

## Revue de la littérature

# Intérêt du port d'un protège-dents dans la diminution de l'incidence et/ou de la gravité des commotions cérébrales dans le sport

Mathieu Gunepin<sup>1,\*</sup>, Florence Derache<sup>2</sup>, Arnaud Dagain<sup>3</sup>, Emmanuel Sagui<sup>4</sup>,  
Benoit Bédrune<sup>5</sup>, Jean-Jacques Risso<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Équipe résidante de recherche subaquatique opérationnelle de l'Institut de recherche biomédicale des armées – BP 600 83800 Toulon cedex 09, France

<sup>2</sup> Centre médical des armées de Draguignan – BP 400, 83007 Draguignan cedex, France

<sup>3</sup> Service de neurochirurgie de l'hôpital d'instruction des armées Sainte Anne – BP 600, 83800 Toulon cedex 09, France

<sup>4</sup> Service de neurologie de l'hôpital d'instruction des armées Laveran – CS 50004, 13384 Marseille Cedex 13, France

<sup>5</sup> Service de chirurgie maxillo-faciale et stomatologie de l'hôpital d'instruction des armées Sainte Anne – BP 600, 83800 Toulon cedex 09, France

(Reçu le 3 mars 2016, accepté le 29 avril 2016)

**Mots clés :**  
protection  
intra-buccale /  
protège-dents /  
commotions  
cérébrales / sport

**Résumé – Introduction :** La commotion cérébrale dans le sport ou Sport-Related Concussion (SRC) est un processus complexe se traduisant par un trouble de fonctionnement du cerveau. Son incidence ne cesse d'augmenter car la mise en place de mesures efficaces de prévention achoppe sur les zones d'incertitude entourant les SRC (diagnostic, traitements, etc.). **Revue de littérature :** Dans les années 1960, certains auteurs ont avancé l'hypothèse que le port d'un protège-dents ou protection intra-buccale (PIB) permettrait de prévenir la survenue de SRC. Depuis, des études confirmant ou infirmant cette hypothèse sont régulièrement publiées. Une analyse de la littérature permet de comprendre cette controverse et de distinguer ce qui est avéré de ce qui est supposé. **Conclusion :** Actuellement, sur la base d'arguments scientifiques, le port de PIB ne peut et ne doit pas être recommandé dans la prévention des SRC. La surestimation des effets protecteurs de la PIB risquerait d'engendrer une augmentation des comportements à risque chez les sportifs qui se sentiraient protégés alors qu'ils ne le seraient pas et ainsi d'augmenter paradoxalement la survenue de SRC. En revanche, l'efficacité des PIB dans la prévention des lésions oro-faciales étant scientifiquement prouvée, c'est à cette fin qu'elles doivent être recommandées pour la pratique sportive.

**Key words:**  
mouthguard/  
concussions/  
sport

**Abstract – Investigation of the use of a mouthguard for decreasing the incidence and/or severity of sport-related concussions. Introduction:** Concussion in sport, so-called sport-related concussion (SRC), is a complex pathophysiological process resulting in the impairment of the brain. Its incidence is increasing due to the uncertainty surrounding SRC (diagnosis, management, etc.). **Literature review:** In the 1960's, some authors put forth the hypothesis that the use of a mouthguard could prevent the occurrence of SRC. Since then, many studies confirming or invalidating this hypothesis have been published regularly. An analysis of the literature allows us to understand this situation and distinguish between what is proven and what is supposed. **Conclusion:** Currently, on the basis of the scientific evidence, the use of a mouthguard cannot and must not be recommended for the prevention of SRC. The overestimation of the protective effects of a mouthguard can lead to an increase in risk behaviours in sportspeople, who feel protected while they are not. This can result in a paradoxical increase in SRC. However, mouthguards have been shown to be effective in preventing dental and orofacial injuries. For this reason, mouthguards should continue to be recommended and used in sport activities.

\* Correspondance : mgunepin@yahoo.fr

**Tableau I.** Liste non exhaustive des symptômes dont la présence doit faire suspecter une SRC [3].

Table I. Non-exhaustive list of symptoms in the presence of which a sport-related concussion should be suspected [3].

Symptômes et signes physiques	maux de tête, nausées et vomissements, troubles visuels, photophobie, perte de connaissance, amnésie, etc.
Modifications du comportement	irritabilité, tristesse, anxiété, agitation, frustration, impatience, etc.
Troubles cognitifs	ralentissement du temps de réaction, troubles de la concentration, confusion, troubles de la mémoire, etc.
Troubles du sommeil	insomnie, somnolence, difficultés à s'endormir, etc.

## Introduction

La commotion cérébrale liée à la pratique sportive appelée *Sport-Related Concussion* (SRC) n'est pas une pathologie nouvelle [1]. Mais depuis les années 1980 et le début de la médiatisation à outrance aux États-Unis des sports les plus à risque de survenue de SRC (football américain, hockey sur glace et boxe), les SRC sont devenues un enjeu majeur des fédérations sportives mais aussi des pouvoirs publics [2]. À partir de là, de nombreux moyens censés prévenir la survenue et/ou diminuer la gravité des SRC, notamment des équipements individuels de protection, ont été proposés. L'un de ces équipements est le protège-dents ou protection intrabuccale (PIB). Mais pour que le port de PIB soit recommandé, son efficacité doit être scientifiquement prouvée. Pour cela, des études expérimentales et cliniques ont été menées depuis plusieurs décennies. Sur la base de ces études, des recommandations ont été intégrées dans les documents de consensus successifs qui ont été élaborés lors des quatre conférences internationales sur la SRC (2001, 2004, 2008 et 2012) [3]. Ces recommandations ont fait l'objet de nombreuses interprétations parfois totalement contradictoires avec les recommandations initiales. Une revue de la littérature internationale mais aussi des recommandations des différentes sociétés savantes ou des fédérations sportives en matière de port de PIB pour la prévention des SRC permet de comprendre ce phénomène et de clarifier cette situation.

## La commotion cérébrale liée à la pratique sportive (SRC, *Sport-Related Concussion*)

### Définition

La commotion cérébrale est un trouble immédiat et transitoire du fonctionnement du cerveau induit par des contraintes biomécaniques traumatiques. Ce trouble est défini comme un processus physiopathologique complexe dont la résolution est spontanée [4, 5]. La SRC peut survenir suite à un coup porté directement à la tête, au visage, au cou ou à toute autre partie du corps par la transmission à l'encéphale de contraintes d'inertie importantes [6].

### Diagnostic

Plus de 25 signes et symptômes sont associés à la phase aiguë des SRC (Tab. I) [3].

Une commotion cérébrale est soupçonnée en présence de l'un ou de plusieurs de ces symptômes. Les signes aigus traduisent plus un dysfonctionnement qu'une atteinte structurale. Il est à noter que la perte de conscience n'intervient que dans 10 % des SRC. Afin d'améliorer le diagnostic des SRC, l'American Medical Society for Sports Medicine a élaboré un outil d'évaluation des SRC appelé SCAT 3 (*Sport Concussion Assessment Tool 3*) [3]. D'autres systèmes d'évaluation des commotions cérébrales, non spécifiques au sport, ont également été validés (tests de concentration, de mémoire, de coordination, de réflexes, etc.).

### Prise en charge

Le traitement d'une SRC consiste en une mise au repos (physique et cognitif) du sportif jusqu'à ce qu'il ne présente plus de symptômes. Puis, une fois asymptomatique, la reprise des activités se fait selon un programme gradué et progressif [3, 7]. La résolution de la majorité des SRC (80 à 90 %) s'effectue sous 7 à 10 jours [8]. On parle alors de commotion simple. Si les symptômes persistent au-delà de 7 à 10 jours, on parle de commotion complexe [9]. La durée de récupération peut être plus importante chez les enfants et les adolescents [8].

