



A s s o c i a t i o n
d e s **n**eurologues
d u Q u é b e c

LES COMMOTIONS CÉRÉBRALES DANS LE SPORT

**Propositions de l'Association des Neurologues du Québec
*pour la prévention et la prise en charge***

29 MAI 2014

Les commotions cérébrales dans le sport : propositions de l'Association des Neurologues du Québec pour la prévention et la prise en charge

Patrick Cossette MD, PhD, FRCPC, Louis De Beaumont PhD, Marc Girard MD, FRCPC, Stéphane Ledoux MD, FRCPC

Introduction

La problématique des commotions cérébrales est un sujet hautement médiatisé et qui a fait l'objet de nombreux débats. Plusieurs sociétés médicales ont pris position et ont émis des recommandations sur ce sujet au cours des dernières années. Des données récentes de la littérature médicale rapportent des conséquences graves sur la santé neurologique de sportifs professionnels ayant subi plusieurs commotions cérébrales. Ces dernières études ajoutent aux préoccupations de la communauté scientifique et médicale. Le Ministère de l'Éducation, des Loisirs et des Sports du Québec a récemment formé un groupe de travail chargé d'examiner la question des cas de commotions cérébrales qui surviennent au Québec dans le cadre de la pratique d'activités sportives et récréatives. Le mandat de ce comité consiste à faire un état de la situation concernant les commotions cérébrales et de proposer des avenues de nature à améliorer la situation, tant sur le plan de la prévention et de la détection que du suivi. Les auteurs de ce rapport ont été sollicités afin de participer aux travaux de ce comité et souhaitent exprimer leurs recommandations en ce qui a trait à cet important problème de santé publique.

Risque de commotions dans les sports

La commotion cérébrale, est un syndrome clinique qui consiste en une altération de la fonction du cerveau induite par un coup direct ou indirect à la tête¹. Les manifestations cliniques impliquent le plus souvent un trouble transitoire de la mémoire et de l'orientation et peut impliquer une perte de conscience. Le terme traumatisme cranio-cérébral léger (TCCL) est habituellement utilisé pour décrire le phénomène dont la physiopathologie est sensiblement la même, mais survenant dans d'autres contextes que celui du sport. Pour les fins de ce document traitant essentiellement du contexte sportif, le terme commotion cérébrale sera utilisé.

Le Center for Disease Control (CDC) estime que les traumatismes crâniens légers reliés aux sports touchent entre 1.6 et 3.8 millions d'individus par année aux États-Unis¹. Selon l'Institut canadien d'information sur la santé, les sports et les activités récréatives viennent au troisième rang des principales causes d'hospitalisation pour traumatisme cérébral au Canada en 2003-2004². Les sports de contact ou à risque de collisions, comme le football, le rugby, le hockey, la crosse et le soccer sont associés à un risque accru de commotions cérébrales^{1,3}. Les études récentes concernant les commotions cérébrales dans le sport scolaire organisé démontrent également que le football et le hockey sur glace sont associés à la plus forte incidence^{4,5}. La fréquence exacte des commotions cérébrales dans les sports de contact est difficile à établir de façon précise. Celle-ci est probablement sous-estimée, car des taux jusqu'à 5 fois supérieurs aux données publiées ont été observés lorsqu'un médecin observateur était présent⁶. Des études récentes ont montré un taux alarmant de commotions cérébrales associées au hockey et au football, variant entre 5 et 20% des joueurs pour une seule saison⁷.

Manifestations aiguës et chroniques des commotions cérébrales

Les manifestations principales des commotions cérébrales consistent en des céphalées, troubles visuels, hypersensibilité à la lumière, étourdissements, nausées, trouble de l'équilibre, trouble de mémoire, et difficultés d'attention et de concentration. La **phase aiguë** se caractérise par un intervalle de récupération variant de 7 à 10 jours qui survient chez près de 80-90% des athlètes commotionnés,

bien que cette période puisse perdurer, en particulier chez les enfants et les adolescents⁸. La phase **subaiguë** réfère généralement aux trois mois suivant l'accident au cours desquels certains sujets touchés par une commotion cérébrale présenteront des symptômes post-commotionnels prolongés. Au-delà de cette période, un petit nombre d'athlètes expérimentent des symptômes à la phase **chronique**⁹. Finalement, certaines manifestations **tardives**, attribuables aux commotions cérébrales et aux traumatismes répétés à la tête, ont été observées plusieurs années après l'arrêt de l'exposition à ces facteurs. La survenue d'une première commotion cérébrale est un facteur de risque important pour la survenue de commotions additionnelles^{1,10,11} et les femmes présentent un risque accru de commotions^{1,12}. Les commotionnés multiples sont également plus à risque de subir des symptômes plus sévères et plus prolongés suite à une autre commotion cérébrale^{13,14}. Mais le principal risque des traumatismes cranio-cérébraux répétés s'avère le syndrome du second impact (SSI)^{15,16}. Le SSI est dû à un gonflement anormal du cerveau qui survient lorsqu'un athlète subit un coup à la tête avant la disparition des symptômes aigus d'une commotion cérébrale. Bien que le SSI soit rare, les conséquences sont souvent catastrophiques, allant de séquelles neurologiques permanentes au décès de l'athlète¹⁷. Ces cas de SSI ont grandement influencé le développement des recommandations relatives à la gestion du retour au jeu des athlètes touchés par une commotion cérébrale.

Risques à long terme associés aux commotions cérébrales

Les données épidémiologiques suggèrent que les footballeurs professionnels retraités ayant subi trois commotions cérébrales ou plus au cours de leur carrière présentent cinq fois plus de risque de développer des troubles cognitifs légers (*Mild Cognitive Impairment*), lesquels augmentent par un facteur de dix le risque de développer un tableau clinique apparenté à la maladie d'Alzheimer¹⁸. Des risques accrus de développer une maladie neurodégénérative incluant la maladie d'Alzheimer, un syndrome parkinsonien et la sclérose latérale amyotrophique ont également été observés chez les joueurs de football professionnels¹⁹. Également, en comparaison avec leurs homologues non-commotionnés, les anciens athlètes universitaires sexagénaires ayant des antécédents de commotions cérébrales subies durant la vingtaine présentent un profil de déclin cognitif et de lenteur d'exécution motrice²⁰. L'apparition de ces symptômes cognitifs latents caractérise une pathologie appelée encéphalopathie chronique d'étiologie traumatique (ECT). Initialement décrite en 1928 par Martland sous le nom de démence pugilistique²¹, en raison de son association avec la pratique des sports de combat, l'ECT a maintenant été observée chez des athlètes pratiquant d'autres sports de contact, tels que le hockey sur glace, le football américain et le soccer^{22,23,24}. Des études sur les cerveaux de patients décédés dans un contexte d'ECT ont montré que cette pathologie est une entité distincte des autres processus neurodégénératifs, à la fois sur le plan clinique et neuropathologique^{25,26}.

