



Mémoire en vue de l'obtention du Diplôme Inter Universitaire Européen  
de Rééducation et d'Appareillage en Chirurgie de la Main

# **Les blessures du membre supérieur en MMA**

Nicolas Malergue  
Masseur-Kinésithérapeute

Pr François Moutet

Mr Grégory Mesplé

Mr Denis Gerlac

Dr Alexandra Forli

Promotion 2021-2023



Merci à tous ceux qui ont contribué de  
près ou de loin à la réalisation  
de ce mémoire.

## Table des matières

Introduction .....	5
1. Présentation du MMA .....	6
2. Caractéristiques des blessures du combattant .....	9
2.1 Historique et méthodologie .....	9
2.2 Populations de combattants observées dans la littérature .....	12
2.3 Analyse des blessures.....	14
2.3.1 Facteurs épidémiologiques et facteurs de risques .....	15
2.3.2 Mécanismes de blessure .....	22
2.3.3 Sévérité des blessures.....	37
3. Prise en charge et traitements.....	45
3.1 Du point de vue du chirurgien .....	45
3.1.1 La main et le poignet.....	45
3.1.2 Le coude .....	53
3.1.3 Le complexe articulaire de l'épaule .....	55
3.1 Du point de vue du kinésithérapeute .....	63
3.2.1 La main et le poignet.....	67
3.2.2 Le coude .....	69
3.2.3 Le complexe articulaire de l'épaule .....	69
4. Prévention.....	72
4.1 L'évaluation orthopédique .....	72
4.2 Prévention à l'entraînement.....	76
4.3 Prévention en combat .....	79
Conclusion.....	82
Annexes.....	84
Bibliographie.....	86



## Introduction

La naissance des arts martiaux mixtes (MMA) s'est faite dans la douleur ! Au départ, des combats ultra-violents et sans règles scandalisent une partie de la population mais fascinent l'autre. Les meilleurs combattants de la planète se retrouvent pour affirmer la supériorité de leur discipline respective. Au fil des années, le MMA a appris de ses erreurs pour devenir un sport à part entière institutionnalisé avec des athlètes professionnels de très haut niveau. Actuellement, le MMA permet de mettre en avant une forme de combat réaliste et efficace au travers d'une myriade de techniques spécifiques à ce sport. Sa popularité ne cesse de croître et le nombre de pratiquant connaît une augmentation significative, notamment en France, depuis sa récente légalisation. L'intensité des entraînements et des combats à travers la réalisation de techniques de frappe, de projection ou de soumission entre autres peut entraîner un risque de blessures non négligeable pour les pratiquants, notamment au niveau des membres supérieurs. La majorité de ces blessures gardent des profils similaires à celles retrouvées dans les autres sports de combats et le sport en générale mais elles sont parfois très spécifiques à la pratique du MMA. Ces blessures peuvent non seulement affecter la performance et la qualité de vie des pratiquants de MMA, mais aussi entraîner des complications à plus long terme.

Ce mémoire vise à analyser en détail la littérature sur les caractéristiques des blessures du membre supérieur chez les combattants de MMA en se concentrant sur les mécanismes des blessures, la prise en charge et le traitement de celles-ci, ainsi que la prévention. En examinant les risques de blessures liés spécifiquement à la pratique du MMA et en proposant des solutions de prévention, ce travail veut informer et guider les combattants mais aussi les entraîneurs et les professionnels de santé lors de la prise en charge des athlètes.

La première partie du mémoire portera sur les caractéristiques des blessures. La deuxième partie se penchera sur les mécanismes des blessures, en étudiant les phases d'actions et les techniques spécifiques associées à chaque type de blessure. La troisième partie examinera la prise en charge et le traitement des blessures du membre supérieur en mettant l'accent sur les stratégies de rééducation favorisant un retour rapide et sûr à la pratique sportive. Pour terminer, la quatrième partie se concentrera sur la prévention des blessures du membre supérieur chez les combattants de MMA, en examinant les stratégies de prévention primaires et secondaires, ainsi que les recommandations pour réduire les risques de blessures à long terme.

## 1. Présentation du MMA

L'acronyme MMA désigne en anglais le Mixed Martial Arts qui peut se traduire en français par Arts Martiaux Mixtes ou mélangés. Il s'agit d'un sport de combat qui associe de nombreuses disciplines (boxe pied/poing, jujitsu brésilien, lutte, judo, karaté...) à travers des techniques de frappes, de projections, de lutte debout et au sol, et de soumission (clés articulaires, étranglements sanguins).

Ce sport se pratique dans une cage en forme d'octogone. Il autorise les coups de pied, de poing, de genou et de coude ainsi que les coups au sol. Le vainqueur est désigné par KO ou KO technique (*TKO*), par soumission (étranglement, clés articulaires) ou sur décision (partagée ou unanime) des trois juges présents. Le match peut également être nul (*no contest*)

$$MMA = \sum (\text{autres sports de combat}) + \text{évolution}$$

Cette formule<sup>1</sup> exprime que le MMA est en effet influencé par les autres sports de combat et arts martiaux, mais qu'il ne se limite pas à eux. Le MMA est une évolution de ces disciplines, car il a incorporé de nouvelles techniques et stratégies, ainsi que des règles spécifiques pour créer son propre style unique. Ainsi, la formule montre que le MMA est plus que la simple somme de ses parties constituantes car il a ajouté une dimension supplémentaire qui lui est propre en tant que sport évolutif.

Si nous remontons le temps de 2500 ans, le Pancrace est une des premières formes de combat « libre » à main nue décrite. Toutes les techniques étaient permises à l'exception de mordre ou d'impacter les yeux de l'adversaire. Les combats pouvaient conduire à la mort des participants. À travers les siècles, de nombreuses formes de combats libres, avec leurs particularités, sont décrites un peu partout autour du monde.

La naissance du combat libre moderne prend sa source au Brésil. Mitsuyo Maéda, chargé de l'établissement d'une colonie japonaise au Brésil, transmet l'art du ju-jitsu et du judo à Carlos Gracie originaire du nord du Brésil. Le développement d'une nouvelle discipline

---

<sup>1</sup> MMA représente les arts Martiaux Mixtes,  $\sum$  (autres sports de combat) représente la somme des autres sports de combat et arts martiaux, "évolution" représente la progression et l'innovation propre au MMA en tant que sport. Le MMA, un style unique à part entière.

nommée le Jiu-jitsu Brésilien émerge grâce à l'implication de la Famille Gracie. En 1920, le Vale Tudo (« tout est permis ») voit le jour au Brésil. Celui-ci a des règles similaires au Pancrace avec en plus l'interdiction de frapper la colonne vertébrale. Les combattants, toutes disciplines et catégories confondues, sont conviés à affronter « l'imbattable » Carlos Gracie, digne représentant du jiu-jitsu brésilien. C'est Hélio, un des 4 frères Gracie, qui gagnera le premier combat professionnel de Vale Tudo contre un champion de Boxe en 30 secondes par soumission.

En 1993, ces rencontres « inter-styles » s'exportent aux Etats-Unis au sein de l'Ultimate Fighting Championship (UFC) avec l'implication de la famille Gracie. C'est le 12 novembre 1993 que le premier UFC a lieu à Denver. Bien que de nombreuses organisations existent (Bellator, One Championship, PFL, Cage warriors ou LFA entre autres), l'UFC reste l'organisation la plus populaire et la plus rentable à l'échelle internationale. Il faudra attendre Janvier 2020 pour que les compétitions de MMA soient légalisées en France. La fédération française de boxe (FFB) est désignée pour accueillir et encadrer le MMA. Actuellement, c'est la fédération de MMA française (FMMAF) sous la tutelle de la FFB qui s'occupe du rôle organisationnel pour le MMA.

La blessure est le point central de ce mémoire. Le sport de haut niveau expose les athlètes à un risque majeur de blessure. En effet, les sportifs doivent sans cesse repousser leurs limites en compétition évidemment mais aussi à l'entraînement. Les compétiteurs en MMA n'échappent pas à ce phénomène et s'exposent également à un haut risque de blessure. Le combattant se retrouve dans une situation paradoxale : éviter les blessures voir les prévenir dans un sport dont l'objectif principal en compétition est d'impacter le plus rapidement et intensément son adversaire. L'entraînement est également très exigeant et un bon nombre de situation peuvent provoquer la survenue de blessures (*sparring*, travail technique, préparation physique, etc.). La connaissance des blessures doit nous aider à mieux les détecter pendant les phases de combat pour mieux les prendre en charge si elles surviennent. La reconnaissance des mécanismes potentiellement dangereux pour l'intégrité de l'athlète et des situations à risques est aussi un atout dans la prévention lors des entraînements. La prévention et la détection des blessures ne peuvent que favoriser la longévité de pratique et la performance du sportif loisir au combattant professionnel.





## 2. Caractéristiques des blessures du combattant

La pratique sportive régulière permet l'amélioration des qualités physiques et mentales des athlètes ainsi que de leurs compétences mais peut aussi être génératrice de blessures. En outre, les sports de combat imposent de « dominer » un adversaire selon des règles précises et propres au sport. Le MMA est, par nature, un sport de « plein-contact » qui permet l'utilisation d'une myriade de techniques issues de nombreuses disciplines différentes afin de « neutraliser » l'adversaire. La survenue de blessures en compétition est presque inévitable et toutes les zones corporelles de l'athlète peuvent être impactées (sauf volontairement les zones non-réglementaires). La pratique du MMA et la survenue de blessure semblent donc étroitement liés. La revue systématique exploratoire de Bueno et al. (2022) explique que les recherches sur les blessures sont motivées par la nature inhérente au MMA. Ils soulignent que sur les 112 articles sélectionnés, 25% traitent des blessures et de leurs risques.

Nous allons d'abord revenir aux origines de la recherche sur les blessures chez le pratiquant de MMA pour mieux comprendre les données actuelles. Nous clarifierons aussi la méthodologie utilisée par les chercheurs pour observer la survenue des blessures du membre supérieur chez le pratiquant de MMA. Nous examinerons ensuite la population qui sert d'étude à l'analyse des blessures. Pour finir, nous ferons une analyse approfondie des blessures au sens large du terme pour mieux cibler la blessure du membre supérieur.

### 2.1 Historique et méthodologie

Le premier article scientifique s'intéressant aux blessures liées à la pratique du MMA en compétition date de moins de 20 ans. Buse (2006) met en relation 4 types de blessures médicalement remarquables avec la cause de l'arrêt du combat : l'impact à la tête, le stress musculo-squelettique, le *neck choke* et les traumatismes divers. Une analyse vidéo de 642 combats professionnels sur 10 ans (1993 à 2003) est réalisée. La véracité des blessures est limitée par l'aspect uniquement observationnel de l'étude mais les résultats mettent en lumière l'impact de la pratique du MMA sur la survenue de blessures au niveau du membre supérieur et de la région cervicale.

L'année précédente, Kochhar et al. (2005) sont les premiers à faire le lien entre l'utilisation de techniques de combat utilisées en MMA et le risque de blessures. Cette étude expérimentale se base sur l'analyse vidéo avec l'aide de deux pratiquants pour identifier les mécanismes pouvant provoquer des blessures cervicales. Nous verrons par la suite l'intérêt de ce type de recherches à des fins préventives.

En 2006, une étude expose les données recueillies par des *ringside physicians* au cours de 171 combats officiels entre 2001 à 2004 (Bledsoe et al., 2006). Pour la première fois, des auteurs cherchent à déterminer l'incidence des blessures sur 220 combattants professionnels à partir de données médicales. L'article apporte ainsi des données originales sur les blessures du membre supérieur lors de la pratique professionnelle du MMA.

En 2009, le premier auto-questionnaire sur les caractéristiques des blessures liées à la pratique du MMA est proposé par Rainey (2009). L'auteur rapporte les résultats de 55 combattants amateurs (92,7%) ou professionnels. Ce format apporte des informations pertinentes mais présente un certain nombre de limites que nous exposerons par la suite.

L'étude de Scoggin et al. (2010) est la première à présenter une liste précise de blessures, notamment pour le membre supérieur, qui peuvent survenir lors des compétitions de MMA. C'est également la première étude à faire un lien direct entre la survenue d'une blessure précise et son mécanisme lors d'un combat. Nous reviendrons plus en détail sur cette étude dans la partie suivante.

Diesselhorst et al. (2013) proposent le premier questionnaire établi spécifiquement pour les blessures du membre supérieur. Cependant, l'étude ne cible pas les pratiquants de MMA mais plutôt des compétiteurs utilisant une ou plusieurs formes d'arts martiaux plus traditionnels. Le questionnaire permet de mieux caractériser les blessures du membre supérieur surtout chez le compétiteur mais aussi le pratiquant loisir de divers arts martiaux. Par contre, le pratiquant rend compte lui-même du diagnostic. Celui-ci peut donc se trouver limité en termes de précision de par son caractère subjectif. Le questionnaire est divisé en 4 parties : description de l'athlète et données démographiques, la description de sa blessure et son impact, le mécanisme de survenue, et « autres » (protection, symptômes résiduelles).

Lystad et al. (2014) établissent la première étude sur les blessures dans le milieu du MMA combinant une revue systématique associée à une méta-analyse. Les auteurs signalent le potentiel risque d'erreur de diagnostic mais aussi d'imprécision dans les rapports médicaux en l'absence d'outils diagnostiques qualitatifs et spécialisés.

Otten et al. (2015) présente la première étude s'appuyant sur les données de la commission athlétique du Nevada concernant exclusivement des matchs organisés par l'UFC<sup>2</sup>.

L'UFC est considéré comme l'organisation de MMA la plus prestigieuse au monde (Rainey, 2009). En effet, elle recrute les meilleurs combattants professionnels de chaque catégorie et la qualité des combats peut nous permettre de recueillir des données essentielles.

---

<sup>2</sup> Ultimate Fighting Championship

À l'heure actuelle, seule l'étude de Fares et al. (2022) s'intéresse exclusivement aux blessures du membre supérieur chez le combattant de MMA.

Nous constatons que les premières études s'intéressant aux blessures chez le combattant de MMA s'appuient sur plusieurs procédés récurrents : l'analyse vidéo, les questionnaires et les données médicales de compétition fournies par les médecins de l'événement. Malheureusement, la méthode de ces études rétrospectives repose trop souvent sur des interprétations subjectives et des diagnostics dont la précision reste limitée à la compétence de l'examineur, du *ringside physicians* et parfois même de l'athlète. Ngai et al. (2008) rapportent que le référencement officiel des blessures se fait sur base des comptes rendus fournis par les *ringside physicians*. Les chercheurs ne peuvent pas vérifier la nature exacte ni la précision du diagnostic initial. Ils signalent aussi que le diagnostic initial ne reçoit pas de validation médicale ultérieure comme l'avis d'un autre médecin ou d'exams d'imagerie entre autres. Buse (2006) évoque la limite de l'analyse vidéo pour poser un diagnostic précis ou pour déterminer la sévérité des blessures. De plus, les combattants ne passent pas d'examen physique qui pourrait apporter plus de fiabilité au diagnostic.

Ngai et al. (2008) signalent également le manque de disponibilité des données sur les blessures du pratiquant de MMA. Le manque de données n'est pas contrebalancé par la qualité des données exploitables. En effet, le recueil des données sur les blessures du membre supérieur est souvent fait de façon peu précise et les critères choisis sont parfois très différents d'une étude à l'autre.

Cependant, l'étude de Scoggin et al. (2010) qui analyse 116 combats organisés à Hawaii (1999 à 2006) semble aller dans la bonne direction. Cette étude se base sur une méthode d'évaluation permettant davantage de qualité et de précision quant aux recueils des données pour les blessures en compétition. En effet, les combats sont encadrés par une équipe adaptée aux caractéristiques médicales des compétitions de MMA. Le staff médical se compose d'un chirurgien orthopédiste, d'un urgentiste, d'un anesthésiste et d'un ophtalmologue. Les combattants sont examinés avant et après le combat pour permettre une collecte optimale des données. Une première évaluation médicale juste après le combat permet de répertorier 55 blessures dont 11 sont qualifiées d'orthopédique. Après la compétition, le chirurgien orthopédique ré-évalue chacune de ces blessures et propose, si nécessaire, un suivi aux combattants afin d'en contrôler l'évolution. Les combattants sont pris en charge médicalement du début à la fin de la compétition et un parcours de soin établi avec la mise en place ou non d'un suivi. Evidemment, tout n'est pas parfait et nous reviendrons par la suite sur certaines limites qui empêchent une collecte optimale des données sur les blessures.

À l'heure actuelle, le recueil des données dans la littérature concernant les blessures du membre supérieur en lien avec la pratique du MMA est beaucoup plus précis. Les régions anatomiques et la nature des lésions sont mieux définies. La majorité des études observent généralement la survenue des blessures dans leur ensemble avec une attention souvent notable pour le membre supérieur. Toutefois, la méthodologie des études influence les résultats obtenus (taux de blessures, incidence) et pourrait expliquer le manque de consensus quant aux chiffres caractérisant les blessures. Une standardisation de la méthode d'évaluation et de recueil des données relatives aux blessures est nécessaire (Bueno et al., 2022).

Nous reviendrons dans la partie prévention sur la nécessité de standardiser la définition des blessures chez le combattant de MMA mais aussi sur l'importance de la méthodologie des études pour optimiser la qualité et, in fine, l'utilité pratique des résultats récoltés (Thomas et Thomas, 2018).

## 2.2 Populations de combattants observées dans la littérature

Nous voulons déterminer quelle population est le plus à risque de blessures et dans quelles circonstances. Nous distinguons alors les études en fonction du choix des populations analysées mais aussi des contextes de pratique : Un compétiteur est-il plus à risque qu'un pratiquant loisir ? La survenue de blessures est-elle plus fréquente en compétition ou pendant l'entraînement ? Quelle place occupent les combattantes dans le milieu du MMA ?

En 2017, une revue systématique analyse les articles de 1980 à 2015 qui mettent en lien le risque de blessure avec la pratique de ce sport. Le MMA est vu sous l'angle des techniques préférentiellement utilisées dans les différents sports de combat. En d'autres termes, les sports qui privilégient les frappes (poings, pieds, coude et genoux) et ceux axés sur les techniques de soumission. Les auteurs constatent que les recherches s'intéressent essentiellement aux blessures survenant en compétition et très peu sur celles subies à l'entraînement. Or, un athlète (compétiteur ou loisir) passe la majorité de son temps à l'entraînement. De ce fait, une blessure a plus de chance de survenir pendant cette phase. L'étude des blessures pendant la phase d'entraînement est donc essentielle (Jensen et al., 2017).

En 2009, les résultats obtenus avec le questionnaire de Rainey chez des athlètes essentiellement amateurs préparant un combat, montrent que les blessures surviennent majoritairement pendant l'entraînement (3 fois plus). Les combattants novices se blessent beaucoup plus fréquemment (2 fois plus) que les combattants expérimentés. L'auteur pense que

les novices font des *sparring*<sup>3</sup> inadaptés à leur expérience de l'entraînement (niveau technique faible, mauvaise gestuelle et peu de stratégies défensives). Cette étude permet de mettre en évidence que la prévalence des blessures est plus élevée chez le combattant amateur de faible niveau pendant l'entraînement. L'engouement actuel pour le MMA fait mécaniquement augmenter le nombre total de pratiquants. Les pratiquants dits de loisirs qui se consacrent exclusivement à l'entraînement sans participer aux compétitions sont de plus en plus nombreux. De plus, ils représentent la grande majorité de l'ensemble des pratiquants de MMA. Il est donc important de prendre en compte cette caractéristique pour adapter la pédagogie et l'encadrement afin de limiter la survenue des blessures. Hammami et al. (2017) évoquent également, dans leur revue de la littérature, la sous-estimation des blessures qui surviennent à l'entraînement.

L'étude de Stephenson et Rossheim (2018) s'intéressent quant à elle aux blessures qui surviennent lors de la pratique du MMA mais aussi du JJB et du Judo. Les données sont issues de l'analyse des rapports des services d'urgences aux Etats-Unis entre 2008 et 2015. Les auteurs analysent le niveau de pratique et distinguent d'une part les blessures survenant à l'entraînement et d'autre part, les blessures survenant exclusivement dans le cadre d'une compétition. **La majorité des blessures survenant chez le pratiquant de MMA se produisent en compétition (54%).** Nous n'avons pas la proportion de combattants amateurs versus professionnels. Les auteurs ne spécifient pas si les rapports médicaux sont imprécis ou si ce n'est délibérément pas l'objet de leur recherche. Nous pouvons soutenir que les pratiquants loisirs débutants peuvent présenter un manque de bagage technique. En conséquence, le risque de blessure peut potentiellement augmenter par manque de maîtrise technique mais aussi par une prise de risque inutile dans le cadre de l'entraînement (déséquilibre entre une trop grande utilisation de la force par rapport au niveau technique).

A l'extrême inverse, le compétiteur professionnel s'entraîne normalement plus souvent et plus intensément. Il s'expose à des *sparring* lourd avec plus d'adversité. L'exposition au combat est logiquement plus importante et les enjeux plus grands. La reprise après une blessure peut aussi être trop précoce ce qui peut exposer le combattant à un risque majeur de récurrence.

À travers la littérature, cela semble plus aisé d'établir une étude pour les compétiteurs professionnels car la population est plus homogène malgré les profils individuels des combattants. En effet, nous pouvons recueillir davantage de données sur eux via les vidéos et

---

<sup>3</sup> Combat d'entraînement

les rapports de combat, ou des données sur la qualité et la quantité de leurs entraînements. Les pratiquants loisirs ou de faible niveau ont des profils beaucoup moins facilement identifiables et standardisés. L'apprentissage technique et les enjeux de performance sont limités à l'environnement et l'adversité proposés par la salle d'entraînement et non par la compétition.

Il est à noter que les articles se concentrent majoritairement sur l'analyse des blessures qui surviennent chez des compétiteurs masculins professionnels et amateurs généralement en combat, parfois à l'entraînement. Par ailleurs, les études sur les blessures à l'entraînement de pratiquants loisirs ou des combattantes sont encore trop rares.

### 2.3 Analyse des blessures

Un nombre important de paramètres peuvent influencer la survenue d'une blessure chez le combattant. Comme nous l'avons dit, la blessure du combattant est l'un des sujets les plus importants dans la littérature s'intéressant au MMA. Un grand nombre de facteurs épidémiologiques ont ainsi été mis en évidence mais la majorité des articles s'intéressent aux blessures au sens large (Bueno et al., 2022). Nous devons donc, le plus souvent, extraire nos données pour le membre supérieur à partir d'articles relativement généralistes à large spectre. Les caractéristiques les plus qualitativement remarquables, en lien avec les blessures du membre supérieur, seront mises en avant.

Il paraît important de signaler que l'ensemble « tête et visage » est la région la plus impactée. L'objectif du combat est de prendre un avantage en termes de points mais surtout d'entraîner un maximum de « dommages » à l'adversaire et ainsi de le neutraliser sur un temps aussi court que possible. Nous n'aborderons pas le sujet des commotions cérébrales et l'impact sur la santé de l'athlète à plus ou moins long terme.

Selon Bledsoe (2006), les attaques ne se focalisent pas systématiquement sur la tête. En effet, les combats peuvent être rythmés par de longues phases de lutte expliquant une certaine hétérogénéité dans la localisation des blessures. Nous verrons l'intérêt majeur des membres supérieurs dans la pratique du MMA. Ils sont des **outils redoutables**. En effet, ils sont utilisés comme arme dans les phases d'attaque mais sont aussi la cible des attaques de l'adversaire lors des phases de défense. En générale, les combattants tentent de se protéger des coups portés à la tête. Les membres supérieurs jouent un rôle essentiel dans la protection de cette zone sensible. Ils sont donc exposés aux frappes ainsi qu'aux clés articulaires et donc sujets aux blessures.

L'épidémiologie et les facteurs de risque (sexe, âge, catégories, niveau, enjeux, issu du combat) seront d'abord abordés. Il est ensuite nécessaire d'identifier des mécanismes de blessures spécifiques au sport que ce soit en compétition mais aussi à l'entraînement. Enfin, nous chercherons à identifier les éléments qui déterminent la sévérité d'une blessure : temps de repos, retour à l'entraînement et à la compétition, séquelles, ...

### 2.3.1 Facteurs épidémiologiques et facteurs de risques

Ici, nous voulons voir si la littérature reste homogène sur les données relatives aux blessures. A défaut de consensus, nous mettrons en évidence les principales tendances pour les blessures. Nous appuierons notre analyse des blessures avec une attention particulière sur le membre supérieur à l'aide des principales revues systématiques de la littérature avec ou sans méta-analyse.

Lystad et al. (2014) réalisent la première revue systématique avec méta-analyse pour décrire et évaluer l'incidence, les facteurs de risque et la sévérité des blessures chez le combattant de MMA. Les auteurs veulent ainsi déterminer le taux d'incidence et la taille d'effet de différents facteurs de risque. Les études sont sélectionnées en fonction :

- Des caractéristiques de la population étudiées : taille de l'échantillon, répartition par âge, sexe et niveau de pratique (professionnel vs amateur).
- Des résultats épidémiologiques majeurs : données relatives aux blessures et à l'exposition (*athlete-exposures* et *minutes of exposure*), répartition des blessures par localisation anatomique et par type de blessure, facteurs de risque de blessure et sévérité.

Avant de rapporter les résultats de cette méta-analyse, les auteurs rappellent que la littérature est pauvre dans le domaine. En effet, plus de la moitié des études incluses dans cette revue se basent sur les données de la commission athlétique du Nevada sur les combats entre 2001 et 2009. Le taux d'incidence des blessures est de 228,7 blessures pour 1000 *athlete-exposures* mais cette donnée est très hétérogène ( $I^2=97,1\%$ ). La main et le poignet constituent la deuxième région anatomique la plus souvent blessée (6% à 12%). Le membre supérieur dans son ensemble est impacté de 11,8 à 22,8% selon les études. La revue ne fait pas de rapprochement entre la région anatomique et la nature des blessures. Cependant, nous retrouvons des fractures mais aussi des blessures articulaires (entorses, luxations), musculaires, tendineuses et



nerveuses. Néanmoins, ces données varient beaucoup d'une étude à l'autre. Cette revue de la littérature n'apporte pas d'éléments sur la sévérité des blessures.

Les auteurs montrent que les principaux facteurs de risques mis en évidence sont tous liés à l'issue des combats.

Points clés :

- Les perdants subissent trois fois plus de blessures que les gagnants.
- Les combattants finissant le combat sur K.O.<sup>4</sup> ou T.K.O.<sup>5</sup> subissent deux fois plus de blessures que les combattants finissant le combat par soumission.
- Les combats finissant par décision sont plus à risque de blessures que ceux finissant par soumission.
- Toutes les catégories au-dessus des poids moyens sont plus à risque de blessures.
- Les combats pour la « ceinture » sont associés à un risque plus élevé de blessures.

Thomas et Thomas (2018) mènent la deuxième revue systématique de la littérature sur les blessures survenant chez le pratiquant de MMA uniquement. L'âge, la charge d'entraînement, la diversité des aptitudes techniques, le niveau de pratique, les antécédents de blessures et les qualités mentales sont autant de composantes qui définissent les pratiquants de MMA. Les auteurs veulent contrôler les paramètres qualitatifs et quantitatifs des études existantes. Ils croisent des données relatives aux blessures (taux d'incidence par échantillon, localisation, type, technique déclenchante et survenue en fonction du contexte de pratique) avec l'âge, le genre, la catégorie de poids et le niveau du pratiquant.

La littérature s'intéressant au MMA ne fait pas consensus pour présenter une définition précise des blessures. En effet, seules certaines études décrivent leur propre modèle pour définir les blessures. Aucune étude ne propose de suivi à long terme pour évaluer les dommages entraînés par les blessures musculo-squelettiques. Aucune étude ne s'intéresse aux blessures survenant pendant l'entraînement d'athlètes professionnels. Par ailleurs, aucune étude explore la survenue de blessure chez des amateurs que ce soit en compétition ou à l'entraînement. Bien que nous ayons des données concernant la nature des blessures, nous ne pouvons toujours pas les associer avec les zones précises de survenue des blessures.

