



HAL
open science

Commotions cérébrales chez les footballeuses particularité et prise en charge

J. Jan, C. Gully-Lhonoré, J. Lasbleiz

► To cite this version:

J. Jan, C. Gully-Lhonoré, J. Lasbleiz. Commotions cérébrales chez les footballeuses particularité et prise en charge. *Science & Sports*, 2021, 36 (4), pp.318-322. 10.1016/j.scispo.2020.12.006 . hal-03268854

HAL Id: hal-03268854

<https://hal.science/hal-03268854>

Submitted on 16 Oct 2023

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial 4.0 International License

COMMOTIONS CEREBRALES CHEZ LES FOOTBALLEUSES
PARTICULARITE ET PRISE EN CHARGE
CONCUSSION IN FEMALE SOCCER PLAYERS
SPECIFICITY AND MANAGEMENT

J. Jan ^{1,2} ; C. Gully-Lhonoré ^{2,3} ; J. Lasbleiz ^{4,5}

¹ Service d'orthopédie, Clinique la Sagesse, 4, Rennes, France

² Fédération Française de Football, France

³ Service de Médecine du sport, CHU , Rennes, France

⁴ Service de radiologie, Centre Hospitalier de Fougères, France

⁵ Univ Rennes, LTSI - UMR 1099, 2 Av. du Professeur Léon Bernard, F-35000 Rennes,
France

titre court

COMMOTIONS CEREBRALES CHEZ LES FOOTBALLEUSES:

Auteur correspondant:

Jeremy Lasbleiz
24 rue des courtines
35760 Montgermont
France
Tel: 0616393611
jeremy.lasbleiz@gmail.com

Résumé

La popularité croissante du football féminin augmente statistiquement le risque de traumatisme et de fait l'occurrence de traumatismes plus spécifiques au sexe féminin comme les commotions. Une meilleure connaissance de la clinique spécifique chez les individus de sexe féminin permet de proposer la prise en charge la plus adaptée. La synthèse reprend les spécificités féminines dans le cadre des commotions cérébrales chez la footballeuse : le mode de survenue, la spécificité anatomique de la boîte crânienne, les spécificités musculaires, la spécificité des symptômes, le rôle du cycle menstruel et la spécificité de la prise en charge. A l'issue de cette réflexion un ensemble de recommandations est énoncé : utilisation d'un ballon adapté, alourdissement des sanctions pour les joueuses responsables d'un traumatisme crânien, changement de joueuse systématique en cas de commotion, travail spécifique de renforcement musculaire, apprentissage spécifique du jeu de tête, information claire pour tous les acteurs intervenant auprès des joueuses, bilan médical incluant des tests cognitifs, information spécifique sur la longueur de l'arrêt post-commotion et intérêt de la contraception (avantages/inconvénients/risques).

mots-clés: footballeuse, commotion cérébrale

Summary

The popularity of women's soccer continues to rise and thereby injuries increases and moreover specific ones like concussions. A better knowledge of the women specificity when facing a concussion permits a better patient care. An overview of the specificity of the concussion in female soccer players is performed focused on : causes, anatomical specificity of the skull, muscular specificities, specific symptoms, effects of the menstrual cycle and medical care management specificity. Based on all this reflection, we propose recommendations more specific for female soccer players : a specific type of soccer ball for women, increase the penalties of the player who commits the foul, systematic change of player in case of concussion, specific muscle reinforcement, specific training for heading techniques, provide clear information to the whole staff, a medical check-up including cognitive tests, provide an information about the number of days off and interest of oral contraception (advantages/disadvantages/risks).

Keywords: female soccer players, concussion

1. Introduction

Les commotions cérébrales représentent les formes légères des traumatismes crâniens. Elles sont définies comme un processus physiopathologique cérébral résultant d'un traumatisme direct ou indirect de la tête par une force impulsive et sont accompagnées ou non de perte de conscience. Elles ont été décrites comme étant la conséquence d'un court dysfonctionnement des fonctions neurophysiologiques spontanément résolutif.

En ce qui concerne le football, l'incidence des commotions cérébrales varie selon les études [1-6] mais toutes montrent une incidence plus importante chez les individus de sexe féminin. D'après les chiffres recueillis auprès de la Fédération Française de Football, les commotions représentent 8 % des traumatismes pour la saison 2019-2020 parmi les joueuses évoluant au sein des pôles espoirs féminins pour seulement 1% chez les joueurs.

