue avec son équipe que les plus grandes asymétries des variables biomécaniques des COD, étaient présentes chez les personnes opérées en comparaison aux personnes sans atteinte du LCA, suggérant ainsi les déficits en réhabilitation sur le plan sagittal et frontal. Ce segment intéresse donc particulièrement les masseurs-kinésithérapeutes dans le cadre de la réhabilitation. Auparavant, Montgomery et al.(2018), Olsen (2004) et Vanrentergen et al.(2012) avaient tous mis en évidence les déficits de COD comme facteurs de risque de lésions du ligament croisé. Les lésions musculaires des adducteurs, des ischio-jambiers, du droit fémoral et du mollet surviennent également lors du COD, devenu alors pathomécanisme.

LES SUJETS

A

Les outils d'évaluation

B

Les paramètres et interactions des COD

C

COD et LCA/LCAR



Ces « COD » permettent de nombreuses actions au cours d'un match : se démarquer, éviter un adversaire, se retrouver en situation de marquer. L'efficacité de ce geste est donc primordiale. Connaître et comprendre les multiples composants qui intègrent ces changements de directions permettra de performer les sportifs sur ces mouvements clés, mais aussi de les rééduquer après blessure. On peut décomposer plus ou moins facilement les différentes phases de changement de direction :

- 1 Décélération (ou phase d'entrée) : l'efficacité du COD va dépendre notamment de la faculté du joueur à freiner pour préparer son changement de direction ainsi que du placement de son avant dernier appui. Cette dernière semble être prépondérante dans la préparation et la réussite du COD.
- 2 Le changement de direction en lui-même: c'est à ce moment que le sportif change de direction.
- 3 Accélération (ou phase de sortie) : La capacité à accélérer efficacement et rapidement va permettre d'être performant dans les COD et de faire la différence face à un adversaire

Au vue de la fréquence de ces actions et de la complexité de la tâche il est primordial d'éclaircir les facteurs qui sont mise en jeu durant cette phase de jeu, comment l'évaluer et proposer des pistes d'amélioration de la performance en lien avec les dernières études sur le sujet.

DES OUTILS D'ÉVALUATION

Tout comme il n'existe pas un seul type d'exécution de COD, il ne peut pas exister un seul test valide pouvant évaluer les COD. En effet, plusieurs variables sont responsables de la qualité et de l'efficacité du changement de direction ; type de sol, vitesse d'arrivée sur le COD, angle du COD, anticipation ou non, latéralité, masse corporelle, organisation gestuelle etc... Plusieurs tests existent afin d'évaluer l'agilité des athlètes sur des parcours incluant des changements de direction comme le 505 test, T test, Pro-agility, L-Run ou encore l'illinois test. Il s'agit de parcours chronométrés, dont le facteur temps sera la valeur de référence.

PEU DE SPÉCIFICITÉ

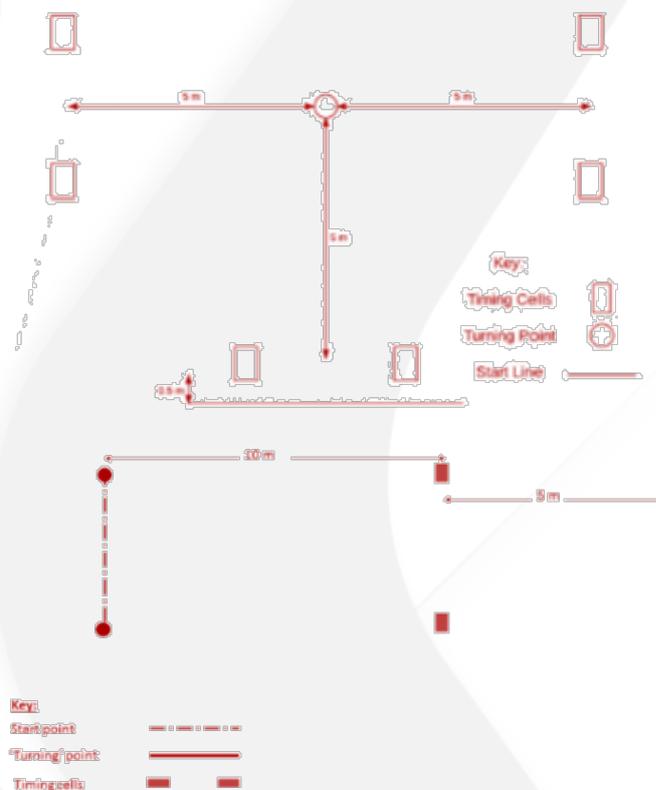
Chaque test varie en distance, nombre de COD, changements d'angle de COD, et modes de déplacements. Par conséquent, il peut être difficile de comparer les résultats des différents tests car ils font intervenir une multitude de paramètres physiques. On peut donc remettre en question la spécificité de ces tests vis-à-vis du COD. Dans ces tests (assez long en temps et en distance), le facteur limitant pourrait être le système anaérobie. Et donc un meilleur résultat pourrait signifier une amélioration du système anaérobie et non réellement de l'efficacité du COD. Il en va de même pour la vitesse linéaire. Plusieurs segments de ces tests possèdent des phases de courses linéaires, et donc l'amélioration de cette composante entraîne aussi une amélioration du test, sans forcément augmenter la performance du COD. Par exemple le pro-agility souvent utilisé au football américain comprend au total 18,28m de course linéaire pour deux changements de direction. Ainsi on passe plus de temps en sprint linéaire qu'à gérer des tâches de COD. Le test recrée une situation propre au football américain. Mais il ne nous permet pas d'évaluer spécifiquement la capacité de COD de l'athlète. En effet, la vitesse linéaire et les capacités d'accélération de l'athlète sont des variables qui impactent le résultat de ce test.

Ainsi on comprend l'intérêt de chercher un outil pour isoler la capacité de COD. L'approche novatrice initiée par Nimphius et al, proposent de calculer le déficit de changement de direction (CODD). Il s'agit de soustraire le temps effectué sur un sprint linéaire au temps effectué lors du test de COD. Plus la valeur est basse plus la capacité de COD est élevée.

$$\text{CODD} = [\text{Tp COD}] - [\text{Tp sprint linéaire}]$$

Dans un second temps Cuthbert et al ont testé la validité de ce procédé. Ils ont examiné l'application du principe CODD à un test de changement de direction à 90 ° et de 180° (505 agility test) afin de déterminer si le CODD permet d'évaluer de manière unique la capacité de COD d'un individu. Pour cela ils ont pris les temps réalisés sur sprint linéaire à 5, 10 et 20m par 36 joueurs de football et de rugby. Puis les participants ont effectué le 505 agility test et le COD à 90°. Les auteurs ont ensuite calculé le CODD et cherché les corrélations possibles avec les résultats des tests de COD. Les résultats ont confirmé que le déficit en COD peut être appliqué à un test de COD à 90 ° et 505 agility test afin d'isoler la capacité de COD, plutôt que d'être confondu avec la vitesse de sprint linéaire.

Cutting test 90° et
505 test agility



Pour Cuthbert et al le CODD peut être appliqué à un test de COD à 90 ° et pourrait donc être utilisé pour des sports où la capacité de changer de direction est d'une grande importance. D'autre part, Jonathan et al nous montrent que la fiabilité du 505 test modifié et CODD auprès de jeunes joueurs de football est faible. Cela encourage l'idée qu'il est encore nécessaire de tester ce CODD auprès de diverses population, sport et tests d'agilités.

Lorsqu'il est appliqué à un COD à 90 °, le CODD fournit une mesure isolée de la capacité de COD, éliminant ainsi l'influence de la vitesse linéaire qui est présente sur les tests d'agilités. Il serait intéressant de connaître sa fiabilité sur d'autres tests proposant d'autres angulations de COD. En effet les athlètes pratiquant des sports comme le football, le handball ou encore le rugby effectuent peu de COD à 90°. Le test en lui-même n'est donc pas forcément le plus reproductible de la contrainte exercée lors des activités sportives. Des recherches futures sont nécessaires pour appliquer le CODD à des tâches de COD dans une variété de sports afin de fournir des informations sur la différence de CODD entre différents niveaux et différentes populations d'athlètes.