### Complications

#### *Le syndrome du second impact*

Le syndrome du second impact intervient typiquement chez un sportif déjà victime d'une SRC et qui subit une nouvelle SRC avant la résolution complète de la première. Il peut conduire à la survenue d'un œdème cérébral, d'une hémorragie intracrânienne diffuse et au décès du patient. Ce syndrome ne fait pas consensus au sein de la communauté scientifique [10]. Sa compréhension achoppe sur sa rareté (35 cas probables de 1980 à 1993 dans le championnat de football américain [11]).

### **Le syndrome post-commotionnel [12]**

Suite à une SRC, le patient peut présenter, dans les semaines suivant le traumatisme, un syndrome post-commotionnel avec un ensemble de symptômes non spécifiques somatiques (céphalées, vertiges, fatigue), cognitifs (troubles de mémorisation et de concentration) et affectifs (irritabilité, labilité émotionnelle, anxiété, troubles du sommeil) [13-15]. Ce syndrome est largement controversé dans la littérature du fait de la publication de résultats contradictoires, de l'absence de paramètres neurologiques objectivables liés à ce syndrome, de l'inconstance des signes et symptômes, d'une étiologie mal comprise et des défauts méthodologiques des études [12, 13, 16].

### **Conséquences à long terme**

Les conséquences à long terme de la survenue d'une SRC ainsi que de l'accumulation de plusieurs SRC sont des sujets de controverse au sein de la communauté scientifique [3]. Si certains auteurs affirment que les SRC peuvent être à l'origine de dépression, de déficience cognitive, de démence, de la maladie d'Alzheimer, de la maladie de Parkinson, de sclérose latérale amyotrophique et d'encéphalopathie chronique traumatique [13, 17-22], ces assertions ne sont pas scientifiquement prouvées [3]. Cependant, des mécanismes plausibles pouvant expliquer ces effets à long terme des SRC ont été récemment avancés par certains auteurs [22, 23]. Des recherches complémentaires sont nécessaires pour vérifier ces hypothèses.

### **Épidémiologie**

La SRC est l'une des blessures les plus communes et potentiellement dangereuses chez les sportifs [24-28]. Chaque année, aux États-Unis, 300 000 SRC [29, 30] sont enregistrées et 19 % des pratiquants de sport de contact sont victimes d'une SRC [31]. Ce chiffre a augmenté au cours des deux dernières décennies [28, 32-34]. Les causes de cette augmentation restent indéterminées (amélioration du diagnostic, augmentation du nombre et de la violence des chocs entraînant un risque de survenue de SRC (les athlètes sont de plus en plus lourds, forts et rapides [35]), etc.). Même si une SRC peut survenir lors de la pratique de n'importe quel sport, certains sont plus à risque du fait de la récurrence et de la violence des impacts comme le football américain, le hockey sur glace, la boxe, le rugby et le ski alpin [36, 37]. L'incidence des SRC est de 0,41 à 0,67 par match de football américain de la NFL (National Football League) [38, 39]. En hockey, l'incidence des SRC au sein de la ligue de hockey nord-américaine (NHL) est de 29,6/1 000 joueurs-heure (si 1 000 joueurs jouent pendant une heure, 29,6 d'entre eux vont présenter une commotion cérébrale) [40]. Au rugby, où 5 % des blessures localisées au niveau du segment céphalique sont accompagnées de SRC [41], l'incidence des SRC est de 0,29 par match de Top 14 soit 2 SRC par

journée de championnat [42]. L'incidence des SRC au rugby est de 4 à 6/1 000 joueurs-heure [42, 43]. Ces SRC surviennent lors d'un plaquage ou d'une collision [42].

Tous les auteurs s'accordent sur le fait que les fréquences de survenue de SRC publiées dans la littérature, quel que soit le sport pratiqué, sont inférieures à la fréquence réelle [30, 43, 44]. Entre 50 et 70 % des SRC ne seraient pas rapportées par les sportifs et/ou les entraîneurs et/ou les équipes médicales par manque de connaissances [5, 44-46] mais aussi par crainte des conséquences de la survenue d'une SRC sur leur pratique sportive (sortie du terrain, arrêt de la compétition, etc.) [32, 37, 47]. Le sous-diagnostic par manque de connaissances est objectivé par le fait que lorsqu'un médecin formé au diagnostic des SRC est présent au bord du terrain, l'incidence des SRC relevée est jusqu'à 5 fois supérieure à celle relevée en l'absence de médecin formé [48].

### **Facteurs influençant la survenue et/ou la gravité d'une SRC**

La survenue ou non d'une SRC et sa gravité dépendent de nombreux facteurs liés à l'individu et à l'activité pratiquée [6, 49]. La mise en place de recommandations pour la prévention des SRC achoppe sur l'absence de preuve scientifique quant au rôle joué par chacun de ces facteurs [3, 6, 49-51]. On note parmi les facteurs de risque avancés dans la littérature :

- le genre. Quel que soit le sport pratiqué, l'incidence des SRC est plus importante chez les femmes que chez les hommes (jusqu'à deux fois plus importante) [4, 37, 52]. La fréquence des troubles cognitifs lors d'une SRC est également plus élevée chez les femmes que chez les hommes [53] ;
- le contexte de la pratique du sport (entraînement - compétition). McGuire et al. ont montré qu'en football américain, l'incidence des SRC est 7 fois plus élevée en compétition que lors de l'entraînement [54] ;
- les actions de jeu permises ou non. La mise en échec est la principale cause des SRC au hockey. Au Canada, l'incidence des SRC est près de 4 fois plus élevée lorsque la mise en échec est permise (cas des joueurs Pee-wees de l'Alberta) que lorsqu'elle est interdite (joueurs du Québec) [55] ;
- le type d'exercices réalisés à l'entraînement. Les sessions d'entraînement avec contact génèrent 4 fois plus de SRC que les sessions où les contacts ne sont pas autorisés [54, 56] ;
- la surface sur laquelle le sport est pratiqué (bitume, gazon, etc.). McGuire et al. indiquent que 10,4 % des SRC sont consécutives à un choc avec le sol. Le risque de SRC augmente avec la dureté de la surface [54] ;
- antécédents de SRC. Un individu ayant déjà présenté une SRC a 3 à 6 fois plus de risque d'être victime d'une SRC qu'un individu qui n'en a jamais eu [31, 37, 54, 57, 58].

D'autres facteurs pourraient également avoir une influence sur l'incidence des SRC comme la fatigue physique, le poids, l'âge, la musculature du cou et des antécédents familiaux de commotion cérébrale [38, 59, 60].

Concernant les équipements de protection individuelle autre que les protège-dents (casque, grille faciale pour le football américain, etc.), aucun n'a fait la preuve de son efficacité dans la diminution de la survenue et/ou de la gravité des SRC [3]. Certains auteurs suggèrent que les équipements de protection joueraient un rôle moins important dans la prévention des SRC que l'optimisation des autres facteurs (activité, etc.). De ce fait, selon ces auteurs, les actions à mener en termes de prévention des SRC ne devraient pas porter sur les équipements de protection mais sur la formation des athlètes, des coaches, du personnel médical, sur la modification des règles, etc. [54, 32, 61].

## Les protège-dents ou protections intrabuccales (PIB) et les SRC

### Les PIB

#### Définition

Un protège-dents ou une protection intrabuccale (PIB) est un dispositif résistant placé dans la bouche afin de prévenir la survenue et de diminuer la gravité de lésions oro-faciales d'origine traumatique, en particulier au niveau des dents et des structures environnantes [62]. Ceci est rendu possible par l'absorption de l'énergie et la réduction des forces transmises aux tissus environnants par la PIB lors de l'impact [63].