Nous proposons une synthèse de la spécificité des commotions cérébrales chez les footballeuses et des actions de prévention adaptées.

2. ETAT DES LIEUX DES SPECIFICITES FEMININES DE LA COMMOTION CEREBRALE DANS LE FOOTBALL

2.1. Mode de survenue

Le traumatisme direct avec un autre joueur est responsable de la plupart des commotions chez les individus de sexe masculin. Ce mécanisme est moins fréquent chez les individus de sexe féminin où ce sont les traumatismes directs avec le terrain ou le ballon qui sont responsables de près de la moitié des commotions [7].

2.2. Spécificité anatomique de la boîte crânienne des individus de sexe féminin

Le rôle de la boîte crânienne est évidemment important. L'épaisseur de la masse osseuse du crâne exerce une action protectrice et celle-ci est plus faible chez les femmes d'environ

15%. Le ratio taille du crâne / taille du ballon est donc plus faible chez les joueuses. Ceci implique une exposition mécanique plus importante aux traumatismes directs. Hardy et al.[8] ont montré que le déplacement intra-crânien du cerveau et l'augmentation de la pression intra-crânienne étaient proportionnels à la sévérité de l'impact. D'un point de vue mécanique, du fait de sa boîte crânienne, l'individu de sexe féminin est donc plus exposé lors des impacts à ces mécanismes physiopathologiques.

2.3. Spécificités féminines de la musculature cervicale

La boîte crânienne est maintenue par les muscles essentiellement cervicaux. La circonférence du cou est en moyenne 13% inférieure chez la femme. Ceci a pour conséquence une diminution de force isométrique chez les joueuses comparativement aux joueurs : - 50% pour les fléchisseurs du cou et - 53% pour les extenseurs [9,10]. Cette différence est responsable d'une vitesse de déplacement de la tête, lors de l'impact, plus importante d'environ 10% chez la joueuse [11]. Avant la puberté, il a été démontré qu'il n'y avait pas de différence de l'accélération linéaire entre garçons et filles [12].

L'enregistrement électro-myographique de l'activité musculaire avant et au moment d'une action de la tête montre une grande activité des muscles sterno-cléïdo-mastoïdiens avant l'impact. Les muscles trapèzes deviennent actifs juste avant l'impact avec une activité maximale au moment de l'impact. Leurs actions permettent de stabiliser le complexe tête-cou lors de l'impact, ce mécanisme est le même pour les 2 sexes [9]. La différence entre les sexes, intervient lors de la réalisation de ce geste technique car les joueuses ont tendance à fermer les yeux [13]. La joueuse qui n'anticipe pas le choc, par défaut d'informations visuelles, ne pourra pas contracter adéquatement les muscles sterno-cléïdo-mastoïdiens et trapèzes. Ceci aura pour conséquence un plus grand déplacement du complexe tête-cou potentiellement générateur de lésion [14].

2.4. Symptômes, spécificité du sexe féminin

Au moment du traumatisme, la gravité des symptômes est fonction de l'importance de la commotion et non du genre [15]. Secondairement, les symptômes rapportés diffèrent selon le sexe. A trois mois d'une commotion en milieu sportif, les individus adultes de sexe féminin, en comparaison avec les individus adultes de sexe masculin, sont à risque relatif augmenté de céphalées odd ratio de 4,45, vertiges odd ratio de 2,8, asthénie odd ratio de 2.78, irritabilité odd ratio de 2.82, problèmes de concentration odd ratio de 2.98 [16]. Les joueuses présentent 1.7 fois plus de troubles cognitifs que les joueurs, avec notamment de faibles scores lors des tests de mémoire visuelle et verbale ainsi qu'un ralentissement du traitement de l'information et de la prise de décision [17,18]. Le lien entre une commotion cérébrale, les résultats des tests neuro-psychologiques, l'imagerie cérébrale et les examens d'électrophysiologie est maintenant bien connu [19]. Une étude a en particulier montré une plus grande altération de la capacité des neurones à communiquer des messages entre les régions du cerveau chez les athlètes féminines [20].

La durée d'évolution de la symptomatologie est variable. Ces symptômes peuvent persister pendant 15 à 30 jours. En comparaison avec les joueurs, les joueuses mettent en moyenne 2 à 3 jours de plus pour reprendre l'entraînement après une commotion [21].