Les tests spécifiques aux COD
présentent trop de distance
linéaire et leurs angles sont
éloignés des conditions de
matches.

RELATION VITESSE / COD

L'existence d'un lien entre les performances en vitesse et d'accélération et celles du COD s'est posée naturellement. L'idée était de savoir si un paramètre tel que ceux-ci étaient responsables de manière linéaire ou si il s'agissait de plusieurs paramètres intégrés entre eux. Le COD lors d'une course rapide, est la capacité à décélérer et ré-accélerer dans une autre direction. Le facteur vitesse rentre en compte dans la réalisation de ce geste. Une partie des études actuelles a révélé que les joueurs plus rapides et plus puissants de différents sports sont généralement moins efficaces pour changer de direction. Il a également été mis en évidence que les athlètes plus rapides peuvent présenter une inertie augmentée, ce qui entrave leur capacité à exécuter des accélérations et décélérations successives pendant les manœuvres de COD. Une autre partie des études est en désaccord. En fait, on s'aperçoit très rapidement que l'efficacité d'un COD résulte de plusieurs paramètres sur ses 3 variables, l'entrée, la direction et la sortie.

Loturco et Al par exemple se sont intéressés à la relation entre la vitesse et le COD. Il a cherché à savoir s'il y avait un lien entre la capacité d'accélération maximale d'un joueur et sa capacité à changer de direction [5]. Pour cela 49 joueurs de football professionnel masculin ont effectué des tests permettant d'évaluer leur capacité d'accélération, leur capacité de COD, leur CODD, leur vitesse linéaire sur 20m, et leur performance lors de sauts verticaux. Durant cette étude, les joueurs ont été divisés en deux groupes : un groupe possédant une haute capacité d'accélération et l'autre groupe comprenant les joueurs ayant une faible capacité d'accélération. Le groupe ayant une haute capacité d'accélération, obtient de meilleurs résultats lors des tests de vitesse linéaire, de puissance développée et de force verticale. Mais ce même groupe qui possède une haute capacité d'accélération, obtient un CODD supérieur à l'autre groupe malgré un meilleur temps de réalisation des COD. Des taux d'accélération élevés sont donc directement liés à des CODD plus élevés.

Les joueurs de football professionnels ayant des taux d'accélération maximums plus élevés ont tendance à mieux performer dans les sauts, à être plus rapides dans les tests de vitesse linéaire et multidirectionnelles. D'autre part, ils présentent également des déficits de COD plus élevés. Cela signifie qu'ils " passent plus de temps " à changer de direction que leurs pairs plus lents, si l'on considère le calcul du déficit de COD. Il est encore difficile de savoir si ce déficit est une conséquence mécanique du fait d'être plus rapide ou s'il est lié à des problèmes techniques (organisation gestuelle) causés par la pratique d'entraînement inadéquate et inefficace (ex : sprint, force ETC..).

Loturco et al nous expliquent que des joueurs ayant une capacité d'accélération élevée augmentent par conséquent, l'inertie. Aussi une inertie plus importante est normalement associée à des forces de freinage et de propulsion plus élevées lors des décélérations et accélérations séquentielles, et a des temps de contact au sol plus longs lors des exercices de COD. Cette inertie peut affecter les vitesses d'entrée et de sortie lors de manœuvres successives de COD, réduisant l'efficacité des athlètes plus rapides pour changer de direction et augmentant leur risque de lésion.

A l'inverse, l'équipe australienne de Delaney, explique à travers une expérience sur 31 rugbymen, qu'il existe une différence entre les résultats des COD côté dominant et côté non dominant. La vitesse maximale linéaire, la force relative au squatt, expliquent 61% des variances au 505 Test, alors que du côté non dominant ce sont la masse, la puissance bilatérale et unilatérale qui expliquent 67% des variances. Jones et al., eux, ont reporté une forte corrélation entre le 505 test et la vitesse maximale linéaire.

Par ces différents résultats, force est de constater qu'il n'y a pas encore de linéarité établie sur ces paramètres d'accélération et de vitesse linéaire. Par contre l'entraînement de ces deux facteurs améliorent les résultats aux COD tout comme le travail excentrique, iso-inertiel et plyométrique. Cela signifie que des adaptations se sont produites favorablement et que ces deux paramètres ont une influence mais qu'ils ne sont pas les seuls déterminants mécaniques. Le Breaking, ou force excentrique de freinage par contre lui est validé par tout le monde. Son efficacité a été prouvé et encore plus sur l'avant dernier appui tout comme la force verticale, le temps de contact court au sol, la gestion de la stabilité/mobilité du tronc et la masse. Dans des sports de contact comme le rugby, la masse corporelle joue un rôle important dans les phases « d'attaque-défense ». La masse corporelle étant un atout au rugby, on observe que la majorité des joueurs de rugby actuels ont des masses corporelles importantes. Dans un sport comme le rugby où le COD a un rôle prépondérant, on peut se demander quelle est l'influence de la masse corporelle sur la vitesse et les COD ?

Nimphius et al constatent que l'augmentation de la masse corporelle entraine l'augmentation de l'inertie. Cette inertie se traduit par une augmentation des forces de freinages et donc des contraintes au niveau du genou. La masse corporelle semble donc être un facteur à prendre en compte lors de la recherche de profil a risque vis-à-vis des COD. Ce risque serait d'autant plus grand si l'athlète possède une mauvaise organisation gestuelle de COD.

Il y a 5 jours, le 27 septembre dans The Journal of Strength & Conditioning Research, une équipe hispano-anglaise a publié une étude très intéressante au sujet de l'iso-inertiel auprès de joueurs de handball « Relationship Between Interlimb Asymmetries and Speed and Change of Direction Speed in Youth Handball Players ». L'objectif était de quantifier les asymétries de 26 jeunes joueurs sur les sauts, les COD à 90 et 180°, et sur équipement-iso-inertiel et d'établir le lien entre ces scores d'asymétrie et la performance lors des tests de vitesse (20 m) et de tests de performance. Les asymétries avaient des valeurs de 3,66 à 12,67%. **Les auteurs nous dévoilent un fort lien de corrélation entre les asymétries aux COD90° et 180° et celles en iso-inertiel. De même les différences entre les membres lors de l'iso-inertiel sont associées à une réduction des performances de COD et du sprint.**

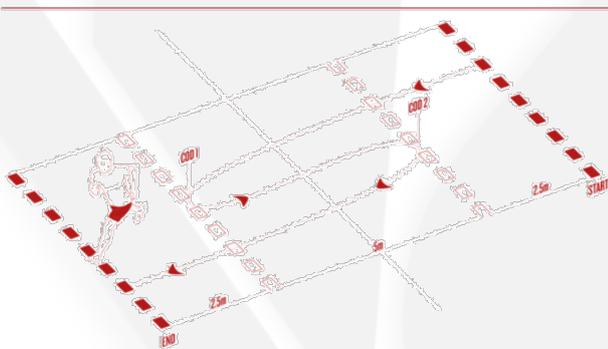


Figure 2. Schematic of the double 180° change of direction speed test (CODS180).

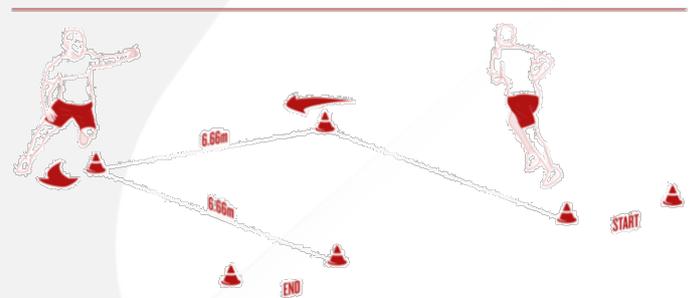


Figure 1. Schematic of the double 90° change of direction speed test (CODS90).

