Retour à la Pratique Sportive après un Traumatisme Crânien Utilisation du CapnoTrainerGo et Enseignement CapnoLearning®

OLIVIER MORTARA, M.SC., CBBA, OM_ALIVE

Les commotions cérébrales sont en augmentation exponentielle dans les pratiques sportives ou les exploits personnels impliquant des contacts ou des prises de risques toujours plus engagés.

Les données montrent un large déploiement d'activités qui font apparaître des catégories de dommages cérébraux ayant des conséquences notables sur la neurodégénérescence accélérée. Ceux qui pratiquent des activités dangereuses n'imaginent pas que ces risques auront des effets sur leur fonctionnement, mais ils n'ont qu'une envie après un accident : revenir encore plus fort. Toutefois, même si nous vivons avec l'image trompeuse que nous sommes tous des « super-héros », nous restons mortels.

Dans cet article, nous évoquerons l'utilisation potentielle du CapnoLearning® dans la prévention du traumatisme crânien et l'accompagnement post-traumatique, en mesurant l'évolution des niveaux de CO_2 et l'état des symptômes à l'aide du CapnoTrainerGO.

INTRODUCTION

Les commotions cérébrales liées au sport constituent un problème de santé publique préoccupant pour les communautés sportives internationales. Ces accidents bénins ou graves se produisent lors d'activités sportives réglementées ou extrêmes, mais également dans des accidents de la vie quotidienne. Une chute, un objet, un coup de poing, etc. peuvent caractériser ce que l'on appelle les « traumatismes crâniens répétés (TCR) ». Ceux-ci comprennent les impacts à la tête et peuvent entraîner une commotion cérébrale ou un traumatisme crânien léger, ainsi que des traumatismes crâniens qui n'entraînent aucun symptôme ultérieur chez la personne. Les contacts ou les collisions pendant la pratique d'un sport sont l'une des façons dont une personne peut subir un TCR. « 16 % de toutes les commotions cérébrales annuelles ayant nécessité un traitement hospitalier à Victoria sont liées à la pratique d'un sport. »[1]

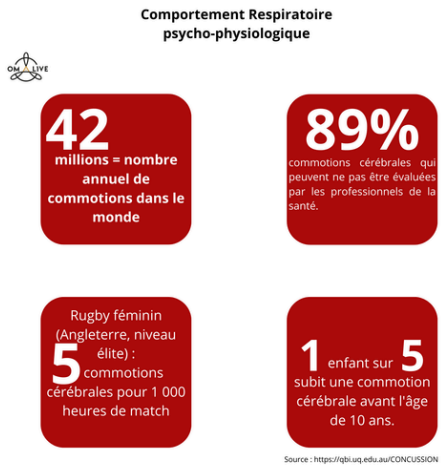
Le quotidien et l'espace de vie de chacun restent un terrain propice aux accidents de toutes sortes. Malgré des règles toujours plus strictes pour tenter d'éviter les contacts physiques dangereux, notre environnement moderne ne peut garantir la protection de chacun et reste en évolution constante.

« Les commotions cérébrales touchent les athlètes masculins et féminins, les personnes en situation de handicap et les valides, dans tous les groupes d'âge et à tous les niveaux sportifs. Le risque de commotion peut varier en fonction du sport, du niveau de participation, du type de séance (entraînement ou compétition) et du sexe. Le taux de commotions cérébrales serait plus élevé chez les femmes que chez les hommes.[2,3]

Les personnes qui pratiquent des sports de contact, de collision et de combat présentent un risque élevé de traumatisme crânien et de commotion cérébrale, car elles peuvent être exposées à de multiples coups à la tête (directs) et au tronc (indirects). Il est important de noter que même si les coups au tronc n'ont pas nécessairement d'impact direct sur la tête, ils peuvent également provoquer une commotion cérébrale. Alors que les sports de contact et de collision gagnent en popularité auprès de groupes tels que les femmes et les athlètes handicapés, on s'attend à ce qu'une augmentation simultanée des blessures par commotion cérébrale soit observée dans ces groupes.

UNE COMMOTION CÉRÉBRALE PEUT ÉGALEMENT SURVENIR À LA SUITE DE « COUPS » RELATIVEMENT MINEURS.

Les effets à long terme sur le cerveau des personnes ayant subi un traumatisme crânien ou de multiples commotions cérébrales suscitent de plus en plus d'inquiétude, notamment en raison de cas très médiatisés de démence et de problèmes de santé mentale chez les joueurs de football américain, les boxeurs, les joueurs de rugby et les joueurs de la Ligue australienne de football (AFL).



Commotions cérébrales dans le sport

Les inquiétudes concernant les répercussions possibles à court et à long terme sur la santé des athlètes ont incité à porter une attention accrue à l'amélioration de la prévention, de la détection et de la gestion des commotions cérébrales.

LES COMMOTIONS CÉRÉBRALES TOUCHENT LES ATHLÈTES MASCULINS ET FÉMININS, LES PERSONNES EN SITUATION DE HANDICAP ET LES VALIDES, DANS TOUS LES GROUPES D'ÂGE ET À TOUS LES NIVEAUX SPORTIFS.

Rugby Union (Super Rugby, International Rugby) :
17,9 commotions cérébrales pour 1 000 heures de match.
Taux de commotions cérébrales les plus élevés parmi tous les sports majeurs. (Annexe)

La plupart des commotions cérébrales se limitent à des changements physiologiques sans modification structurelle identifiable.

