



Disponible en ligne sur

ScienceDirect
www.sciencedirect.com

Elsevier Masson France

EM|consulte
www.em-consulte.com



Analyse d'articles

Disponible sur Internet le 2 janvier 2019

Association entre l'activité physique, la composition corporelle et le risque d'arthroplastie de la hanche et du genou

- Munugoda IP, Wills K, Cicuttini F, Graves SE, Lorrimer M, Jones G, et al. The association between ambulatory activity, body composition and hip or knee joint replacement due to osteoarthritis: a prospective cohort study. *Osteoarthritis Cartilage* 2018 [Disponible sur <http://www.linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S106345841831011> ; Internet ; cité 8 avr 2018]

L'arthroplastie est souvent le traitement de dernier recours à l'arthrose sévère de la hanche et du genou. Son taux est en forte augmentation et responsable par conséquent d'une forte hausse des dépenses de santé. Une meilleure compréhension des facteurs de risque permettrait de mieux organiser la prise en charge en amont.

L'activité ambulatoire (AA) définit comme l'activité physique du quotidien est la plus commune des activités physiques des personnes âgées et à un impact bénéfique sur l'état de santé générale et sur le traitement de certaines pathologies en particulier. Cependant, la charge répétée sur les articulations portantes sont des éléments évoqués comme délétères et propices à une usure précoce du cartilage. Cette contrainte dynamique améliorerait néanmoins la qualité de nombreux tissus dont le cartilage. La littérature suggère que l'activité physique aurait un rôle protecteur pour la hanche et plus néfaste pour le genou. Cette étude évalue cette relation par le recueil précis du nombre de pas quotidien ; elle met également en relief l'impact du poids du corps sur le risque d'arthroplastie de ces deux articulations.

Méthodes

Cette étude tire ses données d'une cohorte nationale australienne, Tasmanian Older Adult Cohort (TASOAC). Entre 2002 et 2004, 1099 sujets de 50 à 80 ans ont été sélectionnés, autant d'hommes que de femmes. Aucun ne devait avoir subi d'arthroplastie de l'articulation étudiée au préalable. Au total, 1082 sujets ont été inclus dans le modèle

« arthroplastie du genou » et 1066 dans le modèle « arthroplastie de la hanche ». Les sujets inclus devaient porter un podomètre pendant 7 jours consécutifs et réaliser leur routine habituelle. Les podomètres ont été calibrés avec les sujets. Les mesures ont été répétées 6 mois plus tard afin de déterminer si les habitudes étaient modifiées avec les saisons. Une moyenne sur cinq jours, dont le port dépassait les 8 h/j a été effectuée. Les patients ont été séparés en tertiles, en fonction du nombre de pas quotidien, tertile 1 < 6266 pas/jour ; tertile 2 entre 6267 et 9051 pas/jour et tertile 3 > 9052 pas/jour.

Des données anthropométriques furent colligées ; le poids des sujets, la taille, l'IMC et des données issues de l'analyse de la composition corporelle ; masse grasse totale, masse grasse du tronc, masse maigre totale et le pourcentage de masse maigre par rapport au poids du sujet.

L'évaluation radiographique fut réalisée à l'inclusion comme une évaluation de la douleur par le score de WOMAC pour le genou et par absence/présence pour la hanche.

Résultats

En moyenne, les patients furent suivis 13,3 ans. Soixante-quatorze (6,8 %) ont bénéficié d'une prothèse de genou et 50 (4,7 %) d'une prothèse de hanche. En moyenne, les patients réalisaient 8646 pas/jour, et l'IMC était de 27,9 kg/m². La masse grasse moyenne était de 28,2 kg, la masse grasse du tronc de 12,7 kg, le pourcentage de masse maigre de 63 % et le tour de taille de 94,0 cm. Les sujets du troisième tertile présentaient des paramètres de composition corporelle meilleurs que le deuxième et le deuxième meilleur que le premier. Les douleurs étaient plus marquées dans le premier tertile que dans le deuxième et le troisième.

L'analyse multivariée a permis d'observer qu'à chaque 1000 pas supplémentaires par jour, le risque d'arthroplastie du genou augmente de 9 % (RR = 1,09/1000 pas/j, IC 95 % : 1,01–1,16) quand celui d'arthroplastie de la hanche diminue de 10 % (RR = 0,90/1000 pas/j ; IC 95 % : 0,81–0,89). Un indice de masse corporelle plus élevé est associé à un plus fort risque d'arthroplastie du genou (RR = 1,07/kg/m², IC 95 % : 1,03–1,12) mais pas d'arthroplastie de la

hanche ($RR=0,96/kg/m^2$, IC 95 % : 0,90–1,02). Cette corrélation se confirme avec les autres données de composition corporelle ; masse grasse totale ($RR=1,03/kg/m^2$, IC 95 % : 1,01–1,06), masse grasse du tronc ($RR=1,05/kg/m^2$, IC 95 % : 1,00–1,09), tour de taille ($RR=1,02/cm$, IC 95 % : 1,00–1,04).

Discussion

Cette étude de cohorte apporte quelques éléments de réponse quant à la relation entre l'activité physique ambulatoire, la composition corporelle et le risque d'arthroplastie de genou et de hanche avec 13 ans de suivi d'une population représentative des patients opérés pour gonarthrose ou coxarthrose sévères. Une plus grande activité physique quotidienne est associée à un sur risque d'arthroplastie de genou de 9 % mais à une réduction du risque d'arthroplastie de la hanche de 10 %. L'augmentation du risque d'arthroplastie de genou est également observée avec l'augmentation de l'IMC, de la masse grasse totale et du tronc et du tour de taille. Malgré ces observations, il n'a pas pu être montré de relation dose-réponse entre le nombre de pas quotidien et le risque d'arthroplastie. Des études de corrélation entre l'activité physique et le risque arthrosique avait déjà été menées ; certaines ne retrouvant aucun effet délétère quand d'autres l'observaient. Le recueil de la quantité d'activité physique n'était pas toujours bien relevé.