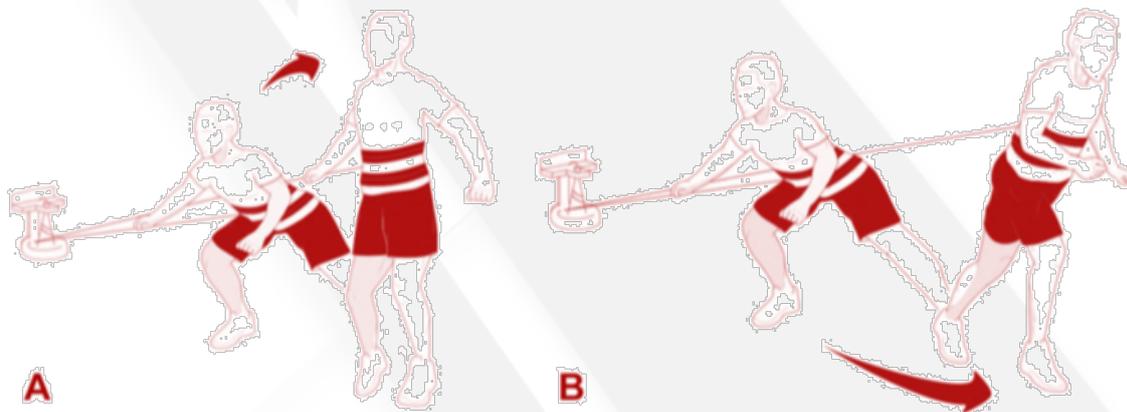


Figure 3. Testing conducted on the Iso-inertial device. A) Lateral shuffle step (LSS), phase start and brake; (B) crossover step (CRO), phase start and brake with the right leg.

Correlations between interlimb asymmetries and change of direction (on both limbs) and 20-m sprint performance.*

Asymmetry tests	CODS90		CODS180		20 m
	Dominant	Non-dominant	Dominant	Non-dominant	
SLCMJ	-0.06	-0.16	0.18	0.21	0.18
SLLJ	0.21	0.29	0.28	0.39†	0.27
SLBJ	0.16	0.21	0.28	0.17	0.22
CODS90	-0.33	0.10	-0.20	-0.04	-0.21
CODD90	-0.35	0.07	-0.19	-0.02	-0.15
CODS180	-0.11	0.02	-0.01	0.42†	0.09
CODD180	-0.06	0.06	0.03	0.46†	0.15
CRO-C	0.48†	0.51‡	0.51‡	0.41†	0.46†
CRO-E	-0.16	-0.02	-0.08	-0.03	0.03
LSS-C	0.29	0.44†	0.28	0.31	0.27
LSS-E	-0.16	0.01	-0.06	0.18	-0.02

*CODS = change of direction speed; CODD = change of direction deficit; SLCMJ = single-leg countermovement jump; SLBJ = single-leg broad jump; SLLJ = single-leg lateral jump; LSS = lateral shuffle step with iso-inertial device; CRO = crossover with iso-inertial device; C = concentric; E = eccentric; D = dominant leg; ND = nondominant leg.
 †Significant correlation at $p < 0.05$.
 ‡Significant correlation at $p < 0.01$.

COMMENT ÉVALUER QUALITATIVEMENT

L'ensemble des paramètres pré-cités (déficit de COD, accélération, vitesse linéaire, tests plyométriques, breaking, force verticale...) peuvent tous être évalués dans le but de définir des profils de COD, voire des profils à risque, sans pour autant pouvoir conclure avec 100% d'assurance. Alors quel est finalement l'interface à évaluer qui permettrait de mieux lier tous ces paramètres.

Est-ce le déterminant biomécanique ?

Fort de notre expérience au sein de 11leader, dans le cadre de suivi de sportifs, nous avons constaté par des analyses vidéo et des tests en direct, des déséquilibres au sein de la gestuelle de sauts et réception, de COD et de gestes techniques, en pleine adéquation avec les plaintes du sportif. Seulement, pas un d'eux se situe dans une norme « standard » qui finalement n'est pas décrite. Par contre, chez des sujets qui se blessent souvent, la correction de ces gestuelles vers des fonctionnements moins pathogènes diminue à terme le nombre de blessures, et améliore les sensations et les performances. Regardons d'un peu plus près au niveau des publications.

Nous savons que la sollicitation articulaire du genou pendant les COD est augmentée lors des déficits biomécaniques, surtout lors de mécanismes à haut risque et/ou haute intensité. Entre autres, la flexion latérale du tronc, le valgus de genou et son degré d'extension, les appuis podaux et les forces de réaction au sol élevées durant la phase excentrique de décélération sont autant de variables qui sont observables par des moyens simples. Partant de ce principe, s'assurer que les athlètes aient la capacité de changer de direction, de façon plus sécurisée, en limitant les compensations dans la gestuelle, pourrait être une stratégie à adopter pour prévenir le risque de blessures et améliorer l'efficacité du COD.

Comment ? Un smartphone :

Bien que la capture de mouvement 3D soit considérée comme le « gold standard » pour l'enregistrement et l'analyse de la cinématique, l'analyse vidéo 2D peut constituer une option plus raisonnable, peu coûteuse et portable pour l'évaluation qualitative lors de tests de COD.

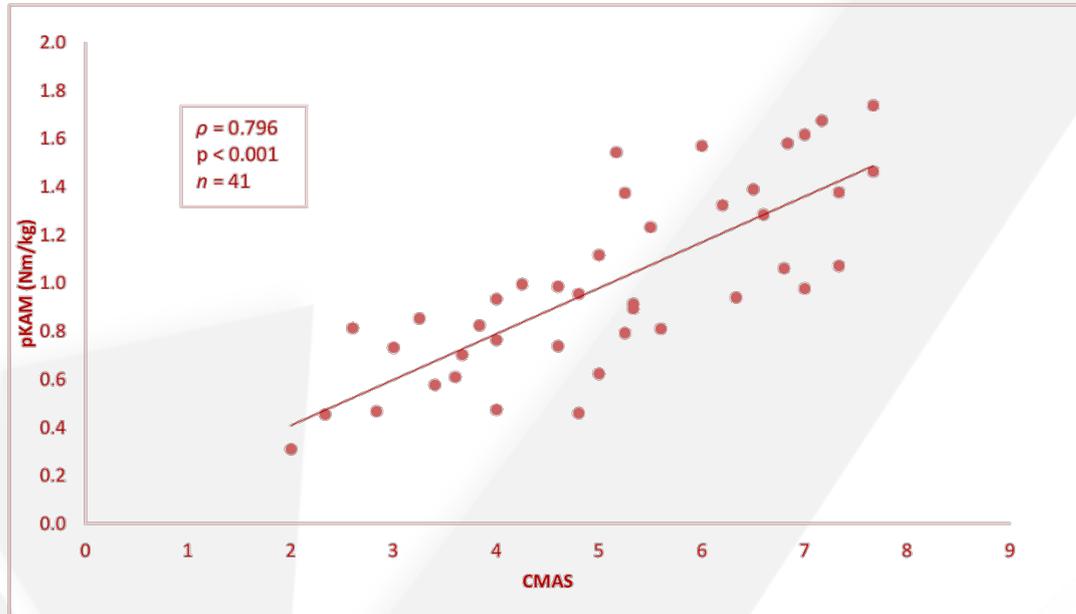
Schurr et al en 2017, suggèrent que malgré le manque de précision et de capacité à capturer les rotations, les mesures 2D peuvent constituer une méthode intéressante pour évaluer le déplacement des articulations dans le plan sagittal afin d'évaluer le déplacement brutal des mouvements et le risque de blessure des membres inférieurs. Le développement de la technologie et des smartphones nous permet d'avoir accès de plus en plus à des outils fiables et valides, même s'ils ne sont pas parfaits. Balsalobre-Fernández et al, ont montré que l'utilisation d'une application de smartphone pour analyser et quantifier un test de changement de direction s'avère intéressante. Une vidéo du COD qui fournit 240 images par secondes, nous permet de sélectionner les images correspondantes au départ et à l'arrivée du test, ainsi que les images à l'instant où le pied entre en contact et quitte le sol. Elle permet donc d'obtenir un temps exact de réalisation du test de COD ainsi qu'une valeur précise du temps de contact au sol. Leur publication récente évoque la fiabilité de l'analyse quantitative de l'application lors d'un test de COD.

Mais aussi :

D'autres évaluations sont proposées, tels que des scores comme le « **cutting movement assessment score** » (CMAS). Il nous permet d'identifier des mouvements à haut risque lors du COD de l'athlète. Basé sur l'observation de l'organisation gestuelle lors du COD, un système oui/ non est pondéré par des points 0,1 ou 2.