---

<sup>4</sup> *Knock Out*

<sup>5</sup> *Technical Knock Out*

Thomas et Thomas (2018) recommandent la mise en place d'études longitudinales utilisant un protocole précis d'évaluation médicale sur du long terme. D'une part, une évaluation avant, pendant et après le combat est nécessaire avec en parallèle la consultation systématique du dossier médical du combattant (détection et réévaluation des antécédents de blessure). D'autre part, les chercheurs doivent utiliser le même socle commun de vocabulaire pour définir avec précision l'ensemble des blessures existantes. Par ailleurs, les futures études devraient être réalisées sans limite géographique et donner une place à la recherche sur la survenue des blessures chez la combattante.

Stephenson et Rossheim (2018) conçoivent la première étude analysant les rapports de blessures, en lien avec la pratique du MMA, établis par les services d'urgences sur l'ensemble des Etats-Unis entre 2008 et 2015 (Figure 1). D'une part, le principal objectif de cette étude (reposant sur un large échantillon à l'échelle nationale) est de créer un profil de blessure basé sur la région anatomique, le type et le mécanisme de blessure. D'autres part, les données analysées pourront aider les différents acteurs du secteur à mieux prévenir la survenue des blessures et notamment celles du membre supérieur. Les auteurs décrivent sept régions anatomiques distinctes : tête (et cou) ; épaule ; bras et coude ; poignet, main et doigt ; tronc ; jambe et genou ; cheville, pied et orteil. De plus, sept causes de blessures sont définies : commotion, abrasion et contusion, fracture, lésion ligamentaire (entorse) et lésion tendino-musculaire (élongation ou déchirure), dislocation (luxation et subluxation), lacération, autre. Les auteurs définissent un « type » de blessure par la mise en commun de deux variables : la région anatomique et le diagnostic.

Les auteurs ont dénombré 16541 blessures relatives à la pratique du MMA. La région concernant le poignet, la main et les doigts compte pour 16% des blessures. De plus, l'épaule compte pour 9% des blessures mais aussi le bras et le coude à hauteur de 3%. Nous retrouvons donc, dans les rapports de consultations des services d'urgences, un total de 28% de blessures pour le membre supérieur en général (sans prendre en compte la région cervicale). Les blessures de la région anatomique « main » sont des fractures dans 47% des cas. Pour l'épaule, les blessures sont des lésions ligamentaires et tendino-musculaires dans 30% des cas. Au niveau du bras et du coude, 70% des blessures sont des lésions ligamentaires et tendino-musculaires.

Le nombre réel de blessures lié à la pratique du MMA est sans aucun doute sous-évalué. En effet, Stephenson et Rossheim (2018) soulignent que les rapports des urgences peuvent omettre de mentionner le sport en lien avec la blessure mais aussi faire une description erronée du sport en cause. Les auteurs expliquent aussi que le MMA n'a pas de code statistique unique

attribué par les urgences et le référencement est commun à tous les sports de combats. De ce fait, certains rapports non détectés n'ont pu être inclus dans les données de cette étude. Une autre limite majeure vient du fait que le nombre exact de pratiquant de MMA est mal défini. L'estimation du risque de blessure au niveau national est donc impossible pour le moment.

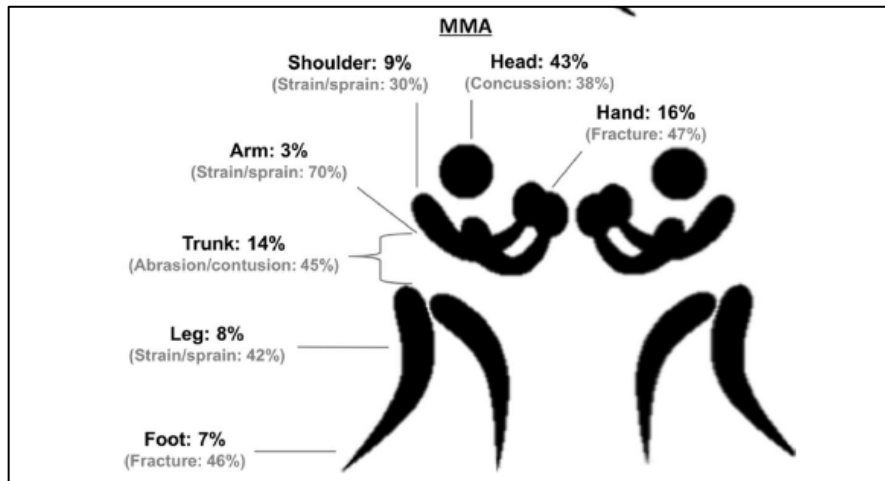


Figure 1 Proportion des blessures en fonction de la localisation anatomique (Stephenson & Rossheim, 2018)

La revue de la littérature de Hammami et al. (2017) s'intéresse au profil des blessures survenant dans les sports de combat en incluant le MMA. Le taux global de blessure en MMA est de 28,6 sur 100 compétitions (28,6%). Bien que les zones cibles majeurs (tête et tronc) soient fortement impactées, les membres supérieurs occupent la troisième place en termes de taux de blessure (11,8 à 22,8%). Les blessures aux visages restent au premier rang (38%) mais les blessures à la main arrivent en seconde position avec 13% et les épaules en cinquième avec 6,3% sur l'ensemble de toutes les blessures recensées dans l'étude.

Nous portons maintenant notre attention sur la très récente revue systématique exploratoire avec méta-analyse de Bueno et al. (2022). Celle-ci évalue, dans son ensemble, plus de 20000 compétiteurs professionnels (73,8%) et amateurs (17,2%) de MMA. Nous l'avons évoqué précédemment dans la partie méthodologie : l'incidence et le taux de blessure varient essentiellement en fonction de la méthode d'évaluation (Figure 2). Ce manque de consensus de la littérature ne permet pas d'identifier avec exactitude le nombre réel de blessures chez les combattants de MMA à l'heure actuelle. Cela complique évidemment les comparaisons entre les différentes études mais aussi entre les différentes disciplines.

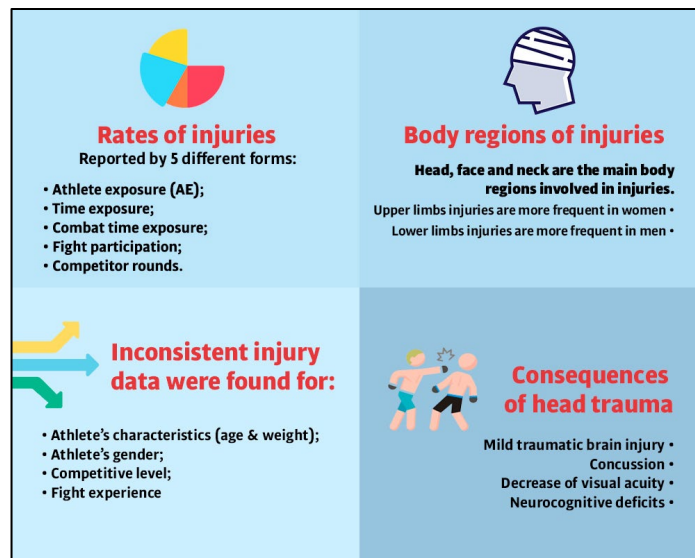


Figure 2 Principales résultats au sujet des blessures chez le pratiquant de MMA. (Bueno et al., 2022)

La première analyse réalisée par l’UFC performance Institute (2018) s’intéressant à 220 combattants professionnels sur un an, montre qu’en combat et à l’entraînement, les blessures au niveau de la main et du poignet comptent respectivement pour 19,5% et 14,8% sur l’ensemble des blessures. L’épaule est impactée à hauteur de 9,7% en combat mais 18,5% lors des entraînements. Le coude 4,8% en combat et 7,4% à l’entraînement. Les blessures à l’avant-bras et aux cervicales rentrent dans le classement uniquement à l’entraînement et comptent chacune pour 7,4%. À l’entraînement, les blessures au niveau du membre supérieur en incluant les cervicales comptent pour 55,5% des 322 blessures reprises dans l’étude.

L’analyse la plus récente de l’UFC performance Institute (2021) s’intéresse aux 1344 blessures survenues chez leurs combattants entre 2017 et 2020. La grande majorité des blessures officiellement rapportées sont survenues pendant les combats (80,7%). Cependant, ces chiffres ne reflètent que partiellement la réalité car les athlètes ne rapportent pas systématiquement les blessures liées aux entraînements.

La première étude majeure, autour de notre thématique, de Fares et al. (2019) s’intéresse aux blessures musculo-squelettiques et à la tête survenant lors de combats à l’UFC. Le docteur Fares et son équipe apportent des données dont la qualité et la précision font évoluer considérablement la recherche sur les blessures en lien avec le MMA. Les auteurs cherchent à faire une étude épidémiologique sur le mode de survenue des blessures chez des athlètes professionnels lors de combats organisés par l’UFC entre 2016 et 2018. L’amélioration du diagnostic et la prise en charge des blessures chez le combattant restent une priorité. Les données sont analysées à partir des feuilles de pointages de combat (*match scorecards*) et les rapports des *ringside physicians*.

Le genre du combattant est mis en relation avec l'issue du combat mais aussi avec la localisation de la blessure, la localisation avec l'issue du combat et la catégorie de poids, l'issue du combat avec la catégorie. Les régions anatomiques sont scindées en 3 catégories : tête, membre supérieur, et membre inférieur. Pour les membres, les types de blessures sont : les fractures traumatiques, les lacérations, les lésions musculaires, et les douleurs. Les auteurs ont relevé 291 blessures sur 285 combats. Le taux de blessures globales est de 51/100 *athlete-exposures*. Le membre supérieur compte pour 47 blessures soit 8/100 *athlete-exposures*.

#### Points clés :

- Les membres supérieurs sont significativement plus impactés lors de combat se finissant par décision que par soumission.
- La catégorie *strawweight* (48 à 52kg ; ♀) dénombre le plus de blessures au niveau du membre supérieur avec 18/100 *athlete-exposures* en comparaison avec la catégorie *featherweight* (61 à 66kg) 4,4/100 *athlete-exposures*.
- Les femmes ont un taux de blessure plus important au niveau des membres supérieurs et leurs combats finissent plus souvent avec une soumission.
- Les hommes sont globalement plus exposés à la survenue de blessures et le taux de blessure est plus important au niveau de la tête et des membres inférieurs. Ils sont également plus sujet aux K.O. /T.K.O.
- Le sexe, la catégorie de poids (*heavyweight* : 75/100 *athlete-exposures* versus *strawweight* : 39/100 *athlete-exposures*) et l'issue du combat (K.O./T.K.O. : 71/100 *athlete-exposures*) ont un impact significatif sur la survenue des blessures.

La très récente étude de Fares et al. (2022) s'intéressent exclusivement aux blessures du membre supérieur chez des athlètes professionnels combattant à l'UFC entre 2016 et 2019. Nous détaillerons, dans la partie suivante, la méthode mise en place par les auteurs pour détecter avec précision les mécanismes de blessures. Les auteurs définissent six régions anatomiques pour le membre supérieur (épaule, bras, coude, avant-bras, poignet, main), quatre types de blessures (fracture, contusion/ecchymose, entorse/déchirure musculo-ligamentaire et autres) et quatre mécanismes de survenue (frappe sur l'adversaire, blocage de frappe, *grappling*, surutilisation et autres). L'équipe de Fares et al. (2022) dénombre un total de 445 blessures chez 408 combattants (♂ = 87% ; ♀ = 13%). Les auteurs identifient 81 blessures pour le membre supérieur chez 71 athlètes en 75 combats (9,9/100 *athlete-exposures*). L'analyse des blessures du membre supérieur se fait en fonction du mécanisme, de la région anatomique et du type de

blessure. Par ailleurs, une analyse est aussi réalisée à travers le spectre du genre et de la finition du combat.

Points clés :

- Au niveau du membre supérieur, la main est la région anatomique subissant le plus de blessures (67% ; 6,621/100 *athlete-exposures*) suivi par l'épaule (11%), le coude (9%), l'avant-bras (7%), le poignet (5%) et le bras (1%).
- La frappe sur l'adversaire est le principal mécanisme de blessure.
- La contusion/l'ecchymose est le type de blessures le plus fréquemment retrouvé.
- Les combats finissant par décision génèrent plus fréquemment des blessures au niveau des membres supérieurs par rapport aux autres issues de combat.
- Les gagnants se blessent pratiquement deux fois plus souvent que les perdants (59% contre 38%).
- Pour les hommes, les blessures du membre supérieur sont plus fréquentes dans les catégories de poids les plus légères.

Fares et al. (2022) mettent en évidence une relation intéressante entre les différentes régions anatomiques décrites et les types de blessures. Cette relation nous permet de décrire de manière plus précise les différentes blessures qui surviennent sur le membre supérieur. Les données récoltées relatives aux blessures du membre supérieur seront beaucoup plus qualitatives.

Bueno et al. (2022) mettent en relation la région anatomique avec le type de lésion survenant au niveau du membre supérieur (tableau 1).

	Contusion/Bruise	Muscle/Ligament Tear	Fracture	Other	Total
Hand (%)	28 (52)	6 (11)	11 (20)	9 (17)	54 (100)
Wrist (%)	2 (50)	1 (25)	0	1 (25)	4 (100)
Forearm (%)	1 (16.7)	0	4 (66.7)	1 (16.7)	6 (100)
Elbow (%)	1 (14)	4 (57)	0	2 (28)	7 (100)
Arm (%)	0	1 (100)	0	0	1 (100)
Shoulder (%)	0	8 (89)	0	1 (11)	9 (100)
Total (%)	32 (39.5)	20 (25)	15 (18.5)	14 (17)	81 (100)

Tableau 1 Comparaison des types de lésions en fonction des régions anatomiques (nombre de blessures et pourcentage relatif). (Bueno et al., 2022)

La durée des combats semble avoir un impact sur la survenue des blessures au niveau des membres supérieurs. Plus un combat dure plus les combattants sont à risque de blessure. Par ailleurs, les auteurs dénombrent moins de K.O./T.K.O. dans les catégories de poids les plus « légères » impliquant que la durée des combats tend à s'allonger. De plus, le nombre de coups total envoyé est potentiellement plus grand, impliquant un risque de blessure plus important.

↗ durée du combat + ↗ nombre total de frappes = ↗ risque de blessure du membre supérieur

En conclusion, nous confirmons le manque de consensus quant aux données épidémiologiques et aux différents facteurs de risque de blessure. Actuellement, nous préférons parler de tendances pour caractériser les données en lien avec les blessures, notamment du membre supérieur, chez le combattant de MMA. Fares et al. (2022) concluent au manque de normes établies dans la littérature pour récolter et décrire les blessures du membre supérieur en MMA. La méthodologie des études et les modèles de recueil de données diffèrent d'une étude à l'autre entraînant des différences sur les conclusions liées à l'épidémiologie ainsi que la véracité des facteurs de risque identifiés. Ross et al. (2021) expliquent que les données relatives aux blessures sont incomplètes et manquent souvent de précision. La standardisation des diagnostics et la création d'une base de données communes pourraient permettre le recueil et l'interprétation d'un plus grand nombre d'informations qualitatives afin de faire évoluer la recherche sur les blessures chez les combattants de MMA. De plus, Stephenson et Rossheim (2018) concluent à la nécessité de récolter d'avantage d'informations sur les blessures les plus fréquentes liées à la pratique du MMA afin de guider les entraîneurs, les pratiquants, les chercheurs et les autres acteurs du milieu dans l'élaboration de mesures de prévention des blessures.

### 2.3.2 Mécanismes de blessure

Nous venons de mettre en lumière, malgré le manque de consensus global, les différentes tendances relatives à la survenue des blessures chez le combattant de MMA. Nous cherchons à définir plus simplement le processus de survenue des blessures pour mieux les diagnostiquer, identifier les facteurs de risques et, in fine, mieux les prévenir. En effet, la compréhension du mécanisme permet aussi de mieux détecter la survenue d'une blessure potentielle et d'en saisir les caractéristiques. **Nonobstant, nous ne pouvons pas empêcher la survenue de toutes les blessures.** Il est donc essentiel de comprendre le mécanisme de la blessure pour, le cas échéant, mieux la prendre en charge.

Comment identifier les mécanismes de blessures ? Selon Buse (2006), un pionnier dans la recherche sur les blessures du combattant de MMA, le diagnostic et la sévérité d'une blessure ne peuvent pas être évalués uniquement par l'analyse vidéo. L'étude de Fares et al. (2022) est conçue dans l'objectif de croiser un maximum de données afin d'identifier le plus fidèlement

possible les différentes caractéristiques des blessures. Les auteurs cherchent à améliorer la détection des mécanismes à l'origine de la survenue des blessures. Pour cela, ils utilisent :

- Les feuilles de pointage arbitrales (NSAC) reprenant les caractéristiques de l'athlète, les résultats (points et issue du combat) et les statistiques (nombre total de coups, temps de combat).
- Les rapports des *ringside physicians* : évaluation de l'athlète avant et après le combat avec si nécessaire le support de l'imagerie. Les auteurs recherchent les remarques orientées uniquement sur les dommages localisés aux niveaux du membre supérieur.
- Les enregistrements détaillés des différentes phases de combat (*play-by-play analysis*) sont appuyés par l'analyse vidéo des combats.
- Après les combats, les auteurs font également des investigations au niveau de médias reconnus et spécialisés dans le monde du MMA afin de recueillir d'autres informations cruciales sur les blessures des athlètes puis les recouper avec leur base de données.

Nous pouvons décrire les mécanismes de blessures en catégorisant :

- Le style adopté pendant les phases de combat : *striking*, *grappling*, soumission, non définie, autres.
- Les blessures musculo-squelettiques par traumatisme direct en ciblant celles du membre supérieur spécifiquement et les blessures non-orthopédiques que nous n'aborderons pas (commotion).
- Les blessures inévitables de par la nature du combat de MMA versus les pathologies chroniques ou de surutilisation que nous pourrions qualifier d'évitables car leur installation est progressive. Traumatisme direct (inévitable) vs surutilisation/sur-sollicitation (prévention)

Les mécanismes de blessures peuvent être déterminés par les caractéristiques inhérentes au combattant. Nous déterminerons un « profil » de combattant. L'interaction entre deux profils de combattant plus ou moins différents peut jouer un rôle dans la survenue des blessures notamment par le choix des techniques utilisées ou subies. Nous parlerons de modalité technique de finitions en fonction du contexte intrinsèque de l'interaction (ex : *arm bar* en *ground control*, hyperextension du coude sur une mauvaise réception, de fracture métacarpo-phalangienne suite à une succession de coups portés à la tête de l'adversaire).



Hammami et al. (2017) rappellent que les sports de combats imposent en grande partie de frapper, projeter et immobiliser son adversaire. Par conséquent, l'origine des blessures est généralement liée à l'application d'énergie mécanique qui va entraîner la survenue de troubles musculo-squelettiques. En MMA, selon Fares et al. (2022), les causes prédominantes de blessures au niveau des membres supérieurs (Figure 3) sont les coups de poing (62%), suivis de l'*overuse* (13,5%), des phases de *grappling* avec l'utilisation des techniques de soumission (6%) et le blocage des attaques (5%).

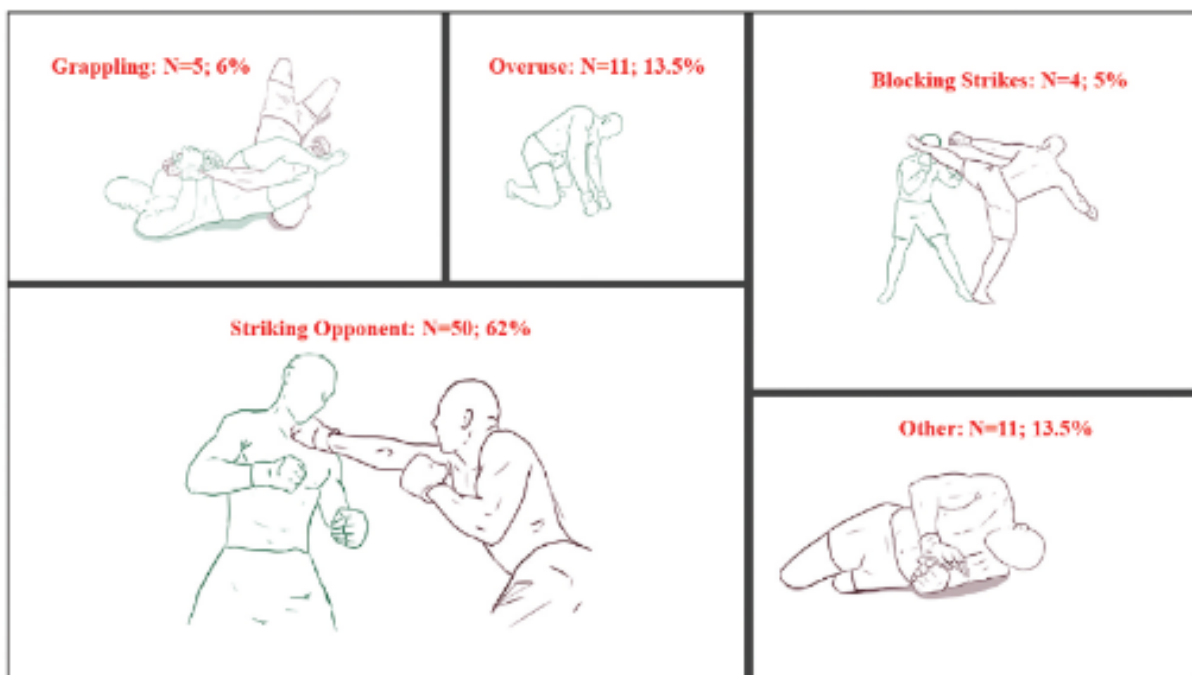


Figure 3 Répartition des blessures du Membre supérieur par mécanisme. (Fares, Baydoun, et al., 2022)

Nous décidons de choisir comme point de départ la technique. Stephenson et Rossheim (2018) soulignent l'importance de comprendre le mécanisme lésionnel et d'identifier les techniques ou manœuvres les plus à risque d'entraîner une blessure chez les athlètes afin de mieux prévenir leur survenue. Nous allons ici partir de la technique utilisée (composante de combat) pour expliquer la survenue des blessures.

**Striking ou punching** : Dans la littérature, le *striking* représente l'utilisation de techniques de frappes avec les membres supérieurs (poing, coude) et les membres inférieurs (pied, tibia et genoux). Nous étudierons les frappes appliquées par le membre supérieur ou *punching* (Figure 4). Cette technique de combat peut être utilisée debout ou au sol. Les actions

de blocage et de défense du membre supérieur (ex : contre une soumission) seront également analysées.

Fares et al. (2022) expliquent que le *striking* est la principale technique pourvoyeuse de blessure. En effet, les frappes avec les poings (*punching*) occupent une place de choix pour remporter le combat ce qui implique la survenue potentielle de fractures et autres lésions musculo-squelettiques. Dans la majorité des cas de blessure au membre supérieur, c'est le combattant lui-même qui s'inflige la blessure en utilisant ses poings sur son adversaire. Par ailleurs, les actions de défense comme le blocage de frappes (pieds et poings) peuvent également entraîner des blessures au niveau du membre supérieur. La faible épaisseur des mitaines ne suffit pas à compenser la puissance des coups que ce soit en phase d'attaque ou de défense. Nous détaillerons par la suite les caractéristiques du gant de MMA. Par ailleurs, Miarka et al (2019) rappellent que le MMA est une des rares disciplines de combat autorisant l'utilisation d'une grande variété de coups avec une intensité maximale.

Selon l'UFC Performance Institute (2018), les techniques de frappes sont à haut risque de blessure. En effet, entre 17 et 33% de l'ensemble des mécanismes d'actions à l'origine des blessures (identifiés dans le cadre de cette étude) regroupe les *jab* (10,8%), les crochets (6,5%) et des frappes directes avec les poings composants une part inconnue des mécanismes regroupés sous l'appellation « frappes génériques » (14,9%). Cependant, cette analyse ne révèle pas quel combattant est à l'origine de la blessure. D'une part, l'attaquant peut s'auto-infliger une blessure et d'autre part l'adversaire peut se faire blesser ou se blesser en réagissant ou non à une attaque.

Le style de *striking* utilisé en MMA n'est pas « conventionnel » comme en boxe anglaise car les athlètes doivent adopter une forme de corps adaptée aux règles de combat autorisé par la discipline. Le *striking* utilisé lors des compétitions en MMA ressemble davantage, pour une grande majorité de combattant, à celui du karaté ou du taekwondo. Ces disciplines partagent des similitudes comme la posture adoptée lors du combat debout, la gestion de la distance entre les adversaires et le port de mitaine. Nous verrons aussi que la notion de force ou puissance d'impact est aussi importante à prendre en compte.

La gestion de la distance, que l'on retrouve dans les différents sports de combat, est essentielle en MMA. En effet, les combattants gardent une certaine distance pour éviter de se faire saisir trop facilement et/ou avoir le temps de défendre correctement une tentative de *takedown* par un *sprawl* mais aussi pour se tenir à distance des coups car la protection offerte par les mitaines est restreinte. Pour ce faire, les bras sont plus ou moins écarté (garde large) pour gérer les assauts

de l'adversaire et anticiper la survenue des coups. Pour atteindre sa cible, l'attaquant doit envoyer ses coups au bon moment avec une certaine puissance (notion de vitesse et de force) afin de casser la distance et aussi jouer sur les angles pour passer la garde. Plusieurs techniques de coups sont utilisées : *straight punch* (direct et très puissant avec un pivot du corps), le *jab* (plus rapide mais reste moins appuyé), le *looping punch* (frappe circulaire large avec pivot du corps mais moins rapide), crochet (frappe puissante mais à courte distance) et l'*uppercut* (bas en haut). Toutes ces combinaisons entre techniques, angles, distance et puissance vont induire une action mécanique sur le poing et le membre supérieur lors du contact avec l'adversaire conduisant à la survenue d'une potentielle lésion.

Nous retrouvons des coups plus exotiques comme le *spinning back* ou le *superman punch* pouvant amener une dimension tactique et un impact conséquent.

Akbaş et al. (2021) expliquent que plus la force d'impact est élevée plus le risque de blessure augmente. La force d'impact lors de la frappe est influencée par différentes variables comme le sexe, le niveau d'expérience, la technique, les gants ou la coordination musculaire entres autres. Les auteurs soulignent l'absence d'étude faite en conditions réelles pouvant refléter avec plus de véracité la réalité de l'impact des coups. En effet, beaucoup de paramètres sont à prendre en compte dans l'analyse d'un combat notamment l'impact réel des frappes avec des athlètes en mouvement (composantes multidirectionnelles des coups, propriétés des gants, esquives, allonge optimale, etc.). De plus, Beránek et al. (2020) précisent qu'à partir d'une certaine valeur de force réactive et de force maximale, les frappes peuvent entraîner un risque élevé de blessure. Les frappes à fort impact peuvent donc entraîner des blessures chez le combattant à l'origine de l'attaque. Les auteurs concluent que le *straight punch* ou le *reverse punch* sont les coups les plus efficaces en termes d'impact (troisième loi de Newton) et donc peuvent potentiellement accroître le risque de blessures.