QUELQUES CHIFFRES

L'Encéphalopathie traumatique chronique (ETC) est une maladie progressive présentant des symptômes similaires à ceux de la maladie d'Alzheimer. Elle a été découverte pour la première fois par le neuropathologiste Bennet Omalu au début des années 2000 dans le cerveau de Mike Webster, un ancien joueur de la National Football League (NFL). Lorsqu'il a examiné le tissu cérébral de Webster au microscope, Omalu a observé une concentration anormale d'une substance connue sous le nom de protéine tau. Il s'agit de l'une des deux protéines connues pour s'accumuler dans le cerveau dans le cadre de la maladie d'Alzheimer. Depuis lors, l'ETC a été détectée dans le cerveau de 76 des 79 anciens joueurs de la NFL qui ont fait don de leur cerveau à la recherche. Les données issues d'études sur d'anciens footballeurs américains sont stupéfiantes. Une enquête menée auprès de plus de 2 000 joueurs professionnels à la retraite a révélé que ceux qui avaient des antécédents de commotions cérébrales multiples étaient trois fois plus susceptibles d'être diagnostiqués comme souffrant de dépression clinique.

England's Owen Farrell was the victim of two dangerous, red-carded high tackles during the World Cup, including this one by Argentina's Tomas Lavanini Credit: AFP

Une autre étude sur les certificats de décès a révélé que le taux de mortalité dû à des maladies neurodégénératives était trois fois plus élevé chez les footballeurs professionnels que dans la population générale[11].

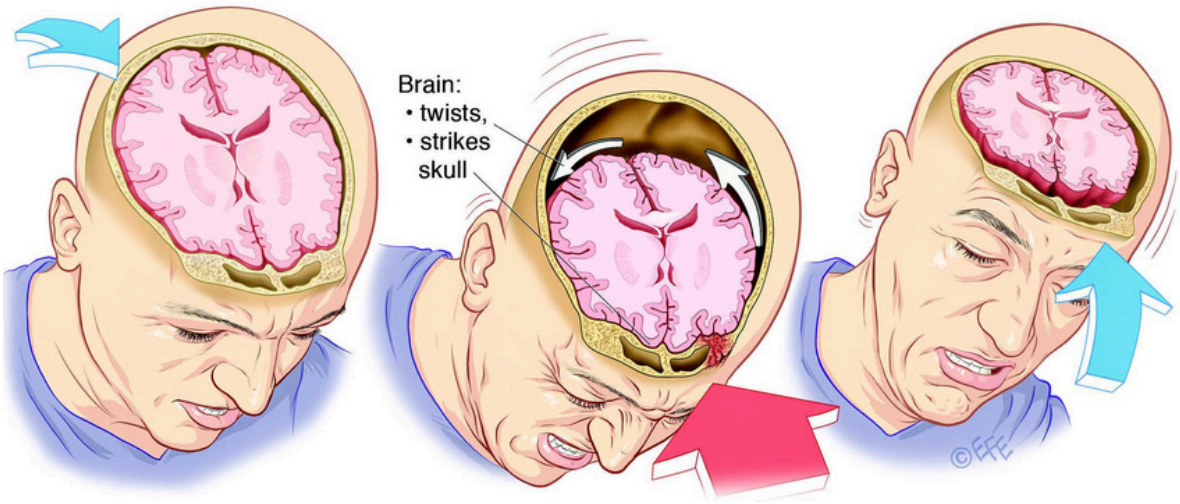
QU'EST-CE QU'UNE COMMOTION CÉRÉBRALE ?

Une commotion cérébrale survient à la suite d'une collision avec une autre personne ou un objet, lors de laquelle des forces biomécaniques appliquées à la tête ou à une quelconque partie du corps transmettent une force impulsive à la tête ou au cerveau. Dans la plupart des cas, cela entraîne une déficience neurologique transitoire. Il convient de noter qu'une commotion cérébrale peut également survenir à la suite de « coups » relativement mineurs. Il s'agit souvent d'une blessure évolutive dont les symptômes changent au fil des heures ou des jours suivant le traumatisme.[4,5] Elle entraîne souvent des effets indésirables sur l'équilibre et la fonction cognitive[4]. Les temps de récupération après une commotion cérébrale varient selon les athlètes.

La récupération physiopathologique peut prendre plus de temps que les mesures de récupération clinique, et le temps moyen nécessaire à la résolution des symptômes cliniques peut varier selon le sexe, l'âge, la présence de conditions médicales antérieures à la blessure et le statut de para-athlète[3,6,7].

La définition clinique actuelle de la commotion cérébrale ne fait pas de distinction entre les symptômes persistants ou les processus sous-jacents altérant la fonction cérébrale ou toute anomalie cérébrale potentielle. Pour pallier cette lacune, le groupe de travail Concussion in Sport Group (CISG) basé à Amsterdam a proposé la définition suivante : « Une lésion cérébrale traumatique causée par un coup direct à la tête, au cou ou au corps entraînant une force impulsive transmise au cerveau qui survient lors d'activités sportives et d'exercices. Les symptômes et les signes peuvent apparaître immédiatement ou évoluer en quelques minutes ou quelques heures, et se résorber généralement en quelques jours, mais peuvent se prolonger[8].