D'autre part, le morphotype des sujets n'a pas été analysé alors que les morphotypes en genu varum ou valgum augmentent la dégradation cartilagineuse du compartiment en contrainte. Les résultats ont montré des effets contradictoires de la composition corporelle sur la dégradation cartilagineuse de la hanche et du genou. Les patients en situation d'obésité présentent deux fois plus de risque d'arthroplastie de genou que les patients à l'IMC inférieur à $25 kg/m^2$. Cette relation est observée également sous l'angle plus précis des répartitions de masse grasse et maigre faisant conclure en plus des contraintes biomécaniques à des facteurs métaboliques et inflammatoires. L'absence de corrélation entre le poids et le risque d'arthroplastie de hanche est plus étonnant, venant en contradiction avec des études précédentes. Les auteurs avancent le faible nombre d'arthroplastie de hanche dans la cohorte pour expliquer ce résultat divergent. La hanche et le genou subissent de façon inégale la contrainte du poids du corps et probablement également, les contraintes indirectes métaboliques et inflammatoires. Le recueil précis de l'activité physiques mêlant les activités de marche et les activités du quotidien sont la force de cette étude. En revanche, aucune donnée d'intensité d'activité, ni de nature de celle-ci n'est précisée ; or l'impact biomécanique est différent en fonction de ces éléments. Enfin, l'arthroplastie est une solution chirurgicale devant être compatible avec l'état de santé général, cette dimension n'a pas été prise en compte également. Ces réserves doivent conduire à une lecture prudente de ces résultats.

Conclusions

Un sur risque d'arthroplastie de genou et une réduction du risque d'arthroplastie de la hanche ont été mis en évidence avec l'augmentation de l'activité physique ambulatoire. L'impact de la composition corporelle est similaire.

Cette étude confirme que les facteurs de risque de l'arthrose sont différents selon l'articulation étudiée.

Sylvain Belot

Assistant MPR, Hôpitaux de Saint-Maurice, DESC
2^e année de médecine du sport
Courriel : sylvain.belot@free.fr

Déficit de rotation interne gléno-huméral et risque de lésion du membre supérieur chez les athlètes de lancer

- Keller RA, De Giacomo AF, Neumann JA, Limpisvasti O, Tibone JE. Glenohumeral internal rotation deficit and risk of upper extremity injury in overhead athletes: a meta-analysis and systematic review. *Sports Health* 2018;10(2):18
<https://doi.org/10.1177/1941738118756577>

Introduction

Les blessures aux membres supérieurs sont fréquentes chez les athlètes lanceurs. Le geste de lancer génère des contraintes importantes et répétitives sur le bras dominant. Chez les jeunes lanceurs ces mouvements répétitifs, entraînent des changements dans l'amplitude des mouvements glénohuméraux du côté dominant, avec une augmentation de la rotation externe passive et une rotation interne passive réduite (*gleno-humeral internal rotation deficit* ou GIRD). En 2011, Wilk et al. définissent la GIRD potentiellement à risque comme supérieure à 20° de déficit par rapport au côté controlatéral. Dans cette étude, les auteurs ont démontré que les lanceurs au baseball avec GIRD sont presque deux fois plus susceptibles d'être blessés que ceux sans GIRD. De plus, ils ont montré que les lanceurs avec un déficit total de rotation (interne + externe) de plus de 5° par rapport au côté controlatéral avaient un taux accru de blessures. La perception actuelle est que la GIRD est une adaptation chronique qui conduit à un risque accru de blessure du membre supérieur dominant, en particulier les blessures à l'épaule et au coude. L'hypothèse de cette étude est que la littérature actuelle soutiendra que la présence d'une GIRD conduit à un risque accru de pathologies de l'épaule et du coude chez les athlètes lanceurs.

Méthodes

Une revue systématique de la littérature anglophone a été réalisée selon le protocole PRISMA. La recherche a été complétée le 18 mai 2016 dans les bases de données suivantes : Medline (1950–18 mai 2016), Embase (1960–18 mai 2016) et SportDiscus (1975–18 mai 2016). Les termes de recherche inclus ont été : *GIRD, glenohumeral internal rotation deficit, glenohumeral deficit, shoulder, sport, injury, shoulder joint, baseball, football, racquet sports, volleyball, javelin, cricket, athletic injuries, handball, lacrosse, water polo, hammer throw, and throwing injury*.

Toutes les études concernant la GIRD et les blessures d'épaule ont été incluses dans l'étude. Les opinions d'experts, les case-reports, et les résumés de conférences médicales ont été exclus. L'âge et le niveau de compétition des sportifs n'étaient pas des critères d'exclusion. Les critères principaux rapportés étaient la douleur et les blessures à l'épaule ou au coude. Les auteurs ont choisi d'inclure

spécifiquement la blessure au coude du ligament collatéral ulnaire du coude en raison de l'association commune entre la GIRD et les lésions de ce ligament.

Deux examinateurs ont sélectionné des études pertinentes en évaluant les titres et les résumés. En cas de désaccord on faisait appel à un troisième examinateur. Le principal résultat était la présence d'une blessure à l'épaule ou au coude. Deux évaluateurs indépendants ont évalué la qualité méthodologique des études incluses. L'analyse statistique des données a été réalisée à l'aide du logiciel RevMan.

Résultats

L'analyse initiale a rapporté 372 articles et 17 études étaient admissibles à cette revue systématique. Au total, 2195 participants (1889 hommes, 306 femmes) ont été inclus dans cette étude, avec un âge moyen de 20,8 ans.

Sur les 17 études évaluées, des comparaisons de mesures de la GIRD entre athlètes blessés et non blessés étaient disponibles dans 7 études. Des mesures d'amplitudes glénohumérale en bilatérales entre des athlètes blessés et non blessés ont été fournies dans 7 études. Les épaules avec GIRD ont montré une corrélation non statistiquement significative pour les blessures à l'épaule et au coude, avec une différence moyenne de $3,11^\circ$ (IC 95 %, $-0,13$ à $6,36^\circ$, $p=0,06$). L' I^2 était de 54 %, ce qui valide la mise en commun des données issues des études incluses.

Discussion

Les résultats, bien que non significatifs, suggèrent que la GIRD peut être une adaptation délétère à l'épaule. La GIRD en modifiant la biomécanique du lancer de l'épaule peut être plus distalement au niveau du coude comme le suggère Dines et al.

Il y a eu une certaine controverse, dans la littérature, dans la relation entre GIRD et les blessures. Dines et al. ont comparé des joueurs de baseball qui avaient subi une reconstruction du ligament collatéral ulnaire avec des témoins appariés asymptomatiques. Ils ont retrouvé significativement plus de GIRD chez ceux qui avaient une lésion du ligament collatéral ulnaire. De même, Shanley et al. ont mené une étude de cohorte prospective et ont constaté que les blessés avaient des mesures de GIRD significativement plus élevées. Ils ont trouvé que ceux avec une GIRD supérieure à 25° sur l'épaule dominante avaient environ 4 fois plus de risque de blessure au membre supérieur.