#### Différents types de PIB

L'American Society for Testing and Materials (ASTM) classe les PIB en trois catégories :

- la PIB de type III dite standard. Ces PIB sont fabriquées pour une utilisation immédiate, sans modification du dispositif, par la simple pression exercée par les dents sur la PIB [64]. Ce type de protège-dents est le plus économique mais il offre le moins de protection [65] ;
- la PIB de type II dite adaptable : elle peut être regarnissable (*shell lined* en anglais) ou plus généralement thermoformable (*boil and bite* en anglais ou « à bouillir et à mordre » en français). Ce type de PIB est plus onéreux que les PIB standards. Le niveau de protection offert par les PIB adaptables dépend totalement de la qualité de leur réalisation et de leur adaptation [65] ;
- la PIB de type I dite sur-mesure : ce type de PIB est créé à partir d'une empreinte dentaire prise par un chirurgien-dentiste. Il offre une bonne protection mais il est plus onéreux que les deux types de PIB précédemment décrits [65].

#### Hypothèses concernant les mécanismes d'action des PIB dans la diminution de la survenue et/ou de la gravité des SRC

Plusieurs théories viennent donner une plausibilité biologique à l'hypothèse de la prévention des SRC par le port de PIB.

Ces théories reposent sur le lien qui existerait, selon certains auteurs, entre l'importance des forces biomécaniques appliquées au cerveau et la survenue et la gravité des symptômes cliniques des SRC [60, 66, 67]. Le port de PIB permettrait de diminuer ces forces selon plusieurs processus :

- ouverture de l'espace condyalaire. Le port de la PIB permet d'ouvrir l'espace entre le condyle mandibulaire et la fosse mandibulaire de l'os temporal. Cet espace diminue la force transmise à l'os temporal lors d'un choc au niveau de la mandibule [35, 68-71] ;
- absorption et dissipation par la PIB d'une partie de l'énergie générée par un choc porté au niveau du menton, de la face ou de la mandibule. L'absorption par la PIB d'une partie de l'énergie générée par le choc se fait au niveau du point d'impact avec la PIB. Puis une partie de l'énergie restante se dissipe dans l'ensemble de la PIB [72]. Cette absorption et cette dissipation des forces permettent de limiter l'accélération de la tête suite à l'impact et ainsi de réduire les forces linéaires auxquelles le cerveau peut être exposé [35, 71, 73, 74] ;
- diminution des forces de rotation. L'énergie générée par un coup sur le corps de la mandibule est transmise à travers le squelette facial, obligeant le crâne à une rotation vers l'arrière. En exerçant une pression sur la PIB à l'aide de ses dents (morsure), le porteur de la PIB contracte les muscles de la tête et du cou. Ceci permettrait de stabiliser le crâne et de réduire les forces de rotation auxquelles le cerveau peut être exposé [73, 75, 76].

#### Résultats des études portant sur le lien entre le port de PIB et la survenue d'une SRC

##### Études expérimentales en laboratoire

Des études biomécaniques ont mis en évidence une diminution des forces induites par le choc du fait de l'utilisation d'une PIB. Hickey *et al.* ont montré une diminution de l'amplitude de déformation osseuse et de la pression intracrânienne d'environ 50 % avec l'utilisation d'une PIB [77]. Takeda *et al.* ont montré que l'utilisation d'une PIB diminuait significativement la distorsion de l'os mandibulaire et l'accélération de la tête [78].

##### Études cliniques

Les résultats des études portant sur le lien entre le port d'une PIB et la survenue d'une SRC et publiées au cours des 50 dernières années sont totalement contradictoires. Ces études ont montré :

- soit une diminution de l'incidence et/ou de la gravité des SRC chez les porteurs de PIB [25-27, 68, 77, 79-88]. Certains auteurs avancent une diminution de 75 % de cette incidence [89]. D'autres affirment que la diminution de l'incidence des

SRC est le principal bénéfice du port de PIB (devant la prévention de la survenue des lésions oro-faciales) [71] ;

- soit une absence de diminution de l'incidence et/ou de la gravité des SRC chez les porteurs de PIB [31, 37, 90-98].

### **Interprétation et limites des études cliniques**

Les articles, scientifiques ou non, affirmant que l'utilisation d'une PIB permet de diminuer l'incidence des SRC font quasi systématiquement référence à deux articles :

- l'un de Stenger *et al.*, publié en 1964, dans lequel les auteurs rapportent leur expérience au cours d'une saison de l'équipe universitaire de football américain de Notre-Dame [68]. Les auteurs citent notamment cinq joueurs pour qui le port de PIB a permis la résolution de différents symptômes neurologiques. Le nombre de SRC au cours de la saison (dix) n'est, quoi qu'il en soit, pas suffisant pour l'obtention de résultats statistiquement significatifs [99] ;
- l'autre de Hickey *et al.*, publié en 1967, dans lequel les auteurs rapportent, à travers une étude expérimentale réalisée sur des cadavres, l'atténuation des forces appliquées à la tête lors d'un coup porté au niveau du menton en cas de port de PIB [77]. Cependant, le comportement d'un crâne de cadavre immobilisé, tel qu'utilisé dans l'étude de Hickey, face à une contrainte mécanique extérieure diffère de celui d'un sportif en action [99]. De plus, les auteurs n'évoquent à aucun moment dans leur article la possibilité de l'existence d'un lien entre leurs observations et la prévention de la survenue de SRC [99]. Cette étude est donc indûment citée comme étant l'une des premières à montrer le bénéfice du port de PIB dans la prévention des SRC.

Plus généralement, l'American Medical Society for Sports Medicine indique dans sa déclaration de consensus que les preuves d'efficacité du port de PIB dans la prévention des SRC reposent en fait sur un nombre limité d'études de cas et d'études transversales rétrospectives non randomisées [4] et que ces études présentent des « défauts de conception » [4]. Ce constat est partagé par d'autres auteurs [6, 100, 101]. Parmi les limites méthodologiques de ces études, nous pouvons citer :

- le fait que la majorité des études sont observationnelles ;
- la taille réduite des échantillons et conséquemment du nombre de sportifs présentant une SRC d'où l'impossibilité d'obtenir des résultats statistiquement significatifs ;
- la variabilité de la définition des SRC d'une étude à l'autre, ce qui obère la possibilité de comparer l'incidence des SRC entre les études ;
- le manque d'information quant au type de PIB utilisée alors que les PIB présentent des différences importantes entre elles (sur-mesure ou non, uni- ou bi-maxillaire, matériau, épaisseur, présence de renfort, etc.) ;
- l'absence de standardisation des taux de SRC (nombre de SRC par mille expositions, par heure de jeu, etc.) ;

- l'absence d'information quant aux antécédents de SRC des sujets de l'étude (sachant que le fait d'avoir déjà eu une SRC augmenterait le risque d'en avoir une autre) [31, 37, 54, 57, 58] ;
- l'absence de mesure et de contrôle de facteurs de confusion tels que les autres équipements de protection utilisés, le contexte de pratique de l'activité, la musculature, etc.

Certains auteurs n'hésitent pas à interpeller leurs confrères concernant ces biais méthodologiques en publiant des commentaires dans les revues scientifiques, commentaires qui appellent ensuite la publication de réponses des auteurs de l'étude dans les mêmes revues [54, 102, 103].

La question de l'analyse critique des articles scientifiques se pose également. Dans l'article de Kemp *et al.* [43], les auteurs indiquent que l'utilisation des protège-dents est associée à une diminution de l'incidence des SRC. Mais dans le même article, les auteurs indiquent que la différence d'incidence des SRC entre les porteurs et les non-porteurs de PIB est non statistiquement significative. Le lecteur de cet article ne devrait retenir que le fait qu'il n'a pas été mis en évidence de diminution significative de l'incidence des SRC chez les porteurs de PIB et non qu'il y a une diminution de l'incidence.