Lors de son étude en 2019, Dos Santos et Al ont analysé la validité du CMAS pour estimer le pic potentiel des moments d'abduction de genou (KAMs) lors d'un changement de direction par rapport à l'analyse 3D. Pour cela 41 participants ont effectué 6 COD à 90° à vitesse maximale. Ces COD ont été analysés en 3D grâce à plusieurs caméras sous différents angles. Une analyse 2D a aussi été effectuée en parallèle. Des plateformes de forces étaient disposées au niveau de la zone de COD afin de mesurer le KAMs. Les auteurs ont séparé les participants en deux groupes en fonction de leur score CAMS (CAMS haut >33% ; CAMS bas < 33%).

Relationship between CMAS and peak KAMs (pKAM) subject mean data.


Table 1

Cutting movement assessment score tool.

Camera Variable	Observation Score
Penultimate contact Side/ 45° Clear PFC braking strategy (at initial contact) <ul style="list-style-type: none"> • Backward inclination of the trunk • Large COM to COP position – anterior placement of the foot • Effective deceleration – heel contact PFC 	Y/N Y = 0/N = 1
Final Contact Front/ 45° Wide lateral leg plant (approx. > 0.35 m – dependent on subject anthropometrics) (at initial contact)	Y/N Y = 2/N = 0
Front/ 45° Hip in an initial internally rotated position (at initial contact)	Y/N Y = 1/N = 0
Front/ 45° Initial knee 'valgus' position (at initial contact)	Y/N Y = 1/N = 0
All 3 Foot not in neutral foot position (at initial contact) Inwardly rotated foot position or externally rotated foot position (relative to original direction of travel)	Y/N Y = 1/N = 0
Front/ 45° Frontal plane trunk position relative to intended direction; Lateral or trunk rotated towards stance limb, Upright, or Medial (at L/TR/U/M initial contact and over WA)	L/TR = 2/ U = 1, /M = 0
Side/ 45° Trunk upright or leaning back throughout contact (not adequate trunk flexion displacement) (at initial contact and over WA)	Y/N Y = 1/N = 0
Side/ 45° Limited Knee flexion during final contact (stiff) $\leq 30^\circ$ (over WA)	Y/N Y = 1/N = 0
Front/ 45° Excessive Knee 'valgus' motion during contact (over WA)	Y/N Y = 1/N = 0

Key: PFC: Penultimate foot contact; COM: Centre of mass; COP: Centre of pressure; WA: weight acceptance; TR: Trunk rotation; Y: Yes; N: No; L: Lateral; TR: Trunk rotation; U: Upright; M: Medial.

45° - Non Anticipée – Gauche → Droite

Avant dernier appui	Appui pivot	Phase de poussée
<ul style="list-style-type: none"> Inclinaison antérieure du tronc. Bascule arrière du CG. 	<ul style="list-style-type: none"> Inclinaison du tronc côté appui +++. Rotation du tronc pas dans le sens du COD. 	<ul style="list-style-type: none"> Bascule antérieure du tronc. Déséquilibre à l'appui.

45° - Anticipée – Droite → Gauche

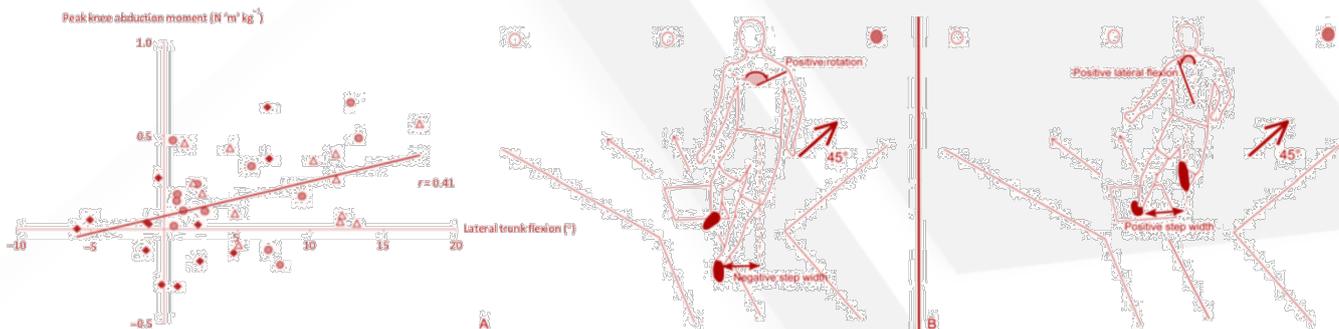
Avant dernier appui	Appui pivot	Phase de poussée
<ul style="list-style-type: none"> Inclinaison du tronc. Bascule arrière du centre de gravité (CG). 	<ul style="list-style-type: none"> Inclinaison du tronc côté appui. 	<ul style="list-style-type: none"> Inclinaison antérieure du tronc.

Dans cette étude, une relation « très grande » est retrouvée entre le score CMAS et le pic de moment d'abduction de genou ($\rho = 0.796, p < 0.001$). De plus, les mécaniques de changement de direction « plus à risques » associées à une charge articulaire de genou plus importante sont observées chez les sujets présentant des scores CMAS plus importants (≈ 7) comparativement aux sujets avec des scores CMAS plus bas (≈ 3). Le score CMAS a également démontré une excellente fiabilité intra-évaluateur et une fiabilité inter-examineur généralement modérée à excellente. Le CMAS est donc un outil de dépistage intéressant pour évaluer la qualité organisationnelle du changement de direction. Il permet aux praticiens d'obtenir aisément via un outil accessible, des profils à risques durant le changement de direction.

Et le terrain ?

Analyser des variables dans un laboratoire reste toujours éloigné des conditions réelles. Le revêtement peut changer les appuis, les contacts, le niveau de fatigue etc. Mais il ne faut pas aussi exclure le côté non anticipé. Prévenir quelqu'un qu'il va faire ce mouvement va sensiblement induire un comportement un peu différent. Face à la nature imprévisible des sports multi-directionnels, il serait avantageux pour les athlètes d'avoir la capacité de changer de direction rapidement et en toute sécurité, de la même façon sur les deux membres inférieurs de façon non anticipée. Il faudrait effectuer des tests anticipés et non anticipés, avec une prise d'appuis alternatifs de façon à écarter tout risque lié à la latéralité. Lors d'un match les choix de changements de direction se font rapidement et en réaction à un stimulus. L'efficacité d'un COD va aussi dépendre de la prise d'information du joueur. Or comme le montre Mornieux et al dans leur étude de 2014 sur de jeunes footballeurs, l'organisation gestuelle est modifiée, lors de tâches de COD non anticipées, sur 10 des 12 joueurs de l'étude. Un tronc en flexion/rotation controlatérale majorée est souvent mis en évidence chez ses jeunes. La flexion de tronc entraîne une augmentation du temps de valgus de genou et par conséquent des risques de blessures. L'intérêt d'évaluer les patterns spécifiques au joueur lors d'un COD non anticipé est donc primordial.

Linear regression between peak knee abduction moment and lateral trunk flexion during the 45° cutting manoeuvres.



Fuerst et al (2016) montrent sur un groupe de 13 basketteurs l'influence du temps de préparation sur la biomécanique de l'articulation de la cheville lors de mouvements très dynamiques. Ainsi, ils concluent que la diminution du temps de réaction entraîne une vitesse d'inversion accrue sans modification concomitante de l'activation musculaire. Or, dans les tests d'évaluations d'agilité, les tâches à exécuter sont connus à l'avance. Ainsi le geste de COD est anticipé, et ne représente peut-être pas l'organisation gestuelle qu'adopte notre sportif en condition réelle. Il y a donc un intérêt d'évaluer nos sportifs lors de COD anticipés et non anticipés.

Pour ce qui est de l'impact de la latéralité vis-à-vis des COD, la revue systématique de Dos Santos et al nous informent que la littérature actuelle reste contradictoire. Il est donc difficile de généraliser les résultats de ces études. Il semblerait tout de même intéressant d'analyser et de chercher la présence d'asymétrie lors de la réalisation de l'évaluation des COD, et de le prendre en compte dans l'entraînement. L'évaluation du COD est donc complexe du fait des différentes variables propres au COD. De plus la gestuelle et l'organisation de ces COD sont différentes et propres à chaque sport. C'est pourquoi le choix du test doit être fait en fonction du sport et doit se rapprocher du geste produit durant l'activité, afin d'identifier l'organisation gestuelle de l'athlète lors d'une tâche propre à son sport.