Risques associés aux traumatismes sous-commotionnels

Les lésions neuropathologiques typiques de l'encéphalopathie chronique d'étiologie traumatique (ECT) ont également été observés dans le cerveau d'athlètes ayant été impliqués dans des sports de contact, mais sans histoire de commotions cérébrales²². Ces observations suggèrent que des traumatismes cérébraux sous-commotionnels répétés puissent être impliqués dans le développement de l'ECT. L'utilisation d'accéléromètres intégrés aux casques protecteurs a permis de documenter la fréquence et la force des traumatismes cérébraux associés aux sports de contact, notamment au football et au hockey. Ces études ont montré des fréquences de plusieurs centaines d'impacts de plus de 25g par année, c'est-à-dire 25 fois la force gravitationnelle mesurée sur le cerveau, dont plus de la moitié surviennent à l'entraînement^{27,28,29}. Ces données ont montré que: 1) les épisodes de commotions cérébrales ne représentent qu'une infime partie des forces d'impact transmises au niveau cérébral dans

les sports de contact; 2) ces impacts répétés surviennent en grande partie à l'entraînement; et 3) les forces d'impact observées lors des traumatismes sous-commotionnels sont souvent comparables avec celles subies lors des commotions cérébrales. L'utilisation d'accéléromètre a montré un lien possible entre des altérations du fonctionnement cognitif et l'exposition à des impacts sous-commotionnels répétés au hockey et au football, chez les joueurs n'ayant pourtant subi aucune commotion durant la saison. Les joueurs ayant reçu un nombre et une force plus élevée de coups à la tête présentaient des lésions cérébrales, ainsi qu'une diminution de la performance dans les tests neuropsychologiques^{30,31,32}. Ces données récentes de la recherche suggèrent donc que les traumatismes sous-commotionnels répétés pourraient altérer le fonctionnement du cerveau et éventuellement mener à l'ECT.

Stratégies de prévention

Une revue récente de l'American Academy of Neurology conclut que : 1) les casques protecteurs réduisent, mais n'éliminent pas complètement les risques de commotions cérébrales et les autres traumatismes crâniens plus sévères au hockey, au rugby et au football; 2) il n'y a pas d'évidence qu'un type particulier de casque protecteur prévient davantage les commotions; 3) les protecteurs de tête flexibles utilisés au soccer et au basketball n'ont pas été démontrés utiles; 4) les protecteurs buccaux ont été montrés utiles pour la protection des traumatismes dentaires, mais pas pour les commotions cérébrales; et 5) il n'y a pas suffisamment d'évidence qui permet de faire des recommandations à savoir si l'âge ou un niveau de compétition donné influence le risque de commotion pour un athlète¹. Des programmes de prévention des blessures et de réduction du risque de blessures ont été mis en place au hockey (e.g. STOP, Fair Play), mais il n'y a pas de bénéfices démontrés de ces mesures³³. Enfin, malgré les changements de réglementations qui interdisent les mises en échec à la tête dans les ligues de hockey élite, la fréquence des commotions n'a pas diminué, mais possiblement augmenté³⁴.

Problématique

En tant que professionnel de la santé, nous sommes ici devant un défi de santé publique important. D'une part, les différents organismes de la santé font la promotion de l'activité physique pour les enfants, ce qui constitue un objectif important afin de prévenir les maladies chroniques comme l'obésité, le diabète, l'hypertension et les maladies cardio-vasculaires. La pratique d'une activité sportive entraîne également d'autres effets bénéfiques sur le développement des enfants et des adolescents, tels que la confiance en soi, le dépassement, la discipline, la camaraderie, et l'apprentissage du travail d'équipe. En revanche, certains sports de contact augmentent de façon dramatique le risque de commotions cérébrales qui peuvent avoir des conséquences graves sur la santé neurologique à court terme et à long terme chez de jeunes athlètes qui sont parmi les plus en santé de notre société.

Le deuxième défi consiste en une certaine inertie de notre société et de nos fédérations sportives à adopter de mesures visant à prévenir les commotions cérébrales. Même si la prévalence des commotions cérébrales et leurs répercussions ont été reconnues depuis plusieurs années, la population en général ou les athlètes y ont accordé relativement peu d'attention³. Plus récemment, les effets à long terme graves, qui ont été décrits chez des athlètes professionnels ayant subi des commotions cérébrales multiples, ont été hautement médiatisés, ce qui a amené une prise de conscience de cette problématique dans la population générale. Ce qui est encore plus préoccupant, c'est que des athlètes amateurs n'ayant jamais évolué à un niveau professionnel ont également été diagnostiqués avec l'encéphalopathie chronique traumatique²⁶. Nous croyons que les effets cumulatifs et à long terme des commotions cérébrales sont maintenant bien démontrés et qu'il y a suffisamment de données pour s'inquiéter également des traumatismes sous-commotionnels. De ces études, il se dégage une urgence d'agir et de mettre en place des mesures afin de protéger nos jeunes sportifs. Dans cet esprit, plusieurs organisations

médicales ont émis des recommandations en vue de prévenir et de mieux prendre en charge les commotions cérébrales dans les sports. Celles-ci ont mené à la mise en place de programmes nationaux de surveillance et de prise en charge aux États-Unis, mais elles tardent à s'établir au Canada. Nous sommes cependant d'avis que ces recommandations médicales n'ont pas été appliquées à la population du Québec et qu'il est impératif d'établir une politique énergique afin de réduire la prévalence des commotions cérébrales chez nos jeunes athlètes. En particulier, il faudra mieux encadrer et réglementer les sports à haut risque, tels que le football, le hockey et le soccer.

Recommandations générales

L'Association des Neurologues du Québec (ANQ) reconnaît qu'il y a des risques inhérents à la pratique de la majorité des sports. Certains sports présentent des risques accrus de commotions cérébrales, notamment en raison de la vitesse du jeu, ainsi que les risques de collisions ou de chutes. Malgré tous les efforts afin de rendre plus sécuritaires ces sports, nous ne pourrions éviter complètement ce que nous convenons d'appeler une blessure accidentelle. En revanche, la pratique de certains sports implique des contacts qui sont associés à un haut risque de causer des commotions cérébrales. Ces sports incluent en premier lieu les sports de combat, où les coups à la tête sont permis et encouragés (e.g. la boxe, arts martiaux mixtes). Cette catégorie inclut également les sports de contact, tels que le football, le rugby, le hockey et la crosse. Dans ce cas-ci, les contacts physiques, parfois violents, sont permis par la réglementation. Dans ces sports dits de contact, il est difficile de parler de blessure 'accidentelle' puisque les collisions, parfois à haute vitesse, ne sont pas uniquement tolérées, mais encouragées. Une fréquence élevée de commotions cérébrales est donc attendue dans ce type de sports. Dans ce contexte, l'ANQ propose les recommandations suivantes :

Interdire tous les sports où les coups délibérés à la tête sont permis et encouragés avant l'âge de 18 ans. Les adultes qui pratiquent ces sports devraient être informés et accepter de façon formelle les risques inhérents à une telle pratique;

Restreindre de façon importante les contacts physiques dans les sports à risque, tels que le hockey, le football, le rugby et la crosse et limiter ces contacts uniquement dans les ligues élites;

Appliquer des sanctions sévères et dissuasives en établissant le principe de tolérance zéro pour toute forme de violence, bagarre et tentative de blessure, en particulier en ce qui a trait aux blessures à la tête et ce, pour tous les sports;