2.5. Rôle du cycle menstruel

Les femmes victimes d'une commotion cérébrale pendant la phase lutéale du cycle menstruel (phase où le taux de progestérone est élevé) présentent des signes cliniques plus importants et une récupération plus lente comparativement aux femmes ayant une commotion pendant la phase folliculaire (taux de progestérone bas) ou à celles sous contraception orale [22]. De plus, il n'y a pas de différence d'évolution en termes de symptomatologie clinique entre les hommes et les femmes post-ménopausées ainsi qu'entre les garçons et les filles avant la puberté [23]. Le cycle hormonal et en particulier la phase lutéale explique donc au moins en partie les différences de symptomatologie entre les sexes.

2.6. Prise en charge, spécificité du sexe féminin

La prise en charge immédiate n'est pas différente entre les deux sexes.

Elle doit correspondre aux recommandations de la Fédération Internationale de Football (FIFA) et de la Fédération Française de Football (FFF) ainsi qu'aux nombreuses données de la littérature. La joueuse doit être soumise à une évaluation faite par un professionnel de santé et ne doit pas être autorisée à reprendre le sport le jour même. Dans les 48 heures qui suivent une commotion, Il faut éliminer toutes les sollicitations visuelles (smart-phone, ordinateur, télévision), exiger un repos maximal avec éviction scolaire.

Secondairement, en plus de la prise en charge semblable à celui du sexe masculin, comme nous savons que les suites vont généralement être plus longues chez les joueuses [24], il faut prévoir un suivi médical avec des bilans neuropsychologiques réguliers par exemple 8, 15 et 20 jours. Ceci est particulièrement vrai si le traumatisme est survenu lors de la phase prémenstruelle, dont l'effet délétère sur l'évolution à court et moyen terme a été montré [23,25]. Les canadiens préconisent un programme de retour incluant un entraînement cognitif (NeuroTrackers) [26] mis au point au laboratoire de recherche en Optométrie de l'Université de Montréal. Cet entraînement améliore la capacité de concentration et la prise de décision qui sont particulièrement déficitaires chez les femmes après une commotion cérébrale.

La joueuse ne devra présenter aucun symptôme pendant au moins une semaine avant de reprendre les activités physiques. La reprise se fera graduellement : par des exercices aérobies de faible intensité, des exercices spécifiques au football (travail de passe, conduite de balle, jongles), une reprise des entraînements sans contact, des entraînements complets et enfin la compétition. En ce qui concerne le jeu de tête, sa reprise doit également être progressive. Elle doit être adaptée aux signes cliniques initiaux et à l'évolution en se basant sur une durée d'au minimum 6 à 12 semaines.

3. ACTIONS DE PREVENTION POSSIBLES ET SPECIFICITE DU SEXE FEMININ

Différents leviers d'action sont envisageables pour diminuer le nombre de commotions cérébrales.

3.1. Action sur les règles

Les sanctions pour les responsables des traumatismes ayant causé la commotion doivent être systématiques et une information spécifique auprès des joueurs et des arbitres est à prévoir comme cela a été fait historiquement pour le tackle par l'arrière. Comme pour les autres blessures graves nécessitant un arrêt prolongé, les commissions de discipline pourraient prendre des sanctions proportionnelles en fonction de la durée d'indisponibilité présumée ou effective de la joueuse ayant subi la commotion.

De plus, un remplacement dans le cadre d'une commotion devrait pouvoir se faire sans impacter les trois changements prévus par le règlement.

3.2. Action sur l'encadrement

L'éducation des sportifs et de leur entourage (entraîneurs, arbitres, parents, accompagnants) en les informant sur les commotions cérébrales et les moyens de les diagnostiquer est un point essentiel [27]. La FIFA a édité une plaquette à la disposition des joueurs, entraîneurs, arbitres, éducateurs sportifs rappelant les différents symptômes et la prise en charge immédiate des joueurs après un traumatisme crânien. La FFF a repris cette information pour la transmettre aux ligues, aux médecins fédéraux et aux différents acteurs intervenant dans les clubs auprès des joueurs. Il faut surtout convaincre les joueuses de déclarer les commotions.

Si toutefois le travail d'information en particulier auprès des entraîneurs ne s'avérait pas suffisant, un changement de joueuse systématique et obligatoire en cas de commotion serait à envisager.