C'est pourquoi dans la méthodologie 11Leader, nous attachons une grande importance aux analyses vidéo de match à rapprocher des tests en salle. Nous commençons toujours par une analyse en match, puis une analyse en salle de manière non anticipée et anticipée, bordée de tests divers parmi les paramètres précités.

1 DÉTERMINANTS BIOMÉCANIQUES

En salle :
Anticipée / non anticipée
Analyse 11 points

En match:
Vidéo match
Analyse 11 points

2 DÉTERMINANTS MORPHO-POSTURAUX

Observation
Mobilité
Posturale
Statique
Dynamique

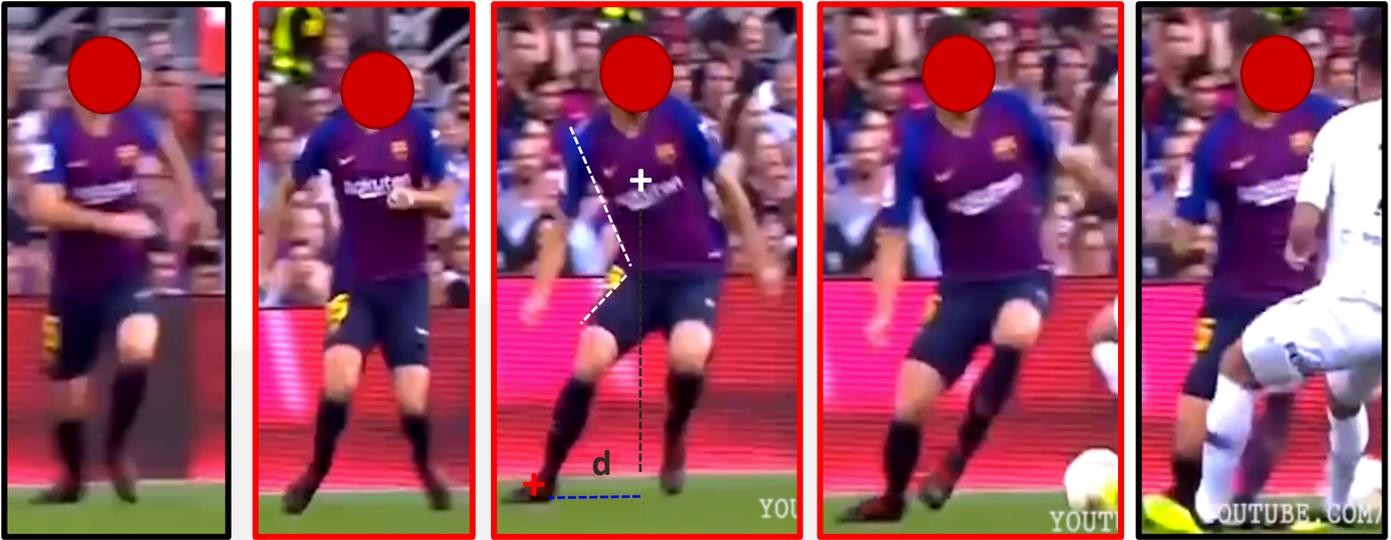
3 DÉTERMINANTS MÉCANIQUES

Accélérations
Décélération
Plyométrie
Vitesse linéaire
Tests iso-inertiels
Tests COD
Tests Forces...

www.kinesport.fr



COD droite – gauche + duel



CHANGEMENT DE DIRECTION (COD)

14

Organisation gestuelle – jambe droite en appui (Temps 1)



Conséquence Temps 1
Inclinaison du tronc +++



Organisation gestuelle – jambe gauche en appui (Temps 2)