Mettre en place un comité médical pour chaque fédération sportive concernée, en particulier pour les sports à risque, tels que le hockey, le football, le rugby et la crosse. Nous sommes d'avis que ce comité devrait relever directement du MELS et son mandat devrait comprendre :

1. revoir périodiquement la littérature médicale et les standards de pratique dans la prévention et la prise en charge des commotions cérébrales pour le sport en question et faire rapport au MELS;
2. mettre en place un programme spécifique de formation des entraîneurs et thérapeutes sportifs;
3. mettre en place un programme de surveillance des commotions avec un registre des blessures et un protocole de retour au jeu approprié;
4. s'assurer que la réglementation et les équipements soient les plus sécuritaires possibles et conformes aux standards établis

Appliquer les recommandations faites par le comité ministériel du MSSS sur les TCC légers en 2010³⁵. En particulier, un effort important devra être fait en collaboration avec le MSSS et le MELS afin que les commotions qui surviennent lors d'une activité sportive soient prises en charge rapidement par un réseau de clinique de TCC où il existe une expertise dans la gestion des commotions cérébrales chez les sportifs;

Inclure une formation obligatoire de 30 minutes dans le cours d'éducation physique au secondaire sur la commotion cérébrale;

Appliquer immédiatement les recommandations médicales existantes pour les sports à haut risque de commotions. Les recommandations spécifiques pour chaque sport concerné sont fournies dans la section suivante.

Recommandations spécifiques

Boxe et autres sports de combat

La boxe et autres sports de combat sont des disciplines sportives qui ont toujours été controversées. Lors des premiers Jeux Olympiques modernes en 1896, le comité d'organisation d'Athènes a décidé de ne pas inclure la boxe dans le programme, la jugeant trop dangereuse. La boxe fut de nouveau interdite aux jeux de Stockholm en 1912, car elle est interdite par la législation suédoise. C'est en 1920 que la boxe est devenue une discipline olympique de façon définitive³⁶.

Les risques de dommages neurologiques causés par la boxe sont bien documentés, ainsi que les risques de traumatismes oculaires et décollement rétinien^{37,38,39}. Les commotions cérébrales sont l'une des principales blessures causées par la boxe. Dans de rares cas, les coups à la tête peuvent causer la mort. Même si la plupart des sports comportent un risque de traumatismes, la boxe se distingue par le fait que chaque boxeur vise à blesser son adversaire, notamment par des coups à la tête et en cherchant délibérément à causer une commotion cérébrale (également appelé KO ou knock-out dans le jargon de la boxe). L'Association Médicale Canadienne considère la boxe comme un sport dangereux et recommande l'interdiction de la boxe professionnelle et amateur au Canada⁴⁰. Également, en raison du risque de blessures crâniennes et faciales, la Société canadienne de pédiatrie s'oppose à la boxe comme activité sportive pour les enfants et les adolescents⁴¹. Ces organismes recommandent que les médecins s'élèvent vigoureusement contre la boxe auprès des jeunes et les encouragent à participer à d'autres activités dans lesquelles les coups intentionnels à la tête ne constituent pas un élément essentiel du sport. Les recommandations de plusieurs autres associations médicales, notamment l'American Medical Association, l'American Academy of Pediatrics, l'Australian Medical Association, la British Medical Association et l'Association médicale mondiale sont unanimes pour s'opposer à la boxe et recommander l'interdiction cette discipline sportive⁴²⁻⁴⁵.

De façon surprenante, malgré une prise de conscience de la communauté médicale et une attention médiatique accrue en ce qui a trait aux risques associés aux commotions cérébrales, la boxe et les arts martiaux mixtes gagnent en popularité. Boxing Canada constate une augmentation de 41% de ses membres entre 2008 (5,032) et 2013 (7,110 membres)⁴⁶. De la même façon, Boxe Québec rapporte *'qu'au cours des 15 dernières années, nous avons connu une hausse de popularité sans précédent. D'un peu moins de 1000 membres en 1998, nous en comptons maintenant plus de 4000, tous regroupés à l'intérieur d'un réseau de 100 clubs de boxe répartis partout au Québec. Également connue sous le vocable "Boxe-Québec" et reconnue par le Ministère de l'Éducation, du loisir et du sport, la Fédération supervise le développement de la boxe amateur sur le territoire Québécois'*⁴⁷. Dans son rapport annuel de 2013, Boxe Québec rapporte la participation de 438 boxeurs de moins de 18 ans⁴⁸.

Recommandations

L'ANQ considère la boxe comme un sport dangereux et encourage les adultes à participer à d'autres activités dans lesquelles les coups intentionnels à la tête ne constituent pas un élément essentiel du sport. Les adultes qui pratiquent ces sports devraient être informés et accepter de façon formelle les risques inhérents à une telle pratique. De plus, en accord avec les associations médicales canadiennes et internationales, l'ANQ s'élève vigoureusement contre la boxe chez les enfants et les adolescents, et recommande chez les moins de 18 ans:

l'interdiction de la boxe;

l'interdiction de tout autre sport de combat où les coups à la tête sont permis et encouragés;

l'interdiction des sports où le principal objectif consiste à blesser l'adversaire.

Hockey

La mise en échec est la principale cause des commotions au hockey. Le hockey est l'un des sports les plus populaires chez les enfants et les adolescents. En 2012-13, on compte environ 100,000 inscriptions au Québec et plus de 600,000 au Canada^{49,50}. Le hockey est un sport à haut risque de blessures, notamment en ce qui a trait aux traumatismes crâniens et aux traumatismes médullaires, qui sont près de quatre fois plus élevés chez les joueurs de hockey du secondaire que chez les joueurs de football collégiaux^{51,52}. La mise en échec est la principale cause de blessure chez les jeunes hockeyeurs à tous les niveaux de compétition où elle est permise, causant de 45 % à 86 % des blessures⁵³⁻⁵⁷. Emery et ses collègues ont constaté un risque presque quatre fois plus élevé de commotions liées au jeu chez les joueurs peewees de l'Alberta (mise en échec permise) par rapport aux joueurs du Québec (mise en échec interdite). Le taux de commotions sévères était également près de quatre fois plus élevé chez les joueurs de l'Alberta⁵⁸.

Les règles sur la mise en échec. La catégorie à partir de laquelle la mise en échec est introduite a été l'objet de nombreux débats et de changement de réglementation. De façon générale, Hockey Canada et Hockey USA ont permis la mise en échec à partir du niveau pee-wee (11-12 ans), alors que le Québec l'a retardée à la catégorie bantam (13-14 ans) dès 1978. Suite aux travaux et recommandations d'Emery *et al*^{33,58}, Hockey USA et Hockey Canada ont également retardé la mise en échec au niveau bantam, respectivement en 2011 et 2012.