Figure 4 Différentes types de frappes (Google images)

**Ground and pound** est une autre particularité du MMA. En effet, les combattants continuent les actions de *striking* en étant au sol (Figure 5). Les athlètes en position dominante, pour la plupart, peuvent en tirer un avantage par l'impact considérable de leurs coups. Par ailleurs, le règlement encourage cette pratique pour limiter le manque d'activité au sol. En cas d'inactivité, les combattants devront se remettre debout avant de pouvoir reprendre le combat. Pomerantz (2018) explique que l'interdiction de frapper l'arrière de la tête et la nuque oblige les athlètes à varier l'angle de leurs coups de poing. Le *looping/angled punch*, l'*uppercut* ou le *hammerfist punch* sont alors des outils redoutables propres au MMA pour impacter l'adversaire au sol (les coups avec coudes sont également autorisés au sol). Le profil des blessures peut varier en fonction que la zone d'impact du poing soit sur le versant ulnaire ou radial.

Il est interdit de frapper avec ses genoux ou ses pieds un combattant considéré comme étant au sol : *downed fighter* (les deux genoux au sol ou une main). L'athlète dominé devient alors une cible mouvante en déployant de l'énergie pour tenter d'éviter les coups tout en sortant de la position. La phase de *striking* au sol des athlètes sollicite d'autant plus leurs membres supérieurs en étant dans une position relativement instable. Les combattants peuvent rater leur cible ou frapper de manière imprécise avec leur poing. Ils augmentent ainsi potentiellement le risque de survenue d'une lésion au niveau des membre supérieur.

Selon Fares et al. (2019), les femmes passent moins de temps au sol car elles ont un travail au sol plus efficace que les hommes, plus de soumissions et un taux de blessures moins élevé. Les hommes incorporent plus de *leg work* dans leurs stratégies de combat que les femmes.



Figure 5 Différentes types de frappes utilisées en ground and pound (Google image)

Nous continuons maintenant avec la description des mécanismes retrouvés dans les phases de *grappling* et de projection. Des sports de combat comme le judo et la lutte mélangent du *grappling* debout, des projections (chercher à mettre l’adversaire sur le dos) et du *grappling* au sol (majoritairement immobiliser l’adversaire et parfois techniques de soumission pour le judo). Le jujitsu brésilien quant à lui commence debout avec des amenées au sol (ressemblances avec les techniques de soumissions) et parfois des projections. Le combat évolue principalement au sol avec une phase de *grappling* et l’utilisation de techniques de soumission pour finaliser le combat. Le combattant de MMA s’inspire et pioche dans ces différentes techniques en fonction de ces aptitudes de départ, du profil de l’adversaire et de la tournure du combat.

Jensen et al. (2017) montrent que la distribution de localisation des blessures varie en fonction de la discipline et des techniques utilisées (Tableau 2). Nous rappelons que le MMA repose en grande partie sur des techniques spécifiques de sports de combat préexistants. Les disciplines axées sur la soumission montrent un taux de blessures articulaires plus élevé. En effet, **l’épaule et le coude sont les articulations les plus fréquemment touchées suite à l’utilisation des techniques de soumission** en compétition dans des disciplines comme le judo, le jujitsu brésilien ou la lutte. Nous pensons qu’un *grappler* utilise préférentiellement en combat les clés articulaires et les étranglements pour soumettre son adversaire entraînant mécaniquement la survenue plus fréquente de blessures articulaires.

	Martial Art Discipline	Techniques	Injury Locations
Submission-predominant disciplines	Brazilian jiu-jitsu	Submission holds, joint locks	Joints (elbow > knee)
	Judo	Takedowns, throws	Joints (shoulder > elbow, knee)
	Wrestling	Grappling, takedowns, submission holds	Joints (shoulder > knee)

Tableau 2 Lien entre la localisation de la blessure, la technique et la discipline. (Jensen et al., 2017)

**Grappling et Soumission** : Le *grappling* est une forme de combat rapproché avec l’objectif de dominer l’adversaire en termes de positionnement mais aussi de finaliser l’affrontement par l’utilisation de techniques de soumission (clés articulaires ou étranglement). La phase de *grappling* peut commencer debout mais l’action se déroule principalement au sol. Nous parlons plus précisément de techniques de soumissions pour les clés articulaires ou les étranglements. Hinz et al. (2021) expliquent que les soumissions neutralisent efficacement

l'adversaire et poussent souvent celui-ci à l'abandon par *tap out*<sup>6</sup>. Fares et al. (2022) montrent que l'utilisation de certaines techniques de soumission peuvent entraîner des lésions sur les articulations des membres supérieurs. En effet, les clés articulaires peuvent impacter l'épaule, le coude et dans de rare cas, le poignet. Buse (2006) les définit comme une « hyper-mobilisation de l'articulation par distraction forcée, hyper-extension et/ou manipulation rotatoire ». Venter et al. (2017) expliquent que l'association du *grappling* avec les techniques de soumission augmentent l'incidence des entorses et des luxations au niveau de l'articulation de l'épaule et du coude, entre autres. Pomerantz (2018) rappelle que le règlement interdit la manipulation volontaire des différentes articulations des doigts. De plus, les clés de poignet sont autorisées mais peu utilisées car les combattants ciblent préférentiellement les grandes articulations (coude et épaule). Le profil des athlètes ainsi que la proportion des différents styles de combat adoptés lors de l'affrontement déterminent le profil des blessures qui surviennent. Ici, des athlètes *grappler* axant le combat sur des techniques de *grappling* sont plus à risques d'entraîner des blessures articulaires. Les combattants, dont le sport de combat se base sur l'utilisation de techniques de soumission comme le JJB<sup>7</sup> par exemple, présentent principalement un risque de lésions articulaires (Graças et al., 2017).

Selon l'UFC performance Institute (2021), dans le top 5 des techniques qui ont conduit à un arrêt du combat se trouve un certain nombre de clés articulaires et d'étranglement (Annexe 1) :

- Les étranglements comme le *rear naked choke* ou la guillotine peuvent provoquer des lésions ligamentaires et tendino-musculaire des structures cervicales avec parfois une atteinte des structures nerveuses (Figure 6).



Figure 6 Etranglement arrière rear naked choke et technique de la Guillotine (Google images)

<sup>6</sup> Fait taper pour arrêter le combat.

<sup>7</sup> Ju Jitsu Brésilien

- Dans les clés de bras, *le arm bar* (figure 7) est la technique de soumission qui est le plus à risque d'entraîner des lésions au niveau du coude selon Scoggin et al. (2014). Lors du *arm bar*, le coude est exposé à un potentiel mécanisme traumatique aigu. Le principal diagnostic des douleurs au coude suite à une soumission est l'entorse (UFC Performance Institute, 2021). Cette technique peut également provoquer une luxation de l'articulation dans certaines conditions extrêmes. Cette technique contraint le coude vers une hyper-extension forcée. À l'aide d'un contre appui sur la région pelvienne, l'attaquant fixe le haut du corps ainsi que le bras de l'adversaire avec ses jambes et tire avec ses mains sur le poignet. Pour se défendre, l'adversaire tente d'empêcher l'extension du coude (résiste vers la flexion) ce qui peut entraîner une extension rapide et brutale lorsque la pression de l'attaquant devient trop forte. L'insertion distale du biceps ou son aponévrose peuvent être impactées, entraînant une potentiel lésion tendino-musculaire. La défense consiste surtout à tourner le bras en rotation externe pour se libérer. Le coude peut alors se retrouver en position contrainte de valgus exposant ainsi le ligament collatéral ulnaire aux lésions (Scoggin et al., 2014). Néanmoins, tous les ligaments qui stabilisent le coude peuvent être à risque de lésions lors de la réalisation du *arm bar* en fonction de la position du coude au moment du stress mécanique.

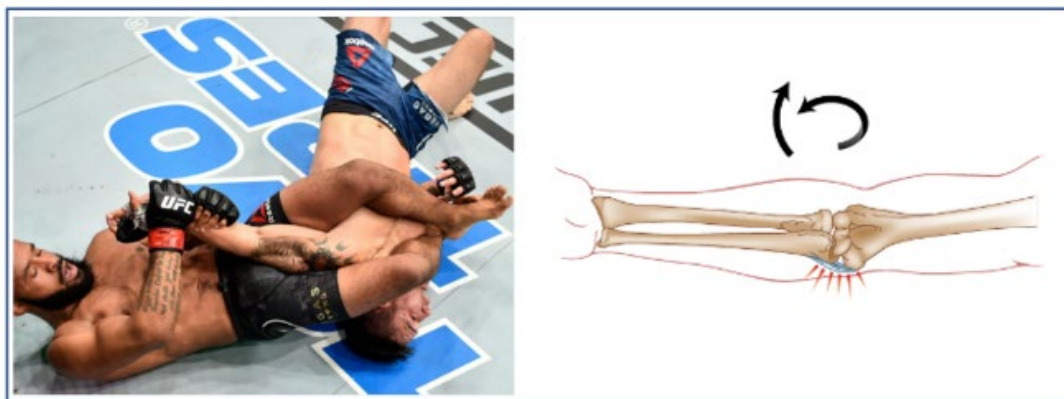


Figure 7 Réalisation d'un arm bar et impacte sur le faisceau antérieur du LCU au niveau du coude (Google images)

Dans de rare cas, cette technique peut entraîner une luxation du coude conduisant, dans les situations les plus extrême, à la terrible triade du coude. Le pire scénario, de cette fracture-luxation, s'est produit pour Jamahal Hill lors de l'UFC 263 sur un *arm bar* brutal (Figure 8). Ici, Hill est exposé à une énorme contrainte en valgus et en supination associée à une traction axiale.



Figure 8 Luxation du coude du combattant Jamahal Hill (Google images)

Dans un autre registre mais toujours en rapport avec les blessures liées au *arm bar*. Le coude de Kanako Murata est fragilisé par un *arm bar* puissant au cours du premier round (Figure 9). La technique entraîne des lésions capsulo-ligamentaires tendant à diminuer sérieusement la stabilité du coude. La combattante envoie un puissant coup de poing qui entraîne une violente extension complète du coude provoquant ainsi la luxation de l'articulation au deuxième round. La luxation est ici la résultante de deux actions traumatiques successives sur le coude.



Figure 9 Luxation du coude de Kanako Murata (Google images)



De nombreux autres cas de lésions au niveau du coude peuvent être relatés chez les compétiteurs comme lors d'entraînement de pratiquants loisirs. Néanmoins, l'utilisation du *tap out* permet d'éviter un certain nombre de blessures liées à l'utilisation de cette technique. Nous y reviendrons dans la partie prévention.

- Les clés d'épaule quant à elles induisent une torsion en amenant l'épaule dans des amplitudes non physiologique de rotation interne ou externe. La *kimura* et l'*omoplata* ciblent principalement l'épaule en imprimant une rotation interne forcée (Figure 10). Selon Scoggin et al. (2014), la *kimura* demande de la vigilance car l'épaule mais aussi le coude subit un stress mécanique important pouvant conduire à des risques lésionnels sur un grand nombre de structures anatomiques. Les auteurs montrent que la *kimura* est la deuxième technique de soumission qui entraînent le plus de blessures (12,6%) après l'*arm bar* (22,4%) avec les résultats d'un questionnaire chez 1140 pratiquants de JJB. Le poignet est maintenu et un levier de pression est appliqué au niveau du bras pour emmener l'épaule en abduction et rotation interne. Le principe reste le même pour l'*omoplata* mais la clé est exécutée avec le membre inférieur et l'amplitude de rotation applicable est moindre. La *kimura* est donc une technique dangereuse de par la liberté offerte dans la torsion et le maintien solide du membre supérieur au niveau du poignet. De plus, la *kimura* peut être faite à partir de nombreuses positions permettant à l'attaquant d'aller plus ou moins loin dans la rotation interne (depuis la garde ou le contrôle latéral). L'*Americana* (Figure 11) est une autre clé d'épaule qui a le même principe mécanique que la *kimura*. Par contre, la torsion de l'épaule se fait dans le sens de la rotation externe.



Figure 10 kimura (gauche) et Omoplata (droite) ABD + RI. (Google images)



Figure 11 Americana. (Google images)

Nous allons maintenant expliquer les risques lésionnels pour les structures stabilisatrices de l'épaule lors de rotations forcées dans des amplitudes non physiologiques. À l'instant lésionnel, l'orientation de la tête humérale et l'identification de la direction du stress mécanique permettent de déterminer la localisation anatomique ainsi que l'étendue des lésions. Les structures lésées (ligaments et tendons) sont celles qui tentent, en absorbant la tension suite à un stress mécanique, de stabiliser l'articulation au moment de la blessure (Terry et al., 1991).

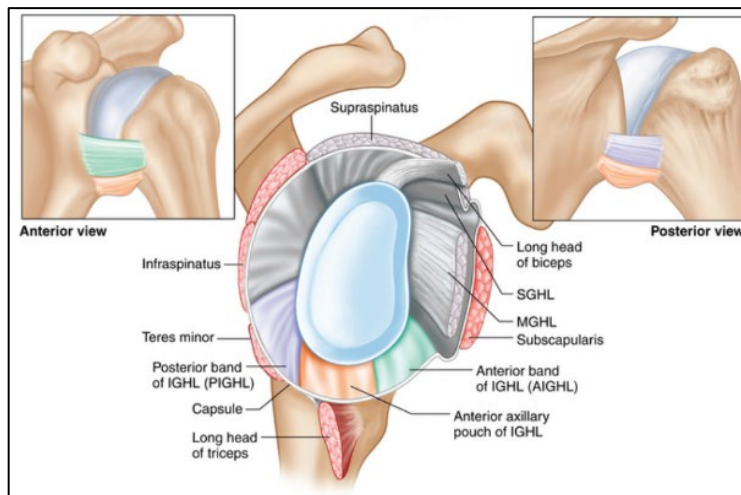


Figure 12 Complexe capsulo-ligamentaire de l'épaule (Google images)

Mise en tension ligamentaire et tendineuse lors des mouvements de l'articulation gléno-humérale (Figure 12) :

- Le ligament gléno-huméral : plus l'abduction (à partir de 45°) de l'articulation gléno-humérale est importante, plus le faisceau inférieur du ligament gléno-huméral (bande antérieure et postérieure) est mis en tension. Le faisceau moyen est en tension quand l'épaule est en abduction à 45° et en rotation externe. La composante de rotation externe met en tension les trois faisceaux du ligament.

- Le ligament coraco-huméral est puissant et à un rôle de suspenseur de la tête humérale à la scapula (avec le sus-épineux et le deltoïde). Lors de la rotation externe, la tête humérale glisse dans le sens antéro-inférieur. Le ligament se met en tension pour limiter la translation antéro-inférieure de la tête humérale par rapport à la glène et ainsi prévenir une potentielle luxation lors d'une rotation externe forcée. De plus, ce ligament joue un rôle stabilisateur dans tous les mouvements de la tête humérale.
- Le tendon du muscle subscapulaire joue un rôle de protection et de stabilisation dynamique de la tête humérale. En effet, le tendon vient renforcer la capsule ligamentaire antérieure et limite ainsi la translation antérieure de la tête humérale lors de la rotation externe. Cependant, en position d'armé (abduction et rotation externe), le tendon n'est plus en position optimale pour s'opposer à la translation.
- Les structures postérieures (capsule postérieure renforcée par les tendons des muscles infra épineux et petit rond formant la coiffe postérieure des rotateurs) de l'épaule vont limiter la rotation interne. Cependant, ces muscles sont beaucoup moins puissants que leurs antagonistes sur la face antérieure (grand pectoral, subscapulaire et grand dorsal)
- L'activation globale de la coiffe des rotateurs lors des différents mouvements de la tête humérale joue évidemment un rôle stabilisateur en recentrant de manière dynamique la tête humérale.

Les clés articulaires peuvent forcer l'épaule à se retrouver dans des amplitudes non physiologiques. Un mécanisme activo-passif se met en place pour empêcher une rotation excessive du complexe articulaire de l'épaule qui menace son intégrité. D'une part, les structures ligamentaires se mettent en tension pour protéger passivement l'articulation. D'autre part, les structures tendineuses via l'activation musculaire cherchent à « défendre » l'articulation.

La *kimura* met l'épaule en abduction et en hyper rotation interne. Lors de la rotation interne, les structures postérieures de l'articulation s'étirent et se mettent en tension. Elles sont donc à risque de lésions lors de cette rotation interne forcée. L'activation musculaire de la coiffe postérieure des rotateurs ainsi que les différentes structures ligamentaires agissent pour limiter la survenue de luxation postérieure. L'étude de Terry et al. (1991) montrent qu'une épaule placée en abduction et en rotation interne met principalement en tension la bande postérieure du ligament gléno-huméral inférieur et le ligament coraco-huméral. La *kimura* reproduit ce

mouvement à l'extrême en exerçant une contrainte sur les structures ligamentaires évoquées. Dans certain cas, la contrainte s'exerce jusqu'à l'articulation acromio-claviculaire. Les lésions peuvent aller de l'entorse à la déchirure ligamentaire complète et/ou de l'élongation à la déchirure musculaire. Le défenseur de la clé tente normalement de protéger son épaule en retournant dans le sens de la rotation externe. Les muscles de la coiffe postérieure sont donc davantage mis en tension. Cette hyper rotation externe « contrée » en position d'hyper rotation interne accroît les tensions au niveau du complexe articulaire de l'épaule.

L'*Americana* force l'épaule en abduction et en « hyper » rotation externe. La logique biomécanique reste la même que lors de la *kimura*. Les structures tissulaires antérieurs de l'articulation gléno-humérale sont alors étirées. Cette technique peut, de par ses composantes d'abduction et de rotation externe, impacter le ligament gléno-huméral inférieur, le tendon du muscle subscapulaire et le ligament coraco-huméral. Les muscles de la coiffe postérieure des rotateurs s'activent pour freiner la translation antérieure de la tête humérale lors de la rotation externe. L'hyper rotation externe peut donc entraîner des déchirures ligamentaires et musculaires sur la face antéro-inférieure de l'articulation gléno-humérale. En défense, l'athlète s'active pour retourner dans le sens de la rotation interne ce qui met davantage de tension sur le muscle subscapulaire lors de cette rotation interne « contrée » en position d'hyper rotation externe. La rotation externe envoie la tête dans le sens antéro-inférieur. Si l'attaquant ajoute une composante de force dans le sens de la translation antéro-inférieure lors de l'application de l'*Americana*, la tête humérale peut se luxer en avant entraînant la lésion des structures musculo-ligamentaires antérieurs. Nous aborderons aussi les lésions du labrum du processus coracoïde. Des lésions nerveuses peuvent être également constatées (nerf axillaire).

**Les techniques de projections** (*throw* = projection judo/lutte et *takedown* = amenée au sol) peuvent aussi entraîner des blessures au niveau du membre supérieur notamment au niveau de l'épaule, du coude et de l'ensemble main/poignet mais aussi des cervicales.

L'étude de Hinz et al. (2021), s'intéressant aux blessures chez 1140 compétiteurs de JJB, montre que les *takedowns* représentent 26,4% de l'ensemble des blessures. Cependant, l'objectif principal de cette technique n'est pas de blesser l'adversaire mais de prendre une position dominante et ainsi marquer des points (pris en compte juges). De plus en MMA, cette position dominante met évidemment l'adversaire en danger en l'exposant à un *striking* puissant (*ground and pound*) mais également à des soumissions pouvant influencer fortement l'issue du combat. Les auteurs expliquent que le manque de compétences techniques pour appréhender

les chutes est lié aux risques de blessures. Nous reviendrons sur ce point dans la partie prévention.

La luxation gléno-humérale peut survenir quand un combattant se réceptionne sur la main, le bras en extension pour limiter le choc ou pour éviter de tomber sur le dos. La revue systématique de Sheehan et al. (2013) montre que la majorité des luxations traumatiques est liée à une mauvaise réception à la suite d'une chute ou d'une projection. Le mécanisme implique une réception sur la main avec le bras en extension. De plus, la plupart des luxations antérieures se produisent quand l'articulation est brutalement mise en contrainte à différents degrés d'abduction, de rotation externe et d'extension.

Ici, Joe Pyfer se luxe le coude car la contrainte en valgus est trop importante (Figure 13). Une mauvaise réception suite à une amenée au sol par son adversaire est à l'origine de sa blessure.



Figure 13 Luxation du coude de Joe Pyfer sur un takedown (Google images)

Dans certains cas, le combattant est empêché, n'en voit pas l'intérêt ou n'a pas le temps d'amortir la projection avec le membre supérieur. La chute se fait alors sur la partie supérieure (moignon) de l'épaule ou les cervicales. Nous pouvons alors observer la survenue d'une disjonction acromio-claviculaire sévère, d'une fracture de la clavicule et parfois des lésions cervicales avec étirement du plexus (Hammami et al., 2017).

En conclusion de cette partie, les phases d'actions axées sur le *striking* sont responsable des lésions au niveau du visage, de la tête, des extrémités et notamment de la main mais aussi des os longs. Les phases de *grappling*/soumission sont à risques d'entorses et de luxations au niveau des épaules, des coudes, des poignets et des doigts entre autres. Les phases de projections

augmentent l'incidence des lésions ligamentaires (entorse et luxation) et des fractures au niveau du membre supérieur (région élargie de l'épaule et coude).

### 2.3.3 Sévérité des blessures

Nous voulons maintenant mettre en lumière les critères qui permettent de qualifier une blessure comme sévère. Au préalable, notre intérêt va se porter sur la définition des blessures dans la littérature portant sur la pratique du MMA. Pour comprendre la notion de sévérité, nous devons savoir à partir de quel moment et comment la blessure est définie et prise en compte. Des éléments de réponse ont déjà été abordé dans la partie méthodologie.

**La définition des blessures** ne fait pas consensus dans la littérature relative aux sports de combat. Nous trouvons souvent des définitions « sur-mesure » qui s'adaptent au contexte de l'étude. Venter et al. (2017) utilisent comme définition de la *blessure* « *tout traumatisme affectant l'athlète et nécessitant l'avis d'un ringside physician* ». Ross et al. (2021) comptabilisent toutes les blessures répertoriées par le *ringside physician* et décrites avec une précision suffisante. Les définitions utilisées dans la littérature s'intéressant au MMA sont relativement généralistes.

Des études portant sur d'autres sports de combat utilisent des définitions plus précises qui permettent d'entrevoir la prise en compte de la sévérité de la blessure. Par exemple, Pocecco et al. (2013) utilisent la définition suivante de la blessure : « *toute affection physique subie par un athlète, indépendamment de la nécessité d'une assistance médicale ou d'une interruption immédiate de l'activité mais qui a entraîné une exclusion des activités sportives pendant au moins 4 jours* ». L'étude de Lystad et al. (2021) s'intéresse aux blessures de 2805 combattants (boxe, taekwondo, judo et lutte) survenues sur trois jeux olympiques consécutifs. Les auteurs définissent la blessure comme « *une affection musculo-squelettique nouvelle ou récidivante, une commotion cérébrale ou toutes autres pathologies survenues lors de la compétition et nécessitant des soins médicaux, peu importe les conséquences en termes d'absences de compétition ou d'entraînement* ». Loosemore et al. (2017), qui analysent les blessures survenant dans l'équipe olympique de boxe de Grande-Bretagne (2005 à 2012), utilisent comme définition de la blessure : « *toute affection musculo-squelettique ayant empêché le boxeur de participer à l'entraînement ou à la compétition pendant plus de 24 heures* ». Hammami et al. (2017) définissent la blessure sportive comme « *une lésion d'une partie du corps entraînant un arrêt de l'entraînement ou de la compétition. Plus précisément, toute situation (affection musculo-squelettique ou commotion) où l'athlète a nécessité une assistance médicale entraînant une*

*absence de la compétition ou de l'entraînement* ». Les auteurs introduisent la notion de sévérité. Une blessure grave est une « *blessure entraînant une absence de l'entraînement ou de la compétition estimée à plus de 7 jours* ».

Ces études prennent en compte, pour identifier les blessures, la notion d'impossibilité de prendre part à l'entraînement ou à la compétition. De plus, les auteurs définissent une durée minimum d'exclusion qui donne une indication majeure sur le seuil minimum de sévérité d'une blessure. Nous parlons de seuil car en dessous de ce seuil les blessures ne sont pas comptabilisées dans les études. Cependant, l'athlète est peut-être objectivement blessé. Nous pouvons mettre en avant la notion d'incapacité à nuancer la prise de décision pour un retour optimal à l'activité : « Je suis incapable de m'entraîner » versus « je suis capable de m'entraîner mais je ne devrais pas afin de récupérer de manière optimale ». Néanmoins, ce seuil minimum est relativement variable d'une étude à l'autre. En effet, certaines études sont potentiellement trop inclusives alors que d'autres, à l'inverse, sont trop discriminantes. D'un côté, le risque est de masquer des données essentielles par la surabondance d'information. De l'autre, le danger est d'exclure des données importantes. Il est donc indispensable de bien définir et fixer le seuil de sévérité pour construire une base de données optimales.

Quelles indications montrent qu'une blessure impacte, en partie ou totalement, la capacité de l'athlète à pratiquer et à performer lors des entraînements et/ou en compétition ? Quelle technique de MMA implique le plus de blessures ? La partie épidémiologie nous permet d'affirmer que le profil des combattants (son poids, ses techniques de prédilections : *striker* vs *grappler*) peut déterminer **la sévérité des blessures**. Fares et al. (2019) mettent en évidence le fait que plus un combattant est lourd plus la puissance et la portée de ses frappes sont importantes. Le choix du scénario du combat tend à aller vers l'utilisation du *striking* chez les poids lourds car les caractéristiques de ces frappes « dangereuses » facilitent la survenue des KO/TKO. Ces facteurs vont donc influencer le profil des blessures et leur sévérité. Le raisonnement est identique pour les poids plus légers qui ont plus de difficultés à trouver le KO/TKO et vont alors se tourner vers des techniques de soumissions ou chercher la décision dans le scénario du combat. Le scénario du combat, déterminé par les combattants, a également une influence sur la sévérité des blessures.

Par quoi la sévérité d'une blessure est-elle caractérisée ? Sa localisation, sa prise en charge (immobilisation, chirurgie), le temps (la perte de temps, la reprise de la pratique, le

retour au même niveau de pratique, le retour à l'entraînement, à la compétition), le moment où la blessure survient dans la carrière du combattant. Aussi, une blessure est-elle nécessairement bénigne si l'athlète ne s'arrête pas ? La revue de la littérature de Hammami et al. (2017) estiment qu'au moins 90 % des blessures survenant lors de la pratique d'un sport de combat sont classées comme légères ou modérées. Cependant, l'étude montre que plus de 5 % des blessures ont nécessité un minimum de sept jours d'arrêt, une immobilisation ou une intervention chirurgicale. Les critères relevés par les auteurs permettent selon eux de considérer ces blessures comme « graves ».

Pocecco et al. (2013) expliquent que la notion de sévérité est définie à travers une blessure empêchant l'athlète de finir son combat ou de continuer la série de combat lors d'un tournoi mais aussi de participer aux activités sportives le jour suivant, au minimum.

Lystad et al. (2021) se basent sur les recommandations du comité international olympique pour déterminer le niveau la sévérité en fonction de l'estimation du nombre de jours avant la reprise de l'entraînement ou d'une compétition → notion de perte de temps. Ces méthodes d'enregistrement et de communication des données épidémiologiques sur les blessures dans le sport sont recommandées dans la déclaration de consensus du comité en question. Le niveau de sévérité est catégorisé en fonction de quatre périodes de temps : 0 jour, 1 à 7 jours, 8 à 28 jours et plus de 28 jours. Les auteurs recommandent de se baser sur le nombre réel de jours d'absence, c'est à dire avant la reprise de l'entraînement ou de la compétition.

La méthodologie utilisée par les études peut impacter plus ou moins fortement la qualité et la précision du diagnostic. Les lésions au niveau du membre supérieur peuvent présenter une description diagnostic et interventionnelle complexe à comprendre pour un profane. Dans un questionnaire, par exemple, plus le niveau de détails demandés est élevé plus le risque d'imprécisions et d'inexactitudes peut augmenter. De plus, le temps favorise l'oubli et donc la pertinence du diagnostic rapporté. L'identification du niveau de sévérité des blessures peut ainsi être mise à mal. Par ailleurs, la création d'une base de données notifiant la reprise de l'entraînement par l'athlète semble irréaliste pour l'instant. Pourtant, la sévérité d'une blessure pourrait être déterminé en fonction du temps passée sans pratiquer.