PERFORMANCE MANAGEMENT

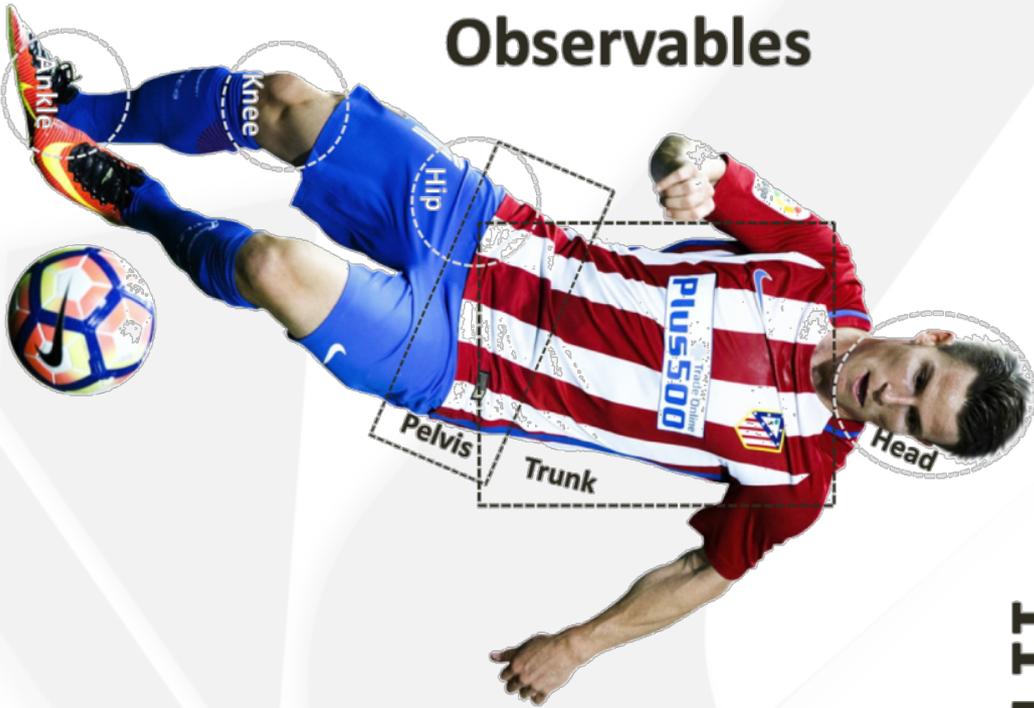
11 LEADER

PERFORMANCE MANAGEMENT

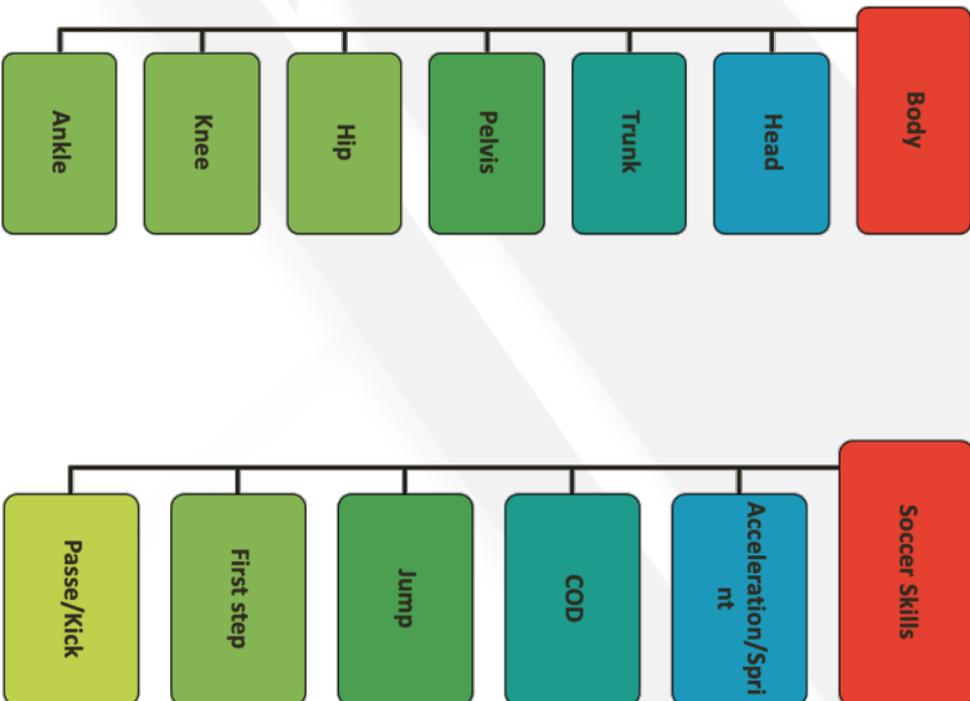
KINESPORT 

LEADER 

Observables



11 Points Clés



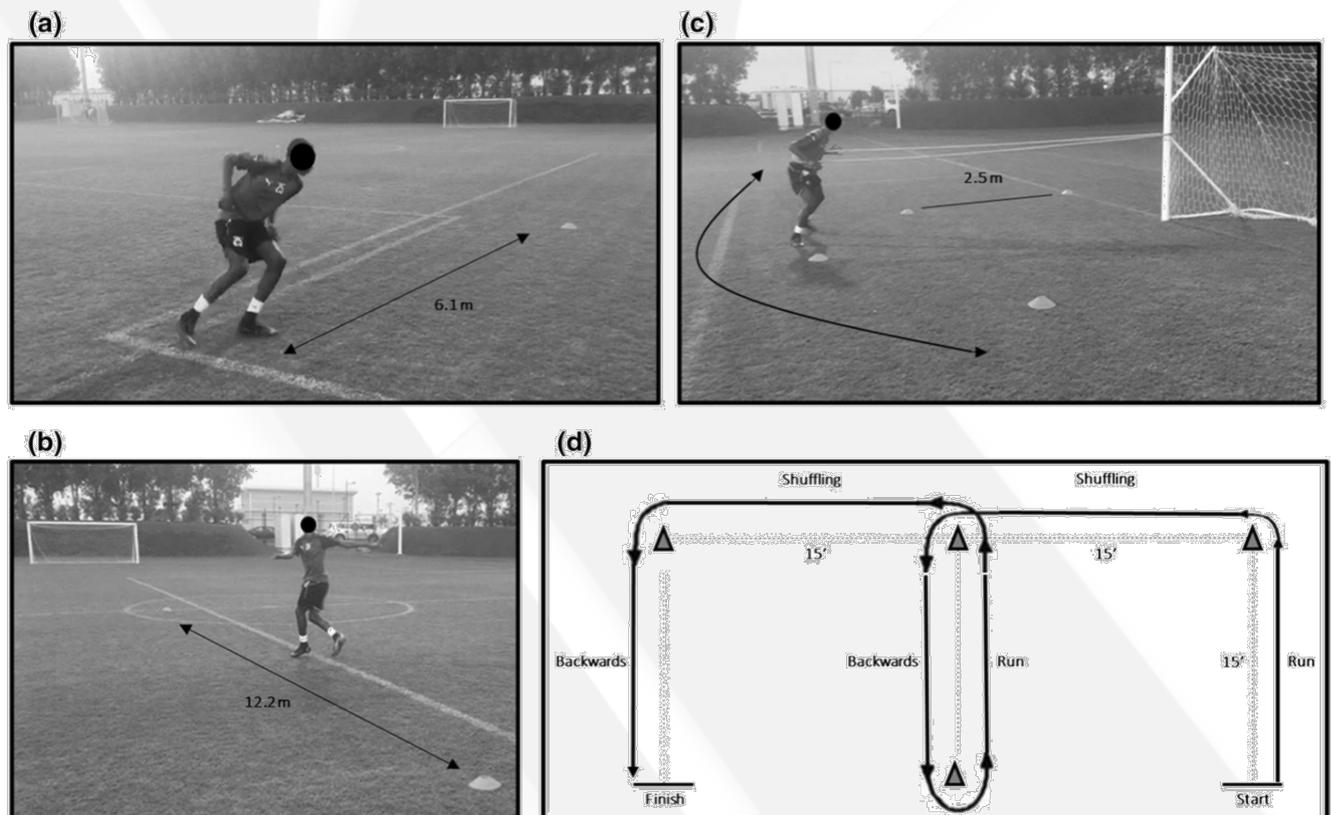
Germain SanieI – Conférence KickOff – 13 Novembre 2018

RTS-RTP : EXEMPLE DU LCA

Dans le cadre du retour au sport après blessure, les COD ne sont pas souvent mesurés alors qu'il nous a été montré que des déficits perduraient (Franklin-Miller) et de fait, la réhabilitation incomplète amènerait le sportif dans une fenêtre de rechute. Une revue narrative de la littérature des pratiques courantes très récente sur l'évaluation des COD post ACLR, en septembre 2019, menée par l'équipe d'ASPETAR, nous amène à mieux considérer ce facteur de manière pertinente.

TESTS DE TERRAIN

Les auteurs souhaitaient déterminer si la littérature actuelle était appropriée en tant qu'outil pour le Return To Sport. Ils ont évalué les études portant sur le shuttle run (1a), les co-contraction (1B) et le carioca test (1c) et d'autres tests de COD. Le shuttle permettent de reproduire les forces d'accélération et de décélération, la con-contraction exerce sur le genou des forces de rotation qui entraînent une translation tibiale et qui est contrôlé par la musculature de la cuisse alors que le test Carioca reproduit le phénomène de pivot-shift dans le genou déficient du côté LCA lors du déplacement latéral. Ces 3 tests sont corrélés aux tests isocinétiques et au One Leg Hop. Ces trois tests paraissent assez faibles finalement par rapport à l'importance des COD dans la réhabilitation et assez éloignés des gestuelles. De plus les analyses de déficits en COD post LCA sont révélateurs des faiblesses mais aussi celles qui observent les défauts biomécaniques et neuromusculaires, mettant en grande fragilité le membre lésé dans les activités sportives.



TESTS DE SALLE

Stearns et Pollard en 2013 avaient constaté chez des joueuses de football ayant un antécédent de LCAR des angles d'abduction du genou et des moments d'adducteurs du genou augmentés par rapport aux joueuses en bonne santé lors d'une manœuvre de coupe à 45°. L'évaluation a été effectuée après que les joueuses aient été autorisées à reprendre leur participation sportive (> 9 mois après chirurgie). 12 mois après, les joueuses présentent des défauts de coordination rotation de la hanche / abduction-adduction du genou, flexion – extension de la hanche / abduction-adduction du genou, abduction-adduction du genou / flexion-extension du genou et abduction-adduction du genou / rotation du genou. Ces constatations sont compatibles avec un risque de rechute.

Récemment, King et al. ont examiné les performances et la biomécanique d'un COD 90° dans des conditions planifiées et non planifiées (stimuli lumineux). Ils ont testé 156 athlètes de différents sports (football gaélique, football, rugby) 9 mois après LCAR. Les auteurs ont montré des réponses biomécaniques différentes selon le membre côté LCA et le côté opposé dans les deux conditions de COD malgré l'absence de différence dans le temps d'exécution. Le membre lésé présentait des mécanismes de compensation : moins de flexion du genou et moins de moment d'extension du genou dans le plan sagittal, un moment de valgus inférieur du genou, un moment de rotation externe de la cheville et un angle de rotation interne du genou et un moment de rotation externe dans les plans frontal / transversal. Les auteurs ont également signalé des différences biomécaniques entre les CODS planifiées et non planifiées dans les variables précédemment associées au mécanisme de lésion du LCA (rotation du bassin controlatérale, distance du centre de la masse à la cheville dans le plan frontal, GRF postérieur et abduction plus importante de la hanche) lors des COD non planifiés.

En dehors des aspects biomécaniques, Pas ou peu d'études supplémentaires se sont encore intéressées aux relations entre les déficits de COD, le type de COD et la réhabilitation du LCA comme critères de suivi et de reprise. On retrouve quelques études sur par exemple la vitesse d'approche (la variable d'entrée du COD) ou breaking en relation avec les capacités frénatrices. Montgomery (2018) et Olsen (2004) nous ont ouvert la voie en montrant que les lésions LCA sur COD arrivaient sur des variables d'entrée trop rapides. Par ailleurs il a été montré que les variables biomécaniques à hautes vitesses (4 à 5 m/sec) lors des COD étaient différentes que celles à basses vitesses (2 à 3 m/sec), toujours avec des patterns risques. Sensiblement, on retrouve ces différences en fonction des angles de COD. On s'aperçoit que technique (kinematics) et charge (kinetics) sont très dépendants, et quand la résultante des deux est imprécise, l'appareil musculo-squelettique est en danger. Ces données doivent nous servir tant dans le domaine de la réhabilitation que de la prévention et de la performance. Ainsi, mais ce sujet sera développé dans la partie 2, on prêtera attention aux différentes étapes et le travail autour de chacune de ces étapes : side-step, cross-over cut et split-step.