La plupart des commotions cérébrales se limitent à des changements physiologiques sans modification structurelle identifiable. Dans certains cas, il peut toutefois exister des changements structurels microscopiques qui relèveraient alors de la catégorie des traumatismes crâniens. Certaines données épidémiologiques, en particulier les données hospitalières, ne font pas de distinction entre un traumatisme crânien et une commotion cérébrale. Les critères diagnostiques du Congrès américain de médecine de réadaptation (ACRM) considèrent qu'une commotion cérébrale correspond à un traumatisme crânien léger (TCL). Un traumatisme cérébral léger est « suspecté » si un athlète présente des symptômes qui semblent provenir d'une commotion cérébrale, mais qu'il n'y a aucun signe clinique ni aucun résultat d'examen clinique objectif.[9]



Source : https://qbi.uq.edu.au/concussion/what-is-concussion

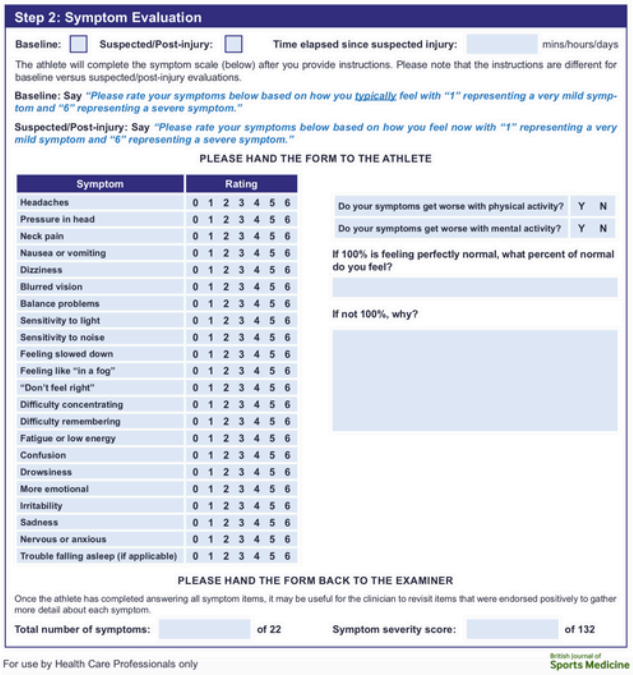
Il convient de noter que la définition du CISG et les critères de diagnostic de l'ACRM indiquent qu'un athlète qui développe des symptômes compatibles avec une commotion cérébrale doit être retiré du jeu et suivre une stratégie de retour progressif au sport[8, 9], et s'aligner sur le mantra « en cas de doute, asseyez-le ».

Le seul équipement requis pour l'examinateur est un ruban adhésif athlétique et un chronomètre ou une montre. Sérieusement ?

Dans le guide canadien[10] pour prévenir les commotions cérébrales, des outils d'évaluation (SCAT6 : Sport Concussion Assessment Tool / CRT6 : Concussion Recognition Tool) destinés aux enfants ou aux sportifs permettent d'identifier des symptômes persistants au moyen d'exercices cognitifs, de coordination et d'équilibre. Ces exercices permettent d'établir un score post-blessure et tiennent compte des athlètes présentant un handicap.
Il est même mentionné que ce test peut servir de base de données pour les tests de pré-saison, et que seuls les professionnels de santé (HCPs) y ont accès.

Le seul équipement requis pour l'examinateur est un ruban adhésif athlétique et un chronomètre ou une montre. Sérieusement ? L'équipement est aussi sophistiqué et précis que ça ? Grâce à lui, un résultat pertinent de l'état du cerveau peut-il être garanti?

Source : Actu.fr



Step 2: Symptom Evaluation

Baseline: ☐ **Suspected/Post-injury:** ☐ **Time elapsed since suspected injury:** _____ mins/hours/days

The athlete will complete the symptom scale (below) after you provide instructions. Please note that the instructions are different for baseline versus suspected/post-injury evaluations.

Baseline: Say *"Please rate your symptoms below based on how you typically feel with "1" representing a very mild symptom and "6" representing a severe symptom."*

Suspected/Post-injury: Say *"Please rate your symptoms below based on how you feel now with "1" representing a very mild symptom and "6" representing a severe symptom."*

PLEASE HAND THE FORM TO THE ATHLETE

Symptom	Rating
Headaches	0 1 2 3 4 5 6
Pressure in head	0 1 2 3 4 5 6
Neck pain	0 1 2 3 4 5 6
Nausea or vomiting	0 1 2 3 4 5 6
Dizziness	0 1 2 3 4 5 6
Blurred vision	0 1 2 3 4 5 6
Balance problems	0 1 2 3 4 5 6
Sensitivity to light	0 1 2 3 4 5 6
Sensitivity to noise	0 1 2 3 4 5 6
Feeling slowed down	0 1 2 3 4 5 6
Feeling like "in a fog"	0 1 2 3 4 5 6
"Don't feel right"	0 1 2 3 4 5 6
Difficulty concentrating	0 1 2 3 4 5 6
Difficulty remembering	0 1 2 3 4 5 6
Fatigue or low energy	0 1 2 3 4 5 6
Confusion	0 1 2 3 4 5 6
Drowsiness	0 1 2 3 4 5 6
More emotional	0 1 2 3 4 5 6
Irritability	0 1 2 3 4 5 6
Sadness	0 1 2 3 4 5 6
Nervous or anxious	0 1 2 3 4 5 6
Trouble falling asleep (if applicable)	0 1 2 3 4 5 6

Do your symptoms get worse with physical activity? Y N

Do your symptoms get worse with mental activity? Y N

If 100% is feeling perfectly normal, what percent of normal do you feel?

If not 100%, why?

PLEASE HAND THE FORM BACK TO THE EXAMINER

Once the athlete has completed answering all symptom items, it may be useful for the clinician to revisit items that were endorsed positively to gather more detail about each symptom.