3.3. Matériel

Du fait des particularités anatomiques de la boîte crânienne des femmes précédemment décrites, le ratio taille de la tête / ballon est défavorable aux femmes par rapport aux

hommes. L'utilisation d'un ballon adapté aux femmes comme dans les catégories jeunes permettrait d'améliorer ce ratio. Il faut cependant savoir que la modification des caractéristiques du ballon aura certainement un effet sur le reste du jeu (rapidité du jeu, trajectoires du ballon, intensité des frappes...).

La fédération Nord Américaine de football promeut actuellement le port d'un casque de protection, en particulier chez les jeunes joueuses [28]. Ces casques souples protègent essentiellement du risque d'hématome sous cutané voire de fracture, mais la biomécanique des commotions a montré que le facteur vitesse de déplacement de la tête était le facteur prédominant lors de la survenue d'une commotion, ce qui limite l'utilité du casque dans la prévention des commotions [29].

3.4. Renforcement musculaire spécifique

L'apprentissage de l'anticipation avec gainage de la musculature para-vertébrale et des trapèzes lors du jeu de tête ainsi que le renforcement spécifique de ces muscles pourrait permettre de diminuer l'incidence des commotions cérébrales. Une étude a montré qu'un gain de one pound (0.45 Kg) de la force musculaire diminue de 5% le risque de commotion. C'est donc une piste de travail pour la prévention des commotions chez les joueuses [30].

3.5. Technique du jeu de tête

Actuellement, la Fédération Américaine de soccer interdit le jeu de tête aux enfants avant 10 ans puis le régule ensuite entre 11 et 13 ans en insistant sur l'apprentissage technique. Une étude sur des IRM cérébrales avec technique de tenseur de diffusion, a démontré la survenue de lésions micro-architecturales de la substance blanche plus fréquentes chez les individus de sexe féminin en comparaison avec les individus de sexe masculin avec une implication identique dans le jeu de tête [31]. Cependant plus qu'une interdiction du jeu de tête, qui paraît peu réaliste, un travail spécifique est nécessaire. Clark [13] a démontré que les joueuses ferment très fréquemment les yeux lorsqu'elles disputent un bal-

lon dans les airs. Un apprentissage progressif dès le plus jeune âge de ce geste technique permettrait certainement d'améliorer ce facteur de risque. Il pourrait s'effectuer sous la forme de jonglerie et d'exercices éducatifs.

3.6. Améliorer la prise en charge du premier épisode de commotion

Le premier facteur de risque de commotion étant l'antécédent d'un premier épisode, il est important de respecter un délai optimal de repos adapté à l'importance des signes cliniques. Tout raccourcissement des délais de reprise expose à une récurrence plus importante. Un suivi médical post-commotion et un contrôle par un médecin formé à cette pathologie est indispensable avant d'envisager la reprise de l'entraînement. Dans le cadre de ce suivi, il serait important de disposer de tests cognitifs et proprioceptifs pour chaque joueuse en début de saison qui constitueraient une référence pour la surveillance lors des bilans post-traumatiques.

3.7. Intérêt d'un traitement contraceptif préventif

Comme nous l'avons exposé plus haut, il a été démontré une prévalence moins importante des commotions chez les footballeuses sous traitement contraceptif [22,25]. On peut donc se poser la question de l'intérêt d'un traitement oestro-progestatif chez les footballeuses les plus exposées, notamment celles qui ont déjà été victimes d'une première commotion, en pesant le pour et le contre, compte tenu des effets secondaires (ex: prise de poids...) et complications (ex: maladie thromboembolique...) de ces traitements. On pourra également discuter ce traitement pour toute joueuse intervenant régulièrement de la tête en particulier sur les coups de pied arrêtés. Dans ce contexte préventif, un médecin spécialiste de ce type de traitement devra impérativement être consulté pour en évaluer en particulier les risques et informer la patiente.

4. Résumé des recommandations spécifiques au sexe féminin en lien avec les commotions

- Utilisation d'un ballon adapté à la morphologie des joueuses
- Alourdissement des sanctions pour les joueuses responsables d'un traumatisme crânien
- Changement de joueuse systématique en cas de commotion
- Travail spécifique de renforcement musculaire des muscles trapèzes et para-vertébraux
- Apprentissage spécifique du jeu de tête (en particulier pour éviter de fermer les yeux)
- Information claire pour tous les acteurs intervenant auprès des joueuses
- Bilan médical incluant des tests cognitifs chaque début de saison, avec pour les plus déficients, un travail régulier par exemple à l'aide des NeuroTrackers
- Information spécifique sur la longueur de l'arrêt post-commotion dont nous savons qu'il sera en moyenne plus long chez la joueuse

En ce qui concerne la contraception, il faut informer les joueuses des avantages potentiels tout en mentionnant les inconvénients et les risques du traitement.