Karpman et al. (2016) comparent l'incidence et la sévérité des blessures sur des données médicales post combat sur une population de pratiquant de MMA et de boxeur au Canada entre 2000 et 2013. Les boxeurs semblent plus exposés à des blessures sévères comme les commotions et les traumatismes crâniens. L'incidence des blessures est légèrement plus élevée chez le pratiquant de MMA mais leur sévérité globale est moindre (contusion, ecchymose, lacération). Bien que le pratiquant de MMA soit soumis à la répétition de contraintes



traumatiques (coups, clés, chutes) plus ou moins importante pour attaquer ou pour se défendre, les zones de frappes restent beaucoup plus variées en comparaison avec la boxe anglaise où les frappes sont concentrées sur la tête et le tronc. De plus en MMA, les combattants peuvent encaisser des coups à très haute énergie mais avec une fréquence relativement faible et pendant un temps limité en comparaison avec la boxe anglaise.

La littérature sur le sport de combat porte majoritairement son intérêt sur les commotions. En effet, le corps médical considère la commotion comme la plus délétère des blessures de par les conséquences graves que cela entraîne sur le cerveau. C'est également le cas dans une moindre mesure pour les lésions sur la colonne vertébrale. Cependant, les blessures musculo-squelettiques concernant les membres ne doivent pas être négligées et minimisées en raison de l'importance des séquelles observables chez l'athlète à court, moyen et long terme. Le niveau de sévérité globale des blessures en MMA en comparaison avec la boxe anglaise est peut-être moindre si le cerveau est défini comme le seul référentiel de gravité et les nombreuses blessures souvent impressionnantes mais superficielles contribuent à faire baisser ce niveau de sévérité. De notre côté, nous considérons que les blessures musculo-squelettiques peuvent avoir des conséquences terribles pour l'athlète et sa pratique.

Il nous paraît donc essentiel de prendre en considération le caractère subjectif de la perception de l'importance de la blessure par l'athlète et de l'évolution de celle-ci en termes de récupération. En effet, l'athlète peut minimiser, pour des raisons qui lui sont propres, une blessure en apparence dérisoire mais qui pourrait prendre des proportions importantes sur sa carrière sportive. Par exemple, le combattant se fait régulièrement des entorses aux doigts. Habituellement, la douleur est supportable et la gêne fonctionnelle n'est que passagère. Seulement, lors d'un sparring l'athlète se fait une entorse plus grave. La situation évolue défavorablement mais sans réellement inquiéter l'athlète. Le temps passe et le doigt est complètement enraidí entraînant un impact fonctionnel disproportionné par rapport à sa croyance initiale. Par ailleurs, Kingery et al. (2021) rappellent que des entorses répétées sur une longue période au niveau des articulations des doigts entraînent un risque significatif de développer de l'arthrose ou une arthropathie. Nous voyons l'impact de la négligence de pathologies « bénignes » à court terme sur la survenue de pathologies dites sévères (gêne fonctionnelle et douleur importante) et leurs conséquences plus graves à long terme.

Quand une blessure est bien identifiée en tant que telle selon le choix « éclairé » des auteurs, il est important de prendre en compte la notion de classification pour améliorer la qualité et la

précision des données. Nous exposerons, dans la partie détection des blessures, les classifications les plus pertinentes pour l'enregistrement des blessures (SMDSC<sup>8</sup> ET OSIICS<sup>9</sup>).

**Le Return to ...:** Doege et al. (2021) parlent du manque de consensus pour définir la reprise sportive après une opération chirurgicale orthopédique. En effet, la plupart des articles définissent la reprise quand l'athlète participe de nouveau à une compétition. Certains définissent la reprise comme le retour au niveau de compétition qu'il avait avant sa blessure. D'autres, enfin, parlent de la reprise comme du retour à l'entraînement ou à la compétition avec des objectifs prédéfinis en termes de niveaux à atteindre. Les auteurs concluent sur l'importance de proposer une définition standardisée et d'utiliser une terminologie plus spécifique pour évaluer avec précision la récupération post-chirurgicale d'un athlète en rapport avec la pratique sportive. La récupération d'un athlète est un processus complexe qui comporte de nombreuses étapes objectivables à l'aide d'indicateurs spécifiques de l'évolution (douleur, force, etc.).



Figure 14 continuum de retour au sport (Doege et al., 2021)

Nous précisons que la figure 1 reprend le concept de performance sportive en compétition donc pour des compétiteurs majoritairement professionnels et non des pratiquants loisirs. Nous verrons par la suite que la notion de performance peut également décrire la réussite de tests déterminants sur le chemin de la reprise sportive.

Plusieurs éléments doivent être pris en compte pour aborder la notion de reprise spécifique pour les combattants. Hinz et al. (2021) proposent 4 catégories relatives à la durée de la période avant la reprise en fonction des blessures : reprise d'activité (sport en général et préparation physique), reprise de l'entraînement technique (sans *sparring*), reprise complète de l'entraînement (avec *sparring*) et retour à la compétition. Evidemment, le fait d'accéder à la reprise dans ces différentes catégories ne demandent pas le même niveau d'engagement physique pour les combattants.

<sup>8</sup> Sport Medicine Diagnostic Coding System

<sup>9</sup> Orchard Sports Injury and Illness Classification System

Venter et al. (2017) soutiennent que le retour à la compétition ne doit pas être envisagé avant une récupération complète et en toute sécurité. Nous détaillerons, dans la partie prise en charge et traitement des blessures, les différentes recommandations en termes de temps avant la reprise en fonction des pathologies concernées. La méthode de traitement suivi par l'athlète va aussi influencer la durée de la période précédant la reprise.

Kingery et al. (2021) montrent, en observant les données de 424 combattants professionnels entre 2012 et 2014, que 94,4% des combattants de MMA blessés (âge moyen : 30 ans,  $\pm$  3,9 ans) reviennent à la compétition et le délai moyen entre la blessure et le combat de reprise est de 6,8 mois ( $\pm$  6,7 mois et médiane de 5 mois). L'étude ne présente pas d'éléments significatifs en faveur d'une baisse des performances lors du combat de reprise par rapport à leur niveau d'avant la blessure. Cette remarque concerne les combattants qui reprennent la compétition à un niveau professionnel. Néanmoins, l'âge d'un combattant est corrélé négativement avec la probabilité de son retour à un niveau professionnel en combat. Les auteurs constatent une diminution de 17,8 % des chances de retour à un niveau professionnel en MMA par année d'augmentation de l'âge du combattant au moment de la blessure. Parmi les combattants reprenant la compétition, les auteurs relèvent une diminution de 6,3 % des chances de gagner au moins 50 % des 3 combats post-blessure par année d'augmentation de l'âge du combattant au moment de la blessure. Les auteurs constatent que vers 35 ans, les chances de revenir à la compétition après une blessure sévère diminuent considérablement. L'âge critique (33 ans  $\rightarrow$  âge moyen des combattants en incapacité de reprendre les combats professionnels). C'est une information essentielle à prendre en compte pour estimer les chances de reprise de la compétition pour un combattant. L'âge du combattant au moment de la blessure influence les performances post blessure. Plus l'âge augmente, plus les performances diminuent. Les auteurs soutiennent que l'apport d'informations pronostiques précises aideront à guider et à traiter les blessures associées spécifiquement à la pratique du MMA (étude longitudinale nécessaire pour observer la sévérité et les conséquences des blessures en MMA). La période de reprise du sport est définie comme le temps entre le moment de la blessure et le premier combat auquel l'athlète participe. C'est l'estimation la plus précise déductible en fonction des données officiellement disponibles. En effet, le manque de données empêche de déterminer la durée de la période entre la blessure et le retour à l'entraînement après la guérison. Le délai jusqu'au prochain match professionnel a fourni l'estimation la plus précise du temps de guérison compte tenu des données publiques limitées disponibles.

Les blessures, l'expérience et la performance ont un lien selon Kingery et al., (2021). En effet, l'expérience permet d'accumuler des aptitudes techniques mais les années de pratique favorisent également en parallèle l'augmentation du risque d'accumulation de blessures subaiguës et chroniques. Ces blessures vont impacter, avec plus ou moins de levier, la performance de l'athlète. À l'inverse, les aptitudes techniques et l'expérience vont, jusqu'à un certain point, contrebalancer l'impact négatifs des blessures.

L'étude de l'UFC Performance Institute (2018) donne des indications sur les phases de combat les plus à risque d'entraîner des blessures graves chez l'athlète. Les auteurs utilisent le nombre de jours de convalescence pour décrire la sévérité d'une blessure. Le *jab* est un des mécanismes d'actions de combat qui représente un des plus grands volumes de blessures (10,8%) et qui entraîne 58 jours de convalescence en moyenne. En termes de sévérité en regard du nombre de jour de convalescence, le *grappling* (129 jours) et les takedowns (112 jours) représentent les phases d'actions les plus à risque pour les athlètes lors de la pratique du MMA mais ne représentent qu'un faible pourcentage sur le nombre total de blessure. Les auteurs spécifient que les blessures survenant dans les phases de *grappling* sont souvent le fait de *ground fighting* « violent et anarchique ». Les pathologies de sur-sollicitation chronique (*overuse*) entraînent en moyenne une perte de temps pour l'athlète de 50 jours à cause d'une mauvaise gestion de sa charge d'entraînement.

Le *striking* (*punching* et *kicking* : poings, coudes, genoux, tibias et pieds) est la phase d'action de combat qui entraîne le plus de blessure (55%) et qui entraîne en moyenne 55 jours de convalescence. Le *grappling* entraîne le plus de jours de convalescence avec 86 jours mais ne représente que 6,7 % des blessures. Le *striking* est la phase d'action qui génère le plus de blessures en combat avec 64,9%. Le *striking* et les soumissions sont les phases d'actions qui génèrent le plus de blessures à l'entraînement avec respectivement 45,4% et 39,3% des blessures.

Venter et al. (2017) mettent en relation la région anatomique blessées avec le nombre de semaine avant le retour à la pratique. Les blessures au niveau du membre supérieur éloignent les athlètes de la compétition pour 3,7 semaines en moyenne (Tableau 3). Le délai moyen avant la reprise dépend donc de la région anatomique, du diagnostic et de la sévérité. Cependant, les auteurs ne définissent pas précisément les conditions de reprise (intensité, entraînement ou combat, performance). Venter et al. (2017) expliquent que la reprise de la compétition est un sujet à controverse dans le monde du sport et notamment pour un sport de combat comme le

MMA. En effet, un débat houleux existe quant à la durée optimale de cette période de convalescence et comment celle-ci diffère d'une lésion à l'autre (traumatismes crâniens, fractures, luxations, etc.).

Body region	Injuries n (%)	Average RTP (95% CI)
Upper limb	25 (4)	3.7 weeks (2.8;4.4)
Lower limb	21 (3)	7.7 weeks (0.2;15.2)
Head/face/neck	130 (22)	2.2 weeks (2.0;2.3)
TBIs (KO)	34 (6)	*4 weeks
Torso/back/rib/groin	12 (2)	3.5 weeks (2.2;4.8)
Total number of injuries	222 (37)	

Tableau 3 Prévalence des blessures et return-to-play (RTP). (Venter et al., 2017)

**Détection et classification :** La détection des blessures est aussi un enjeu important. Lystad et al. (2014) exposent l'idée que l'attention peut être focalisée sur un athlète pris en charge médicalement et dont l'aspect impressionnant de la blessure fait percevoir une certaine sévérité au détriment de l'autre athlète qui peut être lui-même blessé sans toutefois présenter des signes apparents de gravité.

Nous avons exposé la notion de seuil de sévérité minimum dans la partie sévérité de ce mémoire cela implique que les blessures n'entraînant pas d'interruption de l'entraînement ou de la compétition ne sont pas prise en compte dans les résultats des études. D'un point de vue clinique, ces blessures risquent de passer inaperçues. La prise en charge thérapeutique serait alors retardée. Cela est-il lié à l'athlète non avertis des conséquences ou qui cachent sa blessure ? Ou, cela est-il davantage lié à la spécialité du médecin (généraliste, urgentiste, *ringside physician*, chirurgien orthopédique, ...) ?

### 3. Prise en charge et traitements

Nous venons de décrire avec précision les mécanismes à l'origine des différentes lésions retrouvées au niveau du membre supérieur chez le pratiquant de MMA. Pour les chirurgiens ou les kinésithérapeutes, il est essentiel de connaître ces mécanismes liés à la pratique du MMA pour définir un plan de traitement idéal. Nous présenterons les différents tests cliniques qui permettent d'évaluer la gravité d'une lésion et d'orienter le choix thérapeutique. Nous devons aussi mettre en évidence les enjeux pour l'athlète afin de permettre un retour à la pratique rapide dans les meilleures conditions. Les échéances de l'athlète lui imposent de répondre à des exigences en termes d'intégrité physique. En effet, le combattant doit pouvoir développer sans restriction ses capacités physiques, techniques et mentales à l'entraînement afin d'exploiter pleinement celles-ci lors des combats. Quelles techniques et quelles rééducations permettent une reprise optimale de la pratique du MMA ?

#### 3.1 Du point de vue du chirurgien

Nous allons décrire les différentes pathologies liées à la pratique du MMA qu'il est possible de rencontrer lors d'une consultation médicale. Les tests cliniques et les options thérapeutiques rapportés par la littérature pour la population qui nous intéresse seront mis en avant. Le choix du plan thérapeutique dépend de nombreux facteurs comme le profil du combattant et de son adversaire (*grappler, stricker* ou *well rounded*<sup>10</sup>), le niveau de l'athlète, le niveau en compétition, la planification des combats (temps avant un combat, phase de préparation physique), le profil de l'athlète en tant que patient et la décision finale de celui-ci. Le choix chirurgical est donc orienté par l'estimation minutieuse des différents bénéfices et risques pour l'athlète. Au final, nous pourrions déterminer l'impact d'une prise en charge médicale ou chirurgicale à la suite d'une des principales blessures liées à la pratique du MMA sur la reprise du sport et la performance chez le combattant professionnel ?

##### 3.1.1 La main et le poignet

Les lésions de la main et du poignet du combattant de MMA se présentent comme un mélange plus ou moins représentatif des lésions retrouvées dans les autres sports de combats et arts martiaux. La littérature s'intéressant au MMA n'est pas très expansive sur les lésions impactant la main et le poignet. Cependant, les recherches concernant les autres sports de combat peuvent nous fournir de précieuses informations. En effet, une grande variété de blessures au niveau de la main et du poignet survient dans les sports de combat. Une étude de

---

<sup>10</sup> Se dit un combattant qui est équilibré au niveau de ses techniques utilisées en combat.

Drury et al. (2017) s'intéressant aux arts martiaux rapporte que 53% des blessures des membres supérieurs concernent la main et le poignet. Celles-ci sont spécifiques aux techniques de combat et de contact. De plus, le profil des blessures (main et poignet) spécifiques aux MMA ne diffère pas de celui des autres sports de combat et arts martiaux. Le rapport de l'UFC Performance Institute (2022) met en évidence quelques diagnostics sur les lésions au niveau de la main. Nous retrouvons évidemment les fractures notamment diaphysaires, au niveau des métacarpiens sur les trois premiers rayons et le cinquième également. Le pouce est particulièrement concerné avec les fractures de la base du métacarpien (« Bennett ») et les lésions du ligament latéral ulnaire (LLU). Nous devinons malgré le faible nombre de données relative au MMA que les lésions se partagent entre atteintes tissulaires et atteintes osseuses.

Pour commencer, nous allons décrire les lésions qui impactent la stabilité articulaire. Dans un premier temps, la logique de traitement est de redonner de la stabilité à l'articulation instable. Dans un deuxième temps, l'objectif sera de récupérer une mobilité suffisante pour ne pas entraver la pratique sportive et la vie quotidienne de l'athlète. L'importance de la lésion tissulaire (surtout ligamentaire) et son caractère aiguë ou chronique va déterminer le plan thérapeutique. Celui-ci peut aller de l'orthèse simple à la chirurgie reconstructrice.

Loosemore et al. (2017) mettent en évidence 4 lésions fréquentes en observant les boxeurs élités de l'équipe de Grande-Bretagne pendant 8 ans : l'instabilité carpo-métacarpienne (CMC), le *boxer's knuckle*<sup>11</sup>, le *skier's thumb*<sup>12</sup> et l'entorse du poignet. L'instabilité CMC est la lésion qui entraîne la plus grande perte de temps globale suivit par l'instabilité scapho-lunaire, le *boxer's knuckle* et le *skier's thumb*. L'instabilité scapho-lunaire représente 2,9 % de l'ensemble des blessures au niveau de la main et du poignet et fait perdre en moyenne 172,4 jours d'arrêt par blessure. C'est donc, de ce point de vue, la lésion la plus invalidante (en comparaison, l'instabilité CMC compte pour 21,6% et fait perdre 54,3 jours par blessure). Nous pouvons signaler que sous la pression des forces générées lors de l'impact, le poignet est contraint vers la flexion. Ce phénomène explique en partie la survenue relativement élevée des lésions carpo-métacarpiennes et de l'instabilité qui en résulte.

**L'instabilité CMC** : Cette atteinte, associée à une sensation de douleur et d'instabilité prononcée lors des frappes, est fréquente chez le boxeur amateur et professionnel et s'observe essentiellement au niveau des deuxième et troisième rayon (Drury et al., 2017). La transmission

---

<sup>11</sup> Atteinte bandelette sagittale et capsule dorsale de l'articulation métacarpo-phalangienne

<sup>12</sup> Atteinte du LLU ou de ses insertions osseuses

récurrente des impacts de coups le long des métacarpiens jusqu'à l'articulation CMC finit par endommager les structures ligamentaires rendant la zone instable à terme. L'instabilité entrainera l'installation d'un processus dégénératif sur le long terme matérialisé sous la forme d'une protubérance osseuse. Selon Loosemore et al. (2017), l'examen clinique montre une douleur et une laxité (test : *piano key*) au niveau de l'articulation CMC. Une « bosse » sur le carpe peut également s'observer, surtout en flexion palmaire pour une instabilité plus ou moins ancienne. La radiographie, l'échographie dynamique ou l'IRM peuvent être utilisés pour mieux définir la lésion. Drury et al. (2017) rapportent que certains chirurgiens recommandent de stabiliser l'articulation avec des broches pour les lésions aiguës et de réaliser une arthrodèse pour les lésions chronique (douleur et instabilité). Les techniques chirurgicales n'entravent pas la reprise de la boxe à un niveau élevé de compétition. Loosemore et al. (2017) expliquent que la fusion articulaire combinée pour l'instabilité CMC de l'index et du majeur requiert 5 à 12 mois pour une récupération complète.

Giannatos et al. (2022) montre que les lésions au niveau pouce et les *boxer's knuckle* (Figure 15) surviennent significativement plus souvent chez les boxeurs (élite et amateur) que dans un groupe contrôle (non boxeur).

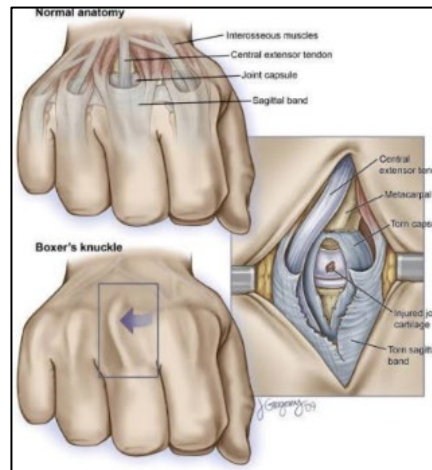


Figure 15 Boxer's Knuckle. (Google images)

**Le *boxer's knuckle*** (Drury et al., 2017) : la bandelette radiale du troisième rayon est la plus fréquemment touchée (proéminence) suivi des bandelettes du deuxième rayon. Cette lésion peut-être aiguë ou chronique. Le diagnostic est essentiellement clinique (douleur au contact, luxation du tendon, manque d'extension et gonflement). La classification selon Rayan et Murray identifie 3 situations lésionnelles pour la bandelette sagittale dépendantes de la luxation ou non du tendon extenseur. Les auteurs évoquent la difficulté de différencier les type 1 avec la lésion de la capsule dorsale. L'examen paraclinique comprenant l'échographie dynamique et



l'IRM peut aider à préciser la lésion. Le type 1 requiert en générale un traitement conservateur alors que le type 3 considéré comme sévère peut nécessiter une chirurgie réparatrice ou reconstructrice. La répercussion de cette pathologie est conséquente chez le boxeur. En effet, la déchirure de la bandelette sagittale éloigne les athlètes de la pratique sportive pendant 110 jours en moyenne (Loosemore et al., 2017). L'étude prospective de Matharu et al. (2022) analyse les résultats de 44 boxeurs de très haut niveaux opérés (*WALANT*<sup>13</sup>) après une lésion aigue ou chronique de type *boxer's knuckle* (déchirure avec capacité de pratique très réduite : forte douleur, hyper-sensibilité et diminution de la flexion MCP). Les auteurs montrent que l'ensemble des athlètes retrouvent leur niveau de compétition dans un délai de 8 mois en moyenne à l'exception d'un seul (rupture après 6 mois). Tous les athlètes retrouvent une flexion complète (moyenne de 90°). Les auteurs rapportent que pour une population de sportif de haut niveau, une chirurgie précoce est encouragée (restaurer l'intégrité du complexe articulaire, prévenir les dommages irréversibles, rétablir une fonction optimale limitant ainsi la dégénérescence articulaire).

Nous mettons maintenant la lumière sur les lésions du pouce intéressant aussi bien les structures osseuses que les tissus mous. La prise en charge des lésions du pouce est indispensable car celles-ci peuvent avoir un impact majeur sur la fonction de la main. En effet, le pouce permet jusqu'à 40% de la fonction totale de la main (Noureldin & Kakar, 2019). Le pouce est le rayon le plus impacté par les fractures dans les sports de combat axés sur le *striking* (Drury et al., 2017). L'angle d'attaque et la zone d'impact semble déterminer le profil de la fracture du pouce. Le gant de MMA n'offre pas protection au pouce et l'expose donc à un risque majeur de blessure lors d'une contrainte excessive ou involontaire sur celui-ci.

**L'entorse aigue du LLU** ou *skier's thumb* (Figure 18 et 19) : Loosemore et al. (2017) montrent que la déchirure du ligament latéral ulnaire (LLU) au niveau de l'articulation métacarpo-phalangienne sur un traumatisme aigue est une des pathologies les plus fréquentes au niveau de la main chez le boxeur, le *striker* et le sportif en général. La lésion résulte d'une hyper-abduction excessive du pouce soit lors d'un impact (en attaquant ou en défendant) soit lors d'une mauvaise réception sur la main le bras en extension (plus rare). Forli et al. (2021) rappellent que l'avulsion survient majoritairement au niveau de l'insertion distale (base de la phalange proximale) avec ou sans arrachement osseux. L'examen clinique permet de classer

---

<sup>13</sup> Wide Awake Local Anesthesia No Tourniquet → Anesthésie locale sans garrot.

l'entorse en termes de sévérité (3 stades). Le gonflement et l'hématome nummulaire caractéristique en regard de l'IP (articulation inter-phalangienne) orientent vers une lésion du LLU. Le test en valgus forcé (bilatéral) permettant d'évaluer la laxité est indispensable. La radiographie est systématique pour vérifier la présence d'une éventuelle fracture. L'IRM est l'examen de choix pour examiner les tissus mous mais l'échographie reste recommandée en première intention. L'arbre décisionnel (Figure 16) établi par Forli et al. (2021) permet de définir un plan thérapeutique en fonction de la présence ou non d'une fracture (stabilité), de la laxité, de la sévérité de la lésion de Stener et de l'effet Stener (Figure 17 et 18).

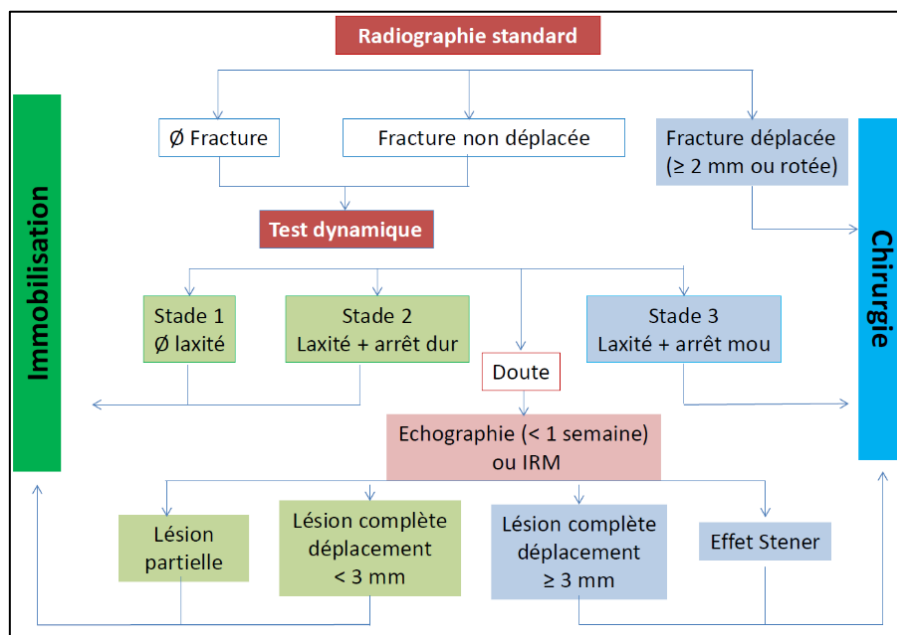


Figure 16 "algorithme de prise en charge des lésions récentes du LLU". (Forli et al., 2021)

Les techniques de réinsertion ligamentaire sont la norme dans la prise en charge chirurgicale (< 4 semaines et réparation primaire). Les techniques de reconstruction sont entreprises pour des lésions ancienne (> 4 semaines). La lésion du LLU non traité peut être à l'origine d'une instabilité chronique, de douleur et d'une perte de force (pince bi et tri-digitale). La fonction de la main diminue favorisant avec le temps l'installation d'arthrose (Forli et al., 2021).

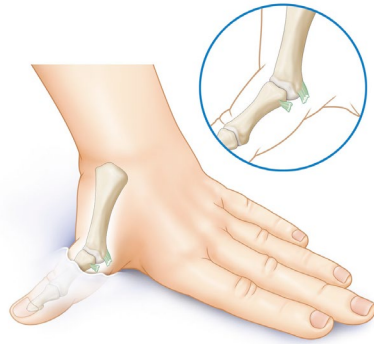


Figure 17 traumatisme en abduction de l'AMP du pouce sur une surface « molle » (Forli et al., 2021)

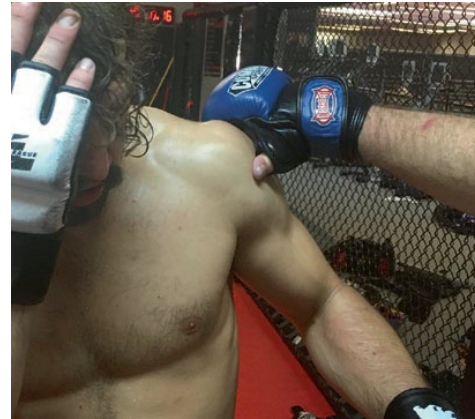


Figure 18 Exemple de mécanisme lésionnel du LLU sur une frappe déviée. (Pomerantz, 2018)

**Les fractures intra-articulaires** de la base du pouce (Figure 19) : Loosemore et al. (2015) rappellent que la fracture de « Bennett » concernant l'articulation trapézo-métacarpienne est particulièrement instable (risque de subluxation par l'action opposée des muscles extenseurs du pouce et du ligament de Haines). Le mécanisme fracturaire vient de l'application d'une force axiale directe impactant le premier métacarpien partiellement fléchi quand le combattant donne un coup avec le poing fermé. L'athlète présente une douleur, un gonflement, un hématome et une perte de fonction de l'articulation trapézo-métacarpienne. La radiographie est l'examen de choix et peut être complété d'un CT scan pour plus de précision. Carender et al. (2019) expliquent que les fractures intra-articulaires de la base du pouce (Bennett et Rolando) doivent recevoir une attention particulière. En effet, les auteurs constatent que la période d'immobilisation est relativement plus longue et la reprise du sport moins rapide en comparaison avec les fractures de la base des métacarpiens des autres rayons. Pour ce type de fracture, Loosemore et al. (2015) expliquent que la chirurgie est un traitement de choix pour éviter les résultats à long terme décevants à la suite d'un traitement conservateur.