Total number of symptoms: _____ of 22 **Symptom severity score:** _____ of 132

For use by Health Care Professionals only

British Journal of Sports Medicine

Source : SCAT6 Sport Concussion Assessment Tool For Adolescents (13 years +) & Adults Développé par The Concussion in Sport Group (CISG)

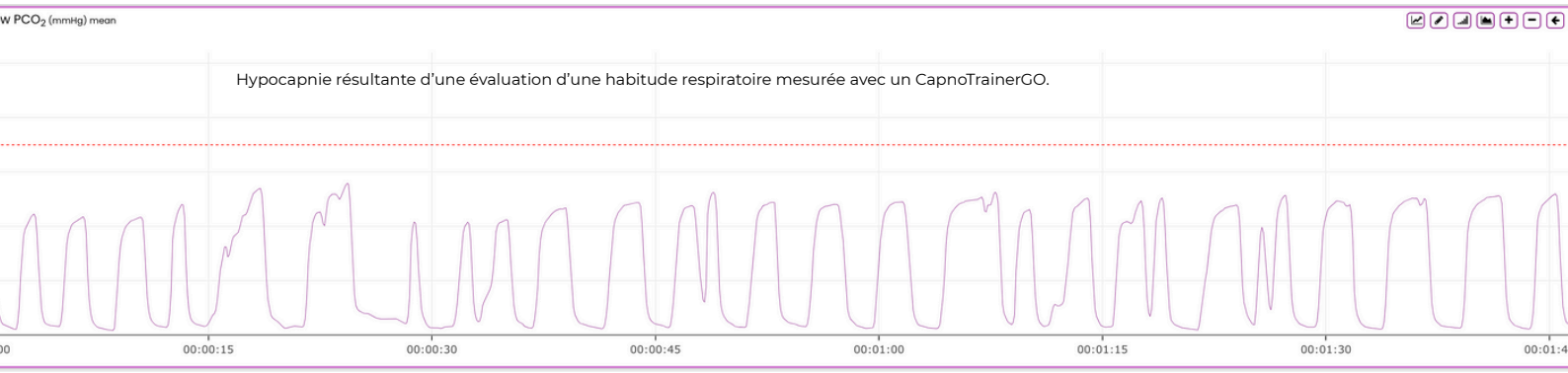
En France, un article dans la revue INSERM[12] soulève la question de la reprise des joueurs de rugby : s'il y a effectivement un mieux sur le terrain, du moins chez les professionnels, après une commotion, comment déterminer qu'un joueur est prêt à reprendre le rugby ? C'est là que les choses se corsent. « On ne voit rien au scanner et les tests réalisés 36 heures après une commotion comportent des biais, car les professionnels qui les passent tous les ans à l'intersaison les maîtrisent », explique Patrice Péran. Il faut donc trouver un panel d'outils d'évaluation plus objectifs. »

HYPOCAPNIE FEEDBACK IMMÉDIAT

L'hypocapnie se caractérise par des niveaux faibles de dioxyde de carbone (CO_2) dans le sang. Le CO_2 n'est pas seulement un gaz résiduel. Il joue en effet un rôle essentiel dans le maintien de l'équilibre du pH sanguin, ce qui a un impact sur le fonctionnement de l'organisme. Lorsque les niveaux de CO_2 baissent, le sang devient plus alcalin (moins acide), un état appelé alcalose respiratoire. Une circulation sanguine trop alcaline peut provoquer des symptômes tels que des étourdissements, une confusion, des picotements ou des crampes musculaires.
Le cerveau est très sensible aux niveaux de CO_2. Un faible taux de CO_2 provoque la constriction des vaisseaux sanguins du cerveau, ce qui entraîne une réduction du flux sanguin. Des étourdissements, des vertiges ou des évanouissements peuvent en résulter.

CapnoTrainerGO

La réactivité vasculaire au CO_2 est puissante, puisque le débit sanguin cérébral varie de 5 % pour chaque mmHg de variation de CO_2. L'effet du CO_2 sur les vaisseaux vient du CO_2 gazeux qui diffuse en périvasculaire et forme de l'acide carbonique (H_2CO_3). Celui-ci produit des ions H^+ qui entraînent une dilatation vasculaire.



Hypocapnie résultante d'une évaluation d'une habitude respiratoire mesurée avec un CapnoTrainerGO.

Muscles : en cas de manque de CO_2, des crampes ou des spasmes musculaires peuvent survenir en raison du déséquilibre des niveaux de calcium.
Cœur : dans certains cas, l'hypocapnie peut entraîner des palpitations cardiaques ou une sensation d'oppression thoracique, car le système nerveux devient hyperactif dans cet état.

Le contexte traumatique va générer de nombreux facteurs susceptibles de perturber la perfusion cérébrale : hypertension intracrânienne, instabilité hémodynamique, variations de la pression artérielle, hypoxémie.[13]

La réactivité cérébrale vasculaire au CO_2 expose d'une part le cerveau au risque d'hypoperfusion cérébrale en cas d'hypocapnie ($PaCO_2$ < 35 mmHg) par vasoconstriction artériolaire[14] et d'autre part au risque de majoration d'une HTIC en cas d'hypercapnie ($PaCO_2$ > 40 mmHg) par vasodilatation artériolaire (augmentation du volume vasculaire intra-cérébral dans la boîte crânienne inextensible). L'objectif d'une eucapnie post-traumatique est de maintenir une valeur entre 35 et 40 mmHg.

L'objectif d'une eucapnie post-traumatique est de maintenir une valeur entre 35 et 40 mmHg.