Hockey Canada et Hockey Québec définissent le contact corporel et la mise en échec de la façon suivante^{33,59}:

Le **contact corporel** est une tactique défensive individuelle visant à bloquer le progrès d'un porteur de rondelle. Le joueur défensif ne peut pas frapper le joueur offensif en se déplaçant en position inverse ou en se projetant vers lui pour initier un contact. Il ne doit pas y avoir de geste pour bousculer le porteur de rondelle, le frapper ou le pousser sur la bande;

La **mise en échec** est une tactique défensive individuelle visant à séparer de manière réglementaire la rondelle du porteur. Le joueur défensif projette son corps vers le porteur de rondelle tout en se déplaçant dans une direction opposée ou parallèle, dans un mouvement énergique et délibéré qui n'est pas seulement déterminé par le mouvement du porteur de rondelle

Le débat sur la nécessité de la mise en échec au hockey. Les promoteurs de la mise en échec prétendent que celle-ci doit être maintenue pour les raisons suivantes :

1) La mise en échec fait partie intégrante du hockey qui est un sport dit 'de contact'. À notre avis, cet argument ne tient pas la route, puisqu'il est possible d'interdire la mise en échec sans dénaturer le sport. La mise en échec n'est pas autorisée au hockey féminin, qui est pourtant une discipline olympique. De plus, la mise en échec est interdite dans toutes les catégories de jeu novice, atome et peewee, ainsi que les ligues adultes récréatives au Québec.

2) La mise en échec est une compétence fondamentale qui, lorsqu'elle est apprise tôt, peut prévenir de futures blessures. Cette opinion a été véhiculée par différentes associations de hockey, notamment par Hockey Québec et Hockey Canada, malgré l'absence de données probantes à cet effet. Il a été démontré dans une étude de cohorte prospective que l'introduction de la mise en échec à 11 ans (Alberta) ou à 13 ans (Québec) n'influe pas sur le taux de blessures plus tard (à 13 à 14 ans)⁶⁰.

Également, les données de la littérature scientifique démontrent que la mise en échec est le principal mécanisme de blessure, tant dans les ligues mineures que dans les ligues professionnelles^{33,34,58}.

3) Il fait partie du mandat des associations de hockey amateur de développer des joueurs pour les équipes élités où la mise en échec est permise. En accord avec les autres associations médicales, l'ANQ ne s'oppose pas au développement du hockey élite au Québec et la réglementation sur le hockey international et professionnel dépasse le cadre de la législation du MELS. Cependant, il est très probable que des changements significatifs de réglementation en vue de réduire la fréquence des commotions cérébrales seront éventuellement adoptés dans le hockey professionnel et international. En effet, en novembre 2013, une poursuite a été intentée par d'anciens joueurs de la LNH qui allèguent que la LNH savait ou devait connaître les risques associés aux commotions cérébrales et que ceux-ci n'ont pas agi afin d'informer les joueurs et de réduire ces risques^{61,62}. Cette poursuite est très similaire à celle intentée par d'anciens joueurs de la NFL et qui a mené à des changements récents de la réglementation au football américain et canadien (voir page 10 de ce rapport). En attendant ces changements, nous sommes d'avis que les recommandations médicales canadiennes devraient être mises en application. Ainsi, l'Académie canadienne de médecine du sport et de l'exercice recommande d'introduire la mise en échec complète seulement dans le cadre du hockey masculin '*où la visée est d'atteindre des niveaux de compétitions conduisant vers des classements professionnels et internationaux*', et pas avant la catégorie midjet (15 à 17 ans)⁶³. L'Académie américaine de pédiatrie (AAP) recommande d'interdire la mise en échec chez les joueurs masculins de moins de 15 ans⁶⁴. Dans un document récent, la Société Canadienne de Pédiatrie³³ et l'Association Médicale Canadienne⁶⁵ ont pris position et ont émis les recommandations suivantes : 1) éliminer la mise en échec dans toutes les catégories de hockey masculin récréatif et compétitif non élite organisé; et 2) reporter l'introduction de la mise en échec dans les ligues compétitives élités masculines jusqu'à ce que les joueurs aient 13 à 14 ans (catégorie bantam) ou plus.

Définition de sport élite. Différents programmes nationaux ont déterminé qu'un athlète est considéré à un niveau élite lorsqu'il participe à des compétitions de niveau national, international ou professionnel⁶⁶. Malgré les recommandations médicales qui suggèrent de restreindre la mise en échec pour les niveaux élite, il n'existe pas de définition clairement établie pour le hockey dit 'élite' au Canada. Au Québec, on distingue deux catégories principales : le niveau récréatif (simple lettre, A, B et C) et le hockey compétitif (double lettre : CC, BB, AA, AAA). Actuellement, tous les joueurs de catégorie double lettre jouent avec mise en échec à compter de bantam (13-14 ans). Or, une très faible proportion des joueurs ayant évolué au niveau double lettre vont accéder au plus haut niveau de hockey amateur, soit la Ligue de Hockey Junior Majeur du Québec. Au total, environ 1% des joueurs de la LHJMQ seront éventuellement sélectionnés pour l'équipe nationale (Équipe Canada junior) ou pour la Ligue Nationale de Hockey. En conséquence, la très grande majorité des jeunes hockeyeurs du Québec qui sont actuellement exposés aux risques associés à la mise en échec n'ont virtuellement aucune chance de faire partie d'une équipe de niveaux national ou professionnel.

Recommandations

De nombreuses études confirment que la mise en échec est le mécanisme principal des blessures liées au hockey, y compris les commotions. Basée sur ces données probantes, nous pouvons prédire que l'abolition de la mise en échec va réduire considérablement les risques de blessures, de commotions et de commotions sévères. Ainsi, en accord avec les différentes sociétés médicales établies, L'ANQ recommande ce qui suit :

Interdire la mise en échec dans toutes les catégories de hockey masculin récréatif et compétitif organisé, incluant toutes les ligues scolaires, civiles et le hockey de printemps/été;

Reporter l'introduction de la mise en échec dans les ligues élites masculines jusqu'à ce que les joueurs aient 15 ans (catégorie midget) ou plus. La définition de hockey élite devra être restreinte aux seuls athlètes qui ont une chance raisonnable de jouer au hockey à un niveau national, international ou professionnel. Ceci inclut uniquement les catégories midget espoir, midget AAA, junior majeur, junior AAA, et universitaire;

Revoir les règlements qui encadrent les mises en échec et les coups à la tête dans les ligues élites et restreindre le nombre d'heures d'entraînement où la mise en échec est permise afin de minimiser les risques de commotions cérébrales;

Mettre en œuvre un programme d'acquisition des habiletés de mise en échec approprié dans toutes les ligues où elle est permise;

Éduquer les entraîneurs, les joueurs, les parents, les écoles, ainsi que les décideurs du milieu sportif sur les signes et symptômes des blessures courantes au hockey, particulièrement les commotions et des conséquences qu'elles peuvent entraîner à court et long termes;

Améliorer la surveillance des blessures afin de mieux déterminer les facteurs de risque et les mécanismes de blessures au hockey;

Pour tous les groupes d'âge et toutes les ligues, adopter des politiques sévères et dissuasives en établissant le principe de tolérance zéro pour toute forme de violence, bagarre et tentative de blessure, en particulier en ce qui a trait aux blessures à la tête. Au besoin, favoriser l'expulsion et la suspension de tout joueur fautif et son entraîneur-chef.