### **Recommandations et interprétation des recommandations concernant le port de PIB pour la diminution de la survenue et/ou de la gravité des SRC**

Bien que tous les auteurs, sociétés savantes ou fédérations sportives aient accès aux mêmes données de la littérature, les recommandations qu'ils élaborent peuvent totalement diverger.

En 2001 s'est tenue la première conférence internationale sur les SRC à l'initiative des fédérations internationales de hockey sur glace (IIHF), de football (FIFA) et du comité international olympique (CIO) [104]. Cette conférence a été suivie par d'autres dont la dernière a eu lieu à Zurich en novembre 2012 [3]. La conférence de Zurich, à laquelle a également participé l'International Rugby Board (IRB), a permis d'élaborer une déclaration de consensus dans laquelle il est indiqué qu'il n'existe pas, actuellement, de preuves scientifiques fiables permettant d'affirmer que le port du protège-dents réduit le risque de survenue et/ou la gravité des commotions cérébrales [3], et ce, quel que soit le sport pratiqué (hockey, football américain, soccer, rugby, basket-ball, etc.) [105]. Cet avis, élaboré sur la base de plusieurs revues de la littérature [6, 105, 106], est partagé par de nombreux auteurs [61, 74, 107, 108], des sociétés savantes comme l'American Academy of Neurology [109], l'American Academy of Orthopaedic Surgeons [110], l'Academy for Sport Dentistry [111], l'Australian Dental Association [112], la Société canadienne de pédiatrie [7] et des associations et des fédérations sportives comme la National Athletic Trainer's Association et la National Federation of State High School Association [113, 114].

Si les recommandations des experts de la conférence internationale sur les SRC semblent claires et lapidaires, elles n'en sont pas moins fragilisées par d'autres déclarations de consensus, comme celle de l'American Medical Society for Sports Medicine, de la Canadian Dental Hygienists Association et de la fédération dentaire internationale, qui indiquent que les preuves de l'efficacité des protège-dents dans la prévention des commotions cérébrales sont insuffisantes, ce qui suggère qu'elles existent [99, 115-117].

Certaines sociétés savantes vont plus loin dans leurs recommandations comme l'American Academy of Pediatric Dentistry et la Canadian Academy of Sports and Exercise Medicine qui indiquent qu'il est possible que le port de PIB (hypothèse) permette de prévenir la survenue de SRC [118, 119]. Quant à l'American Dental Association, elle indique que « il se peut que le port de PIB réduise le taux et la sévérité des SRC » [62].

La position de l'Association médicale canadienne est plus affirmative (« la PIB peut réduire le risque de traumatisme crânien ») mais suggère tout de même la prudence (« mais il ne faut en surestimer l'efficacité ») [120].

Enfin, d'autres entités franchissent le pas et affirment que le port de PIB permet de prévenir ou participe à la prévention de la survenue de SRC [121-123]. La confusion augmente lorsqu'une association (Canadian Dental Hygienists Association) indique dans sa déclaration de position sur les PIB qu'une autre entité (Canadian Academy of Sports and Exercise Medicine) affirme que le port de PIB permet de prévenir la survenue de SRC [117] alors qu'en réalité la Canadian Academy of Sports and Exercise Medicine ne le présente que comme une hypothèse [119].

Il est important de souligner que ce glissement des théories ou des hypothèses vers des certitudes se fait sur la base des mêmes études que celles ayant permis à la conférence internationale sur les SRC d'établir ses recommandations [94]. Pour McCrory, toute affirmation de l'efficacité des PIB dans la diminution de la survenue et/ou de la gravité des SRC relève du domaine de la « neuromythologie » [99, 124].

Ces divergences ne sont pas sans conséquences puisque, aux États-Unis, certains fabricants de PIB n'hésitent pas à s'appuyer sur les recommandations étant les plus favorables à leurs produits en utilisant comme argument de vente que les PIB « réduisent le risque de survenue de SRC » et en précisant que cette affirmation est « biomécaniquement testée et prouvée » [125]. Un autre fabricant utilise comme slogan « *zero concussion with x mouth guards* » soit aucune SRC avec l'utilisation de ses PIB [126]. Ces assertions ayant été considérées par la Federal Trade Commission américaine comme l'équivalent français d'une pratique commerciale trompeuse, ces fabricants de PIB ont été obligés de retirer ces mentions [125]. Il est indiqué dans le rapport de la commission du Sénat américain sur les SRC et le marketing des équipements sportifs du 19 octobre 2011 que « la simple vérité est qu'il n'existe pas, actuellement, de casque, de protège-dents ou d'autres équipements

permettant de prévenir significativement la survenue de SRC » [126]. Du côté des sportifs, les divergences de recommandations peuvent avoir des conséquences délétères puisque là aussi certains sportifs vont avoir tendance à ne retenir que les recommandations paraissant les plus favorables (les PIB préviennent la survenue de SRC). La surestimation de la protection fournie par un équipement de protection peut entraîner un phénomène dit de « compensation du risque » [3]. Ce phénomène se traduit par une augmentation paradoxale des comportements à risques des sportifs, avec un style de jeu plus agressif, et accroît de fait le risque de survenue de SRC [3, 4, 7, 127]. Le Sénat américain parle de préjudice consécutif à la désinformation faite par certains fabricants de PIB [126]. Une étude a montré que le taux de SRC était supérieur chez les porteurs de PIB sur-mesure par rapport aux porteurs de PIB standard [54]. Ce résultat pourrait être lié à l'excès de confiance des sportifs utilisant les PIB censées être les plus protectrices de SRC.

## Bilan et perspectives d'avenir

Les études contrôlées prospectives au sein de la population sportive n'ont pas permis de démontrer que ce qui est constaté en laboratoire (diminution des forces transmises au cerveau lors d'un impact au niveau de la mandibule en cas de port de PIB [79, 128]) se traduit en clinique par la diminution de la survenue et/ou de la gravité des SRC. L'intérêt des PIB dans la prévention des SRC n'est donc pas scientifiquement prouvé. Cependant l'absence de preuve de l'efficacité des PIB dans la prévention des SRC ne signifie pas la preuve de l'absence d'efficacité [99]. En ce sens, la position de l'Academy for Sports Dentistry (ASD) datée de juillet 2015 semble la plus pertinente [111]. L'ASD déclare :

- qu'elle a bien connaissance des études les plus récentes suggérant que le port d'une PIB sur-mesure d'une épaisseur de 3 mm ou plus au niveau de la zone postérieure occlusale pourrait permettre de réduire l'incidence des SRC [111] ;
- mais que ces études, comme l'ensemble des données actuelles de la science, ne permettent pas de valider ou de réfuter l'intérêt du port de PIB dans la diminution de la survenue et/ou de la gravité des SRC [111] ;
- qu'elle soutient la recherche dont l'objectif est de déterminer scientifiquement si le port de certains équipements de protection individuels (dont les PIB) est efficace pour prévenir la survenue de SRC [111].

Afin d'atteindre un niveau de preuve suffisant, les études qui seront menées devront :

- être contrôlées randomisées prospectives et ayant pour critère de jugement principal la survenue de SRC [3] ;
- utiliser la définition de consensus de la conférence internationale sur les SRC [3] ;
- recueillir et contrôler les multiples paramètres de confusion pouvant augmenter le risque de SRC ;

– être spécifiques à la pratique d'un type d'activité réalisée dans un contexte défini (exemple : la pratique du rugby en compétition au niveau professionnel).

Une fois réalisées, ces études seront évaluées par les experts de la conférence internationale de consensus sur les SRC en vue de l'élaboration de nouvelles recommandations (prochaine conférence en octobre 2016 à Berlin). Certains auteurs ont d'ores et déjà souligné l'importance de la mise à jour de ces recommandations, mais ces demandes de révision portent essentiellement sur la sensibilité et la spécificité du diagnostic des SRC et sur la prise en charge des SRC notamment les modalités de mise au repos des patients [129]. À notre connaissance, aucune demande spécifique de révision n'a été formulée concernant la prévention des SRC par le port de PIB.