5. CONCLUSION

Il existe une spécificité des commotions cérébrales chez les footballeuses: une plus grande fréquence, un mode de survenue spécifique et des suites plus longues et compliquées. Il est important de mettre en place une prise en charge adaptée en particulier des bilans neuro-psychologiques plus réguliers. Tous les intervenants auprès des joueuses doivent connaître les symptômes afin de faire rapidement le diagnostic et adapter la prise en charge pour éviter les complications. Ceci constitue la meilleure prévention des récives. Les fédérations doivent prendre conscience de l'enjeu à long terme, afin qu'elles mettent en œuvre tous les outils pour informer les joueuses et l'entourage et également qu'elles réfléchissent à adapter les règles et le matériel.

Les auteurs déclarent ne pas avoir de lien d'intérêts.

Bibliographie

1. Hootman JM, Dick R, Agel J. Epidemiology of collegiate injuries for 15 sports: summary and recommendations for injury prevention initiatives. *J Athl Train.* 2007 Apr-Jun;42(2):311-9.
2. Powell JW, Barber-Foss KD. Traumatic brain injury in high school athletes. *JAMA.* 1999 Sep 8;282(10):958-63.
3. Jordan SE, Green GA, Galanty HL, Mandelbaum BR, Jabour BA. Acute and chronic brain injury in United States National Team soccer players. *Am J Sports Med.* 1996 Mar-Apr;24(2):205-10.
4. Boden BP, Kirkendall DT, Garrett WE Jr. Concussion incidence in elite college soccer players. *Am J Sports Med.* 1998 Mar-Apr;26(2):238-41.
5. O'Kane JW, Spieker A, Levy MR, Neradilek M, Polissar NL, Schiff MA. Concussion among female middle-school soccer players. *JAMA Pediatr.* 2014 Mar;168(3):258-64.
6. Covassin T, Swanik CB, Sachs ML. Sex Differences and the Incidence of Concussions Among Collegiate Athletes. *J Athl Train.* 2003 Sep;38(3):238-244.
7. Dvorak J, McCrory P, Kirkendall DT. Head injuries in the female football player: incidence, mechanisms, risk factors and management. *Br J Sports Med.* 2007 Aug;41 Suppl 1:i44-6. Epub 2007 May 11. Review.
8. Hardy WN, Foster CD, Mason MJ, Yang KH, King AI, Tashman S. Investigation of Head Injury Mechanisms Using Neutral Density Technology and High-Speed Biplanar X-ray. *Stapp Car Crash J.* 2001 Nov;45:337-68.
9. Bauer JA, Thomas TS, Cauraugh JH, Kaminski TW, Hass CJ. Impact forces and neck muscle activity in heading by collegiate female soccer players. *J Sports Sci.* 2001 Mar;19(3):171-9.

10. Alsalaheen B, Johns K, Bean R, Almeida A, Eckner J, Lorincz M. J Orthop Women and Men Use Different Strategies to Stabilize the Head in Response to Impulsive Loads: Implications for Concussion Injury Risk. *Sports Phys Ther.* 2019 Nov;49(11):779-786.
11. Bretzin AC, Mansell JL, Tierney RT, McDevitt JK. Sex Differences in Anthropometrics and Heading Kinematics Among Division I Soccer Athletes. *Sports Health.* 2017 Mar/Apr;9(2):168-173.
12. Caccese JB, Buckley TA, Tierney RT, Rose WC, Glutting JJ, Kaminski TW. Sex and age differences in head acceleration during purposeful soccer heading. *Res Sports Med.* 2018 Jan-Mar;26(1):64-74.
13. Clark JF, Elgendy-Peeran HT, Divine JG, Mangine RE, Hasselfeld KA, Khoury JC, Colosimo AJ. Lack of eye discipline during headers in high school girls soccer: A possible mechanism for increased concussion rates. *Med Hypotheses.* 2017 Mar;100:10-14
14. Lamond LC, Caccese JB, Buckley TA, Glutting J, Kaminski TW. Linear Acceleration in Direct Head Contact Across Impact Type, Player Position, and Playing Scenario in Collegiate Women's Soccer Players. *J Athl Train.* 2018 Feb;53(2):115-121.
15. BB, Patrie J, Henry EJ, Goodkin HP, Broshek DK, Wintermark M, Druzgal TJ. Effects of Sex and Event Type on Head Impact in Collegiate Soccer. *Orthop J Sports Med.* 2017 Apr 24;5(4).
16. Preiss-Farzanegan SJ, Chapman B, Wong TM, Wu J, Bazarian JJ. The Relationship Between Gender and Postconcussion Symptoms After Sport-Related Mild Traumatic Brain Injury. *PM & R: the journal of injury, function, and rehabilitation.* 2009;1(3):245-253.
17. Colvin AC, Mullen J, Lovell MR, West RV, Collins MW, Groh M. The role of concussion history and gender in recovery from soccer-related concussion. *Am J Sports Med.* 2009 Sep;37(9):1699-704.