Football (Canadien et Américain)

Le plaquage est la principale cause des commotions au football. Selon Football Québec, il y a environ 30,000 joueurs de football au Québec et ce sport gagne en popularité. Le but du jeu consiste à faire progresser le ballon jusqu'à la zone des buts de l'équipe adverse. Selon les règles du football canadien ou américain, l'équipe en possession du ballon bénéficie respectivement de trois ou quatre essais afin de faire progresser le ballon d'au moins 10 verges. L'équipe en défensive doit tenter de bloquer la progression du porteur de ballon. Il est notamment permis et encouragé de plaquer le porteur du ballon dans le but de le projeter au sol. Le jeu est arrêté dès que le porteur du ballon est au sol, et la prochaine tentative d'attaque débute à l'endroit où le joueur a été plaqué. Le football canadien et américain est donc associé à des contacts physiques qui peuvent être violents et les risques élevés de commotions cérébrales associés à ces sports sont bien documentés. Dans les ligues professionnelles, le taux de commotions varie entre 0,41 et 0,67 par match et environ 45% des joueurs vont présenter des symptômes de commotions cérébrales au cours d'une seule saison^{67,68}. Les contacts lors des plaquages constituent le mécanisme principal causant les commotions cérébrales, que ce soit suite à un impact par le casque de l'adversaire (casque à casque) (68%), par une autre partie du corps (21%) ou par une chute au sol (11%)⁶⁷.

Considérations médico-légales dans le football professionnel. En avril 2011, une poursuite légale a été déposée à la cour fédérale américaine au nom de sept anciens joueurs de la NFL. Depuis, plus de 4,500 anciens joueurs de la NFL ayant souffert de commotions cérébrales multiples au cours de leur carrière se sont joints à cette poursuite qui allègue '*...que la NFL était au courant des évidences et des risques associés à des traumatismes cranio-cérébraux répétés virtuellement depuis sa création, mais a délibérément ignoré et activement dissimulé cette information aux plaignants et tous les autres personnes qui ont participé à tous les niveaux du football organisé*'. La plainte mentionne également que la NFL savait ou aurait dû savoir que les joueurs ayant subi des traumatismes cranio-cérébraux répétés sont à risque de développer '*...précocement la maladie d'Alzheimer, la démence, la dépression, des déficits du fonctionnement cognitif, un ralentissement de la vitesse de l'attention et du raisonnement, des pertes de mémoires, de l'insomnie, des sautes d'humeur, des changements de personnalité, ainsi que la maladie invalidante et latente connue sous le nom d'encéphalopathie chronique traumatique (CTE)*'.^{69,70} Une audience a été tenue en avril 2013 et la cour fédérale a ordonné aux représentants des deux parties d'explorer un règlement du litige⁷¹. Un règlement a été conclu en août 2013 et la NFL contribuera pour \$765 millions afin de fournir une aide médicale à plus de 18,000 anciens joueurs. De plus, \$10 millions servira à financer la recherche médicale, ainsi que des programmes de sécurité et d'éducation pour la prévention et la prise en charge des commotions⁷². En décembre 2013, cinq anciens joueurs de la NFL ont choisi de ne pas se prévaloir de ce règlement et ont intenté une poursuite contre leur ancienne équipe des Chiefs de Kansas City⁷³. Également, la NFL a pris des mesures afin d'améliorer la sécurité des joueurs, notamment : 1) en impliquant un neurologue consultant indépendant de l'équipe sur les lignes de côté à chaque match; 2) en appliquant un nouveau protocole de retour au jeu après une commotion cérébrale; et 3) en interdisant l'utilisation du casque dans les contacts contre un adversaire, ainsi que les contacts contre un joueur en position vulnérable^{74,75}.

Plaquage et règlementation dans le football amateur. Il n'existe pas de recommandations médicales quant à la pratique du football avec 'plaquage' ou 'tackle' chez les enfants. Aux États-Unis, l'âge minimal pour jouer au football avec plaquage est de 11 ans, mais suite à des recommandations d'experts, un projet de loi vise à élever cet âge minimal à 14 ans⁷⁶. Au Québec, les jeunes joueurs peuvent s'inscrire au football canadien avec contact dès l'âge de 7 ans (atome). Dans une version révisée des

règlements en mai 2014, Football Québec a interdit les contacts impliquant la tête, et a restreint les contacts contre les joueurs en position vulnérable⁷⁷. Avec la réglementation actuelle, les contacts physiques, incluant les coups à la tête, sont néanmoins inhérents à la pratique de ce sport. Il existe cependant des programmes de football sans contact pour les enfants et adolescents⁷⁸. L'abolition des contacts physiques au football pourrait cependant 'dénaturer' l'essence de ce sport, puisque le plaquage de l'adversaire constitue une tactique défensive qui est inhérente à la pratique de ce sport. Tel que mentionné, le football américain bénéficie d'investissements importants en recherche pour la prévention des commotions cérébrales⁷². Ces études permettront probablement d'obtenir des données supplémentaires quant aux risques spécifiques et aux moyens de prévenir les commotions dans ce sport.

Recommandations

L'ANQ considère le football comme un sport à haut risque de commotions cérébrales et encourage les adultes et les enfants à participer à d'autres activités sportives. Les adultes et les enfants qui pratiquent ces sports devraient être informés et accepter de façon formelle les risques inhérents à une telle pratique. De nombreuses études confirment que les contacts physiques constituent le mécanisme principal des blessures liées au football, y compris les commotions cérébrales. Basée sur ces données probantes, nous pouvons prédire que l'abolition du contact physique chez certaines catégories de joueurs va réduire considérablement les risques de blessures et de commotions cérébrales. En attendant d'établir des normes médicales nationales ou internationales, et considérant les recommandations médicales en place pour d'autres sports de contact comme le hockey, l'ANQ recommande ce qui suit :

Interdire les contacts physiques dans toutes les catégories de football récréatif et compétitif organisé, incluant toutes les ligues scolaires et civiles;

Reporter l'introduction du contact physique dans les ligues élites masculines jusqu'à ce que les joueurs aient 15 ans ou plus. La définition de football élite devra être restreinte aux seuls athlètes qui ont une chance raisonnable de jouer au football à un niveau national, international ou professionnel;

Revoir les règlements qui encadrent les contacts physiques et les coups à la tête dans les ligues avec contacts et restreindre le nombre d'heures d'entraînement où les contacts sont permis afin de minimiser les risques de commotions cérébrales;

Mettre en œuvre un programme d'acquisition des habiletés des contacts physiques approprié dans toutes les ligues où elle est permise;

Éduquer les entraîneurs, les joueurs, les parents, les écoles, ainsi que les décideurs du milieu sportif sur les signes et symptômes des blessures courantes au football, particulièrement les commotions et des conséquences qu'elles peuvent entraîner à court et long termes;

Améliorer la surveillance des blessures afin de mieux déterminer les facteurs de risque et les mécanismes de blessures au football;

Pour tous les groupes d'âge et toutes les ligues, adopter des politiques sévères et dissuasives en établissant le principe de tolérance zéro pour toute forme de violence, bagarre et tentative de blessure, en particulier en ce qui a trait aux blessures à la tête. Au besoin, favoriser l'expulsion et la suspension de tout joueur fautif et son entraîneur-chef.