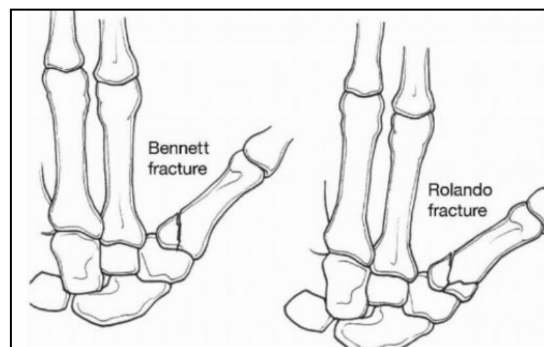


Figure 19 Classification of intra-articular thumb metacarpal fractures (Google images)

**Les luxations** (Badia, 2018) : Les sports de *grappling* (Lutte, JJB) ainsi que les différentes techniques de *grappling* utilisées en MMA entraînent régulièrement des déchirures voire des avulsions complètes des ligaments collatéraux des articulations digitales par un mécanisme de torsion ou de cisaillement du doigt. De plus, chez le combattant, tous les doigts peuvent subir des lésions ligamentaires au vu de la multitude de mécanismes pouvant être à l'origine du traumatisme. De manière plus ou moins involontaire, l'adversaire agrippe, tord ou étire le doigt avant que ne survienne la blessure. Par ailleurs, les ligaments peuvent se léser à cause d'un coup manqué ou une esquive ratée mais aussi par un choc du doigt sur le sol à la suite d'une mauvaise réception de chute.



Figure 20 Luxation dorsale ouverte de l'IPP de Josh Emmet

Le combattant professionnel Josh Emmet (figure 20), garde large et main ouverte, recule pour esquiver un coup de pied retourné de son adversaire. Le pied percute l'annulaire. Emmet finit le combat avec une luxation dorsale ouverte de L'IPP.

À présent, nous allons décrire les lésions survenant au niveau des structures osseuses sur les autres rayons digitaux.

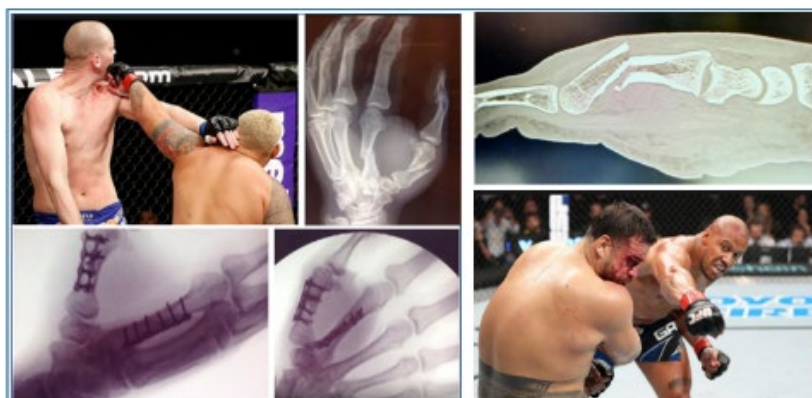


Figure 21 Fracture diaphysaire du 3eme métacarpien de Cyril Gane sur un coup de poing (Google images)

**Les fractures métacarpiennes des doigts longs** (Figure 21) : Carender et al. (2019) s'intéressent, dans une étude sur les données des sports de contact encadrés par la *NCAA*<sup>14</sup> entre 2009 et 2014, à la récupération des fractures opérées ou non des métacarpiens et des phalanges. Les sportifs opérés d'une fracture métacarpienne mettent significativement plus de temps avant de reprendre par rapport aux sportifs non opérés (31,8 jours  $\pm$  29,4 contre 13,8 jours  $\pm$  23,6). Le choix du traitement ou le délai à respecter avant une reprise dans les meilleures conditions ne fait pas consensus pour ce type de fracture. La stabilité d'une fracture est un des critères principaux pour définir la sévérité d'une blessure et déterminer le plan thérapeutique. En effet, le traitement conservateur (orthèse et rééducation) reste privilégié pour les fractures stables des doigts. À l'inverse, les fractures instables doivent être traitées chirurgicalement pour espérer une bonne récupération et une reprise sportive précoce. Les auteurs notent une tendance à recourir majoritairement à la chirurgie (plaque et vis + orthèse) pour les fractures stables ou instables en regard des excellents résultats observés autorisant une reprise rapide de la pratique. Le choix de la thérapeutique des fractures de la main mais aussi l'estimation du retour à la pratique sportive dépendent du mécanisme lésionnel, du type (articulaire ou extra-articulaire), de la stabilité, de l'impact fonctionnel sur la main et de la spécificité de l'utilisation de la main dans le contexte sportif. Les recommandations quant à l'autorisation de la reprise sportive dans des conditions optimales restent empirique et subjective. Les résultats de l'étude de Venter et al. (2017) montrent que la fracture métacarpienne est la principale blessure responsable de l'allongement de la durée de la période d'inactivité dans une population de combattant de MMA. Carender et al. (2019) observent que les sportifs opérés pour une fracture des métacarpiens reprennent significativement moins rapidement leur sport. Nous précisons qu'une fracture sévère tend logiquement à orienter le chirurgien vers une prise en charge opératoire. Nous pouvons donc penser qu'une fracture sévère met potentiellement plus de temps pour guérir et donc allonge la durée de la période d'inactivité. Le taux de complications post-opératoires peut aussi expliquer l'allongement du temps d'inactivité (raideur articulaire, pseudarthrose, débricolage, infection). Les fractures opérées ont dans cette étude donc plus de chance de présenter une période de convalescence plus longue et, de ce fait, une reprise plus tardive du sport en comparaison avec les fractures non-opérées.

**La fracture du col du cinquième métacarpien** : Elle est décrite comme la fracture du « mauvais boxeur » ou du boxeur débutant. Loosemore et al. (2015) expliquent que la force de

---

<sup>14</sup> National Collegiate Athletic Association

compression axiale générée par l'impact du coup de poing va courber dorsalement le cinquième métacarpien (relativement mobile) jusqu'à la fracture. Une radiographie permet de déterminer l'inclinaison du fragment fracturé et de définir le plan thérapeutique. Pour les athlètes, la stabilité de la fracture doit être optimale pour permettre de récupérer une amplitude de mouvement complète et reprendre le sport rapidement. Le réalignement de la tête du métacarpien est fait par réduction fermée ou ouverte (broche, vis ou plaque vissée) en fonction de l'angle de bascule.

**La fracture de protection** : Le pratiquant de Taekwondo peut présenter des fractures au niveau de l'ulna et de la main principalement lors du blocage des coups de pied (Drury et al., 2017). Ce type de fracture peut très bien se retrouver chez le pratiquant de MMA.

### 3.1.2 Le coude

Les principales lésions pouvant survenir dans cette région anatomique sont en lien avec des techniques de *grappling*/soumission (*arm bar*, *kimura* et *Americana*) ou du fait d'une mauvaise réception sur une projection. Ces mécanismes peuvent entraîner des douleurs, des lésions ligamentaires avec une perte de stabilité plus ou moins importante (de l'entorse à la luxation) et/ou des lésions tendino-musculaires voir osseuses.

Nous retrouvons essentiellement des **pathologies ligamentaires** à la suite de l'application d'une clé articulaire : Un *arm bar* brutal peut impacter la stabilité du coude et celle-ci doit être vérifiée. La douleur et la perte de mobilité pousse l'athlète à la consultation. Les chutes avec réception sur la main bras tendu peuvent aussi engendrer des lésions ligamentaires traumatiques.

**La lésion aigue du LCU** (Figure 22) : L'étude de Ramos et Limpisvasti (2019) s'intéresse aux lésions du ligament collatéral ulnaire (LCU) en comparant des athlètes qui pratiquent des sports de lancer et d'autres des sports de contacts incluant le MMA. Pour les sports de contact, la lésion du LCU à la suite d'une contrainte forcée du coude en valgus correspond souvent à une atteinte « simple » du faisceau antérieur (lésion localisée à un seul endroit et intégrité des tissus alentours respecté). Selon CarrII (2021), l'incidence sur le pronostic de récupération et la prise de décision thérapeutique est faite en fonction de la déchirure (partielle, complète et avulsion) et de la localisation de la lésion (proximale, en plein corps et distale). Les scores de Conway, Andrews-Timmerman ou Andrews-Carson sont utilisés

pour évaluer la sévérité d'une lésion du LCU. Pour les lésions traumatiques aiguës, Ramos et Limpisvasti (2019) concluent que le traitement conservateur est un choix de première intention car le ligament ne subit pas des stress répétés en valgus sur du long terme. CarrII (2021) rapporte qu'en cas d'échec du traitement conservateur après 4 à 6 semaines, La réparation du LCU est préférable à la technique de reconstruction pour les lésions partielles et proximales (grade 1 et 2). En effet, le retour à la pratique du sport serait plus rapide (4 à 6 mois contre 11 à 20 mois). Cependant, la reconstruction reste actuellement le « *Gold Standard* » et l'option la plus intéressante pour les lésions étendues et complexes que l'on retrouve préférentiellement chez les pratiquants de sports de lancer. La lésion intra-articulaire est de moins bon pronostic et conduit à une moins bonne récupération. Le manque de littérature concernant la réactualisation prometteuse de la technique de réparation du LCU pour les cas de lésions traumatiques aiguës continue à orienter les chirurgiens vers la reconstruction. Le « *Mayo Elbow Performance Score* » (MEPS) permet de faire l'évaluation clinique (douleur et fonction) du coude après une intervention chirurgicale (CarrII, 2021).

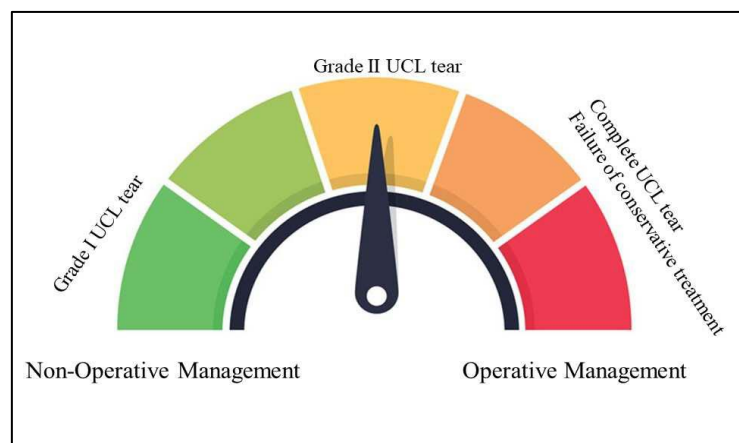


Figure 22 Indications de prise en charge des déchirures du LCU du coude (Carr et al., 2020)

Comme nous l'avons décrit précédemment, une mauvaise réception sur la main avec le bras tendu à la suite d'une projection ou une amenée au sol peut entraîner une subluxation voire une luxation du coude. Certaines clés de bras exécutées avec puissance peuvent dans de rares cas entraîner une luxation.

**Luxation et subluxation** (Updegrave & Armstrong, 2022) : Nous allons décrire ici la luxation simple (sans atteintes de structures osseuses). La luxation peut impacter deux articulations (ulno-humérale et radio-humérale), deux structures ligamentaires (faisceaux antérieurs du LCU et complexe du LLR) et deux lieux d'insertions tendineuses (fléchisseurs communs et extenseurs communs). Les structures ligamentaires latérales sont presque toujours

lésées. De plus, les lésions progressent depuis le complexe LLR en passant par les capsules antérieur et postérieur pour finir par la rupture du LLU (la direction de la luxation est majoritairement postéro-latérale). L'examen clinique ne doit pas négliger les lésions neurologiques ni vasculaires. Les principales techniques d'imagerie sont utilisées pour l'examen paraclinique. Le plan thérapeutique pour la luxation simple se base sur le caractère réductible ou non de la luxation mais aussi sur la stabilité statique et dynamique (flexion de 60° jusqu'à la fin de course) de l'articulation. La réduction fermée est faite en première intention si les différents examens ne l'excluent pas. Les luxations irréductibles ou réductibles mais instables vont nécessiter une prise en charge chirurgicale. Un coude qui ne récupère pas sa stabilité complète, en statique mais surtout en dynamique, après plusieurs semaines de traitement conservateur est réorienté vers une prise en charge chirurgicale (rare).

**La terrible triade du coude** (Ashmyan & Lashgari, 2022) : Ce terme implique la luxation postérieure du coude associée à une fracture (tête radial et apophyse coronoïde) et une déchirure du complexe formant les ligaments collatéraux latéraux (LLR). Cette luxation est considérée comme complexe (atteintes des tissus mous et des structures osseuses notamment ostéo-chondrale). Les examens (clinique et paraclinique) seront très minutieux et étendus aux régions adjacentes (épaule et poignet). La terrible triade nécessite systématiquement (99%) une prise en charge chirurgicale. Des tests tels que le DASH<sup>15</sup> score, le questionnaire PREE<sup>16</sup> et UEFI<sup>17</sup> peuvent être utilisés pour évaluer la fonction du coude. Les résultats fonctionnels ne sont pas toujours compatibles avec la reprise du sport en compétition.

### 3.1.3 Le complexe articulaire de l'épaule

Les différents styles et phases d'action de combat peuvent impacter l'épaule. Nous avons décrit, dans la partie précédente, les différents mécanismes lésionnels avec précision. Par exemple, une mauvaise réception à la suite d'une projection peut mettre à mal l'épaule, une technique de soumissions agressive ou une luxation sur un coup de poings à cause d'une épaule instable. Les lésions peuvent être d'origines traumatiques et non traumatiques impliquant la survenue aiguë ou une situation d'installation progressive qualifiée de survenue chronique.

---

<sup>15</sup> *Disabilities of the Arm, Shoulder, and Hand Score.*

<sup>16</sup> *Patient Rated Elbow Evaluation Score.*

<sup>17</sup> *Upper Extremity Functional Index.*

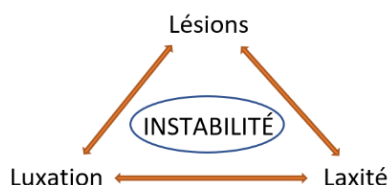


Pour rappel, l'articulation de l'épaule est la plus mobile du corps ce qui offre la possibilité de mettre en œuvre un grand nombre de techniques de combat mais, cette particularité la rend ainsi plus vulnérable aux blessures. La stabilité de l'articulation est assurée par la coiffe des rotateurs, les ligaments et le labrum glénoïdien.

Nous allons présenter les différentes pathologies traumatiques et non traumatiques retrouvées (liste non exhaustives) chez le combattant de MMA en compétition et à l'entraînement. Ces pathologies seront présentées en parallèle des différentes options thérapeutiques existantes ainsi que leurs évaluations et les examens d'imageries associés. Nous observons des lésions des tissus mous (ligaments, tendons et muscles), des structures osseuses et cartilagineuses mais également les structures nerveuses et vasculaires. En outre, les lésions peuvent être articulaires et extra-articulaires entraînant des conséquences fonctionnelles différentes.

**Luxation/subluxation et instabilité** : au préalable, il est indispensable de déterminer le contexte dans lequel se trouve l'athlète :

- Toute première luxation
- Luxation récurrentes (> 2) non traitées (hyperlaxité par exemple)
- Récidive de luxation après l'échec d'un traitement de stabilisation conservateur et/ou chirurgicale



À la croisée des chemins entre la lésion traumatique aiguë et la lésions d'*overuse* chronique, nous retrouvons le concept d'instabilité. Une blessure au niveau du complexe articulaire de l'épaule entraîne une certaine instabilité et l'instabilité peut provoquer des lésions à plus ou moins long terme. L'analyse de UFC Institute performance (2021) évoque l'instabilité antéro-inférieure avec ou sans lésion du labrum avec pour origine des techniques de *grappling* et de soumissions. Les auteurs rapportent, à la suite de techniques de soumissions, des cas d'instabilité ligamentaire aiguë (entorse) par subluxations et des cas d'instabilités chroniques. L'instabilité peut-être la résultante d'un traumatisme direct (aiguë) au niveau de l'épaule mais aussi d'une dégénérescence liée à des sur-sollicitations chroniques. Le traitement de l'instabilité est intrinsèquement lié à/rejoint souvent celui des luxations. Evidement le choix du plan

thérapeutique est déterminé en fonction des lésions observées au niveau du complexe articulaire de l'épaule.

La luxation antéro-inférieure (Figure 23) survient très fréquemment dans les sports de contact et notamment chez les combattants (Ozturk et al., 2018). La luxation antérieure traumatique ainsi que la subluxation peuvent entraîner des atteintes au niveau des structures assurant l'intégrité de l'articulation (éléments passifs : ligaments, labrum, surfaces osseuses et éléments actifs : tendons de la coiffe). Le traumatisme va avoir pour conséquence de rendre l'articulation gléno-humérale plus ou moins instable. L'athlète qui se luxe l'épaule est dans l'incapacité de lever le bras et de l'envoyer vers l'avant. Une luxation qui ne se réduit pas spontanément impose l'arrêt du combat (impossibilité de mener une attaque ou de défendre avec le bras). Néanmoins, il n'est pas rare de voir des membres de l'équipe du combattant tenter de réduire la luxation pendant le combat ou à la salle d'entraînement. Il est très fortement déconseillé de réaliser cette manœuvre dans un contexte non médicale. Nous verrons que les conséquences peuvent être graves pour l'athlète si un certain nombre de précaution ne sont pas respectées.

Lors de la survenue d'une luxation par mécanisme direct ou indirect, la manœuvre de réduction de l'épaule doit être entreprise uniquement après un premier contrôle radiologique pour exclure une éventuelle fracture (fausse luxation ou luxation-fracture) → risque d'aggravation de la fracture et de lésions nerveuses (plexus brachial et nerf axillaire). Des complications nerveuses et vasculaires (artère axillaire) doivent être recherchées. Ozturk et al. (2018) rappellent que le risque d'une atteinte de la coiffe des rotateurs après une luxation augmente avec l'âge (vigilance à 40 ans même chez le sportif et rare chez le jeune sportif).

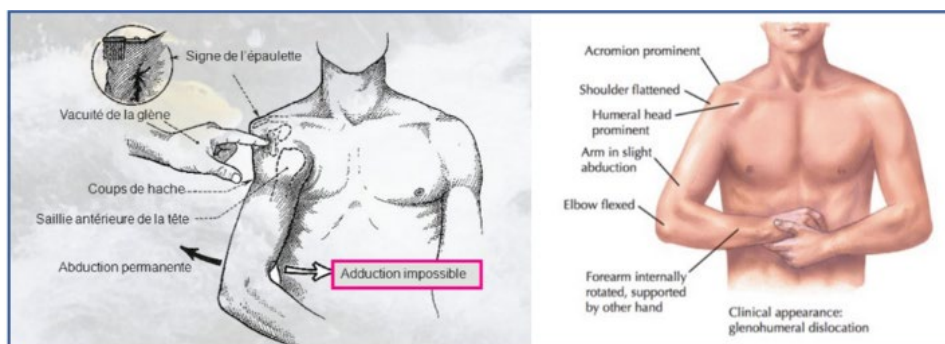


Figure 23 Evaluation clinique de la luxation antérieure de l'épaule (Google images)

*Examen paraclinique* : L'arthroscanner semble plus approprié que l'IRM.

*Traitement* : La décision visant à déterminer le plan thérapeutique (conservateur et/ou chirurgical) est prise après une évaluation minutieuse du complexe articulaire de l'épaule et des régions adjacentes impactées à la recherche de lésions associées. Dans le cas d'une luxation « simple », la réduction (Meopa voir anesthésie général) est suivie d'un second contrôle radiologique pour vérifier la congruence des surfaces articulaires. Le traitement conservateur reste l'option de choix en première intention si l'athlète ne présente pas d'antécédent de luxation et que la sévérité de la luxation ne l'impose pas. Exceptionnellement, une prise en charge chirurgicale en première intention ou programmée après la fin du traitement conservateur peut être proposée en fonction des échéances de l'athlète et de son tableau lésionnel (Ozturk et al., 2018).

Un arbre décisionnel (Figure 24) est proposé pour choisir la prise en charge chirurgicale la plus adaptée après un deuxième épisode de luxation chez le sportif.

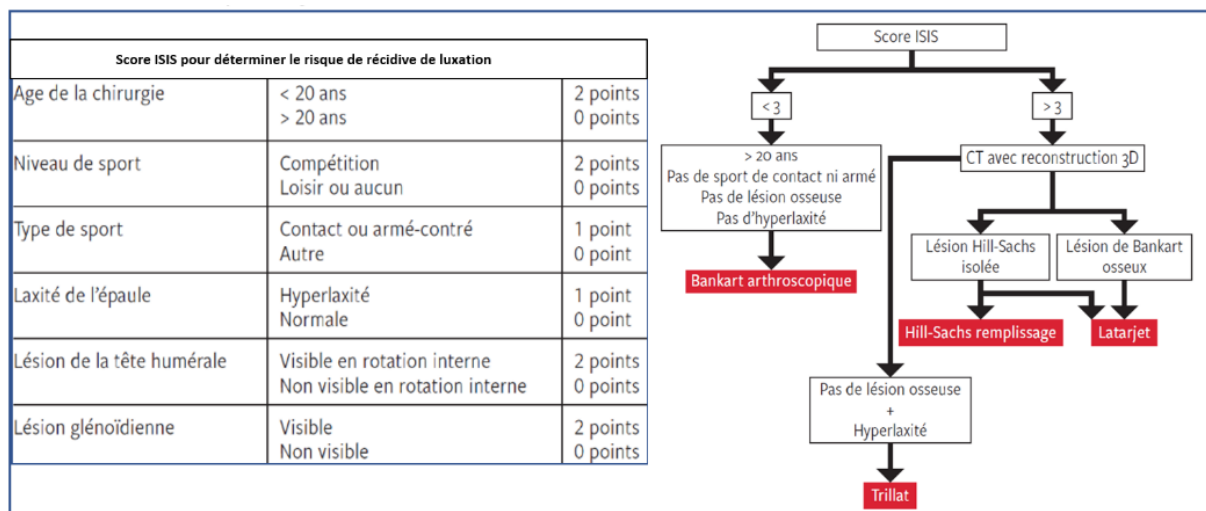


Figure 24 Score ISIS et algorithme de traitement (Ozturk et al., 2018)

Le traitement chirurgical de la luxation antérieure, induite par les différentes techniques autorisées en MMA, entraîne le plus souvent une déchirure de la partie antérieure du labrum (bourselet glénoïdien) chez le sujet jeune → lésion de Bankart. Cette lésion peut présenter une mauvaise cicatrisation entraînant alors une instabilité allant vers la chronicité. De plus, la déchirure peut redescendre sur le tendon du long biceps entraînant une perte de force (explication dans la partie mécanisme). Une déchirure sévère du labrum avec un schéma de luxation à répétition se voit orienter vers l'option chirurgicale afin de stabiliser l'épaule.

L'intervention de Bankart visant à réparer le labrum et les éléments de la capsule est une des plus fréquentes. Cependant, certains facteurs de risque de récurrence de luxation après une

réparation arthroscopique selon Bankart sont mis en évidence. Verweij et al. (2021) montrent, dans une revue systématique avec méta-analyse portant sur 4582 épaules opérées selon Bankart, que l'âge ( $\leq 30$  ans + et  $\leq 20$  ans +++), la lésion de Hill-Sachs engageante ou non (encoche humérale sur impaction lors de la luxation), la perte de substance osseuse glénoïdienne,  $> 1$  luxation avant l'opération,  $> 6$  mois entre la lésion et l'opération, ISIS  $> 6$  (*Instability Severity Index Score*) sont des facteurs de risques prédisant significativement la survenue d'une nouvelle luxation. Les combattants de MMA utilisent de nombreuses techniques contraignantes pour leurs épaules. Il est donc essentiel de connaître les facteurs de risques pour sélectionner la technique apportant le plus de sécurité et de fonctionnalité pour l'athlète en fonction son niveau la pratique. Une grande partie des combattant de MMA peuvent cumuler un certain nombre des principaux facteurs de risque favorisant les récurrences de luxation après la procédure de Bankart. Selon les caractéristiques de la lésion (profil de la blessure) et le profil de l'athlète, d'autres techniques chirurgicales peuvent être envisagées.

La technique de verrouillage bipolaire (Bankart + capsuloténodèse de l'infra-épineux dans l'encoche  $\rightarrow$  remplissage) dans le cadre de lésion de Hills-Sachs non engageante peut être proposée. Domos et al. (2019) expliquent qu'un déficit d'amplitude (rotation externe) et de force persiste après l'opération sans toutefois avoir d'impact fonctionnelle majeure chez des athlètes professionnels dans des sports de contact. Valenti et al. (2015) précisent que cette intervention prévient difficilement les luxations quand la lésion est engageante.

Ranalletta et al., (2017) montrent que la pratique du MMA sollicite grandement l'articulation gléno-humérale et que l'épaule peut être soumise à des chocs violents entraînant une augmentation du risque de récurrence après une chirurgie de stabilisation antérieure (ouverte ou arthroscopique) pouvant ainsi compromettre la reprise de la pratique. Les auteurs constatent que toutes les récurrences sont survenues à la suite d'un traumatisme impactant fortement l'épaule soit avec un autre combattant soit avec le sol lors d'un entraînement ou d'une compétition.

Le choix de la technique de Latarjet est guidé par certains facteurs anatomiques comme la présence de lésions osseuses au niveau de la glène (réduction de la surface articulaire) et/ou de l'humérus (risque d'engagement). Les facteurs athlètes-dépendants sont également pris en compte. Nous détaillerons par la suite les différents critères qui influencent le choix de cette technique chez le sportif.

Pour l'instabilité antérieure chronique, la stratégie opératoire est mise en place après la détection et l'évaluation de 3 lésions anatomique spécifiques (Camus et al., 2018) :

- La distension capsulo-ligamentaire antéro-inférieure et la désinsertion labrale
- La perte de substance osseuse glénoïdienne antéro-inférieure
- L'encoche osseuse huméral (lésion de Hill-Sachs)

Le nombre de luxation pré-opératoire influence négativement les résultats fonctionnels obtenus après la procédure de Bankart. En effet, plus ce nombre de luxation est élevé plus les taux de récurrence et de reprise chirurgicale en post-opératoire augmentent (Hardy et al., 2020). Les auteurs expliquent que les luxations récurrentes altèrent probablement en amont la qualité des tissus réparés lors de l'intervention

La réparation selon Bankart + remplissage, en cas de lésion de Hill-Sachs engageante associée à une perte de substance glénoïdienne < 25 %, montre de meilleurs résultats sur l'instabilité antérieure par rapport à la technique de Bankart isolée en limitant le risque de récurrence de luxation et d'instabilité résiduelle (luxation et subluxation récurrente, appréhension). Cependant, Paul et al. (2022) expliquent que la technique de Latarjet limite la sensation subjective d'instabilité postopératoire par rapport à la technique de Bankart + remplissage sans toutefois impacter les délais avant la reprise du sport pour sur population de jeune actif.