Dans l'attente de nouvelles études de haut niveau de preuves, il est indispensable d'étudier toutes les mesures permettant :

- de diminuer la fréquence des contacts violents pouvant induire des SRC [43, 130-132] ;
- de diminuer la violence des impacts en améliorant l'anticipation des impacts par les sportifs [133] ;
- d'améliorer le dépistage et la prise en charge des sportifs victimes de SRC [3].

Ces mesures incluent la modification du contenu des entraînements en limitant au maximum les contacts [7, 100, 127], la modification des règles sportives en limitant les situations les plus à risque [7, 100, 127], le renforcement de l'application des règles [3, 127], la formation du personnel médical et l'encadrement sportif au diagnostic des SRC [45, 46, 114, 134-137], la sensibilisation des sportifs aux SRC, à leurs conséquences et à la façon de les prévenir [3, 7, 44, 89, 138].

L'efficacité des PIB dans la prévention des lésions oro-faciales étant par contre scientifiquement prouvée [59, 139-141], c'est à cette fin que les PIB doivent être utilisées.

## Conclusion

Dans le domaine médical, les recommandations en matière de prévention se doivent d'être claires, de ne pas laisser place à l'interprétation et d'être fondées sur la preuve. Aucune preuve scientifique n'existant actuellement quant à la diminution de la survenue et/ou de la gravité des SRC par le port de PIB, les PIB ne peuvent et ne doivent pas être recommandées à cette fin. Le fait de suggérer dans les recommandations un bénéfice du port de PIB en matière de SRC, notamment en employant le conditionnel (« les protège-dents permettraient de prévenir... »), induit une surestimation des bénéfices du port des PIB par les sportifs, les entraîneurs, les familles voire la communauté médicale. Le sentiment d'être protégé, alors qu'on ne l'est pas, entraîne une augmentation des comportements à risque chez les sportifs (appelée compensation du risque) et donc du risque de survenue de SRC. Mais l'absence de preuve de l'efficacité n'est pas la preuve de l'absence d'efficacité. Les

recommandations pourront évoluer sur la base d'études de haut niveau de preuve qui restent encore à réaliser. Par contre, des preuves scientifiques existent quant à l'intérêt du port des PIB dans la prévention des lésions oro-faciales et notamment dentaires, c'est à cette fin que le port de PIB doit être recommandé.

## Références

1. Walker AE. The physiological basis of concussion. 50 years later. *J Neurosurg* 1994;81(3):493-494.
2. McIntosh AS, McCrory P. Preventing head and neck injury. *Br J Sports Med* 2005;39(6): 314-318.
3. McCrory P, Meeuwisse W, Aubry M, Cantu D, Dvorak J, Echemendia RJ, et al. Consensus statement on concussion in sport: the 4th International Conference on Concussion in Sport held in Zurich, November 2012. *Br J Sports Med* 2013;47(5):250-258.
4. Harmon KG, Drezner JA, Gammons M, Guskiewicz KM, Halstead M, Herring SA, et al. American medical society for sports medicine position statement: concussion in sport. *Br J Sports Med* 2013;47(1):15-26.
5. Donzelli A, Gojanovic B, Newman CJ, Tercier S. Commotion cérébrale chez le jeune sportif : quelques éléments essentiels. *Schweizerische Zeitschrift für Sportmedizin und Sporttraumatologie* 2015;63(3):27-31.
6. Benson BW, Hamilton GM, Meeuwisse WH, McCrory P, Dvorak J. Is protective equipment useful in preventing concussion? A systematic review of the literature. *Br J Sports Med* 2009;43(Suppl 1):i56-67.
7. Purcell LK. L'évaluation et la prise en charge des commotions cérébrales liées au sport. *Paediatr Child Health* 2014;19(3):159-165.
8. McCrory P, Johnston K, Meeuwisse W, Aubry M, Cantu R, Dvorak J, et al. Summary and agreement statement of the 2nd international conference on concussion in sport, Prague 2004. *Br J Sports Med* 2005;39(4):196-204.
9. Makdissi M, Cantu RC, Johnston KM, McCrory P, Meeuwisse WH. The difficult concussion patient: What is the best approach to investigation and management of persistent (10 days) postconcussive symptoms? *Br J Sports Med* 2013;47(5):308-313.
10. Bey T, Ostick B. Second Impact Syndrome. *West J Emerg Med* 2009;10(1):6-10.
11. Cantu RC. Second impact syndrome. *Clin Sports Med* 1998; 17(1):37-44.
12. Willer B, Leddy JJ. Management of concussion and post-concussion syndrome. *Curr Treat Options Neurol* 2006;8(5):415-426.
13. Chermann JF. Commotions cérébrales et sport : complications à long terme. *Journal de réadaptation médicale* 2014;34(3):118-125.
14. Auxéméry Y. Mild traumatic brain injury and postconcussive syndrome: a re-emergent questioning. *Encephale* 2012;38(4):329-335.
15. Iverson GL. Outcomes from mild traumatic brain injury. *Curr Opin Psychiatry* 2005;18(3):301-317.