Mais Wilk et al. ont décrit les résultats prospectifs d'une cohorte de 296 lanceurs MLB, évaluant le rôle des différences d'amplitude articulaire de l'épaule sur les blessures aux épaules et aux coudes. Leurs résultats n'ont trouvé aucune corrélation significative avec GIRD et les blessures à l'épaule ou au coude.

Ainsi, cette méta-analyse des données disponibles dans la littérature a trouvé une association, mais pas de corrélation significative, entre la présence d'une GIRD et la survenue de blessures du membre supérieur dominant chez le lanceur.

Cette étude possède des limites notamment concernant les mesures d'amplitudes glénohumérale, les différences entre les côtés dominant et non dominant étaient modestes et peuvent être dans l'erreur de mesure. Il n'y a pas d'études de haut niveau de preuve, avec randomisation des athlètes. La force de la méta-analyse est donc diminuée.

Une autre limite est la différence de temps de suivi entre les études et leurs designs différents.

Conclusion

Les résultats regroupés de cette revue systématique et méta-analyse n'ont retrouvés de corrélation statistiquement significative concernant la modification des amplitudes articulaires de la glénohumérale et les blessures à l'épaule ou au coude chez les lanceurs.

Adrian Cangelosi

CHU de Toulouse, DESC de médecine du sport

Courriel : adrian.cangelosi@laposte.net

Grossir en faisant du sport ?

- Brun J-F, Romain AJ, Sferlazza A, Fédou C, Raynaud de Mauverger E, Mercier J. Which individuals become fatter when they practice exercise? *Sci Sports* 2016;31(4):214–8

Dans l'introduction, les auteurs nous informent sur le fait que le sport à haut volume (15–20 heures/semaine) quelle que soit l'intensité, le sport à faible volume (2–3 heures/semaine) et faible intensité (40 % $VO_2\text{max}$) peuvent entraîner une perte de masse grasse prolongée. A contrario, le sport à faible volume et haute intensité (> 60 % $VO_2\text{max}$) peut conduire à une augmentation de la masse grasse. Il s'agit d'un sujet méconnu et la prise de masse grasse malgré l'exercice semble illogique. Ce papier présente donc un intérêt à explorer le type de population concernée par cette prise de masse grasse paradoxale.

La population de cette étude se compose de 26 patients (5 hommes, 13 femmes) âgés de 21 à 69 ans avec une augmentation de poids en cas d'activité physique. Le poids des patients inclus allait de 62 à 144 kg. Un groupe contrôle était présent, composé de 15 patients (13 femmes 2 hommes). L'impédancemétrie était mesurée via le pléthysmographe BIACORPUS RX 4000 et l'analyse informatique via le logiciel BodyComp 8.4. Les tests physiques étaient réalisés après un jeûne de 12 heures sur une bicyclette ergométrique (Ergoline Bosch 500), avec une durée de 5 à 6 minutes à 20, 30, 40, 50 et 60 % de la puissance maximale théorique. Une analyse des échanges respiratoires (Jaeger MS-CPX) et un monitoring ECG étaient pratiqués. L'oxydation lipidique et l'utilisation des carbohydrates étaient calculées par calorimétrie indirecte via les échanges gazeux. Le LIPOX-max est le point d'oxydation maximal des lipides (mg/kg/min). Le Crossover Point (COP) est l'intensité d'effort pour laquelle l'utilisation de carbohydrate devient supérieure à l'utilisation lipidique.

Les résultats obtenus retrouvaient un pic d'oxydation lipidique diminué dans le groupe de patients avec prise de poids à l'exercice ($8,10 \pm 0,49$ mg/min/kg vs $10,8 \pm 1,04$ mg/min/kg de muscle, $p < 0,02$), qui survenait à des intensités plus faibles ($36,43 \pm 2,64$ watts vs $47,16 \pm 4,77$ watts, $p = 0,05$) avec une utilisation exclusive de carbohydrates à moindre intensité ($61,7 \pm 3,1$ % vs $75,18 \pm 5,90$ % vs of $VO_2\text{max}$, $p < 0,05$). Tous les patients avec une prise de poids pratiquaient une activité physique à faible volume mais haute intensité. Il était noté une sensation de faim augmentée après l'effort, l'entraînement en piscine était associé avec un appétit augmenté et une prise de poids.

Au final, les sujets avec une prise de poids lors de l'exercice, présentaient une moins bonne oxydation lipidique et une utilisation plus précoce des carbohydrates ainsi qu'un faible volume d'exercice hebdomadaire avec une intensité élevée. Ces patients présentaient une sensation de faim post-exercice majorée. Un exercice à faible intensité permet une perte de poids, mais entraîne une faible consommation énergétique. S'y associe donc d'autres mécanismes, parmi eux, la prise alimentaire est essentiellement retrouvée (dépendant de l'homéostasie du glycogène). L'exercice réalisé à LIPO-max entraîne une perte de poids démontrée, une diminution du grignotage et une sensation de satiété majorée. Un exercice avec une prépondérance d'utilisation des carbohydrates entraîne une augmentation de l'appétit. L'entraînement immergé est à l'origine d'une diminution plus marquée des taux de glycogène. La combinaison haute intensité d'exercice et faible volume pourrait être à l'origine d'une chute de glycogène importante conduisant à une hyperphagie responsable de la prise de poids. Parmi les solutions proposées, on retrouvait une réduction de l'intensité de l'exercice ou une augmentation du volume de celui-ci. Il existe un type de patient à risque de prise de poids qu'il conviendra d'identifier pour adapter l'activité physique.

Cette étude présente un intérêt indéniable notamment du fait du peu de données disponibles dans la littérature ainsi que du caractère paradoxal et non intuitif de la prise de poids à l'effort.

On peut émettre plusieurs remarques concernant cette étude. Les échantillons de patients sont très hétérogènes. Il existe une erreur dans le groupe étudié 5 hommes et 13 femmes soit 18 patients mais 26 patients sont mentionnés tout au long de l'article. Il y a une grande différence concernant l'âge entre les patients (21–69 ans) et le poids : 69–144 kg, entraînant des différences métaboliques notables. Il n'y a pas de notion du nombre de patients obèses, de poids normal ou maigres. Cette étude est constituée d'un faible effectif mais on peut noter la présence d'un groupe contrôle.