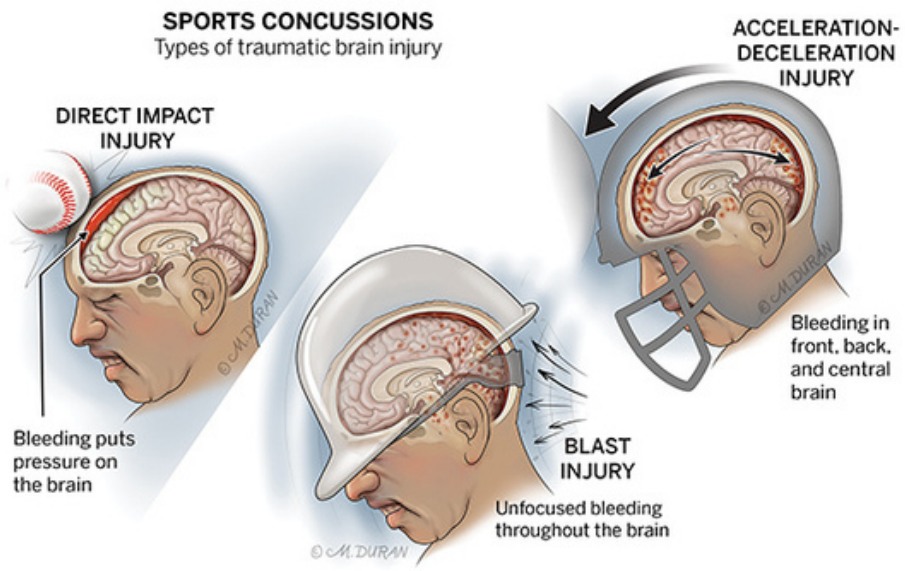
En pratique, l'utilisation du CapnoTrainerGO s'avère être un outil pertinent pour mesurer les niveaux de $PetCO_2$ et parfaitement utile pour enregistrer les modèles respiratoires en direct. Ainsi, cet appareil rend immédiatement disponible des indications de valeurs et de leurs variations de $PaCO_2$ ou $PetCO_2$.

Dans le cadre de prévention des Agressions Cérébrales Secondaires d'Origine Systémique (ACSOS)[19], plusieurs facteurs peuvent favoriser la survenue d'ischémie cérébrale. Parmi eux, le rôle de la respiration cellulaire est à considérer :

- L'hypo- ou l'hypercapnie
- Un apport en O_2 insuffisant par rapport aux besoins (exemple : hypoxémie)
- Une augmentation de la consommation cérébrale en O2 (exemple : hyperthermie)

`

Il est important de vérifier la $PaCO_2$ ou $PetCO_2$.
Le CO_2 est un puissant stimulus de la vasoréactivité cérébrale. Une diminution de la $PaCO_2$ entraîne une vasoconstriction des artères cérébrales, diminuant ainsi le volume sanguin cérébral et la Pression IntraCrânienne (PIC). Une correction de la capnie permet d'améliorer le Débit Sanguin Cérébral (DSC).
Lorsque la $PaCO_2$ est de 40 mmHg, il n'y a aucun phénomène artériel, mais toute baisse de la $PaCO_2$ de 1 mmHg entraîne une augmentation des résistances cérébrovasculaires et donc une baisse du DSC d'environ 1 à 3 % [10]. Une baisse trop importante de la PaO_2 peut donc entraîner des lésions ischémiques [11].
L'hypocapnie est à proscrire. En effet, l'hypocapnie prolongée a montré un moins bon devenir neurologique que la l'eucapnie) [12].



Source : https://qbi.uq.edu.au/concussion/what-is-concussion

APRÈS COMMOTION CÉRÉBRALE, UTILISER LE CAPNOTRAINERGO POUR ENREGISTRER LES VARIATIONS RESPIRATOIRES ET LES NIVEAUX DE $PACO_2$ OU $PETCO_2$.

Le CapnoTrainerGo est léger et portable. Sa technologie embarquée et la connexion Bluetooth rendent son utilisation particulièrement efficace dans des circonstances autres que dans des diagnostics médicaux. Il ne s'agit pas d'un dispositif médical mis d'un appareil d'enseignement qui évalue le comportement respiratoire par la $PaCO_2$ ou $PetCO_2$.
Utiliser le CapnoTrainer en situation de terrain (à l'intérieur et à l'extérieur) comme indicateur de perturbation de a respiration cellulaire suite à une d'une commotion cérébrale apporterait une lecture spécifique pour orienter plus finement le parcours de prise de charge individuel.
En s'appuyant sur les guides existants, mettre en lumière la corrélation des modèles respiratoires dysfonctionnels rétablis (ou non) pour valider par paliers l'intégration d'auto-régulation des habiletés respiratoires et motrices fonctionnelles in situ garantirait un retour à la pratique durant la phase post-traumatique.
De plus, cet appareil grâce à des enregistrements nocturnes des niveaux hypocapniques respiratoires ferait ressortir des données nouvelles en complément de celles utilisables dans la pratique sportive.

COMMENT SUIVRE LE SPORTIF / ÉVALUATION RESPIRATION EXCESSIVE

1. Établir un profil individuel du comportement respiratoire ($PaCO_2$ ou $PetCO_2$) comme base de données personnelles,
2. Ceci en fonction d'exercices (au repos / exercice modéré),
3. Possibilité de coupler HRV, EEG pour mesurer les activités du cerveau,
4. La mesure des niveaux de CO_2 post-exercice.
5. L'évaluation de la récupération neurologique et physique.
6. L'adaptation de l'intensité des exercices en fonction des signes de fatigue, de céphalées ou d'autres symptômes.
7. Après commotion cérébrale, utiliser le CapnoTrainerGo pour enregistrer les variations respiratoires et les niveaux de $PaCO_2$ ou $PetCO_2$.
8. Offrir un « protocole » basé sur les Guides et lignes directrices à suivre après une commotion cérébrale.
9. Enseigner l'auto-régulation
10. Validation médicale pour retour à la pratique sportive.