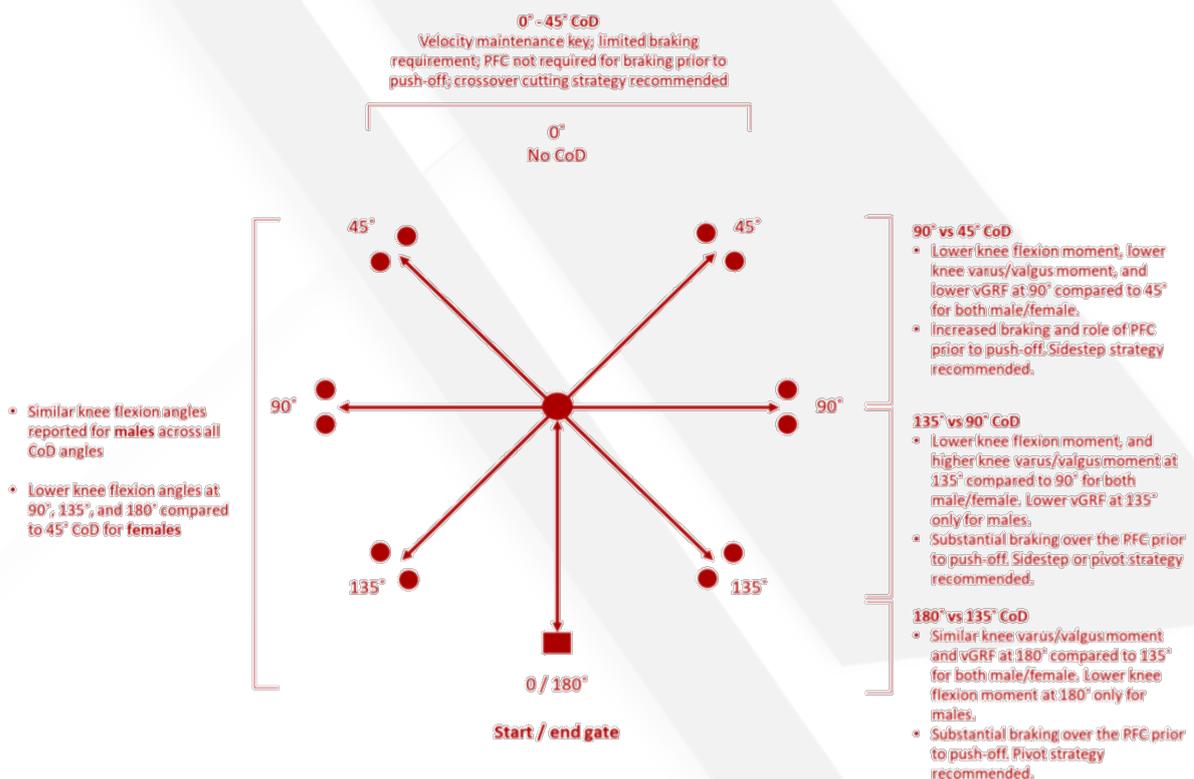
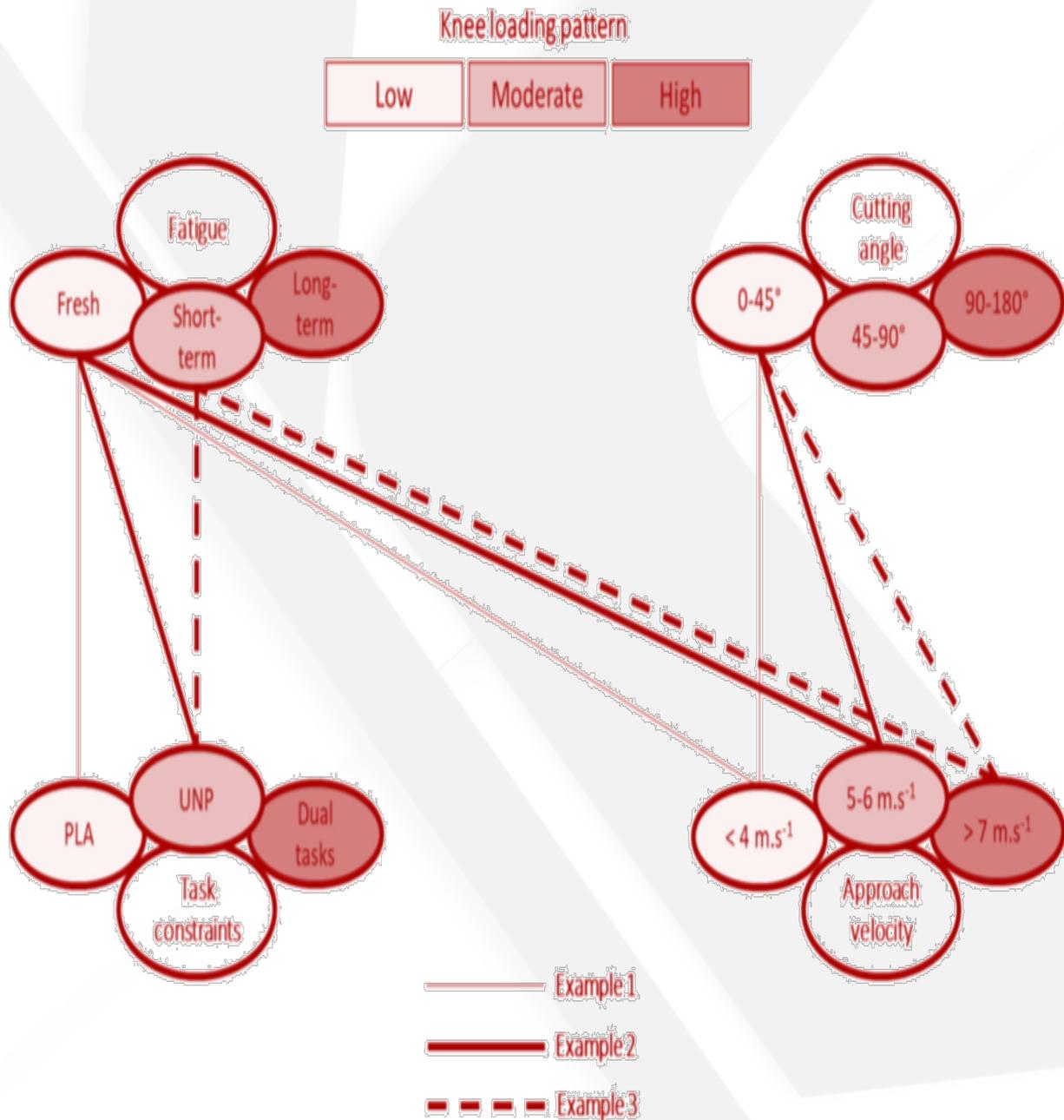


Fig.2 Kinetic and kinematic characteristics for males and females across different CoD angles (adapted from DosSantos et al. [23], Schreurs et al. [77])

Les auteurs d'ASPETAR de la revue narrative propose en applications pratiques un COD assesment model incluant les variables d'angle, de vitesse et de contrainte de tâche. Ce modèle peut aider les praticiens à établir des protocoles de test COD appropriés en accord avec la charge que les athlètes sont capables de tolérer en fonction de leur niveau et de leur stade de rééducation. Par exemple, exposer les athlètes à leur retour au sport après LCAR à des angles de COD plus courts, nécessite une position des membres inférieurs différents, ce qui entraîne une charge externe plus importante sur l'articulation et un risque de rechute. Plus les angles seront différents, plus les contraintes et adaptations le seront aussi et nécessiteront en amont un travail spécifique (placement de pied, gestion du tronc et du centre de masse..) et nous conduisent finalement à un algorithme évolutif. Plus simplement et à titre d'exemple, après avoir passé les étapes d'un COD 45° en réhabilitation, un programme préparatif doit être enclenché avant de travailler un COD à 90° (augmentation de l'intensité du travail excentrique, poussée du pied avec une surface de contact différente, un travail isométrique avec un centre de gravité plus bas, une propulsion dans des positions plus basses ... et ainsi de suite.