L'absence de data concernant la prise de poids du groupe étudié, notamment sur le rapport masse grasse, masse maigre prise, sur quelle durée, quel type d'exercice est pratiqué constitue un manque notable. Aucune notion n'est rapportée concernant la prise alimentaire de la part des sujets, notamment type d'alimentation, nombre de repas. Il n'est pas décrit d'évaluation de la consommation métabolique basale pour chaque patient. Il n'y a non plus aucune donnée concernant le type de sport pratiqué par chaque sujet, leur fréquence, leur intensité ni sur le nombre de patient pratiquant une activité immergée, ni la consommation énergétique lors d'exercices en piscine ni dans quelle proportion. L'hyperphagie post exercice est augmentée comparativement aux exercices non immergés mais dans quelles proportions. Cette étude a été réalisée en transversal, sans suivi prospectif avec évaluation de l'apport nutritionnel et de l'activité physique ce qui aurait été souhaitable.

Dans l'introduction uniquement, il est mentionné une prise de poids paradoxale concernant la masse grasse, alors que dans le reste de l'article seul le poids est évoqué.

Chez les patients avec prise de poids suite à l'exercice, s'agit-il d'une prise de masse maigre, de masse grasse ? Comment cela a-t-il été évalué ?

Le poids est un mauvais indicateur, il aurait fallu réaliser des impédancemétries itératives afin d'évaluer les modifications de la composition corporelle suite à l'exercice physique et en fonction de la prise alimentaire, et ce dans le cadre d'une étude prospective et non limitée à une seule réalisation de test.

Comment les sujets ont-ils été sélectionnés ? Comment sait-on qu'il existe une prise de poids (masse grasse ?) paradoxale à l'effort ? Cela est-il seulement déclaratif de la part des patients ?

Concernant le tableau 1, aucun chiffre n'est communiqué concernant les résultats des tests statistiques.

Comment $p_{\max}$ est-elle calculée pour chaque patient ?

Cet article conclut à un phénotype à risque de prise de poids à l'exercice, cependant il n'est pas décrit, sur quels éléments se base t-il ? Uniquement la fréquence d'exercice et son intensité ne constitue pas un phénotype à risque. Cet article se conclue en encourageant à particulièrement surveiller et accompagner ce « phénotype ». Par quelles méthodes ? Cela n'est pas détaillé.

Colas-Ribas Christophe

DESC 1^{re} année de médecine du sport, CHU d'Angers

Courriel : colasribas@gmail.com

Quel est le risque pour un rugbyman professionnel de présenter une commotion cérébrale ?

■ Rafferty J, Ranson C, Oatley G, Mostafa M, Mathema P, Crick T, et al. On average, a professional rugby union player is more likely than not to sustain a concussion after 25 matches. *Sports Med* 2018;0:1–5

<https://doi.org/10.1136/bjsports-2017-098417>

Introduction

Parmi les blessures rencontrées par les rugbymen professionnels, la commotion cérébrale est la blessure avec la plus forte incidence de survenue en match, estimée à 15,8/1000 joueurs-match-heure lors de la saison 2015–2016 par l'union anglaise de rugby et de football (URF), en contraste avec ceux trouvés en 2006 chez les rugbymen professionnels sud-africains, estimée à 1,4/1000 joueurs-match-heure et ceux trouvés en 2014 dans le monde entier à 4,7/1000 joueurs-match-heure. Ces différences peuvent être expliquées par une sous-déclaration. Des données récentes de l'URF indiquent que l'incidence des commotions cérébrales a augmenté dans les clubs au cours des dernières années et qu'elles sont associées à 60 % de risques de blessures ultérieures, tout type confondu.

Les objectifs de cette étude étaient les suivants :

- déterminer l'évolution de l'incidence et de la gravité des commotions cérébrales en club ;
- quantifier la probabilité qu'un joueur présente une commotion cérébrale lors des matchs de rugby ;
- étudier la relation entre la commotion cérébrale le risque de blessure ultérieure ;
- examiner si la commotion cérébrale augmente le risque spécifique de certains types de blessures ultérieures.

Méthodes

Le programme de surveillance des blessures de la fédération galloise de rugby a établi une base de données des blessures recueillies auprès de l'équipe de rugby internationale masculine senior et des quatre clubs de rugby gallois professionnels durant 4 saisons consécutives. L'équipe de kinésithérapeute enregistrait toutes les blessures et les temps d'arrêt des joueurs. Seules les blessures survenues en match ont été utilisées pour le calcul de l'incidence, la gravité et le risque de blessure ultérieure. La fréquence des commotions survenues en matchs était caractérisée par l'incidence des blessures, nombre moyen de commotions cérébrales en 1000 heures de match, avec un intervalle de confiance à 95 % (IC). La gravité des blessures était définie par le nombre de jours d'arrêt du joueur en raison d'une blessure.

Résultats

Incidence, sévérité et risques : au total, 2441 blessures sont survenues chez 367 joueurs sur les 429 joueurs enregistrés. L'incidence des blessures pendant la période de surveillance était de 94,5 blessures/1000 heures de match-joueur. L'incidence des blessures était plus faible lors des matches en club (87,0 blessures/1000 heures de match-heures) qu'en équipe nationale (177,0 blessures/1000 joueurs match-heures). La commotion cérébrale était la blessure la plus fréquente et son incidence a été en augmentation au cours des 4 saisons. Risques de blessures ultérieures : le risque de blessure ultérieure était plus important à la suite d'une commotion cérébrale qu'à la suite d'une blessure non commotionnelle (HR 1,38), les joueurs ayant présenté une commotion ayant un risque de blessure 38 % plus important que les joueurs n'ayant pas présenté de commotion.