STRATÉGIES POUR REPRENDRE L'EXERCICE

Si une hypocapnie est détectée, des stratégies d'ENSEIGNEMENT PERSONNALISÉ peuvent être mises en place pour aider le sportif à revenir à l'activité physique en toute sécurité :

- Apprentissage de l'auto-régulation de PCO_2 (par exemple, la respiration diaphragmatique), on peut réguler les niveaux de CO_2 et éviter une hypocapnie excessive.
- Désensibilisation respiratoire : Un programme d'enseignement pour établir une santé respiratoire optimale, c'est à dire maintenir un axe chimique de la respiration qui fonctionne au service de la physiologie acido-basique dans de multiples situations.
- Des séances de désensibilisation respiratoire peuvent être proposées pour améliorer la régulation respiratoire, augmenter l'efficacité du transport de l'oxygène et réduire les symptômes liés à l'hypocapnie.
- Retour progressif à l'exercice : Une reprise graduelle de l'activité physique (tests d'effort progressifs, surcharges légères au début) permet de suivre de près l'effet de l'effort sur les niveaux de CO_2, en assurant qu'il n'y a pas d'hypocapnie excessive pendant l'activité.

SUIVI POST-EXERCICE ET AJUSTEMENTS

Il est essentiel de suivre les réponses physiologiques du sportif pendant ou après chaque session d'entraînement ou compétition pour évaluer l'évolution de son état. Cela inclut :

- La mesure des niveaux de CO_2 pendant ou post-exercice.
- L'évaluation de la récupération neurologique et physique.
- L'adaptation de l'intensité des exercices en fonction des signes de fatigue, de céphalées ou d'autres symptômes.

ÉVALUATION CONTINUE : UN SUIVI CONSTANT DES PARAMÈTRES RESPIRATOIRES ET NEUROLOGIQUES DOIT ÊTRE EFFECTUÉ PENDANT LA REPRISE.

IMPLICATIONS SPÉCIFIQUES POUR LES SPORTS DE CONTACT (Ex: RUGBY)

Le rugby étant un sport de contact présentant un risque élevé de traumatismes crâniens, la gestion de l'hypocapnie est d'une importance particulière. Une reprise trop rapide ou une mauvaise gestion de l'hypocapnie peut en effet augmenter le risque de récidive de blessures cérébrales.

Les principes suivants doivent être respectés :

- Absence de symptômes de commotion : le sportif ne doit présenter aucun symptôme de commotion avant de reprendre l'entraînement.
- Évaluation continue : un suivi constant des paramètres respiratoires et neurologiques doit être effectué pendant la reprise.
- Il faut faire preuve de prudence en ce qui concerne l'intensité : éviter les situations de stress intense ou de surmenage qui peuvent aggraver l'hypocapnie.

CONCLUSION

L'évaluation de l'hypocapnie lors du retour à la pratique sportive après un traumatisme crânien est un processus multidimensionnel. Elle requiert une évaluation respiratoire approfondie (CapnoTrainerGO), des tests spécifiques pour mesurer les niveaux de CO_2 ainsi qu'un suivi de la fonction respiratoire et cérébrale. Une gestion soigneuse des niveaux de CO_2 peut jouer un rôle clé dans la prévention des complications neurologiques et permettre une reprise progressive et sécurisée de la pratique du rugby après un traumatisme crânien.

RÉFÉRENCES

1. CONCUSSION AND BRAIN HEALTH - POSITION STATEMENT 2024 - An initiative of the Australian Institute of Sport, Sports Medicine Australia, Australian Physiotherapy Association and Australasian College of Sport and Exercise Physicians, June 2024 - "If in doubt, sit them out".
2. Van Pelt KL, Puetz T, Swallow J, Lapointe AP, Broglio SP. Data-Driven Risk Classification of Concussion Rates: A Systematic Review and Meta-Analysis. Sports Med. 2021; 51(6):1227–1244.
3. Bretzin AC, Covassin T, Fox ME, et al. Sex differences in the clinical incidence of concussions, missed school days, and time loss in high school student-athletes: Part 1. Am J Sports Med. 2018; 46(9):2263–2269.
4. McCrory P, Meeuwisse W, Dvorak J, et al. Consensus statement on concussion in sport – the 5th international conference on concussion in sport held in Berlin, October 2016. Br J Sports Med. 2017; 51(11):838–847.
5. McCrory P, Feddermann-Demont N, Dvořák J, et al. What is the definition of sports-related concussion: a systematic review. Br J Sports Med. 2017; 51(11): 877–887.
6. Weiler R, van Mechelen W, Fuller C, Ahmed OH, Verhagen E. Do neurocognitive SCAT3 baseline test scores differ between footballers (soccer) living with and without disability? A cross-sectional study. Clin Sports Med. 2018; 28(1):43–50.
7. Black AM, Sergio LE, Macpherson AK. The epidemiology of concussions: number and nature of concussions and time to recovery among female and male canadian varsity athletes 2008 to 2011. Clin J Sport Med. 2017; 27(1):52–56.
8. Patricios JS, Schneider KJ, Dvorak J, et al. Consensus statement on concussion in sport:the 6th International Conference on Concussion in Sport–Amsterdam, October 2022. BrJ Sports Med. 2023; 57(11):695–711.
9. Silverberg ND, Iverson GL, Cogan A, et al. The American Congress of Rehabilitation Medicine Diagnostic Criteria for Mild Traumatic Brain Injury. Arch Phys Med Rehabil. 2023; 104(8):1343–1355.
10. Lignes directrices canadiennes sur les commotions cérébrales dans le sport - 2e édition Mars 2024 ; Canadian Guideline on Concussion in Sport 2nd edition.
11. The Brain - Issue One : CONCUSSION, A special report on the latest science. The University of Queensland. Queensland Brain Insitute. https://qbi.uq.edu.au/CONCUSSION
12. INSERM - Magazine n°57 : Commotions au rugby : un casse-tête pour la recherche ; https://www.inserm.fr/actualite/commotions-au-rugby-un-casse-tete-pour-la-recherche/
13. Congrès médecins, Traumatisme crânien : de la physiologie à la pratique, Anatole Harrois. Département d'Anesthésie-Réanimation, Hôpital de Bicêtre.
14. Coles JP, Minhas PS, Fryer TD, Smielewski P, Aigbirihio F, Donovan T, Downey SP, Williams G, Chatfield D, Matthews JC et al: Effect of hyperventilation on cerebral blood flow in traumatic head injury: clinical relevance and monitoring correlates. Crit Care Med 2002; 30:1950-1959.
15. B. Bongiorno, Prévention des ACSOS : concepts physiologiques et mise en pratique infirmière / Prevention of secondary cerebral injury of systemic origin : physiological concepts and nursing practice. Méd. Intensive Réa (2019) 28:408-413 DOI 10.3166/rea-2019-0105.
16. Willie CK, Tzeng YC, Fisher JA, Ainslie PN, (2014) Integrative regulation of human brain blood flow. J Physiol 592: 841–859.
17. Skippen P, Seear M, Poskitt K, Kestle J, Cochrane D, Annich G, Handel J, (1997) Effect of hyperventilation on regional cere- bral blood flow in head-injured children. Crit Care Med 25: 1402–1409.
18. Muizelaar JP, Marmarou A, Ward JD, Kontos HA, Choi SC, Bec- ker DP, Gruemer H, Young HF, (1991) Adverse effects of prolon- ged hyperventilation in patients with severe head injury: a rando- mized clinical trial. J Neurosurg 75: 731–739.
19. "Concussion and Brain Health Position Statement 2024 ». https://www.concussioninsport.gov.au/__data/assets/pdf_file/0008/1167893/37382_Concussion-and-Brain-Health-Position-Statement-2024-FA-acc-v5.pdf