16. Rees RJ, Bellon ML. Post concussion syndrome ebb and flow: longitudinal effects and management. *NeuroRehabilitation* 2007;22(3):229-42.
17. Guskiewicz KM, Marshall SW, Bailes J, McCrea M, Harding HP Jr, Matthews A, et al. Recurrent concussion and risk of depression in retired professional football players. *Med Sci Sports Exerc* 2007;39(6):903-909.
18. Guskiewicz KM, Marshall SW, Bailes J, McCrea M, Cantu RC, Randolph C, et al. Association between recurrent concussion and late-life cognitive impairment in retired professional football players. *Neurosurgery* 2005;57(4):719-726.
19. McKee AC, Cantu RC, Nowinski CJ, Hedley-Whyte ET, Gavett BE, Budson AE, et al. Chronic traumatic encephalopathy in athletes: progressive tauopathy after repetitive head injury. *J Neuropathol Exp Neurol* 2009;68(7):709-735.
20. Gavett Be, Stern RA, McKee AC. Chronic traumatic encephalopathy: a potential late effect of sport-related concussive and subconcussive head trauma. *Clin Sports Med* 2011;30(1):179-188.
21. Garner RC, Yaffe K. Epidemiology of mild traumatic brain injury and neurodegenerative disease. *Mol Cell Neurosci* 2015;66(Pt B):75-80.
22. Pearce N, Gallo V, McElvenny D. Head trauma in sport and neurodegenerative disease: an issue whose time has come? *Neurobiology of aging* 2015;36(3):1383-1389.
23. Ling H, Hardy J, Zetterberg H. Neurological consequences of traumatic brain injuries in sports. *Mol Cell Neurosci* 2015;66(Pt B):114-122.
24. NIH consensus development panel on rehabilitation of persons with traumatic brain injury. Rehabilitation of persons with traumatic brain injury. *JAMA* 1999;282(10):974-983.
25. Chapman P. Communication: the bimaxillary mouthguard: increased protection against orofacial and head injuries in sport. *Aust J Sci Med Sport* 1985;17:25-29.
26. Heintz W. The case for mandatory mouth protectors. *Phys Sportsmed* 1975;3:61-63.
27. Chapman P. Concussion in contact sports and importance of mouthguards in protection. *Aust J Sci Med Sport* 1985;17:23-27.
28. Lincoln AE, Caswell S, Almquist J, Dunn R, Norris J, Hinton R. Trends in concussion incidence in high sports: a prospective 11 year study. *Am J Sports Med* 2011;39(5):958-963.
29. Centers for Disease Control (CDC) Nonfatal traumatic brain injuries from sports and recreation activities – United States, 2001–2005. *JAMA* 2007;298(11):1271-1272.
30. Valovich McLeod TC, Bay RC, Heil J, McVeigh SD. Identification of sport and recreational activity concussion history through the preparticipation screening and a symptom survey in young athletes. *Clin J Sport Med* 2008;18(3):235-240.
31. Wisniewski JF, Guskiewicz K, Trope M, Sigurdsson A. Incidence of cerebral concussions associated with type of mouthguard use in college football. *Dent Traumatol* 2004;20(3):143-149.
32. McCrea M, Hammeke T, Olsen G, Leo P, Guskiewicz K. Unreported concussion in high school football players: implications for prevention. *Clin J Sport Med* 2004;14(1):13-17.
33. Calmat A. Prévention de la commotion cérébrale dans le sport. Présenté à Paris, le 6 novembre 2015. Accessible le 2 février 2016 sur <http://www.france-traumatisme-cranien.fr/upload/pr-a-calmat.pdf>
34. Daneshvar DH, Nowinski CJ, McKnee AN, Cantu R. The epidemiology of sport-related concussion. *Clin Sports Med* 2011;30(1):1-17.
35. Winters JE Sr. Commentary: Role of properly fitted mouthguards in prevention of sport-related concussion. *J Athl train* 2001;36(3):339-341.
36. Toth C, McNeil S, Feasby T. Central nervous system injuries in sport and recreation A systematic review. *Sports Med* 2005;35(8):685-715.
37. Denaley JS, Lacroix VJ, Leclerc S, Jonhston KM. Concussions among university football and soccer players. *Clin J Sport Med* 2002;12(6):331-338.
38. Pellman EJ, Powell JW, Viano C, Casson IR, Tucker AM, Feuer H, et al. Concussion in professional football: an epidemiological features of game injuries and review of the literature – part 3. *Neurosurgery* 2004;54(1):81-94.
39. Casson IR, Pellman EJ, Viano DC. Concussion in the national football league: an overview for neurologists. *Neurol Clin* 2008;26(1):217-241.
40. Benson BW, Meeuwisse WH. Ice hockey injuries. *Med Sport Sci* 2005;49:86-119.
41. Vidalina H, Chermann JF, Stiernona T, Valya G, Savigny A, Duclos M, et al. Les commotions cérébrales et le sport. *Journal de Traumatologie du Sport* 2010;27(2):83-93.
42. Groupe experts FFR/LNR. Comité médical de la FFR. Information sur la commotion cérébrale lors de la pratique du Rugby. Version juin 2013. Accessible le 23 janvier 2016 sur [https://www.ffr.fr/Media/Files/Au-coeur-du-jeu/Medical/commotion\\_10journeseecu](https://www.ffr.fr/Media/Files/Au-coeur-du-jeu/Medical/commotion_10journeseecu)
43. Kemp SP, Hudson Z, Brooks JH, Fuller CW. The epidemiology of head injuries in English professional rugby Union. *Clin J Sport Med* 2008;18(3):227-234.
44. Mona D, Bouziane H. Retour au sport après une commotion cérébrale. *Rev Med Suisse* 2008;4:1694-1701.
45. Notebaert AJ, Guskiewicz KM. Current trends in athletic training practice for concussion assessment and management. *J Athl Train* 2005;40(4):320-325.
46. Covassin T, Elbin R 3rd, Stiller-Ostrowski JL. Current sport-related concussion teaching and clinical practice of sports medicine professionals. *J Athl Train* 2009;44(4):400-404.
47. Sefton JM, Pirog K, Capita A, Harackiewicz D, Cordova ML. An examination of factors that influence knowledge and reporting of mild brain injuries in collegiate football. *J Athl Train* 2004;39(Suppl):S52-S3.
48. Echlin PS, Skopelja EN, Worsley R, Dadachanji SB, Lloyd-Smith DR, Taunton JA, et al. A prospective study of physician-observed concussion during a varsity university ice hockey season: incidence and neuropsychological changes. Part 2 of 4. *Neurosurg Focus* 2012;33(6):E2:1-11.
49. Harmon K, Drezner J, Gammons M, Guskiewicz KM, Halstead M, Herring SA, Kutcher JS, Pana A, Putukian M, Roberts WO.



- American medical society for sports medicine position statement: concussion in sport. *Br J Sports Med* 2013;47(1):15-26.
50. Abrahams S, Fie S, Patricios J, Posthumus M, September AV. Risk factors for sports concussion: an evidence based systematic review. *Br J Sports Med* 2014;48(2):91-97.
  51. Knowles S, Marshall S, Bowling M, Loomis D, Millikan R, Yang J, et al. Risk factors for injury among high school football players. *Epidemiology* 2012;20(2):302-310.
  52. Dick RW. Is there a gender difference in concussion incidence and outcomes? *Br J Sports Med* 2009;43(Suppl 1):i46-50.
  53. Broshek DK, Kaushik T, Freeman JR, Erlanger D, Webbe F, Barth JT. Sex differences in outcome following sports-related concussion. *J Neurosurg* 2005;102(5):856-863.
  54. McGuine TA, Hetzel S, McCrea M, Brooks AM. Protective equipment and player characteristics associated with the incidence of sport related concussion in high school football players. *Am J Sports Med* 2014;42(10):2470-2478.
  55. Emery CA, Kang J, Shrier I, Goulet C, Hagel BE, Benson BW, et al.. Risk of injury associated with body checking among youth ice hockey players. *JAMA* 2010;303(22):2265-2272.
  56. Archbold HA, Rankin AT, Webb M, Nicholas R, Eames NW, Wilson RK, Henderson LA, Heyes GJ, Bleakley CM. RISUS study: rugby injury surveillance in Ulster schools. *Br J Sports Med* 2015;pii: bjsports-2015-095491.
  57. Schulz MR, Marshall SW, Mueller Fo, Yang J, Weaver NL, Kalsbeek WD, et al. Incidence and risk factors for concussion in high school athletes, North Carolina, 1996-1999. *Am J Epidemiol* 2004;160(10):937-944.
  58. Zemper ED. Two-year prospective study if relative risk of a second cerebral concussions. *Am J Phys Med Rehabil* 2003;82(9):653-659.
  59. Guskiewicz KM, McCrea M, Marshall SW, Cantu RC, Randolph C, Barr W, et al. Cumulative effects associated with recurrent concussion in collegiate football players: the NCAA concussion study. *JAMA* 2003;290(19):2549-2555.
  60. Viano DC, Casson IR, Pellman EJ. Concussion in professional football: biomechanics of the struck player-part 14. *Neurosurgery* 2007;61(2):313-327.
  61. Desmarteau D. Recommendations for the use of mouthguards in contact sports: can they also reduce incidence and prevalence of cerebral concussions. *Current Sports Medicine Reports* 2006;5(5):268.
  62. American Dental Association Council on Access, Prevention and Interprofessional Relations; American Dental Association Council on Scientific Affairs. Using mouthguards to reduce the incidence and severity of sports-related oral injuries. *J Am Dent Assoc* 2006;137(12):1712-1720.
  63. Knapik JJ, Marshall SW, Lee RB, Darakjy SS, Jones SB, Mitchener TA, et al. Mouthguards in sports activities. History, physical properties and injury prevention effectiveness. *Sports Med* 2007;37(2):117-144.
  64. Levin L, Friedlander LD, Geiger SB. Dental and oral trauma and mouthguard use during sport activities in Israel. *Dent Traumatol* 2003;19(5):237-242.
  65. American Society for Testing and Materials. Standard practice for care and use of athletic mouth protectors. ASTM F697-00. Philadelphia, Pa: American Society for Testing and Materials; Reapproved 2006. Designation: F 697-80. Philadelphia: American Society for Testing and Materials; 1986. p. 323. Reapproved 2006.
  66. Francis KT, Brasher J. Physiologic effects of wearing mouthguards. *Br J Sports Med* 1991;25(4):227-231.
  67. Gusenbauer A. Brain injury in sports related to trauma to the lower jaw. *Dent Today* 2002;21(12):74-77.
  68. Stenger J, Lawton E, Wright J, Ricketts J. Mouthguards: protection against shock to head, neck and teeth. *J Am Dent Assoc* 1964;69:273-281.
  69. Badel T, Jerolimov V, Panduric J. Dental/orofacial trauma in contact sports and intra-oral mouthguard programmes. *Kinesiology* 2007;39(1):97-105.
  70. Mantri SS, Mantri SP, Deogade S, Bhasin AS. Intra-oral Mouth-Guard In Sport Related Oro-Facial Injuries: Prevention is Better Than Cure! *J Clin Diagnostic Research* 2014;8(1):299-302.
  71. Chapman PJ. Orofacial injuries and the use of mouthguards by the 1984 Great Britain rugby league touring team. *Br J Sports Med* 1985;19(1):34-36.
  72. McClelland C, Kinirons M, Geary L. A preliminary study of patient comfort associated with customized mouthguards. *Br J Sports Med* 1999;33(3):186-189.
  73. Halstead PD. the role of intraoral protective appliances in the reduction of mild traumatic brain injury. *Compendium Educ Dent* 2009;30(Spec 2):18-20.
  74. Barth JT, Freeman JR, Winters JE. Management of sport related concussions. *Dent Clin North Am* 2000;44(1):67-83.
  75. Barth JT, Freeman JR, Broshek DK, Varney RN. Acceleration-deceleration sport related concussion: the gravity of it all. *J Athl Train* 2001;36(3):253-256.
  76. Hasegawa K, Takeda T, Nakjima K, Ozawa T, Ishigami K, Narimatsu K, et al. Does clenching reduce indirect head acceleration during rugby contact? *Dent Traumatol* 2014;30(4):259-264.
  77. Hickey J, Morris A, Carlson L Seward TE. The relation of mouth protectors to cranial pressure and deformation. *J Am Dent Assoc* 1967;74(4):735-740.
  78. Takeda T, Ishigami K, Hoshina S, Ogawa T, Handa J, Nakajima K, et al. Can mouthguards prevent mandibular bone fractures and concussions? A laboratory study with an artificial skull model. *Dent Traumatol* 2005;21(3):134-140.
  79. Singh GD, Maher GJ, Padilla R. Customized mandibular orthotics in the prevention of concussion/mild traumatic injury in football players: a preliminary study. *Dent Traumatol* 2009;25(5):515-21.
  80. Castaldi C. The sports mouthguard: its use and misuse in ice hockey. In: Castaldi C, Bishop P, Hoerner E, eds. *Safety Ice hockey*, ASTM STP 1212. Philadelphia: American Society for testing and Materials 1993:164-174.
  81. Chapman P. Mouthguards in sport. *Sport Health* 1983;1:13-15.
  82. Kerr I. Mouth guards for the prevention of injuries in contact sports. *Sports Med* 1986;3(6):415-427.
  83. Biasca N, Wirth S, Tegner Y. The avoidability of head and neck injuries in ice hockey: an historical review. *Br J Sports Med* 2002;36(6):410-427.