Soccer

Selon Football Québec, il y a plus de 186,000 joueurs de soccer au Québec en 2012-13⁷⁹. Les risques de commotions associés au soccer sont bien documentés, malgré que les contacts physiques ne soient pas permis¹. Les commotions qui surviennent dans ce sport sont généralement dues à des collisions accidentelles entre deux joueurs⁸⁰. Par contre, dans la réglementation actuelle, le soccer implique que le ballon puisse être frappé avec la tête, communément appelé ‘tête’ dans la terminologie de ce sport. Sauf pour de rares cas accidentels où le ballon peut frapper un joueur à la tête avec une haute vitesse, les jeux de ‘têtes’ ne sont généralement pas associés à des commotions cérébrales⁸⁰. Cependant, certaines études suggèrent que les têtes à répétition, principalement avec un volume d’entraînement élevé, seraient associées à des lésions cérébrales et à des troubles cognitifs⁸¹⁻⁸⁵. Ces études ont cependant été contestées⁸⁶ et n’ont pas fait l’objet de recommandations médicales formelles. En particulier, il n’existe pas de recommandations médicales quant à la pratique sécuritaire de ce sport chez les enfants.

Recommandations

L’ANQ considère le soccer comme un sport à risque de commotions cérébrales. La grande majorité des commotions qui surviennent dans ce sport sont cependant accidentelles et peuvent difficilement être prévenues par des changements de réglementation. La problématique des têtes est cependant préoccupante et celles-ci pourraient contribuer au risque de troubles neurologiques. Soccer Québec s’est doté d’un comité médical qui a fait des recommandations en ce qui a trait à la formation, la réglementation et a également constitué un registre des blessures, en particulier pour les commotions cérébrales. L’ANQ salue cette initiative. Aussi, en attendant d’établir des normes médicales nationales ou internationales, L’ANQ recommande ce qui suit :

Les règles du jeu actuelles de la FIFA sanctionnent d’un carton rouge (expulsion) les incidents provoquant un traumatisme crânien, comme un coup de coude porté à la tête. Ces règles devraient faire l’objet d’un rappel périodique dans toutes les ligues de soccer organisées, scolaires et civiles qui devront s’assurer d’appliquer les règlements en vigueur;

Conformément avec la recommandation de la Fédération de Soccer du Québec, introduire et enseigner l’utilisation de la tête pour frapper le ballon qu’à partir de l’âge de 12 ans chez les garçons;

Considérant que les filles présentent une plus grande vulnérabilité aux commotions cérébrales, introduire et enseigner l’utilisation de la tête pour frapper le ballon qu’à partir de l’âge de 14 ans chez les filles;

Restreindre le nombre d’heures d’entraînement où les têtes sont permises afin de minimiser les risques potentiels de complications neurologiques à long terme;

Éduquer les entraîneurs, les joueurs, les parents, les écoles, ainsi que les décideurs du milieu sportif sur les signes et symptômes des blessures courantes au soccer, particulièrement les commotions et des conséquences qu’elles peuvent entraîner à court et long termes;

Améliorer la surveillance des blessures afin de mieux déterminer les facteurs de risque et les mécanismes de blessures au soccer;

Pour tous les groupes d'âge et toutes les ligues, adopter des politiques sévères et dissuasives en établissant le principe de tolérance zéro pour toute forme de violence, bagarre et tentative de blessure, en particulier en ce qui a trait aux blessures à la tête. Au besoin, favoriser l'expulsion et la suspension de tout joueur fautif et son entraîneur-chef.

Autres sports de contact (rugby, crosse)

Il existe d'autres sports à haut risque de commotions cérébrales, notamment le rugby et la crosse. Il n'y a cependant pas suffisamment de données disponibles quant aux risques inhérents qu'ils représentent et les façons de les prévenir. Ces sports sont actuellement pratiqués par un nombre plus restreint de participants. L'ANQ considère que les principes généraux exposés à la page 4 de ce rapport devraient être appliqués à la pratique de ces sports. Si des informations supplémentaires étaient disponibles, l'ANQ demeure entièrement disponible et offre son aide aux fédérations concernées, notamment en ce qui a trait à l'établissement de règles spécifiques afin de prévenir les coups à la tête et les commotions cérébrales.

Bibliographie

1. Giza CC, Kutcher JS, Ashwal S, Barth J, Getchius TS, Gioia GA, Gronseth GS, Guskiewicz K, Mandel S, Manley G, McKeag DB, Thurman DJ, Zafonte R. 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):2250-7.
2. Institut canadien d'information sur la santé. Traumatismes crâniens au Canada : Une décennie de changements (1994-1995 à 2003-2004). http://publications.gc.ca/collections/collection_2012/icis-cihi/H117-5-2-2006-fra.pdf
3. Canadian Medical Association Policy: Head injury and sport. <http://policybase.cma.ca/dbtw-wpd/Policypdf/PD11-10.pdf>
4. Guerriero RM, Proctor MR, Mannix R, Meehan WP, 3rd. Epidemiology, trends, assessment and management of sport-related concussion in United States high schools. *Curr Opin Pediatr* 2012;24:696-701.
5. Harmon KG, Drezner J, Gammons M, Guskiewicz K, Halstead M, Herring S, Kutcher J, Pana A, Putukian M, Roberts W. American medical society for sports medicine position statement: concussion in sport. *Clinical journal of sport medicine : official journal of the Canadian Academy of Sport Medicine* 2013;23:1-18.
6. Echlin PS, Skopelja EN, Worsley R, Dadachanji SB, Lloyd-Smith DR, Taunton JA, Forwell LA, Johnson AM. 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:E2: 1-11.
7. University of Pittsburgh's Brain Trauma Research Center. <http://www.neurosurgery.pitt.edu/centers-excellence/brain-and-spine-injury/concussions>
8. McCrory P, Meeuwisse W, Aubry M, Cantu B, Dvorak J, Echemendia RJ, Engebretsen L, Johnston K, Kutcher JS, Raftery M, Sills A. Consensus Statement on Concussion in Sport-the 4th International Conference on Concussion in Sport Held in Zurich, November 2012. *Clinical journal of sport medicine: official journal of the Canadian Academy of Sport Medicine* 2013;23:89-117.
9. McCrea MA (2008) *Mild Traumatic Brain Injury and Postconcussion Syndrome*. Oxford University Press, New York.
10. Delaney JS, Lacroix VJ, Leclerc S, Johnston KM. Concussions among university football and soccer players. *Clin J Sport Med* 2002;12:331-338
11. Guskiewicz KM, McCrea M, Marshall SW, Cantu RC, Randolph C, Barr W, Onate JA, Kelly JP. Cumulative effects associated with recurrent concussion in collegiate football players: the NCAA Concussion Study. *JAMA* 2003;290:2549-2555.