"Concussion and Brain Health Position Statement 2024 »[19]
La déclaration de position 2024 sur les commotions cérébrales et la santé cérébrale porte sur l'identification, la gestion et la prévention de ces dernières dans le sport. Élaboré par l'Australian Institute of Sport (AIS), Sports Medicine Australia, l'Australian Physiotherapy Association et l'Australasian College of Sport and Exercise Physicians, ce document fournit des lignes directrices fondées sur des données probantes pour la prévention et le traitement des commotions cérébrales.

INCIDENCE DES COMMOTIONS CÉRÉBRALES DANS DIFFÉRENTS SPORTS

- Ligue nationale de rugby (NRL) :
    i. Saison 2019 : 15,4 commotions cérébrales diagnostiquées pour 1 000 heures de jeu en match.
    ii. Saison 2020 : 14,9 commotions cérébrales pour 1 000 heures de jeu en match.

- Ligue australienne de football (AFL) :
    i. Saison 2019 : 6,5 commotions cérébrales pour 1 000 heures.
    ii. Saison 2020 : 6,8 commotions cérébrales pour 1 000 heures.

- Ligue féminine de football (AFLW) :
    i. 2017 : 15,1 pour 1 000 heures.
    ii. 2018 : 17,2 pour 1 000 heures.
    iii. 2019 : 11,5 pour 1 000 heures.
    iv. 2020 : 4,76 pour 1 000 heures.
    v. 2021 : 8,27 pour 1 000 heures.

- Rugby à 7 masculin :

3,01 pour 1 000 heures.

- Rugby féminin (Angleterre, niveau élite) :

5 commotions cérébrales pour 1 000 heures de match.

- National Basketball Association (NBA) :

Taux annuel de commotions cérébrales : entre 9,5 et 14,9 commotions cérébrales par saison.
Les matchs manqués en raison de la politique sur les commotions cérébrales ont augmenté :
    i. Avant la politique : 1,6 à 3,0 matchs manqués.
    ii. Après la politique : 3,9 à 5 matchs manqués.

COMMOTION CÉRÉBRALE DANS LES SPORTS PARALYMPIQUES

- Football à 5 (football pour malvoyants) :
    i. Jeux paralympiques de 2012 : les blessures à la tête et au visage représentaient 14 % du total des blessures.
    ii. Jeux paralympiques de 2016 :

8 % des blessures concernaient le cou.
2 % des blessures concernaient la tête et le visage.

i. Jeux paralympiques d'hiver de 2018 :

20 % de toutes les blessures concernaient la tête, le visage et le cou.
2 % du total des blessures étaient des commotions cérébrales.

i. Ski alpin paralympique : risque de commotion cérébrale le plus élevé (5/5).

COMMOTION CÉRÉBRALE DANS LES SPORTS RÉCRÉATIFS ET POUR LES JEUNES

- États-Unis (estimation des CDC) :
    i. 1,6 à 3,8 millions de commotions cérébrales par an liées aux activités sportives et récréatives.
    ii. Extrapolation à l'Australie : au moins 100 000 commotions cérébrales liées au sport par an.

- Données d'hospitalisation (Victoria, Australie) :
    a. Les cas de commotion cérébrale sont passés de 443 par an (2002-2003) à 621 par an (2010-2011).
    b. Augmentation de 61 % sur 9 ans.
    c. Taux de commotion cérébrale les plus élevés pour 100 000 participants :

Sports mécaniques : 181 pour 100 000.
Sports équestres : 130 pour 100 000.
Football australien : 80 pour 100 000.
Rugby (tous codes) : 50 pour 100 000.
Sports à roulettes : 45 pour 100 000.

- Sports pour les jeunes :
    a. 1 enfant sur 5 subit une commotion cérébrale avant l'âge de 10 ans.
    b. Seulement 25 % des commotions cérébrales chez les enfants résultent du sport.
    c. Étude australienne (2018) :

4 % des adolescents (14-15 ans) ont eu besoin de soins médicaux pour une commotion cérébrale.
1 % des adolescentes (14-15 ans) ont eu besoin de soins médicaux pour une commotion cérébrale.