Discussion

Nos résultats suggèrent que l'incidence de la commotion cérébrale est en augmentation lors de la pratique du rugby professionnel. Les joueurs étaient plus susceptibles de subir une commotion cérébrale après 25 matchs que de ne pas en présenter et il y avait un risque de blessure ultérieure 38 % plus élevé après une commotion cérébrale qu'après une blessure non commotionnelle. Il serait utile de surveiller longitudinalement les blessures provenant de plusieurs équipes internationales pour confirmer ces résultats. Le protocole d'évaluation des traumatismes crâniens a conduit à une augmentation de l'enregistrement et donc de l'incidence des commotions cérébrales après son introduction en tant que pilote en 2012 et officiellement en 2014. L'identification des facteurs de risque de commotion cérébrale est une étape importante. Les joueurs avaient dans notre étude un risque plus élevé de subir une commotion cérébrale après 25 matchs que de ne pas en présenter. Le faible nombre d'équipes impliquées dans l'étude est une limitation. Il convient également de noter que la probabilité de l'incidence des blessures est la probabilité moyenne calculée sur l'ensemble de l'équipe. Les variations individuelles entre les joueurs sont ignorées, ce qui limite les conclusions qui peuvent être tirées pour les individus.

Conclusion

Il s'agit de la première étude à quantifier le risque de commotion pour les joueurs. En moyenne, les rugbymen étaient plus susceptibles de présenter une commotion après 25 matchs que de ne pas en présenter. Nous avons

confirmé les études précédentes indiquant un risque accru de l'incidence de blessures ultérieures après une commotion cérébrale. Les mécanismes qui sous-tendent ces risques associés aux commotions cérébrales méritent d'être étudiés.

Antoine Ferenczi

DESC de médecine du sport 2^e année, CHRU de Lille

Courriel : ferenczi.antoine@gmail.com

PRP et lombalgies

- Charneux L, Demoulin C, Vanderthommen M, Tomasella M, Ferrara M-A, Grosdent S, et al. Platelet-rich plasma (PRP) and disc lesions: a review of the literature. *Neurochirurgie* 2017;63:473–7

<https://doi.org/10.1016/j.neuchi.2017.06.002>

La lombalgie est un problème de santé publique bien connu dans nos pays industrialisés. On peut noter que près de 80 % de la population de ces pays y seront confrontés au moins une fois dans leur vie. L'étiologie la plus fréquente (40 %) est la dégénérescence des disques intervertébraux, avec la perte de leurs qualités fondamentales de dispersion et absorption des forces mécaniques. Le plasma riche en plaquette ou PRP est assez en vogue depuis quelques années dans le traitement de différentes pathologies comme par exemple les tendinopathies ou l'arthrose plus récemment. L'attrait pour ces produits provient du fait que les plaquettes participent naturellement aux processus de réparation tissulaire en stimulant des facteurs de croissance, des cytokines et des médiateurs cellulaires. Il semblerait qu'une concentration maximale de 106 plaquettes/L sans leucocyte et sans érythrocyte soit optimale pour observer les effets positifs décrits.

Une récente revue de la littérature concernait le PRP et ses applications cliniques au niveau tendineux. Le travail présenté ici constitue quant à lui une revue de la littérature de 2000 à 2016 sur les thérapies utilisant du PRP dans le cadre des dégénérescences des disques intervertébraux (DIV) à partir des bases de données bibliographiques. La première partie de ce travail fait par des injections de PRP dans le DIV animal : Il a été analysé 5 études. Que ce soit chez le rat ou le lapin, il en ressort que plus les injections de PRP sont précoces plus l'efficacité est importante sur la prévention ou le traitement des DIV et donc qu'il existe un effet stimulateur du PRP sur les cellules des disques intervertébraux objectivée par une prolifération de cellules chondrogéniques et de matrice extracellulaire. À noter tout de même qu'en 2012, une étude préclinique in vivo a été menée sur le DIV de lapins lésés expérimentalement au sein de deux disques non contigus. Il en ressort que dans les deux groupes recevant du plasma, la radiographie objective après 4 semaines une hauteur de disque restaurée. Mais, l'analyse par IRM effectuée 8 semaines post-lésion ne met en évidence aucune différence statistiquement significative entre les trois groupes. Dans la deuxième partie de ce travail il est question d'infiltration de PRP dans le DIV humain. La première date de 2006 par Chen et al. Ils ont réalisé une culture in vitro de cellules de NP humains d'âges différents avec du PRP pour analyser plus particulièrement le rôle du

facteur de croissance Transforming Growth Factor Beta 1, composant du PRP (TGF-1). Ils concluent que l'utilisation de PRP avec une concentration de 1 ng/mL TGF-1 permet une régulation positive et significative de l'ensemble des constituants du NP. Ces résultats suggèrent ainsi que le mélange de facteurs de croissance contenu dans le PRP permet d'induire la prolifération et la différenciation des cellules humaines du NP. Trois équipes ont étudié in vivo l'injection de PRP dans le DIV humain. Ces trois études se sont différenciées par leurs protocoles de suivi et les critères de réussite. Levi et al. en 2015 ont étudié de manière prospective l'évolution de la douleur de patients souffrant d'une lombalgie d'étiologie discale après une injection de PRP dans le DIV. Vingt-deux patients ont consenti à participer à l'étude et ont dû payer la procédure. Les évaluations se composent d'une évaluation de l'intensité de la douleur et de l'incapacité fonctionnelle au moyen d'une échelle de la douleur EVA et du questionnaire d'Oswestry. L'infiltration a été considérée comme une réussite lorsqu'une diminution de 50 % du score EVA et de 30 % du questionnaire Oswestry avait été objectivée. Les résultats obtenus ont été modérés puisque le taux de réussite à un mois est de 3/22 (13 % de réussite), 7/22 à deux mois (32 %) et 9/19 à six mois (47 %). À cette même période, six autres patients (32 %) évoquent un score EVA supérieur à celui de départ avec un score au questionnaire Oswestry soit comparable au test initial, soit supérieur. Les limites de cette étude sont d'une part le suivi à court terme qui ne donne aucune certitude quant à la pérennité de l'efficacité du PRP. D'autre part, il a été injecté une quantité non négligeable d'antidouleur. De plus en choisissant de ne pas inclure la discographie comme critère diagnostique, ils génèrent un biais important puisque des patients souffrant d'une douleur non discogénique ont pu être inclus. Akeda et al. ont inclus quant à eux six patients souffrant d'une lombalgie chronique isolée (sans trajet radiculaire). La dégénérescence discale devait être objectivée par IRM et au minimum un DIV devait être symptomatique lors de la discographie. Le suivi des patients a été assuré au moyen d'une EVA de la douleur et du questionnaire de Roland-Morris avant l'infiltration et à 1, 2, 4 et 6 mois post-infiltration. Un contrôle par IRM et radiographie a été réalisé avant l'infiltration et 4 mois après. Les résultats indiquent une diminution du score EVA de $7,1 \pm 1,2$ à $1,8 \pm 2$ au suivi à 1 mois, l'amélioration persistant au suivi à 6 mois. Le score au questionnaire de Roland-Morris a également diminué (de $11 \pm 1,8$ à $3,2 \pm 2,4$). Les auteurs concluent en un véritable succès de leur technique sur une période de 6 mois. Néanmoins, la période de suivi est également faible. L'EVA douleur et les questionnaires sont des critères subjectifs. Les données dures comme l'imagerie ne retrouvaient pas de différence significative. Enfin, Tuakli-Wosornu et al. ont mené une étude prospective, randomisée en double insu avec 47 patients. Pour une durée plus longue de suivi : 1 an. Leur objectif est de mesurer l'effet sur la douleur et la fonction d'une injection unique de PRP autologue au niveau d'un DIV. Le suivi à un an a été réalisé en examinant l'évolution de la douleur au moyen d'une échelle numérique, de la fonction (FRI), de la qualité de vie (36-items Short Form Health Survey). L'inclusion imposait d'avoir subi un traitement conservateur précédemment (médication orale, thérapie physique et/ou une injection thérapeutique) ce qui crée un biais. L'origine discale des