Les très jeunes athlètes pratiquants des sports de contact montrent des résultats plus aléatoires quant à la reprise du sport à leur niveau d'avant la blessure après une stabilisation antérieure par la technique de Bankart simple.

L'étude de Hardy et al. (2020) comparent les résultats fonctionnels après la procédure de Latarjet chez des patients présentant une luxation pour la première fois et d'autres présentant des épisodes récurrents de luxation. Le nombre de luxation pré-opératoire n'influence pas les résultats fonctionnels postopératoire chez des patients opérés selon la technique de Latarjet.

Davey et al. (2021) comparent les résultats fonctionnels de la procédure de Latarjet dans trois situations chez des athlètes : première intention après une luxation, luxations récurrentes et reprise d'une première stabilisation chirurgicale. Une réintervention chez des compétiteurs par la procédure de Latarjet à la suite de l'échec d'une première stabilisation chirurgicale montrent un taux de reprise du sport plus faible et un taux de récurrence de luxation plus important en comparaison avec des compétiteurs opérés avec la technique de Latarjet en première intention. Les luxations répétées peuvent également provoquer des lésions osseuses associées (perte osseuse glénoïdienne importante (> 25 %) ou des lésions de Hill-Sachs secondaire à une instabilité antérieure) → Reconstruction : butée de Latarjet avec transfert de l'apophyse

coracoïde pour reconstruire la lésion osseuse et rétablir stabilité. L'idée ici est d'encourager la procédure de Latarjet s'il y a un risque de récurrence de luxation

Une contrainte unique ou la répétition de contrainte pendant une période plus ou moins longue sur le complexe « labrum- long tendon du biceps » peut entraîner une faiblesse qui impacte l'ensemble des éléments composants la chaîne cinétique du membre supérieur (Molnár et al., 2020). Les membres supérieurs se retrouvent à porter le poids du corps et les épaules sont soumises à une charge d'impact élevées.

Nous n'aborderons pas les lésions de la coiffe des rotateurs rarement traumatique mais plutôt observée lors d'un *overuse syndrome*. Nous avons tout de même conscience de l'importance rôle majeur de la coiffe sur la stabilisation statique et dynamique de l'articulation gléno-humérale.

**La disjonction acromio-claviculaire (DAC) :** Robertson et Maffulli (2021) rappellent que les DAC représentent 40 à 50% des lésions de l'épaule dans les sports de contact. Le traitement reste le traitement de choix mais l'option thérapeutique reste déterminée par la sévérité de l'atteinte. La classification radiographique de Rockwood définit les lésions de l'articulation A-C) en 6 grades selon l'étendue des lésions et la direction du déplacement. Le signe de la « touche de piano » alerte sur la gravité de la lésion. Le test de l'écharpe est positif → douleur lors de la flexion et de l'adduction de l'épaule. Le traitement chirurgical est indiqué lorsque la clavicule effectue un mouvement postérieur afin de stabiliser celle-ci. L'avis du chirurgien est indispensable pour le déterminer le choix thérapeutique pour les grades 3 et 4. La chirurgie est nécessaire à partir du grade 5. Le traitement conservateur favoriserait une reprise plus précoce du sport mais un risque de prise en charge chirurgicale tardive semble non négligeable. A contrario, la tendance montre une préférence à la chirurgie en première intention pour des lésions aiguës (< 4 semaines) pour les athlètes *overhead* et pratiquants les lancers (limiter la dyskinésie scapulaire et les douleurs persistantes). Les résultats à 1 mois post-chirurgie sont encourageants en termes de douleur et de mobilité. La chirurgie en 2<sup>ème</sup> intention allongerait les délais de récupération de l'athlète.

**Les fractures et les lésions cartilagineuse :** La fracture de la clavicule requiert une prise en charge chirurgicale dans la plupart des cas et en urgence. En effet, la fracture déplacée peut entraîner un raccourcissement du moignon de l'épaule pouvant être à l'origine

d'une compression nerveuse. Il est essentiel que la prise ne charge soit rapide car la lésion peut devenir irréversible (greffe compliquée). L'intégrité de l'insertion du grand pectoral peut être impacté. L'acte chirurgical permet de stabiliser la fracture à l'aide d'une plaque vissée. Chez le patient jeune et sportif, le retrait de la plaque est recommandé car une nouvelle fracture en bout de plaque rendrait son retrait impossible.

L'UFC institut performance (2021) relève dans son analyse des lésions du cartilage glénoïdien ou tête huméral à hauteur de 6%.

Nous exposons ici la fracture de l'humérus subie par Antonio Nogueira (Figure 25) à la suite d'une clé articulaire. C'est une *kimura* qui, par sa nature rotationnelle et la rencontre entre les forces musculaires de l'attaquant et l'intensité de résistance pour défendre la clé, a engendré une fracture spiroïde au niveau de l'humérus. Le nerf radial est atteint également avec une faiblesse au niveau du pouce, essentiellement. Le chirurgien a posé une plaque vissée (16 vis) et effectué une microchirurgie nerveuse. Notons que les cas de fracture restent rares étant donné que les combattants peuvent utiliser le *tap out* et ainsi limiter la survenue et la gravité des lésions.



Figure 25 Fracture d'Antonio Nogueira sur une Americana (Google images)

Les douleurs au niveau de l'épaule sont une part non négligeable des gênes rapportées par les combattants (UFC tome 2). Les origines de ses douleurs peuvent être très diverses, parfois mal identifiées et touchent toutes les structures de l'épaule. Nous aborderons ici les douleurs faisant suite à des mécanismes chroniques (*overuse*).

**La raideur postérieure de l'épaule ou *GIRD*<sup>18</sup>** (Cools et al., 2021) : Cette raideur capsulaire postérieure associée à une contracture de la musculature postérieure fait suite des micro-

---

<sup>18</sup> *Glenohumeral Internal Rotation Deficit*.

traumatismes répétés entraînant une mauvaise cicatrisation des tissus mous. Les athlètes *overhead (stricker)* sont particulièrement concernés.

L'examen clinique révèle une diminution de l'adduction transversale de l'articulation G-H et de la rotation interne. Cette raideur favorise les conflits (*shoulder impingement*) et des pathologies du labrum. L'infra-épineux doit être examiné et l'IRM peut mettre en évidence des signes précoces de tendinopathie. Le traitement consistant à étirer la musculature postérieure montre de bons résultats. L'entraînement du mécanisme de décélération musculaire via les rotateurs externes semblent également être une piste de traitement.

### 3.1 Du point de vue du kinésithérapeute

Maintenant que nous avons exposé les différentes options thérapeutiques, nous pouvons argumenter sur le rôle du kinésithérapeute dans la prise en charge des athlètes blessés pratiquant le MMA. Le premier rôle est d'accompagner l'athlète en curatif après la prise en charge médicale ou chirurgicale. Notre objectif n'est pas ici de faire un résumé de tous les protocoles existants pour les différentes pathologies rencontrées du membre supérieurs chez le pratiquant de MMA. Nous partons du principe que l'athlète est orienté vers une structure spécialisée offrant une prise en charge optimale.

L'objectif principal de cette section est d'optimiser la rééducation afin de permettre un retour à l'entraînement et à la compétition dans des conditions idéales. Les combattants, à l'instar de nombreux sportifs, ont du mal à accepter la blessure et la mise à l'écart forcée de la pratique sportive normale. La reprise est parfois prématurée et, dans les cas extrêmes, l'athlète n'a jamais interrompu ses entraînements. Il est impératif de minimiser le déconditionnement en adaptant l'entraînement de l'athlète blessé. Il est important d'expliquer les risques d'aggravation de la lésion et l'éventuel chronicisation de celle-ci. Des compensations peuvent aussi se mettre en place ce qui implique un risque de blessure sur des régions anatomiques préalablement saines. Le kinésithérapeute a aussi un rôle de vigilance à observer et il est important de maintenir un contact régulier avec l'ensemble de l'équipe médicale afin de rendre compte des observations en lien avec l'évolution de la prise en charge. Nous aborderons le rôle important que le kinésithérapeute peut avoir en matière de prévention dans la partie suivante. Nous pouvons aussi signaler l'importance de la transmission de l'information et du processus de prise de décision en accord avec les différents intervenants qui entourent l'athlète appartenant au domaine médical ou non.



Le combattant subissant une blessure au niveau des membres supérieurs ou ailleurs (prise en charge chirurgicale ou non) cherche à récupérer ses différentes qualités physiques afin de reprendre sa pratique à son niveau « pré-blessure » voir au-dessus. Nous devons donc faire une estimation du moment où l'athlète est apte à la reprise du sport. Pour estimer, nous avons besoins de données objectives. Nous devons donc évaluer l'athlète et sa fonction pour autoriser la reprise. Les tests doivent aider à déterminer le moment où l'athlète peut reprendre sa pratique sans restriction (entraînement et/ou compétition) en minimisant les risques de récurrence de blessure.

Fares, Khachfe, et al. (2022) proposent des tests spécifiques aux membres supérieurs pour guider la rééducation et faire une estimation de la durée potentielle avant la reprise du sport. Néanmoins, ces tests restent des indicateurs de l'évolution de la récupération mais ne peuvent pas certifier de la récupération complète de l'athlète ni de la récupération de son niveau de performance sportive antérieur à la blessure.

Dans les phases précoces Cools et al. (2021) expliquent que le kinésithérapeute doit établir la structure et les échéances du programme de rééducation en se basant davantage sur les éléments qui entretiennent le déficit fonctionnel de l'athlète comme la douleur, les faiblesses ou le niveau d'irritabilité (réaction par rapport à l'exercice) des tissus mais aussi sur les objectifs en lien avec ses attentes. La gestion optimale de ces paramètres permet d'avancer efficacement vers la reprise du sport. Evidemment, le contrôle est plus simple à mettre en place dans un cabinet de kinésithérapie mais beaucoup moins dans le cadre d'un combat de MMA et de la multitude de scénarios possibles. Les auteurs évoquent la notion de continuum « contrôle-chaos » et la notion de continuum « rééducation- reprise du sport ».

Otley et al. (2022) souligne le caractère souvent imprécis, peu spécifique et subjectif des critères pour prendre une décision sur la reprise du sport. Le délai de six mois avant la reprise est traditionnellement avancé. Ce délai ne donne pas d'information sur les progrès fonctionnel de l'athlète ni son aptitude à la reprise sportive. Seulement, la progression est rarement accompagnée par des outils d'évaluation objectifs où l'athlète évolue par pallier prédéfini par des valeurs seuils nécessaire à atteindre avant la reprise de la pratique sans aucune restriction. Les auteurs avancent que la validation des tests permet de réduire par cinq le risque d'une récurrence d'instabilité d'épaule (22% vs 5% de récurrence). Les tests de force avec (isocinétisme, dynamomètre) ou sans outils doivent faire partie de la batterie de tests au même titre que les tests fonctionnels. En effet, il existe un risque que l'athlète reprenne avec un déficit de force si aucun test n'est mis en place pour évaluer celle-ci. L'approche doit donc être rigoureuse et

stratégique. Les repères dans l'avancement de la rééducation sont indispensables pour mettre en évidence les déficits et déterminer le moment adéquate pour autoriser la reprise du sport. Nous pouvons donc diviser la phase post blessure en 3 parties (Otley et al., (2022) :

- La rééducation traditionnelle
- L'évaluation objective : tests de détection pour intervenir et détermination des capacités de progression
- Intégration dans une pratique fonctionnelle à l'entraînement et en compétition

### **Les prérequis après une rééducation bien conduite selon Otley et al. (2022) :**

- Intégrité des structures lésées
- Amplitude complète de mouvement sans douleur  
→ pas d'incapacité dans les AVQ<sup>19</sup> (non sportive) essentielles pour réaliser la batterie de tests de reprise du sport positionnement sans gêne ni contrainte pour les tissus mous. La douleur n'est pas toujours un facteur limitant pour la reprise du sport mais bien pour la performance.
- Condition physique globale correcte du tronc, des membres inférieurs et du membre controlatéral ainsi que des capacités métaboliques.
- Garder en mémoire l'origine de la blessure : traumatisme aigue ou *overuse*  
→ définir les priorités : accompagner un retour progressif (ex : lutte après une luxation) ou réévaluer la charge d'entraînement (tendinopathie chronique chez un boxeur).
- Définir précisément les attentes et les objectifs de l'athlète : partir de la fin !  
→ retrouver son niveau d'avant la blessure et récupération complète de la blessure.

### **Condition et choix des tests selon Schwank et al. (2022) et Otley et al. (2022) :**

- Domaine à investiguer : douleur, amplitude active de mouvement articulaire, force, puissance et endurance (performance), chaine cinétique, préparation mentale, spécificité du sport
- Tests spécifiques à la tâche, au sport (la dernière étape à valider pour une reprise sans restriction) et à l'athlète afin de planifier la reprise.
- Origine : Nécessité de connaître précisément le mécanisme à l'origine de la lésion dans le contexte sportif de l'athlète

---

<sup>19</sup> Activité de Vie Quotidienne

- Détection des déficits → les tests doivent mettre en évidence un éventuel déficit ou « maillon faible » qui pourrait être dangereux lors de la reprise du sport (ex : évaluer les différents paramètres comme la stabilité, l'endurance ou l'appréhension entre autres dans le mouvement à l'origine de la lésion)
- Prévenir : les récurrences et l'apparition de compensations séquellaires. La sécurité dans la pratique est primordiale.
- Régularité des tests : une fois par semaine à l'aide d'outils de mesures standardisés fiables et reproductibles (simples, peu chronophages et transportables)
- Idéalement → Intérêt de constituer une base de valeurs de référence (avant la blessure)

### **Choix des exercices selon Schwank et al. (2022) :**

- Approche holistique : garder l'esprit ouvert ! Le renforcement d'une chaîne cinétique améliore la mécanique scapulaire, par exemple.
- Adaptabilité : la sélection des exercices dépend de la spécificité de la blessure (profil de la blessure) et de l'avancement de l'athlète dans la rééducation. Une disjonction acromio-claviculaire supporte les exercices en chaîne cinétique ouverte dès le départ alors que les exercices en chaîne cinétique fermée à faible charge sont plus adaptés au départ dans les cas d'instabilité antérieure.
- Progression : type d'exercices, charge des contraintes et de l'entraînement, angle de travail. Les exercices pliométriques sont appropriés à toutes les phases en les adaptant. Au fur et à mesure, la contrainte tend à cibler la zone réellement concernée par la nécessité du sport. Au départ, un seul plan de travail en allant vers un travail gestuel spécifique au sport (multidirectionnelle).

**Rééducation, retour à la pratique et spécificités du MMA :** Le MMA, un cas particulier de sport « hybride » ! L'utilisation des membres supérieurs varie en fonction des différentes phases et mécanismes d'action des athlètes lors du combat. Par exemple, le *jab* peut nécessiter des qualités de vitesse et de puissance mais la lutte peut requérir stabilité et résistance. Le MMA est un sport hybride où les amplitudes nécessaires vont varier en fonction du combattant et du scénario du combat. Une grande stabilité de la chaîne cinétique est requise lors de l'impact des coups, la capacité à être puissant lors de la projection d'un adversaire ou explosif pour casser la distance en allant chercher l'adversaire lors d'une prise de *takedown*.

Otley et al. (2022) soutiennent l'importance de considérer les paramètres intrinsèques du mécanisme lésionnel comme la chaîne cinétique (ouverte ou fermée) impliquée lors de la lésion. Le MMA présente aussi bien des phases d'action en chaîne cinétique ouverte lorsque la main bouge librement dans l'espace (*striking*) que des phases d'action en chaîne cinétique fermée (*grappling*, lutte, projection) où la main fait face à une résistance lors de la génération de force par la chaîne brachiale. Par exemple, une *kimura* peut impliquer une contrainte sur l'épaule en chaîne fermée (main de l'adversaire plaquée au sol lors de la réalisation de la clé) mais aussi une contrainte en chaîne ouverte quand l'adversaire tente de résister avec la main libre de mouvement (*kimura* faite quand l'adversaire est sur le côté, par exemple). Les tests fonctionnels doivent donc pouvoir évaluer les différentes contraintes, en chaîne cinétique ouverte et fermée, que nous retrouvons dans toutes les phases d'action du MMA. La variété des techniques du MMA obligent le combattant à être fort dans des amplitudes de mouvement parfois extrême. Schwank et al. (2022) expliquent que la biomécanique du *striking* active la chaîne cinétique. L'activation efficace de la chaîne cinétique brachiale permet de transférer de manière optimale l'énergie cinétique en énergie mécanique et favorise ainsi la performance. Un maillon faible peut impacter toute la chaîne. Il est donc essentiel d'identifier les *patterns* des mouvements inadéquates à tous les niveaux de la chaîne cinétique pour les corriger. La correction passe par un travail des gestes spécifiques : rééducation fonctionnelle avec réintégration progressive du geste sportif. Un travail technique de séquençage du geste permettant une prise de conscience nécessaire à l'autocorrection. L'imagerie mentale et l'analyse vidéo sont des outils efficaces.

**Évaluer la performance :** Ce point est essentiel car la performance de l'athlète qui reprend la compétition ou l'entraînement après une blessure met en évidence l'efficacité de la prise en charge de l'athlète. Kingery et al., (2021) proposent d'évaluer la performance en regardant le pourcentage de victoire sur les trois combats post blessures. Nous pourrions, par exemple, comparer ces résultats par rapport au pourcentage de victoire sur les trois combats précédents la blessure ou l'ensemble des victoires en combat de l'athlète.

### 3.2.1 La main et le poignet

***Le Boxer's knuckle*** : Matharu et al. (2022) proposent un protocole de rééducation en vue d'une reprise de la boxe en compétition. Les athlètes sont invités à la mise en charge progressive de la main et du poignet entre 4 et 8 semaines pendant la cicatrisation. Les impacts légers et contrôlés sont autorisés entre 8 et 12 semaines. La mise en charge progressive consiste à suivre un parcours aux étapes prédéfinies :

- Sac de frappe rempli d'eau
- Sac de frappe classique, souple au départ puis de plus en plus dense
- Utilisation des *pads* de boxe avec l'entraîneur
- Reprise du travail technique en *sparring* en modulant l'intensité
- *Sparring* sans restriction

L'estimation du temps entre la mise en charge initiale et les *sparring* sans restriction varie entre 4 à 6 semaines. Evidemment, le combattant passe les étapes en fonction de ses sensations.

La main et le poignet du combattant de MMA requièrent évidemment force et stabilité pour pouvoir reprendre l'entraînement et la compétition dans les meilleures conditions. Ces tests sont aussi utilisés dans la phase diagnostique. Ici, nous proposons ces tests pour apporter des arguments supplémentaires quant à l'estimation de la reprise sportive. Evidemment, ces tests sont réalisés en accord avec le chirurgien ou le médecin pour garantir l'intégrité des structures testées et à distance du moment lésionnel, dans des délais favorables après un traitement conservateur ou chirurgical. Les tests seront toujours bilatéraux pour avoir une référence.

Différents tests permettent de faire un point sur la stabilité des principales articulations à risque de blessure de la main et du poignet du combattant (Mesplié, 2022). La laxité, en observant la sensation de fin de course, et/ou la douleur sont recherchées.

Au niveau du poignet :

- Articulation scapho-lunaire → l'évaluation dynamique du scaphoïde (*bell sign*), le test de Watson (*scaphoid Sears test*),
- Articulation radio-ulnaire → Test du « ballottement »
- TFCC → test de compression

Au niveau des doigts :

- Articulation MCP du pouce → test de l'hyperextension pour le ligament palmaire longitudinal ; mettre MCP en extension pour tester les 2 faisceaux et MCP à 30° pour le ligament principal
- Articulation MCP des doigts longs (ligaments collatéraux) → MCP à 70° pour tester l'ensemble des faisceaux et à 90° pour faisceaux postérieurs
- Articulation inter-phalangienne → IP en extension pour tester tous les faisceaux et 45° pour le faisceau dorsal principal
- Plaque palmaire → test de l'hyperextension

Nous proposons maintenant différents tests afin d'évaluer la force de la main et du poignet. Le dynamomètre est un outil de choix pour objectiver la force de l'athlète.

Au niveau de la main :

- Force de préhension extrinsèque et intrinsèque
- Force de la pince bi-digitale (pouce et index) et tri-digitale (pouce, index, majeur)

### 3.2.2 Le coude

Pour la luxation simple, la stabilité du coude est considérée comme correcte après le premier mois de prise en charge et l'amplitude complète revient entre 4 à 6 semaines plus tard. La principale complication pouvant survenir est la raideur. Le patient peut être réadressé au chirurgien pour discuter d'une éventuelle arthrolyse selon la demande fonctionnelle souhaitée. Pour la luxation complète, l'intensité de la rééducation sera fonction du remplacement ou non de la tête radiale selon Erickson et al. (2021).

**Tests de stabilité et questionnaires fonctionnels** : Valgus stress test, DASH<sup>20</sup>, CSCS<sup>21</sup> et le KJOC<sup>22</sup> (Biz et al., 2019)

Une étude sur la luxation chez des lutteurs âgés de 14 à 19ans propose des critères pour envisager la reprise du sport (Barton & DeSilva, 2021) :

- Absence de douleur et mouvement fluide
- Confiance quant à la stabilité du coude
- Athlète en capacité de se protéger et supporter de lourdes charges
- Amplitude de mouvement complète pas indispensable

Les auteurs prônent un retour à l'activité en douceur guidé par la douleur.

### 3.2.3 Le complexe articulaire de l'épaule

Cools et al, 2021 expliquent que l'objectif principal est de retrouver une épaule fonctionnelle et en capacité de répondre aux exigences du sport selon le niveau. Les auteurs mettent en évidence trois enjeux pour l'épaules du sportif :

---

<sup>20</sup> Disability of Arm, Shoulder and Hand.

<sup>21</sup> Conway Scale, Carson Score.

<sup>22</sup> Kerlan-Jobe Orthopaedic Clinic Score.

- Prévention des blessures : réduire l'incidence (partie suivante)
- Rééducation basée sur l'EBP<sup>23</sup>
- Guider l'athlète vers la reprise sportive

En prévention (1<sup>er</sup> signes) ou en curatif, la méthode de réduction des symptômes permet d'orienter le choix du traitement et des exercices (Cools et al., 2021). La notion d'irritabilité (haute ou basse) est un curseur qui nous permet de doser la contrainte que l'on s'autorise à mettre sur l'épaule.

**Traitement conservateur :** Nous revenons ici sur les différentes pathologies n'ayant pas nécessité de prise en charge chirurgicale. Dans le cadre d'une première luxation, le traitement conservateur classique repose sur l'immobilisation ( $\pm 1$  mois) pour espérer une cicatrisation capsulo-ligamentaire (absence de lésions associées) en parallèle d'une rééducation fonctionnelle et proprioceptive. Cependant, Ozturk et al. (2018) rappellent que plus d'un jeune sportif sur deux est sujet à récurrence. Les implications sont négatives pour l'athlète qui doit limiter au maximum la perte de temps engendrée par la prise en charge de la blessure afin de récupérer son niveau d'avant la blessure le plus rapidement et qualitativement possible.

**Traitement chirurgical :** Otley et al. (2022) soulignent l'importance de faire un état des lieux. En effet, certains facteurs peuvent influencer les résultats post-opératoires (origine et nature de l'instabilité, choix du traitement, exigence du sport et profil de l'athlète) et potentiellement empêcher la reprise sportive ou compromettre le retour à un niveau pré-lésionnel. L'équipe médicale doit être aux faits de la capacité objective de l'épaule (mobilité, stabilité, performance entre autres) au moment de la reprise sportive de l'athlète. L'objectif est que l'athlète ne récidive pas et, une estimation du risque est possible en observant certains facteurs (exigence athlétique à haut risque, quantité de perte osseuse, nombre d'épisode d'instabilité et direction de l'instabilité).

Avant de pouvoir proposer des tests spécifiques à la reprise sportives aux athlètes, Otley et al. (2022) recommandent d'évaluer quatre éléments :

- L'état des ressources et la disponibilité mentale, l'absence de kinésiophobie
- La récupération d'une amplitude articulaire adaptée au sport

---

<sup>23</sup> Evidenced-based Practice.

- La capacité à générer de la force (attaque), à résister à la force de l'adversaire (défense)
- La récupération de la stabilité et de l'endurance scapulo-humérale

En termes de force, nous recherchons un déficit ou un déséquilibre (RI/RE, couple maximal RI/RE, pic de force). L'athlète doit atteindre des valeurs seuils (référence) pour avoir l'autorisation de reprise. Le dynamomètre manuel permet d'affiner (fiabilité ↗) les résultats du testing musculaire manuelle (TMM).

La figure 26 présente la prise en charge interventionnelle du rééducateur et/ou du préparateur physique. La mise en place, l'exécution et l'analyse des tests permet d'apporter des résultats objectifs intéressants l'autorisation de la reprise sportive.

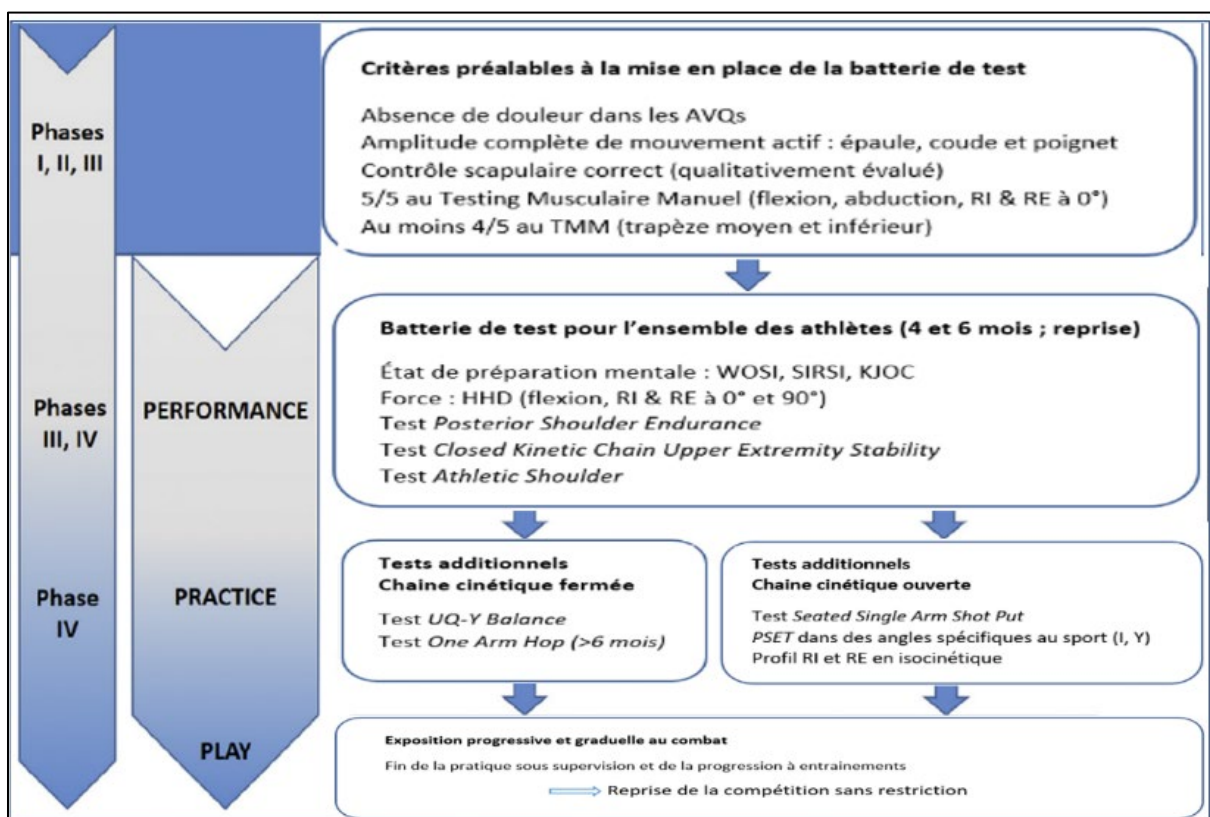


Figure 26 Cadre de test séquentiel pour les athlètes se remettant de procédures de stabilisation de l'épaule - Traduit et adapté de Otley et al. (2022)

L'annexe 2 présente en image les différents tests retenus pour l'évaluation : le *OAHT*, le *SSASPT*, le *CKCUEST*, *UQ-YBT* et le *PSET*.