IMPACT ÉCONOMIQUE DES COMMOTIONS CÉRÉBRALES

- Admissions à l'hôpital pour commotion cérébrale (Victoria, Australie) :
  a. Estimation de 2 millions de dollars par an.
  b. 1 583 $ par admission à l'hôpital pour commotion cérébrale.
  c. Coût national prévu : Au moins 50 millions de dollars par an en Australie.
  d. Exclut les coûts liés aux visites chez le médecin généraliste, aux services de santé connexes et à la perte de productivité.

- DIFFÉRENCES FONDÉES SUR LE SEXE EN MATIÈRE DE COMMOTION CÉRÉBRALE
  a. Les athlètes féminines présentent un risque plus élevé de commotion cérébrale :
  b. Football, basket-ball et softball : les femmes sont deux fois plus susceptibles de subir des commotions cérébrales que les hommes.
  c. Lacrosse : les joueuses signalent plus de commotions cérébrales que les hommes, malgré moins de contacts corporels.
  d. Rugby à XV :
     i. Hommes : 4,73 commotions cérébrales pour 1 000 heures de match.
     ii. Femmes : 0,55 commotion cérébrale pour 1 000 heures de match.

- Force et biomécanique du cou :
  a. Les joueuses de rugby ont une force du cou 47 % inférieure à celle des joueurs.
  b. Les femmes connaissent une accélération maximale de la tête plus élevée lors de l'impact.

- Influence hormonale :
  a. Le risque de commotion cérébrale est plus élevé pendant la phase lutéale tardive du cycle menstruel.
  b. Les femmes ayant subi une commotion cérébrale pendant cette phase signalent des symptômes plus durables.

DONNÉES SUR LES COMMOTIONS CÉRÉBRALES ET LES LÉSIONS CÉRÉBRALES DANS D'AUTRES SPORTS ET CONTEXTES

- Football américain (NFL, université, lycée)
    - National Football League (NFL)

    a. Saison 2023 : 213 commotions cérébrales diagnostiquées.
    b. 2015-2019 : le nombre moyen de commotions cérébrales était de 247 par saison.
    c. Une étude sur d'anciens joueurs de la NFL a révélé que 99 % des cerveaux examinés présentaient une ETC (encéphalopathie traumatique chronique).

    - Football universitaire (NCAA)

    a. Taux de commotions cérébrales : 3,2 pour 1 000 athlètes exposés.
    b. Les joueurs manquent en moyenne 14 jours après une commotion cérébrale.
    c. 30 % des joueurs victimes de commotions cérébrales reprennent le jeu trop tôt.

    - Football au lycée (États-Unis)

    a. Commotions cérébrales par saison : 100 000 à 150 000 cas.
    b. 60 % des athlètes du secondaire ne signalent pas de commotions cérébrales.
    c. Les athlètes du secondaire mettent plus de temps à récupérer que les athlètes universitaires ou professionnels.

- Hockey sur glace (LNH, collège, jeunesse)
    - Ligue nationale de hockey (LNH)

    a. En moyenne, 75 commotions cérébrales par saison.
    b. Les gardiens de but ont des taux de commotions cérébrales inférieurs à ceux des autres postes.

    - Hockey sur glace universitaire (NCAA)

    a. Joueurs masculins : 6,3 commotions cérébrales pour 1 000 athlètes exposés.
    b. Joueuses : 6,0 commotions cérébrales pour 1 000 athlètes exposés.

    - Hockey sur glace pour les jeunes (États-Unis et Canada)

    a. Les mises en échec augmentent le risque de commotion cérébrale de 3 à 4 fois.
    b. La suppression des mises en échec dans les ligues de jeunes réduit les commotions cérébrales de 60%.

- Football (masculin et féminin)
  - Football professionnel (FIFA, MLS, Premier League)
    a. Frapper le ballon de la tête peut provoquer des impacts sous-commotionnels.
    b. Les joueurs qui frappent fréquemment le ballon de la tête présentent des troubles cognitifs plus tard dans la vie.
    c. Les joueuses de Football sont deux fois plus susceptibles de souffrir de commotions cérébrales que les hommes.

  - Football pour les jeunes
    a. L'interdiction des coups de tête chez les enfants de moins de 11 ans a entraîné une diminution de 30 % des commotions cérébrales dans les ligues de jeunes.

- Rugby (World Rugby, Super Rugby, Youth)
  - Rugby professionnel
    i. Rugby Union (Super Rugby, International Rugby) :
      a. 17,9 commotions cérébrales pour 1 000 heures de match.
      b. Taux de commotions cérébrales les plus élevés parmi tous les sports majeurs.
    ii. Rugby pour les jeunes
      a. La réduction de la hauteur de plaquage au-dessous du sternum a entraîné une baisse de 20 % des commotions cérébrales.

- Sports de combat (boxe, MMA)
  - Boxe
    a. Des études montrent que 87 % des boxeurs professionnels souffrent d'une forme de lésion cérébrale.
    b. Le syndrome de l'ivresse au poing (CTE) affecte les combattants de longue date.

  - Arts martiaux mixtes (MMA, UFC)
    a. Taux de commotions cérébrales : 13 à 18 pour 1 000 expositions aux athlètes.
    b. Les combattants qui subissent des KO mettent plus de temps à récupérer que les autres athlètes.

- Militaires et population générale
  - Militaires et vétérans
    i. Traumatismes crâniens (TC) dans l'armée américaine :
      a. Plus de 400 000 cas de TC chez le personnel militaire actif depuis 2000.
      b. 30 % des vétérans ayant des antécédents de TC présentent des signes d'ETC.
    ii. Population générale
      a. Les chutes sont responsables de 47 % des commotions cérébrales chez les personnes de plus de 65 ans.
      b. Les accidents de la route sont la deuxième cause d'hospitalisations liées aux commotions cérébrales.
      c. La violence domestique est une cause sous-déclarée de lésions cérébrales chez les femmes.