CONCLUSION

Les COD sont prépondérants aujourd'hui dans le sport d'opposition. Les tests actuels spécifiques et surtout lors du retour après blessures sont encore inadaptés. L'aspect neuro-biomécanique semble l'interface prioritaire, à partir duquel il faut optimiser les qualités mécaniques et morpho-posturales qui y sont liés. Développer une batterie de test et un algorithme décisionnel dans le RTP doit être une priorité pour l'ensemble des personnes gravitant dans l'environnement du sportif et de ses performances. Cette première partie avait pour but d'énoncer l'importance des COD, leurs interactions leurs évaluations et les conséquences de leur déficit. La seconde partie énoncera de manière plus pragmatique les axes d'optimisation de ces COD à visée préventive, rééducative et de performance.

.ARNAUD BURCHARD

BIBLIOGRAPHIE

1. Cuthbert M, Thomas C, Dos'Santos T, Jones PA. Application of Change of Direction Deficit to evaluate Cutting Ability. *J Strength Cond Res.* 2019 Aug;33(8):2138-2144.
2. Nimphius, S., Callaghan, S. J., Bezodis, N. E., & Lockie, R. G. (2018). Change of direction and agility tests: Challenging our current measures of performance. *Strength & Conditioning Journal*, 40(1), 26-38. doi:10.1519/SSC.0000000000000309
3. Nimphius S, Geib G, Spiteri T, and Carlisle, D. "Change of direction" deficit measurement in division I American football players. *J Aust Strength Cond* 21: 115- 117, 2013
4. Jonathan M. Taylor, Louis Cunningham, Peter Hood, Ben Thorne, Greg Irvin & Matthew Weston (2019) The reliability of a modified 505 test and change-of-direction deficit time in elite youth football players, *Science and Medicine in Football*, 3:2, 157-162, DOI: 10.1080/24733938.2018.1526402
5. Loturco I, A. Pereira L, T. Freitas T, E. Alcaraz P, Zanetti V, Bishop C, et al. (2019) Maximum acceleration performance of professional soccer players in linear sprints: Is there a direct connection with change-of-direction ability? *PLoS ONE* 14(5): e0216806.
6. Dos Santos T, Bishop C, Thomas C, Comfort P, Jones PA. The effect of limb dominance on change of direction biomechanics: A systematic review of its importance for injury risk. *Phys Ther Sport* [Internet]. 2019;37:179–89. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.pts.2019.04.005>
7. Stacy A. Schurr, Ashley N. Marshall, Jacob E. Resch, and Susan A Saliba. Two-Dimensional video analysis is comparable to 3D motion capture in lower extremity movement assessment. *J Sports Phys Ther.* 2017 Apr; 12(2): 163–172.
8. Carlos Balsalobre-Fernández, Chris Bishop, José Vicente Beltrán-Garrido, Pau Cecilia-Gallego, Aleix Cuenca-Amigó, Daniel Romero-Rodríguez & Marc Madruga-Parera (2019) : The validity and reliability of a novel app for the measurement of change of direction performance, *Journal of Sports Sciences*, DOI: 10.1080/02640414.2019.1640029
9. Dos'Santos, T., McBurnie, A., Donelon, T., Thomas, C., Comfort, P., & Jones, P. A. (2019). A qualitative screening tool to identify athletes with 'high-risk' movement mechanics during cutting: The cutting movement assessment score (CMAS). *Physical Therapy in Sport*, 38, 152– 161. <https://doi.org/10.1016/j.pts.2019.05.004>
10. Scanlan A, Humphries B, Tucker PS, Dalbo V. The influence of physical and cognitive factors on reactive agility performance in men basketball players. *J Sports Sci.* 2014;32(4):367-74. doi: 10.1080/02640414.2013.825730.
11. Fuerst P, Gollhofer A, Gehring D. Preparation time influences ankle and knee joint control during dynamic change of direction movements. *J Sports Sci.* 2017 Apr;35(8):762-768. doi: 10.1080/02640414.2016.1189084.
12. Tomás T. Freitas, Lucas A. Pereira, Pedro E. Alcaraz, Ademir F. S. Arruda, Aristide Guerriero, Paulo H. S. M. Azevedo, Irineu Loturco. Influence of Strength and Power Capacity on Change of Direction Speed and Deficit in Elite Team-Sport Athletes. *Journal of Human Kinetics* volume 68/2019, 167-176
13. Brughelli M, Cronin J, Levin G, Chaouachi A. Understanding change of direction ability in sport: a review of resistance training studies. *Sports Med.* 2008;38(12):1045-63.
14. Rodríguez-Osorio D, Gonzalo-Skok O, Pareja-Blanco F. Effects of Resisted Sprint With Changes of Direction Training Through Several Relative Loads on Physical Performance in Soccer Players. *Int J Sports Physiol Perform*, 2019.
15. McMorrow BJ, Ditroilo M, Egan B. Effect of Heavy Resisted Sled Sprint Training During the Competitive Season on Sprint and Change-of-Direction Performance in Professional Soccer Players. *International Journal of Sports Physiology and Performance* ; 2019.
16. Thomas Dos'Santos, Alistair McBurnie, Paul Comfort and Paul A. The Effects of Six-Weeks Change of Direction Speed and Technique Modification Training on Cutting Performance and Movement Quality in Male Youth Soccer Players. *JonesSports* 2019, 7, 205
17. Tomás T. Freitas and Al. Change of Direction Deficit in National Team Rugby Union Players: Is There an Influence of Playing Position? *Sports* 2019, 7(1), 2.
18. Mehdi Rouissi, Mokhtar Chtara, Adam Owen, Anis Chaalali, Anis Chaouachi, Tim Gabbett & Karim Chamri "Side-stepping maneuver": not the more efficient technique to change direction amongst young elite soccer players. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 15:2, 749-763, 2015.
19. I.Loturco,A.PereiraL,T.FreitasT,E.AlcarazP,ZanettiV,BishopC. Maximum acceleration performance of professional soccer players in linear sprints: Is there a direct connection with change-of-directionability? *PLoS ONE*14(5):e0216806.2019
20. Harper DJ, Carling C, Kiely J. High-Intensity Acceleration and Deceleration Demands in Elite Team Sports Competitive Match Play: A Systematic Review and Meta-Analysis of Observational Studies. *Sports Med.* 2019 Sep
21. Joao Belebony Marques, Darren James Paul, Phil Graham-Smith, Paul James Read. Change of Direction Assessment Following Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: A Review of Current Practice and Considerations to Enhance Practical Application. 2019-*Sports Medicine* <https://doi.org/10.1007/s40279-019-01189-4>
22. Guillaume Mornieux, Dominic Gehring, Patrick Fürst & Albert Gollhofer (2014) Anticipatory postural adjustments during cutting manoeuvres in football and their consequences for knee injury risk, *Journal of Sports Sciences*, 32:13, 1255-1262, DOI: 10.1080/02640414.2013.876508
23. Guillaume Mornieux, Dominic Gehring, Craig Tokuno, Albert Gollhofer & Wolfgang Taube (2014) Changes in leg kinematics in response to unpredictability in lateral jump execution, *European Journal of Sport Science*, 14:7, 678-685, DOI: 10.1080/17461391.2014.894577
24. Elmar Weltin, Albert Gollhofer & Guillaume Mornieux (2015): Effect of gender on trunk and pelvis control during lateral movements with perturbed landing, *European Journal of Sport Science*, DOI: 10.1080/17461391.2014.992478
25. Madruga-Parera, M, Bishop, C, Beato, M, Fort-Vanmeerhaeghe, A, Gonzalo-Skok, O, and Romero-Rodríguez, D. Relationship between inter-limb asymmetries and speed and change of direction speed in youth handball players. *J Strength Cond Res* XX(X): 000–000, 2019

CONTACT US



kinesport
za du pré de la
dame jeanne
60128 plailly
france



Telephone
0810821001



E-mail:
Sec.retariat@kinesport.fr