Le *SMBT*<sup>24</sup> est un test pour évaluer la fonction et la force des membres supérieurs de manière bilatérale. L'évaluation de la symétrie est réalisable en comparant les performances unilatérales.

<sup>24</sup> *Seated Medicine Ball Throw*.



## 4. Prévention

La prévention est un élément essentiel à prendre en compte pour les pratiquants de MMA. Maintenant que nous avons décrypté le mécanisme de survenue des principales blessures, nous proposerons des adaptations et des protocoles pour limiter le risque de blessure. Cependant, la majorité des blessures sont « inévitables » donc nous voulons optimiser la récupération pour permettre un retour à la pratique dans les meilleures conditions (relatif à la partie prise en charge et traitement). L'objectif est de permettre au combattant de pratiquer le MMA sur du long terme avec la meilleure intégrité physique et mentale possible.

Miarka et al. (2019) présentent la prévention en trois grandes catégories : la prévention primaire (prévention d'une blessure spécifique en supprimant ou réduisant ses facteurs de causalité), la prévention secondaire (détection et intervention ou traitement précoce de la blessure pour empêcher sa progression ou son aggravation) et la prévention tertiaire (réduction des complications liées à une blessure pré-existante).

### 4.1 L'évaluation orthopédique

C'est une étape indispensable pour connaître les caractéristiques physiques de l'athlète (profil du combattant) ainsi que « son pattern » de mouvements lors de la pratique. L'objectif est d'évaluer minutieusement le combattant pour mieux détecter les risques de blessure.

Linden (2021) propose de réaliser la détection à travers :

- L'évaluation des amplitudes articulaires
- La cinématique articulaire
- La force
- Des tests plus spécifiques comme les tests de tensions neurales ou les tests de laxité articulaire entre autres.

L'historique complet des blessures est indispensable pour identifier une partie des éléments limitants la performance.

Nous proposons maintenant un exemple de méthodologie pour la prise en charge d'un facteur physique limitant chez le combattant de MMA. Nous illustrerons nos propos en ciblant l'épaule car elle représente le trait d'union indispensable entre le membre supérieur et le reste du corps.

Prenons par exemple l'approche préventive de la dyskinésie scapulaire. Celle-ci qui est décrite comme « *une altération de la position ou du mouvement normal de la scapula lors du*

*mouvement combiné des articulations scapulo-humérale et scapulo-thoracique* » (Linden, 2021). En présence d'une dyskinésie, les séquences d'activation des muscles stabilisant la scapula lors des mouvements présentent une inhibition ou une désorganisation. De plus, chez le combattant, des déficits existent en termes d'amplitudes articulaires (surtout la rotation externe), de structure (posture incorrecte de l'épaule et antériorisation de la tête humérale) et de stabilité (instabilité antérieure de l'épaule fréquente chez le combattant). Par ailleurs, le déséquilibre entre la musculature antérieure et postérieure de l'épaule est un des principaux facteurs qui favorise l'instabilité et la luxation.

La fonction scapulaire joue un rôle essentiel dans les phases de *striking* nécessitant les membres supérieurs. La scapula est un maillon essentiel de la chaîne cinétique qui permet la transmission de la force générée au niveau des membres inférieurs et du tronc vers les membres supérieurs et, in fine, la main (Kibler et Sciascia, 2019). Nous estimons que le *striking* partage certaines caractéristiques biomécaniques avec celles décrites dans la pratique des sports *overhead*<sup>25</sup>. Une revue systématique de Burn et al. (2016) montre que la prévalence de la dyskinésie est plus importante chez les athlètes *overhead* (61%) que chez les athlètes *nonoverhead* (33%). Une autre revue systématique de Hickey et al. (2018) met en évidence que des athlètes asymptomatiques présentant une dyskinésie scapulaire ont 43% plus de risque de développer des douleurs futures au niveau de l'épaule par rapport aux athlètes asymptomatiques sans dyskinésie. Un protocole de rééducation de l'épaule douloureuse (atteinte de la coiffe) incluant une intervention centrée sur la scapula chez l'athlète *overhead* permet de diminuer les douleurs et d'améliorer la fonction de l'épaule (Bury et al., 2016).

Les approches fonctionnelles et biomécaniques semblent les plus intéressantes pour évaluer la dyskinésie (Forthomme et al., 2018). L'observation visuelle manque de fiabilité. D'une part, les tests de modification de symptômes lors du geste sportif permettent de mettre en évidence l'impact de la dysfonction scapulo-humérale sur la survenue des douleurs. Les deux principaux tests sont le SAT<sup>26</sup> et le SRT<sup>27</sup>.

D'autre part, l'approche biomécanique à travers l'analyse de la cinématique scapulaire et de sa musculature relative chez l'athlète *overhead* montre (Forthomme et al., 2018) :

- Une limitation de la sonnette externe liée à une diminution de l'activité musculaire (EMG) du dentelé postérieur et du trapèze inférieur

---

<sup>25</sup> Ensemble des sports nécessitant l'utilisation des membres supérieurs au-dessus de l'épaule.

<sup>26</sup> Scapula Assistance Test

<sup>27</sup> Scapula Retraction Test

- Une limitation de la bascule (tilt) postérieure scapulaire liée à une augmentation de l'activité du trapèze supérieur et du petit pectoral mais aussi un déficit de rotation interne de l'articulation gléno-humérale

Forthomme et al. (2018) rappellent que « la position et la mobilisation de la scapula dépendent des articulations sterno-claviculaire et acromio-claviculaire ». Le traitement (préventif ou curatif) consiste donc, après une évaluation minutieuse, à étirer (étirements musculaires et capsulo-ligamentaires), renforcer (favoriser la stabilité dynamique) et améliorer le contrôle scapulaire. (Figure 28)

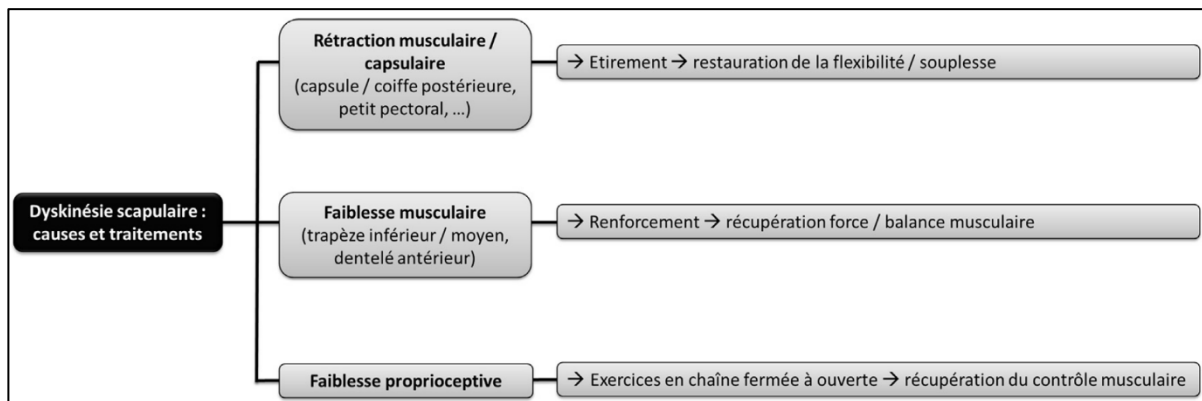


Figure 27 Dyskinésies scapulaires : causes et traitements (Forthomme et al., 2018)

Le protocole préventif (Figure 28) consiste à selon Forthomme et al. (2018) à :

- Renforcer les muscles du trapèze moyen, trapèze inférieur et dentelé antérieur
- Rééquilibrer la balance entre le trapèze supérieur et le dentelé antérieur
- Étirer toutes les structures s'attachant à la scapula
- Améliorer les ratios entre le trapèze supérieur, le groupe trapèze moyen/inférieur et le dentelé antérieur

- la flexion excentrique entre 180° et 60° dans les plans sagittal et frontal, la rotation externe en décubitus ventral ou latéral pour l'activation préférentielle du TM ;
- la flexion et la rotation externe d'épaule (à 90° d'abduction frontale), le sujet en décubitus ventral, avec une rétraction scapulaire maximale pour favoriser le TI ;
- les mouvements diagonaux et la protraction scapulaire pour le DA.

Figure 28 Exemple d'exercices (Forthomme et al., 2018)

Une étude sur 60 boxeurs compétiteurs analyse la relation entre l'amplitude des mouvements, la rotation de l'épaule, la force de rotation de l'épaule et les antécédents sportifs

avec la dyskinésie de l'omoplate chez les boxeurs de compétition. Les auteurs montrent que le renforcement (surtout la rotation externe) et l'étirement (rotateurs internes) des muscles stabilisateurs de la scapula (augmentation de la force de rotation de l'amplitude de rotation de l'épaule) permet de prévenir la dyskinésie scapulaire et son aggravation chez le boxeur.

La méta-analyse de Hogan et al. (2021) montrent que la dyskinésie scapulaire prise isolément n'est pas un facteur de risque significatif associé au développement d'une blessure chez l'athlète. Cependant, les auteurs signalent l'impossibilité de l'étude à mettre lien les conséquences des interactions entre la dyskinésie et d'autres facteurs de risques potentiels (force de la rotation externe ou l'augmentation de la charge d'entraînement par exemple). De ce fait, une approche holistique est recommandée pour la prévention ou le traitement des athlètes.

À travers cet exemple, nous avons mis en avant l'importance de l'examen clinique et avons également abordé les notions de correction technique et gestuelle.

Dans un autre registre, Otley et al. (2022) explique que la capacité d'un athlète à stabiliser dynamiquement le complexe de l'épaule au cours d'un geste à risque (haute vitesse et contrainte élevé) est primordiale pour prévenir la récurrence d'une instabilité aiguë suite à une intervention chirurgicale mais aussi les pathologies symptomatiques (douleur, raideur) chroniques se développant par manque de stabilité.

L'analyse de L'UFC (2021) propose un protocole d'échauffement pour l'épaule axée sur trois phases : mobilité, activation dynamique, préparation au mouvement (Figure 29).

PROGRAM 2 - SHOULDER		
MOBILITY	Scapular controlled articular rotations	10 each side
	Glenohumeral joint controlled articular rotations	10 each side
	Shoulder corkscrew combinations	10
DYNAMIC ACTIVATION	Plank scapular push-ups	15
	Bent-over Y-raise	15
	Bent-over row to external rotation	15
MOVEMENT PREPARATION	World's greatest stretch with lateral squat shift	10 each side
	Crawling pattern (forward & back, left & right)	10 each way
	Wall angel	10
	Sit outs	10 each side

Figure 29 Exemple d'exercices préventifs UFC PI (2021)

**Indicateur de performance** : Le test de force des MS au développé-couché semble être un bon indicateur de la performance (Schlegel & Křehký, 2019)

## 4.2 Prévention à l'entraînement

Nous allons maintenant porter notre attention sur l'analyse de la gestuelle technique et correction, sur l'environnement et les équipements ainsi que sur l'organisation de la séance d'entraînement.

Nous venons de voir que les caractéristiques physiques peuvent influencer la survenue de blessures. Cependant, les faiblesses techniques (mauvaise exécution) peuvent également faire augmenter le risque de blessure. En effet, le manque de compétence dans un domaine peut faire craindre la survenue de blessure (ex : combattant ne maîtrisant pas les chutes). L'analyse de la gestuelle et des schémas de combat va permettre la détection des faiblesses techniques afin de les corriger. L'analyse vidéo est un moyen simple et efficace de mettre en avant une mauvaise exécution technique de l'athlète. Le décryptage de la blessure et le recueil de données se fait avec l'explication de la blessure par l'athlète, l'explication par les témoins (partenaires, coach, spectateurs) et l'utilisation de vidéo s'il y a.

Hinz et al. (2021) recommandent le travail technique de la chute en termes de contrôle et d'impact au sol afin d'améliorer sa capacité à amortir la chute et ainsi réduire le risque de blessures sévères. Cela est vrai pour le judo et lutte mais l'est moins pour le BJJ et le MMA où les *takedowns* n'entraînent que rarement des blessures grave. Néanmoins, l'évaluation préalable de la capacité de chute (aspect qualitatif) des athlètes reste intéressante.

**L'environnement** : L'apprentissage des techniques de projection, de défense ou de réception peut s'avérer particulièrement dangereux pour le débutant ou le combattant au profil non compatible (ex : le *striker* puriste ou pas d'affinité avec la technique) amenant un risque majoré de luxation pour l'épaule et le coude (Almalki et al., 2020). Les auteurs suggèrent de réaliser les techniques sur des tatamis épais voir des tapis de gymnastique pour diminuer la prise de risque.

**Le matériel** : les bons gants au bon moment !

Stephenson et Rossheim (2018) soulignent que le nombre de blessure à la tête et aux mains amène à se poser des questions sur les équipements de protections et leur utilisation :

- Les protections sont-elles suffisantes et le pratiquant le pratiquant les utilise correctement ?

- Les consignes sont-elles claires à la salle ? L'utilisation du matériel est-il aléatoire ? Exigences variables d'une salle à l'autre
- Le pratiquant est-il bien équipé ?

Selon Drury et al. (2017), il y a quatre principes pour prévenir les lésions de la main et du poignet : le bandage (Figure 30), l'utilisation et l'évolution des gants, la correction et l'optimisation des techniques de frappes, ainsi que la préparation physique.

Le bandage permet d'empêcher le mouvement (abduction vers le troisième rayon) des métacarpiens lors de l'impact, offre une épaisseur sur la tête des métacarpiens pour amortir le choc et stabilise le poignet en le gardant dans l'axe. L'utilisation des gants doit être adaptée à la situation. Les gants sont spécifiques au sac de frappe, au *sparring* et à la compétition. L'entraînement du *striking*, à distance de la compétition, doit se faire avec des gants d'au moins 16oz. Nous savons toutefois que le travail spécifique avec des gants de compétition est nécessaire dans les derniers moments de la préparation pour reproduire le plus fidèlement possible les conditions de combat. Le combattant doit tendre à frapper avec la tête du troisième métacarpiens (+ deuxième en soutien) et corriger l'alignement de son membre supérieur au moment de l'impact. Le MMA se démarque sur ce point car la stratégie de combat impose à l'athlète de frapper avec des angles et des positionnement beaucoup plus variés qu'en boxe anglaise.



Figure 30 Bandage et gants de MMA de compétition (Google images & UFC Performance Institute)

Il semble important de s'arrêter un instant sur **l'anatomie du gant en MMA** (Figure 30). Le gant de MMA essaie de faire le compromis entre liberté de mouvement (dans l'éventail de techniques autorisées par le règlement), l'efficacité de la frappe et protection des combattants.

Lee et McGill (2014) comparent les propriétés des coups donnés par un gant de MMA et par un gant de boxe traditionnel. Les auteurs expliquent que le MMA et la boxe partagent des caractéristiques similaires lors de l'utilisation du *striking* mais les caractéristiques de l'impact ainsi que les blessures potentielles de l'attaquant et de son adversaire sont inconnues.

Les gants sont aussi très différents en termes de taille et de technicité. Le gant de MMA est plus compact ce qui limite la déformation et donc influence positivement la valeur du pic de force. En effet, la taille du gant de MMA laissant les doigts libres n'est que de 4 à 6 onces (113 à 170 grammes) en compétition en comparaison avec la taille du gant de boxe (8 à 10 oz en compétition et 14 à 16 oz pour l'entraînement) qui enveloppe l'entièreté de la main. Ce critère influence directement l'épaisseur du rembourrage protégeant le dos de la main. Les gants de MMA entraîneraient une force maximale plus importante et un temps plus court pour atteindre la valeur maximale au point d'impact par rapport aux gants de boxe. Le rembourrage est plus petit et la zone d'impact réduite. Il y a donc une moindre absorption de l'impact. Le gant plus léger permet d'atteindre une plus grande vitesse théorique du poing au moment de l'impact. Le pic de force au point d'impact est plus faible lorsque la mousse est plus épaisse.

Pomerantz (2018) explique que le gant de MMA protège en théorie d'avantage le combattant qui envoie le coup que celui qui le reçoit. La tête est de loin la première zone anatomique blessée et les blessures liées à l'impact des coups (lacérations et commotions) semblent témoigner de la faible protection offerte par les gants pour celui qui reçoit les coups. Cependant, l'athlète qui envoie un coup sur une zone dure (ex : le crane) ou qui se protège (ex : coup de pied puissant) n'est pas épargné pour autant par les blessures.

Le rembourrage recouvre les métacarpiens, les phalanges proximales et s'arrête au niveau de l'articulation interphalangienne proximale (IPP). Les doigts sont libres de mouvement et le pouce est indépendant. Selon Pomerantz (2018), cette liberté peut entraîner des lésions en torsion et en hyperextension des doigts longs. De plus, la 1<sup>ère</sup> phalange est stabilisée en dorsale par le rembourrage du gant mais l'IPP reste libre. Cela entraîne une majoration du risque de luxation dorsale de cette articulation pendant les phases de défense avec les mains ouvertes par exemple. Le pouce, en raison de l'indépendance offerte par le gant de MMA et sa position latérale, peut partir en hyper-abduction forcée (accroché ou impacté en attaque/défense) et ainsi présenter des lésions musculo-ligamentaires ou osseuses. L'environnement (la cage) ou la tenue des combattants (short, brassière chez les femmes) ne provoquent que très rarement des lésions au niveau des membres supérieurs.

En résumé, le gant de MMA présente selon Pomerantz (2018) :

- Une grande liberté de mouvement des doigts pour aider aux saisies debout ou au sol. Malheureusement, les doigts se retrouvent plus vulnérables aux torsions et aux luxations.
- Un risque majoré des luxations au niveau de L'IPP en conséquence du surplus de stabilité offert par le rembourrage du gant sur la 1<sup>ère</sup> phalange au détriment de l'IPP.
- Un pouce surexposé à la survenue des blessures de par son indépendance et sa position.
- Une diminution de la zone d'impact en lien avec la petite taille du gant et son faible rembourrage. Les forces générées au niveau de la zone d'impact sont alors augmentée entraînant un risque de blessure plus grand pour la main et le poignet.

**Organisation des séances :** Linden (2021) explique, dans l'analyse de l'UFC Performance Institute, que le *grappling* est la phase de combat qui provoque le plus de blessures à l'entraînement. L'auteur suggère que les entraîneurs jouent un rôle dans la mise en place de stratégies de prévention lors des phases de *grappling* à l'entraînement. Il met l'accent sur l'importance d'une bonne communication entre les partenaires d'entraînement. Il propose également que les phases de *grappling* plus intense se déroulent plus tôt dans la séance d'entraînement pour limiter l'impact de la fatigue.

Pour l'organisation à court, moyen et long terme, un monitoring de la charge d'entraînement est essentiel.

Hinz s'intéressent à la survenue des blessures au moment des *sparring* à l'entraînement. Les auteurs pensent que la sécurité pendant les *sparring* peut être améliorée en sensibilisant les pratiquants aux risques de survenue de blessures lors de l'utilisation d'une technique et du mécanisme qui lui est associé. Les combattants sont plus conscients du risque de blessure que peut entraîner l'exécution de la technique.

L'entraîneur doit aussi adapter le choix des *sparring* à l'entraînement en classant les athlètes par poids et par niveau mais en définissant bien le niveau d'intensité en s'assurant que les combattants le respectent.

#### 4.3 Prévention en combat

Pour commencer, nous allons exposer les éléments existants qui permettent de prévenir le risque de blessures :



- L'athlète peut arrêter le combat lui-même à tout moment en utilisant le *tap out* (frappe avec la main sur l'adversaire ou sur le sol mais aussi par signalement vocal)
- La présence de *ringside physicians*. Ces médecins, aux États-Unis par exemple, sont certifiés par l'association des *ringside physicians* garantissant une mise à jour régulière de leurs connaissances sur la prise en charge des blessures du combattant de MMA. Leur devise est de « Servir, protéger et éduquer toutes les personnes impliquées dans les sports de combat ». Leurs valeurs « intégrité – responsabilité – vigilance – service – travail d'équipe ». L'*association of boxing commissions and combative sports* forme et certifie également les *ringside physicians*.
- L'arbitre peut également stopper le combat à tout moment

Nous allons maintenant relater les éléments retrouvés dans la littérature qui pourraient permettre de prévenir le risque de blessures.

L'étude de Hammami et al. (2017) :

- L'amélioration des règles concernant l'utilisation des protections pendant l'entraînement
- L'établissement et unification des normes de qualification pour les entraîneurs et les arbitres

L'étude de Miarka et al. (2019) stipule que les combats doivent être interrompus sur la base de l'analyse subjective du personnel médical présent quitte à prendre une décision trop « prudente » nuisant au spectacle. Dans certaines situations des blessures sévères surviennent quand un athlète blessé est autorisé à poursuivre le combat.

Fares (2019) propose :

- Un examen médical obligatoire avant de reprendre l'entraînement après une blessure (risque de récurrence si reprise trop rapide)
- Formation « expert » pour les personnes encadrant le combattant (arbitres, *ringside physician*, entraîneurs et intervenants médicaux) et sensibilisation des combattants
- Améliorer les modèles de combat et augmenter le remboursement

- Introduire une nouvelle règle qui permet de stopper temporairement le combat (décompte de quelques secondes) quand un combattant tombe à terre après avoir reçu des coups

Nous pouvons proposer d'élargir les examens médicaux pré-combat au système musculo-squelettique avec la constitution d'un dossier centralisé reprenant l'historique des blessures en recoupant les informations ou l'utilisation de l'échographie par exemple. Les examens médicaux avant le combat sont pour l'instant limité aux maladies infectieuses et à l'imageries cérébrales. Il pourrait être proposé un suivi médical complet avec une évaluation systématique avant, pendant et après les matches ainsi que la création d'un « dossier médical partagé » du combattant pour établir un historique des blessures. Ce dossier permettrait aux médecins de réévaluer les précédentes blessures mais aussi aux arbitres de mieux préserver l'intégrité du combattant.

Nous recommandons de sensibiliser les athlètes à l'utilisation du *tap out* et permettre aux arbitres d'affiner leur prise de décision face à un combattant qui ne veut pas utiliser le *tap out* afin de préserver l'intégrité physique de celui-ci.

Karpman et al. (2016) proposent, pour les combattants de moins de 21 ans, de rendre obligatoire le port d'un casque de protection et de gants au rembourrage plus épais (6 oz au lieu de 4 oz) en particulier pour la pratique du MMA en compétition. Notons que les coups à la tête ne sont pas autorisés chez les plus jeunes.

## Conclusion

La blessure du membre supérieur chez les pratiquants de MMA est un domaine encore trop marginal de la littérature médicale avec un niveau qualitatif de recherche très hétérogène. De nombreux facteurs de risques et mécanismes de blessures sont identifiés mais un certain nombre de lacunes persiste quant à la compréhension de leur survenue en MMA. Les études futures devront s'appuyer sur des mesures objectives pour déterminer le niveau de sévérité des blessures et leur impact sur la durée réelle d'absence de l'entraînement ou de la compétition. Il est important de poursuivre la recherche dans ce domaine pour mieux comprendre les risques pour les pratiquants de MMA et développer des stratégies de prévention et de traitement efficaces afin de préserver l'intégrité du pratiquant et d'optimiser son retour à son niveau pré-lésionnel tout du moins.

Le MMA reste un sport de contact n'octroyant qu'une possibilité d'intervention limitée pour contrôler l'incidence des blessures. Cependant, la sensibilisation et l'éducation au risque de blessure au niveau des organismes officiels (réglementation), des entraîneurs, des arbitres, des intervenants médicaux (chirurgiens, médecins et kinésithérapeutes) mais aussi des combattants eux-mêmes contribuent in fine à améliorer la sécurité globale des combattants. Thomas et Thomas (2018) soulignent que les intervenants agissant dans le milieu du MMA et qui ont un rôle de vigilance ne disposent pas d'une base de données optimale pour guider leur travail. L'UFC PI (2018) propose d'établir cette base de données en incluant l'évaluation initiale, l'historique des blessures et le suivi des suspensions médicales. Hinz et al. (2021) ajoutent que des études prospectives à long terme sont nécessaires afin d'évaluer les mesures de prévention des blessures (primaires) ainsi que l'efficacité des adaptations comportementales post-lésionnelles (ex : mieux s'étirer, combattre avec moins d'intensité ou utiliser le *tap out* plus rapidement entre autres) pour prévenir l'apparition de futures blessures.

Pour améliorer la qualité des études sur les blessures en MMA, Lystad et al. (2014) proposent d'utiliser la fiche STROBE<sup>28</sup>, d'adopter une définition standardisée des blessures et d'utiliser des systèmes de classification des blessures standardisés (OSIICS ou SMDCS). Une amélioration du diagnostic et de la prise en charge des blessures va entraîner une augmentation des données relatives aux blessures (Venter et al., 2017).

---

<sup>28</sup> Strengthening The Reporting of Observational studies in epidemiology.

Le modèle TRIPP<sup>29</sup> permet d'ajuster les actions défensives, la condition physique et/ou les règles dans le domaine du MMA, agissant ainsi potentiellement positivement sur l'occurrence des blessures (Miarka et al., 2019).

Il est à noter que l'intérêt de la recherche quant aux facteurs de risques et la survenue des blessures chez les combattantes ou les très jeunes pratiquants est encore dérisoire.

Les règles tendent à s'uniformiser mais le monde du MMA est encore un milieu très hétérogène ! Il est difficile de croiser et recouper les données. Les études sont souvent rétrospectives et la littérature principalement centrée sur les Etats-Unis avec des études portant majoritairement sur des populations « régionales ».

À l'heure actuelle, le monde du MMA est en plein essor que ce soit dans le milieu de la compétition comme pour le loisir. De plus en plus de personnes s'inscrivent dans des clubs qui ont pour beaucoup peu d'expériences en termes d'encadrement spécifique pour le MMA. Pousser les études et les données en termes d'information, détection, prise en charge et prévention des blessures dans ce domaine a donc un réel intérêt de santé public à court, moyen et long terme pour les pratiquants et combattants de MMA en France et à travers le monde.

---

<sup>29</sup> Translating Research into Injury Prevention Practice framework.

# Annexes

## Annexe 1 : Lexique du MMA (adapté du site l'Equipe)

**Armbar ou jiu gatame (clé de bras classique)** : Elle consiste en une mise en hyper-extension de l'articulation du coude.

**Armlock (clé de bras)** : indifféremment du coude ou de l'épaule.

**Arm triangle choke** : étranglement sanguin en serrant entre ses deux bras le cou et un des bras de l'adversaire.

**Grappler** : combattant privilégiant les techniques de *grappling* ou de lutte, autrement dit, les techniques de contrôle, projection, immobilisation et soumission. En opposition à *striker*.

**Ground and pound** : action de frapper l'adversaire avec ses poings alors que celui-ci se trouve au sol, la plupart du temps lorsqu'on se retrouve en position montée.

**Guard** : garde du jiu-jitsu brésilien, position où l'on tient l'adversaire entre ses deux jambes alors que l'on est dos au sol. Ça peut être une position de défense ou d'attaque.