12. O’Kane JW, Spieker A, Levy MR, Neradilek M, Polissar NL, Schiff MA. Concussion Among Female Middle-School Soccer Players. *JAMA Pediatr.* 2014;168(3):258-264.
13. Collins MW, Lovell MR, Iverson GL, Cantu RC, Maroon JC, Field M. Cumulative effects of concussion in high school athletes. *Neurosurgery* 2002;51:1175-1179.
14. Slobounov S, Slobounov E, Sebastianelli W, Cao C, Newell K. Differential rate of recovery in athletes after first and second concussion episodes. *Neurosurgery* 2007;61:338-344; discussion 344
15. Cantu RC. Second impact syndrome. *Clinical Journal of Sports Medicine* 1998;17:37-44.
16. Cantu RC. Second impact syndrome: A risk in any contact sport. *Phys Sportsmed* 1995;38:53-67.
17. McCrory P, Berkovic SF. Second impact syndrome. *Neurology* 1998;50:677-683.
18. Guskiewicz KM, Marshall SW, Bailes J, McCrea M, Cantu RC, Randolph C, Jordan BD. Association between recurrent concussion and late-life cognitive impairment in retired professional football players. *Neurosurgery* 2005;57:719-726.
19. Lehman EJ, Hein MJ, Baron SL, Gersic CM. Neurodegenerative causes of death among retired National Football League players. *Neurology* 2012;79:1970-4.
20. De Beaumont L, Theoret H, Mongeon D, Messier J, Leclerc S, Tremblay S, ElleMBERG D, LASSONDE M. Brain function decline in healthy retired athletes who sustained their last sports concussion in early adulthood. *Brain* 2009;132:695-708.
21. Martland HS. Punch Drunk. *JAMA* 1928;91:1103-1107.
22. Baugh CM, Stamm JM, Riley DO, Gavett BE, Shenton ME, Lin A, Nowinski CJ, Cantu RC, McKee AC, Stern RA. Chronic traumatic encephalopathy: neurodegeneration following repetitive concussive and subconcussive brain trauma. *Brain Imaging Behav* 2012;6:244-254.
23. Omalu BI, Hamilton RL, Kamboh MI, DeKosky ST, Bailes J. Chronic traumatic encephalopathy (CTE) in a National Football League Player: Case report and emerging medicolegal practice questions. *Journal of forensic nursing* 2011;6:40-46.
24. Stern RA, Riley DO, Daneshvar DH, Nowinski CJ, Cantu RC, McKee AC. Long-term consequences of repetitive brain trauma: chronic traumatic encephalopathy. *Pm R* 2011;3:S460-467.
25. McKee AC, Cantu RC, Nowinski CJ, Hedley-Whyte ET, Gavett BE, Budson AE, Santini VE, Lee HS, Kubilus CA, Stern RA. Chronic traumatic encephalopathy in athletes: progressive tauopathy after repetitive head injury. *J Neuropathol Exp Neurol.* 2009;68:709-35.
26. McKee AC, Stern RA, Nowinski CJ, Stein TD, Alvarez VE, Daneshvar DH, Lee HS, Wojtowicz SM, Hall G, Baugh CM, Riley DO, Kubilus CA, Cormier KA, Jacobs MA, Martin BR, Abraham CR, Ikezu T, Reichard RR, Wolozin BL, Budson AE, Goldstein LE, Kowall NW, Cantu RC. The spectrum of disease in chronic traumatic encephalopathy. *Brain* 2013;136:43-64.

27. Duhaime AC, Beckwith JG, Maerlender AC, McAllister TW, Crisco JJ, Duma SM, Brolinson PG, Rowson S, Flashman LA, Chu JJ, Greenwald RM. Spectrum of acute clinical characteristics of diagnosed concussions in college athletes wearing instrumented helmets: clinical article. *J Neurosurg* 2012;117:1092-1099.
28. Crisco JJ, Wilcox BJ, Beckwith JG, Chu JJ, Duhaime AC, Rowson S, Duma SM, Maerlender AC, McAllister TW, Greenwald RM. Head impact exposure in collegiate football players. *J Biomech* 2011;44:2673-2678.
29. Broglio SP, Eckner JT, Kutcher JS. Field-based measures of head impacts in high school football athletes. *Curr Opin Pediatr* 2012;24:702-708.
30. Bailes JE, Petraglia AL, Omalu BI, Nauman E, Talavage T. Role of subconcussion in repetitive mild traumatic brain injury. *J Neurosurg*. 2013;119(5):1235-45.
31. McAllister TW, Flashman LA, Maerlender A, Greenwald RM, Beckwith JG, Tosteson TD, Crisco JJ, Brolinson PG, Duma SM, Duhaime AC, Grove MR, Turco JH. Cognitive effects of one season of head impacts in a cohort of collegiate contact sport athletes. *Neurology* 2012;78(22):1777-84.
32. McAllister TW, Ford JC, Flashman LA, Maerlender A, Greenwald RM, Beckwith JG, Bolander RP, Tosteson TD, Turco JH, Raman R, Jain S. Effect of head impacts on diffusivity measures in a cohort of collegiate contact sport athletes. *Neurology* 2014;82(1):63-9.
33. Kristin M Houghton, Carolyn A Emery. La mise en échec chez les jeunes hockeyeurs. Document de principes. Société canadienne de pédiatrie. Novembre 2012.
<http://www.cps.ca/fr/documents/position/echec-chez-les-jeunes-hockeyeurs>
34. Donaldson L, Asbridge M, Cusimano MD. Bodychecking rules and concussion in elite hockey. *PLoS One* 2013;8(7):e69122.
35. Orientations ministérielles pour le traumatisme craniocérébral léger 2005-2010.
http://fecst.inesss.qc.ca/fileadmin/documents/orientations_ministerielles.pdf
36. <http://fr.beijing2008.cn/cptvenues/sports/boxing/n214047234.shtml>
37. Bianco M, Vaiano AS, Colella F et coll. Ocular complications of boxing. *Br J Sports Med* 2005;39(2):70-4.
38. Zazryn TR, Cameron PA, McCrory PR. A prospective cohort study of injury in amateur and professional boxing. *Br J Sports Med* 2006;40(8):670-4.
39. Zazryn TR, McCrory PR and Cameron PA. Neurologic injuries in boxing and other combat sports. *Neurol Clin* 2008;26(1):257-70.
40. Association médicale canadienne, Bureau de la santé publique. 2002. Boxing.
www.cma.ca/index.cfm/ci_id/3385/la_id/1.htm.