douleurs a été confirmée par une discographie de provocation. Après 8 semaines, le groupe d'injection de PRP a indiqué des résultats significativement meilleurs que le groupe témoin au questionnaire FRI et NRS. En revanche, au questionnaire SF-36, et pour la douleur courante et maximale, on n'observe aucune modification significative. Néanmoins, 56 % des patients infiltrés avec du PRP se disent satisfaits de l'intervention contre 18 % de satisfaction dans le groupe témoin. Après 6 mois, des améliorations toujours significatives ont été enregistrées dans le groupe PRP aux questionnaires FRI ($p < 0,01$), NRS ($p < 0,01$) et SF-36 score douloureux ($p = 0,03$). Après 1 an, (avec 21 patients évalués), les améliorations demeurent et ce, même pour le questionnaire SF-36 fonction physique ($p < 0,01$). Ces trois études in vivo peuvent laisser penser que l'injection de PRP au sein du DIV constitue une thérapie prometteuse ; néanmoins, les qualités méthodologiques de ces études sont très insuffisantes pour en tirer des conclusions thérapeutiques. En effet aucun n'est standardisé sur la production d'un PRP commun, les critères d'inclusion et d'exclusion sont trop différents et ne permettent pas une comparaison stricte entre ses études. Il est absolument nécessaire de standardiser la préparation du PRP, sa concentration en plaquettes et la quantité infiltrée. Cette revue de la littérature montre des résultats positifs et encourageant et qu'il existe un potentiel thérapeutique par l'infiltration de PRP en cas de DDI. Elle met également en évidence la nécessité de standardiser toutes ces recherches afin de pouvoir les comparer et donner des protocoles clairs. Il serait intéressant de mettre en évidence le potentiel de régénération du PRP en cas de DDI et son rôle antalgique dans les lombalgies.

avorel Louis

DESC 2^e année de médecine du sport, CHU de Lyon

Courriel : louislavorel@hotmail.fr

Surveillance de la glycémie chez des patients diabétiques lors d'exercices

- Biagi L, Bertachi A, Quirós C, Giménez M, Conget I, Bondia J, et al. Accuracy of continuous glucose monitoring before, during, and after aerobic and anaerobic exercise in patients with type 1 diabetes mellitus. *Biosensors (Basel)* 2018;8(1) [pii : E22]

<https://doi.org/10.3390/bios8010022>

Le diabète de type 1 est une maladie auto-immune, ayant pour finalité la perte de la sécrétion endogène d'insuline. Le traitement est donc basé sur l'insulinothérapie : qu'elle soit administrée par stylo et donc multi-injections ou bien par le port d'une pompe à insuline externe. L'efficacité et la tolérance du traitement sont évalués par l'équilibre glycémique dont les déterminants sont : la glycémie à jeun, la glycémie post-prandiale, et la variabilité glycémique (correspondant aux fluctuations glycémiques intra-journalières ou inter-journalières). Ces éléments peuvent être déterminés par l'utilisation d'un lecteur de glycémie et par la réalisation de l'hémoglobine glycosylée qui est le reflet de la glycémie des 3 derniers mois. Plus récemment, le port d'un capteur de glucose interstitiel en continu permet d'obtenir une valeur de glucose interstitiel toutes les 2 à

5 minutes selon la marque et ainsi d'obtenir des courbes et des valeurs des scores de variabilité glycémique. De plus, avec l'émergence des pancréas artificiels (couplage pompe — capteur — ordinateur avec algorithme permettant de réguler en boucle fermée la glycémie), il s'agit d'un nouvel enjeu de la prise en charge de nos patients diabétiques de type 1.

L'activité physique est définie comme tout mouvement corporel induit par la contraction des muscles squelettiques induisant une augmentation de la dépense énergétique par rapport à la dépense énergétique de repos. Il est maintenant bien établi que la pratique d'une activité physique régulière dans une population saine diminue la morbi-mortalité cardiovasculaire et toute cause.

Ainsi, il est recommandé de réaliser une activité physique en endurance régulièrement à raison de 150 minutes par semaine minimum. Ces recommandations sont valables pour l'ensemble de la population : saine ou atteinte de pathologies qu'elles soient aiguës ou chroniques.

Dans la population atteinte de diabète de type 1, la pratique d'une activité physique comporte des bénéfices supplémentaires : en agissant sur l'équilibre glycémique aigu et chronique et sur la diminution de l'incidence des complications micro- et macrovasculaires.

Mais la pratique d'une activité physique dans cette population est limitée par des freins spécifiques du diabète de type 1 : la peur de l'hypoglycémie, la peur de la perte du contrôle glycémique ; puis non spécifiques : le manque de temps, le budget, l'accessibilité...

Depuis la démocratisation du port des capteurs de glucose interstitiel, la pratique d'une activité physique est facilitée. Mais la fiabilité de ces systèmes reste à prouver au cours d'une activité physique. En effet, la modification du débit sanguin local, la modification des concentrations locales d'O₂ et de CO₂, l'augmentation de température, la contraction musculaire, la production d'acide lactique et la modification rapide de la concentration en glucose interstitiel sont des éléments pouvant altérer la fiabilité des systèmes.