**Kimura** : Technique de clé d'épaule avec torsion du bras dans le dos de l'adversaire.

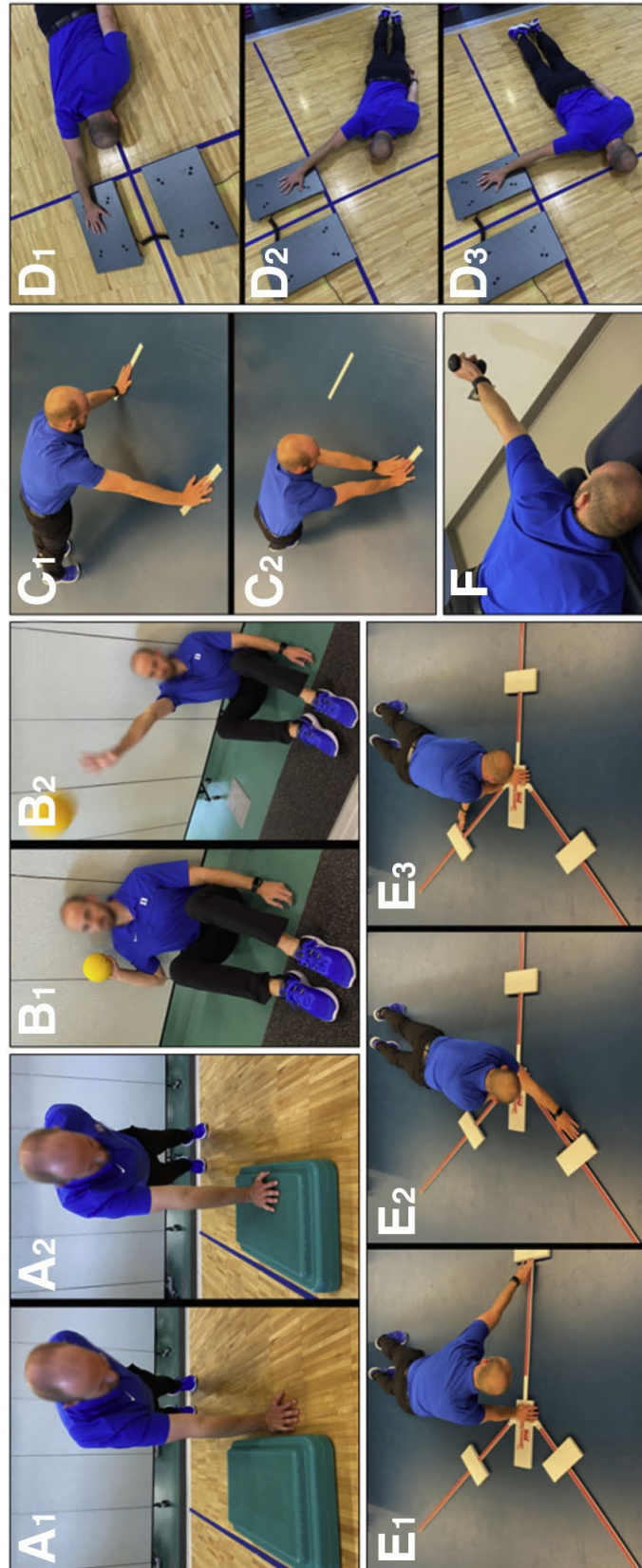
**Omoplata** : Équivalent de la kimura mais avec les jambes. Cette technique amène une position particulièrement dominante.

**Sprawl** : Technique de défense consistant à reculer rapidement les jambes, mettre le poids sur l'adversaire et stabiliser la position suite à une tentative de takedown ou de saisie.

**Striker** : combattant utilisant principalement des techniques de percussion (coups de poing, pied, genou, coude).

**Takedown** : amené au sol de l'adversaire par différentes techniques

**Annexe 2 : Batterie de tests (Otley et al., 2022)**



# Bibliographie

- Akbaş, A., Brachman, A., Gzik, B., & Bacik, B. (2021). The objective assessment of striking force in combat sports using sport-specific measurement devices – a review. *Archives of Budo*, 17. <http://archbudo.com/view/abstract/id/14548>
- Almalki, M., Alkhudhayri, M. H., Aljomah, A., Alhinti, N. A., Alhumidani, A. F., Alassaf, M. A., & Alshehri, S. (2020). Elbow dislocation in sports : A narrative review. *Journal of musculoskeletal surgery and research*. [https://doi.org/10.4103/jmsr.jmsr\\_91\\_19](https://doi.org/10.4103/jmsr.jmsr_91_19)
- Ashmyan, R., & Lashgari, C. (2022). Terrible Triad of the Elbow. Dans *The Resident's Guide to Shoulder and Elbow Surgery* (p. 323-335). [https://doi.org/10.1007/978-3-031-12255-2\\_26](https://doi.org/10.1007/978-3-031-12255-2_26)
- Augustovicova, D., Lystad, R. P., & Arriaza, R. (2019). Time-Loss Injuries in Karate : A Prospective Cohort Study of 4 Consecutive World Karate Championships. *Orthopaedic Journal of Sports Medicine*, 7(8), 232596711986586. <https://doi.org/10.1177/2325967119865866>
- Badia, A. (2018). Use of Arthroscopy for Metacarpophalangeal Joint Injury in Combat Sports. Dans *Springer eBooks* (p. 129-139). Springer Nature. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-52902-8\\_11](https://doi.org/10.1007/978-3-319-52902-8_11)
- Barton, D., & DeSilva, G. L. (2021). An Update on Simple Elbow Dislocations : A Protocol for Early Return to Sport in High School Wrestlers. *Current Sports Medicine Reports*, 20(5), 266-270. <https://doi.org/10.1249/jsr.0000000000000845>
- Beránek, V., Votápek, P., & Stastny, P. (2020). Force and velocity of impact during upper limb strikes in combat sports : a systematic review and meta-analysis. *Sports Biomechanics*, 1-19. <https://doi.org/10.1080/14763141.2020.1778075>

- Bergfeld, J. A., Gelber, J., Lynch, S. M., Seidenberg, P. H., & Piedade, S. R. (2019). Judo, Brazilian Jiu-Jitsu, Wrestling, and Mixed Martial Arts. Dans Springer eBooks (p. 671-682). Springer Nature. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-10433-7\\_49](https://doi.org/10.1007/978-3-030-10433-7_49)
- Biz, C., Crimi, A., Belluzzi, E., Maschio, N., Baracco, R., Volpin, A., & Ruggieri, P. (2019). Conservative Versus Surgical Management of Elbow Medial Ulnar Collateral Ligament Injury : A Systematic Review. *Orthopaedic Surgery*, 11(6), 974-984. <https://doi.org/10.1111/os.12571>
- Bledsoe, G. H., Hsu, E. B., Grabowski, J. G., Brill, J. D., & Li, G. (2006). Incidence of injury in professional mixed martial arts competitions. *Journal of Sports Science and Medicine*.
- Bueno, J. P. R., Faro, H. K. C., Lenetsky, S., Gonçalves, A. F., Dias, S., Ribeiro, A. L. R., Da Silva, B., Filho, C. S. D., De Vasconcelos, B. R., Serrão, J. C., Andrade, A., Souza-Junior, T. P., & Claudino, J. G. (2022). Exploratory Systematic Review of Mixed Martial Arts : An Overview of Performance of Importance Factors with over 20,000 Athletes. *Sports*, 10(6), 80. <https://doi.org/10.3390/sports10060080>
- Burn, M. B., McCulloch, P. C., Lintner, D. M., Hirase, T., & Harris, J. D. (2016). Prevalence of Scapular Dyskinesia in Overhead and Nonoverhead Athletes. *Orthopaedic Journal of Sports Medicine*, 4(2), 232596711562760. <https://doi.org/10.1177/2325967115627608>
- Bury, J., West, M., Chamorro-Moriana, G., & Littlewood, C. (2016). Effectiveness of scapula-focused approaches in patients with rotator cuff related shoulder pain : A systematic review and meta-analysis. *Manual Therapy*, 25, 35-42. <https://doi.org/10.1016/j.math.2016.05.337>
- Buse, G. J. (2006). No holds barred sport fighting : a 10 year review of mixed martial arts competition. *British Journal of Sports Medicine*, 40(2), 169-172. <https://doi.org/10.1136/bjism.2005.021295>



- Camus, D., Domos, P., Bérard, E., Toulemonde, J., Mansat, P., & Bonneville, N. (2018). Bankart isolé vs Bankart + remplissage dans le traitement de l'instabilité antérieure chronique d'épaule avec lésion de Hill-Sachs engageante : revue de la littérature et méta-analyse. *Revue de Chirurgie Orthopédique et Traumatologique*, 104(6), 565-571. <https://doi.org/10.1016/j.rcot.2018.06.025>
- Carender, C. N., Buckwalter, J. A., Glass, N. A., & Westermann, R. W. (2019). Descriptive Epidemiology and Return to Sport After Hand Fractures in NCAA Athletes. *The Iowa orthopaedic journal*, 39(2), 49-54.
- Carr, J. C., Camp, C. L., & Dines, J. S. (2020). Elbow Ulnar Collateral Ligament Injuries : Indications, Management, and Outcomes. *Arthroscopy*, 36(5), 1221-1222. <https://doi.org/10.1016/j.arthro.2020.02.022>
- CarrII, J. B. (2021). Management of UCL Injuries in Non-throwing Athletes. Springer eBooks. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-69567-5\\_29](https://doi.org/10.1007/978-3-030-69567-5_29)
- Cools, A., Maenhout, A., Vanderstukken, F., Declève, P., Johansson, F., & Borms, D. (2021). The challenge of the sporting shoulder : From injury prevention through sport-specific rehabilitation toward return to play. *Annals of physical and rehabilitation medicine*, 64(4), 101384. <https://doi.org/10.1016/j.rehab.2020.03.009>
- Davey, M. S., Hurley, E. T., O'Doherty, R. M., Stafford, P., Delahunt, E., Gaafar, M., Pauzenberger, L., & Mullett, H. (2021). Open Latarjet Procedure in Athletes Following Failed Prior Instability Surgery Results in Lower Rates of Return to Play. *Arthroscopy*, 37(8), 2412-2417. <https://doi.org/10.1016/j.arthro.2021.03.062>
- Diesselhorst, M. M., Rayan, G. M., Pasque, C. B., & Holder, R. P. (2013). SURVEY OF UPPER EXTREMITY INJURIES AMONG MARTIAL ARTS PARTICIPANTS. *Hand Surgery*, 18(02), 151-157. <https://doi.org/10.1142/s0218810413500172>

- Doege, J., Ayres, J. M., MacKay, M., Tarakemeh, A., Brown, S. M., Vopat, B. G., & Mulcahey, M. K. (2021). Defining Return to Sport : A Systematic Review. *Orthopaedic Journal of Sports Medicine*, 9(7), 232596712110095. <https://doi.org/10.1177/23259671211009589>
- Domos, P., Carloni, C., & Wallace, A. M. (2019). Arthroscopic Bankart repair with remplissage for non-engaging Hill-Sachs lesion in professional collision athletes. *Shoulder & Elbow*, 11(1), 17-25. <https://doi.org/10.1177/1758573217728414>
- Drury, B., Lehman, T. J. A., & Rayan, G. M. (2017). Hand and Wrist Injuries in Boxing and the Martial Arts. *Hand Clinics*, 33(1), 97-106. <https://doi.org/10.1016/j.hcl.2016.08.004>
- Erickson, B. J., Seigerman, D. A., & Romeo, A. A. (2021). Acute Fractures in Sport : Elbow. Dans Springer eBooks (p. 141-153). Springer Nature. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-72036-0\\_10](https://doi.org/10.1007/978-3-030-72036-0_10)
- Fares, M. Y., Baydoun, H., Elhassan, B. T., & Abboud, J. A. (2022). Upper limb injuries in mixed martial arts. *The Physician and Sportsmedicine*, 1-8. <https://doi.org/10.1080/00913847.2022.2123257>
- Fares, M. Y., Fares, J., Fares, Y., & Abboud, J. A. (2019). Musculoskeletal and head injuries in the Ultimate Fighting Championship (UFC). *The Physician and Sportsmedicine*, 47(2), 205-211. <https://doi.org/10.1080/00913847.2018.1546108>
- Fares, M. Y., Khachfe, H. H., Salhab, H. A., Bdeir, A., Fares, J., & Baydoun, H. (2022). Physical Testing in Sports Rehabilitation : Implications on a Potential Return to Sport. *Arthroscopy, sports medicine, and rehabilitation*, 4(1), e189-e198. <https://doi.org/10.1016/j.asmr.2021.09.034>
- Forli, A., Bentejac, A., Lateur, G., & Corcella, D. (2021). Entorses récentes et anciennes de l'articulation métacarpo-phalangienne du pouce. *Revue de Chirurgie Orthopédique et Traumatologique*, 107(6), S90-S101. <https://doi.org/10.1016/j.rcot.2021.06.028>

- Forthomme, B., Tooth, C. L., Schwartz, C. E., Kaux, J., Delvaux, F., & Croisie, J. (2018). Dyskinésie scapulaire chez le sportif : faut-il la contrer ? *Journal De Traumatologie Du Sport*. <https://doi.org/10.1016/j.jts.2018.07.001>
- Giannatos, V., Panagopoulos, A., Antzoulas, P., Giakoumakis, S. I., Lakoumentas, J., & Kouzelis, A. (2022). Functional performance of the upper limb and the most common boxing-related injuries in male boxers : a retrospective, observational, comparative study with non-boxing population. *BMC sports science, medicine & rehabilitation*, 14(1). <https://doi.org/10.1186/s13102-022-00558-3>
- Graças, D. D., Nakamura, L., Barbosa, F., Martinez, P. F., Reis, F., & De Oliveira, S., Junior. (2017). Could current factors be associated with retrospective sports injuries in Brazilian jiu-jitsu ? A cross-sectional study. *BMC sports science, medicine & rehabilitation*, 9(1). <https://doi.org/10.1186/s13102-017-0080-2>
- Hammami, N., Hattabi, S., Salhi, A., Rezugui, T., Oueslati, M., & Bouassida, A. (2017). Combat sport injuries profile : A review. *Science & Sports*, 33(2), 73-79. <https://doi.org/10.1016/j.scispo.2017.04.014>
- Hardy, A., Sabatier, V., Laboudie, P., Schoch, B. S., Nourissat, G., Valenti, P., Kany, J., Nourissat, G., Solignac, N., Hardy, P., Vigan, M., & Werthel, J. (2020). Outcomes After Latarjet Procedure : Patients With First-Time Versus Recurrent Dislocations. *American Journal of Sports Medicine*, 48(1), 21-26. <https://doi.org/10.1177/0363546519879929>
- Hickey, D., Solvig, V., Cavalheri, V., Harrold, M., & McKenna, L. (2018). Scapular dyskinesia increases the risk of future shoulder pain by 43 % in asymptomatic athletes : a systematic review and meta-analysis. *British Journal of Sports Medicine*, 52(2), 102-110. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2017-097559>
- Hinz, M., Kleim, B. D., Berthold, D. P., Geyer, S., Lambert, C., Imhoff, A. B., & Mehl, J. (2021). Injury Patterns, Risk Factors, and Return to Sport in Brazilian Jiu Jitsu : A

- Cross-sectional Survey of 1140 Athletes. *Orthopaedic Journal of Sports Medicine*, 9(12), 232596712110625. <https://doi.org/10.1177/23259671211062568>
- Hogan, C., Corbett, J., Ashton, S., Perraton, L., Frame, R. A., & Dakic, J. (2021). Scapular Dyskinesis Is Not an Isolated Risk Factor for Shoulder Injury in Athletes : A Systematic Review and Meta-analysis. *American Journal of Sports Medicine*, 49(10), 2843-2853. <https://doi.org/10.1177/0363546520968508>
- Jensen, A. S., Maciel, R., Petrigliano, F. A., Rodriguez, J., & Brooks, A. (2017). Injuries Sustained by the Mixed Martial Arts Athlete. *Sports Health : A Multidisciplinary Approach*, 9(1), 64-69. <https://doi.org/10.1177/1941738116664860>
- Karpman, S., Reid, P. A., Phillips, L., Qin, Z., & Gross, D. P. (2016). Combative sports injuries. *Clinical Journal of Sport Medicine*, 26(4), 332-334. <https://doi.org/10.1097/jsm.0000000000000235>
- Kibler, W. B., & Sciascia, A. (2019). Evaluation and Management of Scapular Dyskinesis in Overhead Athletes. *Current Reviews in Musculoskeletal Medicine*, 12(4), 515-526. <https://doi.org/10.1007/s12178-019-09591-1>
- Kingery, M. T., Kouk, S., Anil, U., McCafferty, J., Lemos, C., Gelber, J., & Gonzalez-Lomas, G. (2021). Performance and return to sport after injury in professional mixed martial arts. *The Physician and Sportsmedicine*, 50(5), 435-439. <https://doi.org/10.1080/00913847.2021.1953358>
- Kochhar, T., Back, D., Mann, B., & Skinner, J. A. (2005). Risk of cervical injuries in mixed martial arts. *British Journal of Sports Medicine*, 39(7), 444-447. <https://doi.org/10.1136/bjism.2004.011270>
- Lee, B. R., & McGill, S. M. (2014). Striking dynamics and kinetic properties of boxing and MMA gloves. *Revista de artes marciais asiáticas*. <https://doi.org/10.18002/rama.v9i2.1175>

- Linden, H. (2021). A cross-sectional performance analysis and projection of the UFC athlete volume two. Dans UFC Performance Institute (p. 63-67). Consulté le 15 décembre 2022, à l'adresse [https://media.ufc.tv/ufcpi/UFC\\_PI-CrossSectionalAnalysis\\_Volume2\\_2021.pdf](https://media.ufc.tv/ufcpi/UFC_PI-CrossSectionalAnalysis_Volume2_2021.pdf)
- Loosemore, M., Beardsley, C., & Lallemand, B. (2015). Hand injuries in boxing. *Aspetar Sports Medicine Journal*. <https://www.aspetar.com/journal/viewarticle.aspx?id=306>
- Loosemore, M., Lightfoot, J. B., Gatt, I., Hayton, M. J., & Beardsley, C. (2017). Hand and Wrist Injuries in Elite Boxing. *Hand*, 12(2), 181-187. <https://doi.org/10.1177/1558944716642756>
- Lystad, R. P., Alevras, A. J., Rudy, I. S., Soligard, T., & Engebretsen, L. (2021). Injury incidence, severity and profile in Olympic combat sports : a comparative analysis of 7712 athlete exposures from three consecutive Olympic Games. *British Journal of Sports Medicine*, 55(19), 1077-1083. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2020-102958>
- Lystad, R. P., Gregory, K., & Wilson, J. (2014). The Epidemiology of Injuries in Mixed Martial Arts. *Orthopaedic Journal of Sports Medicine*, 2(1), 232596711351849. <https://doi.org/10.1177/2325967113518492>
- Matharu, G. S., Gatt, I., Delaney, R., Loosemore, M., & Hayton, M. J. (2022). Extensor hood injuries in elite boxers : injury characteristics, surgical technique and outcomes. *Journal of Hand Surgery (European Volume)*, 47(11), 1162-1167. <https://doi.org/10.1177/17531934221123139>
- McClain, R. L., Wassermen, J., Mayfield, C. A., Berry, A. J., Grenier, G., & Suminski, R. R. (2014). Injury Profile of Mixed Martial Arts Competitors. *Clinical Journal of Sport Medicine*, 24(6), 497-501. <https://doi.org/10.1097/jsm.0000000000000078>
- Mesplié, G. (2022). *Hand and wrist therapy : Clinical Examination and Advanced Rehabilitation Tools*. Springer Nature.

- Miarka, B., Bello, F. D., Brito, C. J., Del Vecchio, F. B., Amtmann, J., & Chamari, K. (2019). A 12-Year Cohort Study of Doc-Stoppage in Professional Mixed Martial Arts. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 14(5), 606-611. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2017-0131>
- Molnár, S., Hunya, Z., Pavlik, A., Bozsik, A., Shadgan, B., & Maffulli, N. (2020). SLAP Lesion and Injury of the Proximal Portion of Long Head of Biceps Tendon in Elite Amateur Wrestlers. *Indian Journal of Orthopaedics*, 54(3), 310-316. <https://doi.org/10.1007/s43465-020-00041-6>
- Ngai, K. M., Levy, F., & Hsu, E. B. (2008). Injury trends in sanctioned mixed martial arts competition : a 5-year review from 2002 to 2007. *British Journal of Sports Medicine*, 42(8), 686-689. <https://doi.org/10.1136/bjism.2007.044891>
- Noureldin, M., & Kakar, S. (2019). Thumb Fractures. Dans *In clinical practice* (p. 125-150). [https://doi.org/10.1007/978-3-030-02134-4\\_7](https://doi.org/10.1007/978-3-030-02134-4_7)
- Otley, T. J., Myers, H., Lau, B. C., & Taylor, D. C. (2022). Return to Sport After Shoulder Stabilization Procedures : A Criteria-Based Testing Continuum to Guide Rehabilitation and Inform Return-to-Play Decision Making. *Arthroscopy, sports medicine, and rehabilitation*, 4(1), e237-e246. <https://doi.org/10.1016/j.asmr.2021.09.039>
- Otten, M., Ghazarian, D. N., & Boura, J. (2015, 1 janvier). Ultimate Fighting Championship Injuries ; A Two-Year Retrospective Fight Injury Study. *Osteopathic Family Physician*, 7(2). <https://doi.org/10.1016/ofp.v7i2.380>
- Ozturk, M. A., Cunningham, G. S., & Holzer, N. (2018). Prise en charge d'un premier épisode de luxation antéro-inférieure de l'épaule chez l'athlète. *Revue médicale suisse*, 14(613), 1326-1331. <https://doi.org/10.53738/revmed.2018.14.613.1326>
- Paul, R. G., Reddy, M. P., Sonnier, J. H., Onor, G., Spada, J. M., Clements, A., Bishop, M. E., & Erickson, B. J. (2022). Increased rates of subjective shoulder instability after Bankart

- repair with remplissage compared to Latarjet surgery. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*. <https://doi.org/10.1016/j.jse.2022.11.001>
- Pocecco, E., Ruedl, G., Stanković, N., Sterkowicz, S., Del Vecchio, F. B., García, C. G., Rousseau, R., Wolf, M., Kopp, M., Miarka, B., Menz, V., Krüsmann, P., Calmet, M., Maffulli, N., & Burtscher, M. (2013). Injuries in judo : a systematic literature review including suggestions for prevention. *British Journal of Sports Medicine*, 47(18), 1139-1143. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2013-092886>
- Pomerantz, M. L. (2018). *Hand and Wrist Injuries in Mixed Martial Arts*. Springer eBooks, 63-76. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-52902-8\\_7](https://doi.org/10.1007/978-3-319-52902-8_7)
- Rainey, C. J. (2009). Determining the prevalence and assessing the severity of injuries in mixed martial arts athletes. *North American journal of sports physical therapy : NAJSPT*.
- Ramos, N., & Limpisvasti, O. (2019). UCL Injury in the Non-throwing Athlete. *Current Reviews in Musculoskeletal Medicine*, 12(4), 527-533. <https://doi.org/10.1007/s12178-019-09590-2>
- Ranalletta, M., Rossi, L. A., Sirio, A., Dilernia, F. D., Bertona, A., Maignon, G., & Bongiovanni, S. (2017). Return to Sports and Recurrences After Arthroscopic Anterior Shoulder Stabilization in Martial Arts Athletes. *Orthopaedic Journal of Sports Medicine*, 5(9), 232596711772503. <https://doi.org/10.1177/2325967117725031>
- Robertson, G. A. J., & Maffulli, N. (2021). *Fractures in sport*. Springer Nature.
- Ross, A. P., Ross, B. J., Zeoli, T., Brown, S. M., & Mulcahey, M. K. (2021). Injury Profile of Mixed Martial Arts Competitions in the United States. *Orthopaedic Journal of Sports Medicine*, 9(3), 232596712199156. <https://doi.org/10.1177/2325967121991560>
- Schlegel, P., & Křehký, A. (2019). Physiological Aspects and Injuries in Mixed Martial Arts. *Acta Facultatis Educationis Physicae Universitatis Comenianae*, 59(1), 1-12. <https://doi.org/10.2478/afepuc-2019-0001>

- Schwank, A., Blazey, P., Asker, M., Møller, M., Hägglund, M., Gard, S., Skazalski, C., Andersson, S., Horsley, I., Whiteley, R., Cools, A., Bizzini, M., & Ardern, C. L. (2022). 2022 Bern Consensus Statement on Shoulder Injury Prevention, Rehabilitation, and Return to Sport for Athletes at All Participation Levels. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 52(1), 11-28. <https://doi.org/10.2519/jospt.2022.10952>
- Scoggin, J. F., Brusovanik, G. V., Izuka, B. H., Van Rilland, E. D. Z., Geling, O., & Tokumura, S. (2014). Assessment of Injuries During Brazilian Jiu-Jitsu Competition. *Orthopaedic Journal of Sports Medicine*, 2(2), 232596711452218. <https://doi.org/10.1177/2325967114522184>
- Scoggin, J. F., Brusovanik, G. V., Pi, M., Izuka, B. H., Pang, P., Tokumura, S., & Scuderi, G. J. (2010). Assessment of injuries sustained in mixed martial arts competition. *The American journal of orthopedics*, 39(5), 247-251.
- Sheehan, S. E., Gaviola, G. C., Gordon, R. J., Sacks, A., Shi, L. L., & Smith, S. E. (2013). Traumatic Shoulder Injuries : A Force Mechanism Analysis—Glenohumeral Dislocation and Instability. *American Journal of Roentgenology*, 201(2), 378-393. <https://doi.org/10.2214/ajr.12.9986>
- Stephenson, C. J., & Rossheim, M. E. (2018). Brazilian Jiu Jitsu, Judo, and Mixed Martial Arts Injuries Presenting to United States Emergency Departments, 2008–2015. *The Journal of Primary Prevention*, 39(5), 421-435. <https://doi.org/10.1007/s10935-018-0518-7>
- Terry, G. C., Hammon, D., & Norwood, L. A. (1991). The stabilizing function of passive shoulder restraints. *American Journal of Sports Medicine*, 19(1), 26-34. <https://doi.org/10.1177/036354659101900105>
- Thomas, R. E., & Thomas, B. C. (2018). Systematic review of injuries in mixed martial arts. *The Physician and Sportsmedicine*, 46(2), 155-167. <https://doi.org/10.1080/00913847.2018.1430451>



- Updegrave, G. F., & Armstrong, A. D. (2022). Elbow Dislocation. Dans *The Resident's Guide to Shoulder and Elbow Surgery* (p. 249-256). [https://doi.org/10.1007/978-3-031-12255-2\\_19](https://doi.org/10.1007/978-3-031-12255-2_19)
- Valenti, P., Cerlier, A., Cartaya, M., & Choukry, D. (2015). Lésions off track : facteur prédictif d'échec de verrouillage bipolaire dans les instabilités antérieures de l'épaule ? *Revue de Chirurgie Orthopédique et Traumatologique*. <https://doi.org/10.1016/j.rcot.2015.09.349>
- Venter, S., Van Rensburg, D. C. J., Fletcher, L., & Grant, C. S. (2017). The prevalence, risk factors predicting injury and the severity of injuries sustained during competition in professional mixed martial arts in Africa. *South African Journal of Sports Medicine*. <https://doi.org/10.17159/2078-516x/2017/v29i0a1471>
- Verweij, L. P., Van Spanning, S. H., Grillo, A., Kerkhoffs, G. M. M. J., Priester-Vink, S., Van Deurzen, D. F., & Van Den Bekerom, M. P. (2021). Age, participation in competitive sports, bony lesions, ALPSA lesions, &gt ; 1 preoperative dislocations, surgical delay and ISIS score &gt ; 3 are risk factors for recurrence following arthroscopic Bankart repair : a systematic review and meta-analysis of 4584 shoulders. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 29(12), 4004-4014. <https://doi.org/10.1007/s00167-021-06704-7>