18. Covassin T, Elbin RJ, Bleecker A, Lipchik A, Kontos AP. Are there differences in neurocognitive function and symptoms between male and female soccer players after concussions? *Am J Sports Med.* 2013 Dec;41(12):2890-5.
19. Ellemberg D, Henry LC, Macciocchi SN, Guskiewicz KM, Broglio SP. Advances in sport concussion assessment: from behavioral to brain imaging measures. *J Neurotrauma.* 2009 Dec;26(12):2365-82.
20. Ellemberg D, Leclerc S, Couture S, Daigle C. Prolonged neuropsychological impairments following a first concussion in female university soccer athletes. *Clin J Sport Med.* 2007 Sep;17(5):369-74.
21. Bauman S, Ray M, Joseph PP. Gender differences in clinical presentation and recovery of sports related concussion. *Br J Sports Med* 2017;51:A35.
22. Bompadre V, Jinguji TM, Yanez ND, Satchell EK, Gilbert K, Burton M, Conrad EU 3rd, Herring SA. Washington State's Lystedt law in concussion documentation in Seattle public high schools. *J Athl Train.* 2014 Jul-Aug;49(4):486-92.
23. Wunderle K, Hoeger KM, Wasserman E, Bazarian JJ. Menstrual phase as predictor of outcome after mild traumatic brain injury in women. *J Head Trauma Rehabil.* 2014 Sep-Oct;29(5):E1-8.
24. Vedung F, Hänni S, Tegner Y, Johansson J, Marklund N. Concussion incidence and recovery in Swedish elite soccer - Prolonged recovery in female players. *Scand J Med Sci Sports.* 2020 May;30(5):947-957.
25. Möller-Nielsen J, Hammar M. Women's soccer injuries in relation to the menstrual cycle and oral contraceptive use. *Med Sci Sports Exerc.* 1989 Apr;21(2):126-9.
26. Corbin-Berrigan LA, Kowalski K, Faubert J, Christie B, Gagnon I. Three-dimensional multiple object tracking in the pediatric population: the NeuroTracker and its promising role in the management of mild traumatic brain injury. *Neuroreport.* 2018 May 2;29(7):559-563.

27. Nanos KN, Franco JM, Larson D, Mara K, Laskowski ER. Youth Sport-Related Concussions: Perceived and Measured Baseline Knowledge of Concussions Among Community Coaches, Athletes, and Parents. *Mayo Clin Proc.* 2017 Dec;92(12):1782-1790.
28. <https://www.chicagotribune.com/consumer-reviews/sns-bestreviews-sports-the-best-soccer-headgear-20191210-qtmlz2mfxnfk5o5solp3mdnk5q-story.html> Accès Décembre 2020
29. Delaney J., Al-Kashmiri A., Drummond R. and Correa A. : The effect of protective headgear on head injuries and concussions in adolescent football (soccer) players. *Br. J. Sports Med.* 2008; 42; 110-115
30. Collins CL, Fletcher EN, Fields SK, Kluchurosky L, Rohrkemper MK, Comstock RD, Cantu RC. Neck strength: a protective factor reducing risk for concussion in high school sports. *J Prim Prev.* 2014 Oct;35(5):309-19.
31. Rubin TG, Catenaccio E, Fleyscher R, Hunter LE, Lubin N, Stewart WF, Kim M, Lipton RB, Lipton ML. MRI-defined White Matter Microstructural Alteration Associated with Soccer Heading Is More Extensive in Women than Men. *Radiology.* 2018 Nov;289(2):478-486.