84. McNutt T, Shannon S, Wright J, Feinstein RA. Oral trauma in adolescent athletes: a study of mouth protectors. *Pediatr Dent* 1989;11(3):209-213.
85. de Wet F, Badenhorst M, Rossouw L. Mouthguards for rugby players at primary school level. *J Dent Assoc S Afr* 1981;36(4):249-253.
86. Winters J, DeMont R. Role of mouthguards in reducing traumatic brain injury/concussion incidence in high school football athletes. *Gen Dent* 2014;62(3):34-38.
87. Clegg JH. Mouth protection for the rugby football player. *Br Dent J* 1969;127(7):341-343.
88. Benson B, Rose M, Meeuwisse W. The impact of face shield use on concussions in ice hockey: a multivariate analysis. *Br J Sports Med* 2002;36(1):27-32.
89. Mastrangelo F. Eye and face injuries in high school hockey: cutting down the risks. In: Castaldi CR, Hoener ED, eds. *Safety in ice hockey*. Philadelphia, PA: American Society for Testing Materials, 1989;52-54.
90. Blignaut J, Carstens I, Lombard C. Injuries sustained in rugby by wearers and non wearers of mouthguards. *Br J Sports Med* 1987;21(2):5-7.
91. Garon M, Merkle A, Wright J. Mouth protectors and oral trauma: a study of adolescent football players. *J Am Dent Assoc* 1986;112(5):663-665.
92. Marshall S, Loomis D, Waller A, Chalmers DJ, Bird YN, Quarrie KL, et al. Evaluation of protective equipment for prevention of injuries in rugby union. *Int J Epidemiol* 2005;34(1):113-118.
93. Benson B, Meeuwisse W. The risk of concussions associated with mouthguard use among professional ice hockey players. *Clin J Sport Med* 2005;15(5):395.
94. Labella C, Smith B, Sigurdsson A. Effect of mouthguards on dental injuries and concussions in college basketball. *Med Sci Sports Exerc* 2002;34(1):41-44.
95. Barbic D, Pater J, Brison RJ. Comparison of mouth guard designs and concussion prevention in contact sports: a multicenter randomized controlled trial. *Clin J Sport Med* 2005;15(5):294-298.
96. Delaney JS, Al-Kashmiri A, Drummond R, Correa JA. The effects of protective headgear on head injuries and concussions in adolescent football (soccer) players. *Br J Sports Med* 2008;42(2):110-115.
97. Finch CX, Braham R, McIntosh A, McCrory P, Wolfe R. Should football players wear custom fitted mouthguards? Results from a group randomised controlled trial. *Clin J Sport Med* 2005;11(4):242-246.
98. Mihalik JP, McCaffrey MA, Rivera EM, Pardini JE, Guskiewicz KM, Collins MW, et al. Effectiveness of mouthguards in reducing neurocognitive deficits following sports-related cerebral concussion. *Dent Traumatol* 2007;23(1):14-20.
99. McCrory P. Do mouthguards prevent concussion? *Br J Sports Med* 2001;35(2):81-82.
100. Benson B, McIntosh A, Maddocks D, Herring S, Raftery M, Dvorak J. What are the most effective risk-reduction strategies in sport concussions. *Br J Sports Med* 2013;47(5):321-326.
101. Knapik JJ, Marshall SW, Lee RB, Salima S, Darakjy SS, Jones SB, et al. Mouthguards in sport activities. *Sports Medicine* 2007;37(2):117.
102. Nigolan J. Protective equipment and sport-related concussion: letter to the editor. *Am J Sports Med* 2015;43(4):NP5.
103. McGuine TA, Brooks MA. Protective equipment and sport-related concussion: response. *Am J Sports Med* 2015;43(4):NP5-NP6.
104. Aubry M, Cantu R, Dvorak J, Graf-Baumann T, Johnston K, Kelly J, et al. Concussion in Sport Group. Summary and agreement statement of the First International Conference on Concussion in Sport, Vienna 2001. Recommendations for the improvement of safety and health of athletes who may suffer concussive injuries. *Br J Sports Med* 2002;36(1):6-10.
105. Navarro RR. Protective equipment and the prevention of concussion - what is the evidence? *Curr Sports Med Rep* 2011;10(1):27-31.
106. Daneshvar DH, Baugh CM, Nowinski CJ, McKee A, Stern R, Cantu R. Helmets and mouth guards: the role of personal equipment in preventing sport-related concussions. *Clin Sports Med* 2011; 30(1):145-163.
107. Sinclair MR. Protective equipment in rugby - literature review. 2009. accessible le 24 avril 2016 sur <http://www.sarugby.co.za/boksmart/pdf/BokSmart%20%20Protective%20Equipment%20in%20Rugby%20Union%20Evidence-based%20support%20document.pdf>
108. Johnson R. Concussion prevention: are mouthguard the answer? *Sports Medicine Alert* 2002;8:1-2.
109. Giza CC, Kutcher JS, Ashwal S, Barth J, Getchius TS, Gioia GA, et al. Summary of evidence-based guideline update: evaluation and management of concussion in sports: report of the Guideline Development Subcommittee of the American Academy of Neurology. *Neurology* 2013;80(24):2250-2257.
110. American Association of orthopaedic Surgeons. Concussion (Mild Traumatic Brain Injury) and the Team Physician: A Consensus Statement. Revised September 2011. Accessible le 28 janvier 2016 sur <http://www.aaos.org/CustomTemplates/Content.aspx?id=22285>
111. Academy for Sports Dentistry. Academy for Sports Dentistry Position Statement on the use of Mouthguards and other Oral Appliances for the Prevention of Concussion and Enhancement of Strength and Performance. Approved by the Academy for Sports Dentistry Board of Directors July 19, 2015. Accessible le 26 janvier 2016 sur <http://www.academyforsportsdentistry.org/position-statement>
112. Australian dental association. The fabrication, use and maintenance of sports mouthguards. revised edition. March 2013 accessible le 24 janvier 2016 sur [http://www.ada.org.au/app\\_cmslib/media/lib/1304/m574050\\_v1\\_mouthguard%20handbook%20.pdf](http://www.ada.org.au/app_cmslib/media/lib/1304/m574050_v1_mouthguard%20handbook%20.pdf)
113. National federation of state high school association. Position statement and recommendations for mouthguard use in sports. October 2014. Accessible le sur <https://www.nfhs.org/media/1014750/mouthguard-nfhs-smac-position-statement-october-2014.pdf>
114. Broglio SP, Cantu RC, Gioia GA, Guskiewicz KM, Kutcher J, Palm M, et al. National athletic trainers' association position