Le but de cette étude était donc d'évaluer la précision des capteurs de glucose interstitiel avant-pendant et après des exercices musculaires en aérobie et en anaérobie chez des patients atteints de diabète de type 1 (DT1).

Matériels et méthodes

Six patients DT1 ont été inclus au sein de l'hôpital de Barcelone. Les critères d'inclusion étaient : diabète de type 1, entre 18 et 60 ans, avec un IMC entre 18 et 30 kg/m², avec un équilibre correct HbA_{1c} entre 6 et 8,5 % et porteurs d'un capteur de glucose interstitiel en continu depuis plus de 6 mois.

Les critères d'exclusion étaient : pathologie chronique grave, pathologie neurologique, endocrinienne (autre que le DT1), pathologie hépatique, grossesse, addiction à l'alcool ou drogue, les hypoglycémies non ressenties.

Il s'agit d'une étude monocentrique prospective longitudinale interventionnelle, approuvée par le comité d'éthique régional. Le critère de jugement principal était la performance d'un contrôle en boucle fermée au cours d'une activité physique. Le critère de jugement secondaire est l'analyse de l'impact de l'activité physique sur la précision du capteur.

Chaque sujet a effectué 3 journées test avec activité physique de type aérobie et 3 de type anaérobie dans un délai de 9 semaines. Les participants portaient la pompe Medtronic Paradigm veo et deux capteurs Medtronic Enlite insérés au niveau abdominal.

Au cours de journées protocolisées : repas standardisé au petit déjeuner et ensuite un maintien de la glycémie à 150 mg/dL par insuline intraveineuse jusqu'au début de l'expérience. Quinze minutes avant le début de l'activité, ils avaient un apport de 23 g de glucides.

L'épreuve aérobie consistait en : 3 séries de 15 minutes de pédalage à 60 % de leur VO₂ max avec 5 minutes de pause entre chaque série.

L'épreuve anaérobie consistait en : 5 séries de 8 répétitions de 4 différents exercices à 70 % de leur capacité maximale avec 90 secondes de récupération entre chaque série.

P0 est la période avant le début de l'activité, P1 pendant l'activité, P2 à P5 : la récupération est divisée en 4 heures : P2, P3, P4 et P5.

La glycémie veineuse a été effectuée et la moyenne et écart-type ont été évaluées.

La différence absolue relative médiane MARD était appréciée au cours des 6 périodes. Et la différence entre chaque période a été estimée par l'utilisation d'un test de Wilcoxon à 2 entrées.

Résultats

Aérobie

La précision est dégradée à l'initiation de l'activité aérobie. En effet, on constate une différence significative du MARD entre la période P1 et l'ensemble des autres périodes.

MARD P1 16,5 vs P0 9,5 ($p < 0,001$) — P2 9,3 ($p < 0,001$) — P3 11,6 ($p < 0,01$) — P4 11,3 ($p < 0,001$) — P5 12,9 ($p < 0,05$).

Anaérobie

L'exercice en anaérobie n'a pas impacté la moyenne glycémique ni le MARD. Néanmoins, il augmente au cours de P1 mais par de manière significative en comparaison aux autres périodes.

MARD P1 16,8 vs P0 15,5 (NS) — P2 12,7 (NS) — P3 14,3 (NS) — P4 14,3 (NS) — P5 12,3 ($p < 0,05$).

Discussion

Les auteurs débutent leur discussion sur la constatation d'une différence significative entre les MARD des périodes P0 (aérobie 9,5 % vs anaérobie 15,5, $p < 0,01$) qui ne peut être expliquée et peut être dépendante de plusieurs facteurs. Mais ils considèrent que ceci n'affecte pas leur analyse car l'objectif de leur étude était d'évaluer l'augmentation du MARD reflétant la diminution de la précision du capteur au cours d'une activité de type différents. Mais cette différence initiale à P0 ne leur ont pas permis de comparer les différents types d'exercice.

La différence du MARD constatée au cours de l'activité physique de type aérobie peut en effet être expliquée par les différents facteurs : modification des mouvements locaux, perturbation de la microcirculation, changement en concentration d'O₂. Car ensuite les résultats sont comparables en période de récupération.

D'autre part, il est constaté une surestimation de la glycémie au cours des sessions de type aérobie, ceci n'est pas constaté au cours des sessions de type anaérobie.

La différence constatée du MARD aux deux périodes P0 peut être un biais en lien avec le faible nombre de sujet. Le faible nombre de sujet a été contrôlé par la multiplication des tests chez chaque sujet. Mais cette technique peut être reprochée car la validation des outils issus de la nouvelle technologie doit être effectuée chez un nombre important de patients afin d'évaluer la reproductibilité en pratique clinique.

D'autre part, leurs méthodes peuvent être critiquées : en effet, leur exercice test en aérobie est composé de 3 séries de 15 minutes à 60 % de VO_2 max. L'intensité n'est pas critiquable ici, mais le schéma l'est. Dans de nombreuses études, il a été prouvé que le déséquilibre glycémique le plus important au cours d'une activité d'endurance à faible intensité arrivait à partir de 30 minutes d'exercice. Le fait de réaliser 3 séries de 15 minutes peut éviter la baisse glycémique observée habituellement.

De plus, leur exercice test à 70 % de la capacité maximale se retrouve finalement assez proche de l'exercice aérobie. L'intensité ici peut être critiquée.

Le niveau d'entraînement des sujets n'est jamais évoqué, aucune notion de leur VO_2 max ou de la quantité d'activité physique effectuée par semaine. Or l'entraînement modifie la variabilité glycémique pendant et après une activité ; en jouant d'une part sur l'amélioration des paramètres cardiaques, pulmonaires, vasculaires et musculaires déterminant de la VO_2 chez l'ensemble de la population. D'autre part, en intervenant sur la sensibilité à l'insuline des tissus périphériques.

Ils concluent donc à une diminution de la précision du capteur Enlite de la marque Medtronic au cours d'un exercice aérobie chez des patients DT1.

Cette donnée doit être prise en compte dans l'établissement des algorithmes de contrôle glycémique en boucle fermée des futurs pancréas artificiels. Mais le manque de puissance statistique de cette étude doit conduire à multiplier les tests afin de comparer les différents types d'exercice et le rôle de l'entraînement.

L'apport des nouvelles technologies et leur facilité d'accès pourrait permettre de limiter les freins à la pratique d'une activité physique régulière chez les patients diabétiques de type 1.