41. Société canadienne de pédiatrie. <http://www.cps.ca/fr/documents/position/boxe>
42. American Academy of Pediatrics, Committee on Sports Medicine and Fitness. Participation in boxing by children, adolescents, and young adults. *Pediatrics* 1997;99(1):134-5.
43. American Medical Association. Boxing injuries. <https://ssl3.ama-assn.org/apps/ecommm/PolicyFinderForm.pl?site=www.ama-assn.org&uri=/ama1/pub/upload/mm/PolicyFinder/policyfiles/HnE/H-470.963.HTM>
44. Australian Medical Association. 1997 (reconduit en 2007). Position statement: Boxing. <http://ama.com.au/node/444>.
45. British Medical Association. 2009. Boxing – the BMA’s position. www.bma.org.uk/health_promotion_ethics/sports_exercise/BoxingPU.jsp.
46. <http://www.boxing.ca/about-us-news.php>
47. <http://www.fqbo.qc.ca/pages.asp?id=835>
48. http://www.fqbo.qc.ca/pdf/rapport_annuel_2013.pdf
49. Hockey Québec rapport annuel 2012-13. <http://www.hockey.qc.ca/fr/fichiers/951.html>
50. Hockey Canada rapport annuel 2013. <http://www.hockeycanada.ca/fr-ca/Corporate/About/Basics/Downloads.aspx>
51. Mueller FO, Cantu RC. Catastrophic injuries and fatalities in high school and college sports, fall 1982-spring 1988. *Med Sci Sports Exerc* 1990;22(6):737-41.
52. Cantu RC, Mueller FO. Fatalities and catastrophic injuries in high school and college sports, 1982-1997: Lessons for improving safety. *Phys Sportsmed* 1999;27(8):35-48.
53. Emery CA, Meeuwisse WH. Injury rates, risk factors, and mechanisms of injury in minor hockey [commentaire]. *Am J Sports Med* 2006;34(12):1960-9.
54. Brust JD, Leonard BJ, Pheley A, Roberts WO. Children's ice hockey injuries. *Am J Dis Child* 1992;146(6):741-7.
55. Bernard D, Trudel P, Marcotte G. The incidence, types, and circumstances of injuries to ice hockey players at the bantam level (14 to 15 years old). In: Hoerner E, éd. *Safety in Ice Hockey*. Philadelphie: American Society for Testing and Materials, 1993:44-55.17.
56. Benson B, Meeuwisse WH. Ice hockey injuries. In: Maffulli N, Caine DJ, éd. *Epidemiology of Pediatric Sports Injuries: Team Sports*. Basel: S Karger AG, 2005:86-119.

57. Darling, SR, Schaubel DE, Baker JG, Leddy JJ, Bisson LJ, Willer B. Intentional versus unintentional contact as a mechanism of injury in youth ice hockey. *Br J Sports Med* 2011;45(6):492-7.
58. Emery CA, Kang J, Shrier I et coll. Risk of injury associated with body checking among youth ice hockey players. *JAMA* 2010;303(22):2265-72.
59. Hockey Canada. Enseigner la mise en échec : une approche progressive. <http://www.hockeycanada.ca/en-ca/Hockey-Programs/Coaching/Checking>
60. Emery C, Kang J, Shrier I et coll. Risk of injury associated with body-checking experience among youth hockey players. *CMAJ* 2011;183(11):1249-56.
61. <http://www.cbc.ca/sports/hockey/nhl/nhl-concussion-lawsuit-grows-to-over-200-players-lawyers-1.2443059>
62. <http://fr.scribd.com/doc/187100355/NHL-Concussion-Litigation-Complaint-Filed>
63. Académie canadienne de médecine du sport et de l'exercice. Énoncé de position : La violence et les blessures au hockey sur glace. 1988. <http://casem-acmse.org/fr/education/enonce-de-position-do-acmse/>
64. American Academy of Pediatrics, Committee on Sports Medicine and Fitness. Safety in youth ice hockey: The effects of body checking. *Pediatrics* 2000;105(3 Pt 1):657-8.
65. Association médicale canadienne. Document de principe sur la mise en échec chez les jeunes hockeyeurs. <http://policybase.cma.ca/dbtw-wpd/Policypdf/PD13-07F.pdf>
66. Ministère des sports de la République Française. Sport de haut niveau. <http://www.sports.gouv.fr/pratiques-sportives/sport-performance/Sport-de-haut-niveau>
67. Pellman EJ, Powell JW, Viano DC, Casson IR, Tucker AM, Feuer H, Lovell M, Waeckerle JF, Robertson DW. Concussion in professional football: epidemiological features of game injuries and review of the literature-part 3. *Neurosurgery*. 2004;54(1):81-94.
68. Concussions during the 1997 Canadian Football League season. Delaney JS, Lacroix VJ, Leclerc S, Johnston KM. *Clin J Sport Med*. 2000;10(1):9-14.
69. "Plaintiffs' Master Long-Form Complaint". 2012-06-07. <http://www.anapolschwartz.com/pdfs/nfl-complaint.pdf>
70. Ex-Cowboys sue over concussions, ESPN, Associated Press, April 24, 2012. http://espn.go.com/dallas/nfl/story/_/id/7851511/dallas-cowboy-greats-file-concussion-suit-nfl
71. "Mediation Order". <http://www.nflconcussionmdl.org/wp-content/uploads/2013/07/Order-on-mediation-7-8-13.pdf>

72. "NFL, Retired Players Resolve Concussion Litigation; Court-Appointed Mediator Hails Historic Agreement" (Press release). Alternative Dispute Resolution Center. August 29, 2013. <http://nflabor.files.wordpress.com/2013/08/press-release-2.pdf>
73. Drapper, Bill. "Five ex-Chiefs sue Kansas City over concussions". Daily Times. <http://www.delcotimes.com/sports/20131203/five-ex-chiefs-sue-kansas-city-over-concussions>
74. Bill Bradley (September 3, 2013). "Independent concussion specialists ready to work NFL sidelines". *NFL.com*. <http://www.nfl.com/news/story/0ap1000000237739/article/independent-concussion-specialists-ready-to-work-nfl-sidelines>
75. Bill Bradley (October 1, 2013). "NFL's 2013 protocol for players with concussions". *NFL.com*. <http://www.nfl.com/news/story/0ap2000000253716/article/nfls-2013-protocol-for-players-with-concussions>
76. Kyle Hughes, Daily Freeman News. <http://www.dailyfreeman.com/general-news/20131114/ny-assemblyman-says-tackle-football-should-be-banned-for-children-under-14>
77. <http://footballquebec.com/2014/03/modifications-aux-reglements-football-contact-2014/>
78. <http://footballquebec.com/>
79. Rapport Annuel Soccer Québec 2012-2013. <http://www.federation-soccer.qc.ca>
80. Maher ME, Hutchison M, Cusimano M, Comper P, Schweizer TA. Concussions and heading in soccer: a review of the evidence of incidence, mechanisms, biomarkers and neurocognitive outcomes. *Brain Inj* 2014;28(3):271-85.
81. Matser JT, Kessels AG, Jordan BD, Lezak MD, Troost J. Chronic traumatic brain injury in professional soccer players. *Neurology* 1998 Sep;51(3):791-6.
82. Matser JT, Kessels AG, Lezak MD, Troost J. A dose-response relation of headers and concussions with cognitive impairment in professional soccer players. *J Clin Exp Neuropsychol*. 2001 Dec;23(6):770-4.
83. Tysvaer AT, Løchen EA. Soccer injuries to the brain. A neuropsychologic study of former soccer players. *Am J Sports Med*. 1991;19(1):56-60.
84. Koerte IK, Ertl-Wagner B, Reiser M, Zafonte R, Shenton ME. White matter integrity in the brains of professional soccer players without a symptomatic concussion. *JAMA*. 2012;308(18):1859-61.
85. Lipton ML, Kim N, Zimmerman ME, Kim M, Stewart WF, Branch CA, Lipton RB. Soccer heading is associated with white matter microstructural and cognitive abnormalities. *Radiology*. 2013;268(3):850-7.

86. Guskiewicz KM, Marshall SW, Broglio SP, Cantu RC, Kirkendall DT. No evidence of impaired neurocognitive performance in collegiate soccer players. *Am J Sports Med.* 2002;30(2):157-62.