- statement: management of sport concussion. *J Athl Train* 2014;49(2):245-265.
115. McCrory P. Sport concussion assessment tool 2. *Scand J Med Sci Sports* 2009;19(3):452.
  116. Fédération dentaire internationale. FDI policy statement. Sport mouthguards. Adopted by the FDI general assembly: 26th of September 2008, Stockholm, Sweden. Accessible le 24 janvier 2016 sur <http://www.fdiworldental.org/media/11363/Sports-mouthguards-2008.pdf>
  117. Canadian dental hygienists association. Evidence for practice. CDHA position paper on sports mouthguards. *Canadian Journal of Dental Hygiene* 2005;39(6):1-18.
  118. American academy of pediatric dentistry. Policies on prevention of sports-related orofacial injuries. *Oral health policies* 2013;71. Accessible le 19 octobre 2016 sur [http://www.aapd.org/media/policies\\_guidelines/p\\_sports.pdf](http://www.aapd.org/media/policies_guidelines/p_sports.pdf)
  119. Delaney JS, Frankovitch R. Les blessures à la tête et les commotions cérébrales au soccer. *Canadian academy of sport and exercise medicine*. 2010. Accessible le 19 octobre 2016 sur <http://sirc.ca/sites/default/files/content/docs/newsletters/archive/august09/documents/S-972343EnoncePositionBlessuresalaTete.pdf>
  120. Association médicale canadienne. Politique de l'AMC. Les traumatismes crâniens et de sport. 2011. Accessible le 24 janvier 2016 sur [www.amc.ca](http://www.amc.ca)
  121. Union Française pour la Santé Bucco-Dentaire (UFSBD). Fiche conseil. Le protège-dents ou protection intrabuccale. Accessible le 24 janvier 2016 sur <http://www.ufsbd.fr/wp-content/uploads/2015/01/Fiche-protègeDents-230115.pdf>
  122. Chalmers DJ. Mouthguards. Protection for the mouth in rugby union. *Sports Med* 1998;25(5):339-49.
  123. McGill university health centre. Athlete concussion card. Accessible le 24 janvier 2016 sur <http://www.thechildren.com/sites/default/files/athlete-concussion-card.pdf>
  124. McCrory P. The eighth wonder of the world: the mythology of concussion managements. *Br J Sports Med* 1999; 33(2):136-137.
  125. Federal trade commission. Sports concussion prevention claims: what marketers need to know. 2012. Accessible le 24 janvier 2016 sur <https://www.ftc.gov/news-events/blogs/business-blog/2012/08/sports-concussion-prevention-claims-what-marketers-need-know>
  126. Senate committee on commerce, science, and transportation. One hundred twelfth congress. First session. Concussions and the marketing of sport equipment. 19th of October 2011. Accessible le 1<sup>er</sup> février 2016 sur <https://www.gpo.gov/fdsys/pkg/CHRG-112shrg73514/pdf/CHRG-112shrg73514.pdf>
  127. Hagel B, Meeuwisse W. Risk compensation: A "side-effect" of sport injury prevention? *Clin J Sport Med* 2004;14(4):193-6.
  128. Wiede D, Comstock RD, Nance M. Concussion research: a public health priority. *Inj Prev* 2011;17(1):69-70.
  129. Neil C, Oliver L. Time to Re-think the Zurich Guidelines: A Critique on the Consensus Statement on Concussion in Sport: The 4th International Conference on Concussion in Sport, Held in Zurich, November 2012. *Clin J Sport Med* 2012;24(2):93-95.
  130. Cantu RC, Mueller FO. The prevention of catastrophic head and spine injuries in high school and college sports. *Br J Sports Med* 2009;43(13):981-6.
  131. Patel DR, Reddy V. Sports related concussion in adolescents. *Pediatr Clin North Am* 2010;57(3):649-670.
  132. Warsh JM, Constantin SA, Howard A, Macpherson A. A systematic review of the association between body checking and injury in youth ice hockey. *Clin J Sport Med* 2009;19(2):134-144.
  133. Mihalik JP, Blackburn JT, Greenwald RM, Cantu RC, Marshall SW, Guskiewicz KM. Collision type and player anticipation affect head impact severity among youth ice hockey players. *Pediatrics* 2010;125(6):e1394-1401.
  134. Valovich McLeod TC, Schwartz C, Bay RC. Sport-related concussion misunderstandings among young coaches. *Clin J Sport Med* 2007;17(2):140-142.
  135. O'Donoghue EM, Onate JA, Van Lunen B, Peterson CL. Assessment of high school coaches' knowledge of sport related concussions. *Athl Train Sports health* 2009;1(3):120-132.
  136. Sarmiento K, Mitchko J, Klein C, Wong S. Evaluation of the centers for disease control and prevention's concussion initiative for high school coaches: "Heads Up: concussion high school sports". *J Sch Health* 2010;80(3):112-118.
  137. Sawyer RJ, Hamdallah M, White D, Pruzan M, Mitchko J, Huitric M. High school coaches' assessments, intention of use, and use of a concussion prevention toolkit: centers for disease control and prevention's heads up: concussion in high school sports. *Health Promot Pract* 2010;11(1):34-43.
  138. France Olympique. Affiche "La commotion cérébrale en pratique sportive". Accessible le 24 avril 2016 sur [www.franceolympique.com](http://www.franceolympique.com)
  139. Trojjan TH, Mohamed N. Demystifying preventive equipment in the competitive athlete. *Curr Sports Med Resp* 2012;11(6):304-8
  140. ADA Council on Access, Prevention, and Interprofessional Relations, ADA Council on Scientific Affairs. Using mouthguards to reduce the incidence and severity of sports-related oral injury. *J Am Dent Assoc* 2006;137(12):1712-1720.
  141. Mascarenhas AK. Mouthguards reduce orofacial injury during sport activities, but may not reduce concussion. *J Evid Based Dent Pract* 2012;12(2):90-91.