Olivia Bocock

DESC 2^e année de médecine du sport, CHU de Bordeaux
Courriel : oliviabocock@gmail.com

Intérêt des PRP dans le traitement de la tendinopathie rotulienne chronique

- Charousset C, Zaoui A, Bellaiche L, Bouyer B. Are multiple platelet-rich plasma injections useful for treatment of chronic patellar tendinopathy in athletes ? A prospective study. *Am J Sports Med* 2014;42(4):906–11

Introduction

La tendinopathie patellaire chronique, également appelé « jumper's knee » en anglais, est une pathologie courante dans la pratique sportive et peut aussi survenir chez des sujets sédentaires. Elle représente entre 50 et 90 % des tendinopathies du genou, et se caractérise par une douleur, un

épanchement articulaire et une diminution de la capacité portante du genou. Elle se retrouve dans les sports nécessitant une forte demande des extenseurs, que ce soit en puissance ou en vitesse. Environ 40 % des sportifs professionnels ont eu ou ont cette pathologie durant leur carrière, majoritaire dans le volley-ball (40 %) et le basket-ball (35 %).

Le traitement médical conservateur associe l'utilisation d'AINS, la kinésithérapie et le repos. En cas d'échec du traitement médical bien conduit, sur une période de 3 à 6 mois, un traitement chirurgical est envisagé, avec des résultats mitigés selon la pratique sportive.

Une nouvelle approche thérapeutique est actuellement envisagée, avec l'utilisation de facteurs de croissance autologues, permettant une régénération du collagène et une angiogenèse efficace. Ces facteurs de croissance sont injectés au niveau de la lésion sous forme de Plasma Riche en Plaquettes (PRP).

Matériel et méthodes

Les auteurs ont réalisé une étude prospective monocentrique et de suivi sur 2 ans, dont l'objectif principal est d'évaluer les résultats cliniques et radiologiques après 3 injections consécutives écho-guidées de PRP, chez des sportifs atteints d'une tendinopathie patellaire chronique. Les patients inclus dans l'étude ont tous bénéficié au préalable d'un traitement médical conservateur sur au moins 4 mois, n'ayant pas apporté d'amélioration.

Les critères d'inclusion étaient (1) la présence de signes cliniques : douleur chronique à la face antérieure du genou, sensibilité au pôle inférieur de la patella, douleur au test de provocation des extenseurs du genou ou signes morphologiques de tendinopathie patellaire chronique ; et (2) la présence de signes radiologiques à l'échographie (signal hypoéchogène avec perte de la structure fibrillaire) ou à l'IRM (hypersignal T2 au pôle inférieur de la patella).

Les critères d'exclusion étaient : pathologies systémiques, diabète, polyarthrite rhumatoïde, coagulopathies, immunodépression, taux d'hémoglobine < 11 g/dL, taux de plaquettes < 150 000/mm³ et utilisation d'antiagrégant ou d'anticoagulant ou d'AINS 10 jours avant la procédure.

L'injection était effectuée dans des conditions stériles et sous contrôle échographique. La procédure était hebdomadaire pour un total de 3 injections. L'utilisation de glace à visée antalgique et d'AINS était interdite.

Les résultats du protocole d'injections étaient évalués après la dernière injection à 4 semaines, 3 mois puis tous les 6 mois pour une durée de suivi de 2 ans.

Les récurrences de symptômes même en présence de cicatrisation du tendon à l'IRM étaient considérées comme un échec du traitement.

Résultats

Vingt-huit patients ont été inclus dans l'étude entre février et novembre 2011. L'âge moyen était de 27 ans. Tous étaient des sportifs de haut niveau (17 professionnels et 11 semi-professionnels). Dix-neuf d'entre eux pratiquaient un sport impliquant des sauts.

Cinq patients présentaient un score 3A à la classification de Blazina, et 23 un score 3B.

Le nombre moyen d'injection de PRP était de 3 (1 injection supplémentaire fut nécessaire pour 3 patients, et 2 pour 1 patient).

Le score moyen VISA-P s'améliorait de 39 à 94 ($p < 0,001$), la valeur moyenne de l'échelle EVA diminuait de 7 à 0,8 ($p < 0,0001$) et le score moyen de l'échelle Lysholm pour le genou est passé de 60 à 96 ($p < 0,001$). À la fin des 2 ans de suivi, 21 des 28 sportifs (75 %) ont pu reprendre le sport à leur niveau antérieur de leur blessure, après une période moyenne de 3 mois après la fin de la procédure. 7 sportifs n'ont pas retrouvé leur niveau antérieur, dont 6 qui ont été considérés comme échec de traitement : 3 ont repris le sport à un niveau inférieur et 3 ont dû nécessiter un traitement chirurgical.

L'IRM a montré un retour à une structure fibrillaire normale du tendon patellaire à 3 mois pour 16 tendons (57 %). Une cicatrisation partielle a été retrouvée pour les 12 autres tendons (43 %). Les 6 patients qui ont été considérés comme échec de traitement avaient un tendon avec cicatrisation partielle à l'IRM.

Parmi les 4 patients qui ont bénéficié de plus de 3 injections, 3 d'entre eux ont été considérés comme échec de traitement. Il n'y a pas eu de corrélation entre les traitements antérieurs effectués et l'échec de traitement.

Conclusion

Cette étude montre que 3 injections consécutives échoguidées de PRP dans une lésion de tendinopathie patellaire

chronique améliorent significativement la symptomatologie et la fonction. La majorité des sportifs traités dans l'étude reprennent en effet une activité similaire à celle antérieure à leur blessure seulement 3 mois après la fin de la procédure.

Les auteurs soulignent que la principale limitation de leur étude est l'absence de groupe témoin. Il n'y a pas dans la littérature d'autres études ayant utilisé le même protocole.

Une autre limitation importante de l'étude est qu'à l'heure actuelle, les préparations de PRP varient en termes de facteurs de croissance, de concentration plaquettaire et d'activation plaquettaire. Il n'existe pas de consensus sur la préparation PRP idéale.

Les injections de PRP, étant de préparation et d'injection facile, d'excellente tolérance et d'une grande sûreté, sont un traitement de choix dans les pathologies du sportif de haut niveau, qui nécessite un retour rapide à la compétition et à son niveau antérieur à la blessure.

Thomas Thuet
DESC 1^{re} année de médecine du sport, CHRU de
Strasbourg
Courriel : thuet.thomas@gmail.com