

Tableau 1 Comparaison des différentes revues systématiques publiées en 2019-2020 portant leur attention sur l'influence de la STCC (modalité anodale) sur les performances en endurance et force musculaire chez des adultes en bonne santé

Revue systématique	Méta-analyse	Etudes incluses dans la synthèse qualitative (nombre de participants) et période d'analyse	Qualité des études	Résultats pour les variables de performance physique	Conclusion et interprétation
Holgado et al. [1]	X	-31 études (386 participants) dont 24 incluses dans la méta-analyse -Avant juillet 2018	échelle PEDro 8,9± 1,1	Global : G de Hedge de 0,36 (effet modéré)	Effet positif mais faible
Machado et al. [2]	X	-22 études (393 participants) dont 11 (236 participants) incluses dans la méta-analyse -Au 5 décembre 2017	Risque du biais (recommandations Cochrane) jugé faible pour la majorité des études. Environ 25% des études avec risque élevé de biais concernant la mise en aveugle de l'évaluation des résultats	Différence de moyenne avec contrôle aléatoire -TTE : non significatif après avoir exclu une référence en cyclisme (poids de 85%) -FMV/couple pic : aucun effet significatif	-Preuves faibles lors d'application avant le test sur le cortex moteur en cyclisme -Aucun effet significatif lors d'application avant ou pendant l'exercice sur la force musculaire isométrique des membres supérieurs ou inférieurs. -Résultats mitigés sur la force musculaire en isocinétique
Alix-Fages et al. [4]	X	-31 études (390 participants) dont 23 incluses dans la méta-analyse -Jusqu'en décembre 2018	échelle PEDro 7,2± 1,0	Différence de moyenne standardisée avec contrôle aléatoire	Effets modestes ; effets les plus importants lors d'exercice corps entier > 10 min.

Bornheim et al. [3]	-36 essais contrôlés randomisés (542 participants) -au 10/01/2020	échelle PEDro 6,78 ± 1,7	TTE : effet modéré FMV : Effet faible TTE : Effet positif pour (13/23 études) FMV: effet positif (8/19 études)	Amélioration des performances physiques envisageables
------------------------	---	-----------------------------	--	---

FMV : force maximale volontaire

TTE : temps maximal de contraction soutenue - endurance

Lettre à la rédaction

Correspondance :

Stéphane PERREY

EuroMov Digital Health in Motion (Univ Montpellier, IMT Mines Ales), Montpellier,
France

Email : stephane.perrey@umontpellier.fr

L'application des techniques de stimulation cérébrale non invasive (NIBS) est devenue un sujet d'étude grandissant en sciences du sport sur la base d'observations en faveur de l'amélioration potentielle des performances sportives [1,2]. Une des techniques NIBS est au cœur de ces observations et débats depuis plus d'une décennie : il s'agit de la stimulation transcrânienne directe en courant continu (tDCS ou STCC) utilisée dans un cadre non clinique qui a la capacité de moduler l'excitabilité du cerveau par l'application de courant continu à de faibles amplitudes délivrées par des électrodes positionnées sur le cuir chevelu. Suivant la polarité appliquée, la stimulation anodale augmente l'excitabilité corticale, tandis que la stimulation cathodale la diminue [2].

Récemment Bornheim et al. [3] ont recensé et analysé à travers une revue systématique rigoureuse (cf. recommandations PRISMA pour sélection des études et synthèse qualitative) les essais contrôlés randomisés portant sur les effets de la STCC sur la force et l'endurance musculaire. Les auteurs concluent que la STCC apparaît être une méthode complémentaire intéressante à utiliser lors des entraînements pour améliorer les performances physiques. Cette revue systématique donne un aperçu très clair du sujet et se situe en phase avec un ensemble de travaux significatifs de la littérature repris dans trois revues systématiques PRISMA [1,2,4] accompagnées de méta-analyses (synthèse quantitative) publiées en 2019 abordant la même problématique : est-ce que le STCC peut apporter un effet bénéfique sur le gain de force et d'endurance musculaire et plus généralement dans l'amélioration des performances physiques ?

L'ensemble des conclusions de ces 3 différentes revues systématiques et méta-analyses n'ont pas été reportées dans l'introduction et la discussion de la récente revue de synthèse proposée par Barheim et al. [3]. Les 4 revues systématiques de la littérature

discutées ici ont été établies indépendamment l'une de l'autre et affichent plusieurs ressemblances (tâches physiques de performance en force ou en endurance, modalité de stimulation anodale sur les cortex moteur et préfrontal, session unique, sujets sains adultes, période d'analyse) pouvant laisser penser à la naissance d'un consensus. Cependant il en ressort quelques divergences de conclusions.

Ci-dessous est souligné dans le tableau 1 une rapide synthèse des 4 revues systématiques (dont la récente revue de Bornheim et al. [3]) accompagnées pour trois d'entre elles d'une méta-analyse traitant de l'influence de la STCC sur les performances physiques (force et endurance musculaire). Ces revues systématiques et méta-analyses permettent de quantifier le résultat global ou en sous-groupes pour l'ensemble des études considérées et vient ainsi compléter la mise au point proposée par Borhnein et al. [3].

A la lecture de ce tableau qui requerra à terme une méta-analyse « parapluie », il peut être observé globalement une absence importante de preuves des effets de la stimulation cérébrale sur la performance physique pour de nombreuses tâches de force ou d'endurance. Le nombre d'études expérimentales sur l'effet de la tDCS sur les performances physiques augmente rapidement, mais avec d'importantes limites méthodologiques à prendre en compte adressées spécifiquement dans l'ensemble des 4 revues systématiques, tout comme une variété de protocoles expérimentaux testés.

A ce jour, peu d'études ont mesuré l'activité et l'excitabilité corticale après (effet offline) et pendant (effet online) une session d'exercice de STCC couplée ou non à l'exercice selon une approche neuroergonomique [5] permettant d'individualiser les relations dose (intensité de stimulation)-réponse. En outre, la propagation du champ électrique induit dans le cerveau par STCC est très diffuse. La grande majorité des études sont basées sur de très petits échantillons, ce qui pourrait augmenter la probabilité de résultats avec des faux positifs comme souvent en neurosciences. Enfin, un nombre d'effets psychologiques confondants non désirés a pu jouer un rôle important sur la trop grande variabilité des résultats (répondeur à la STCC lors d'une session unique) observés. À ce jour, le nombre d'études demeure encore limité sur les effets d'amélioration de NIBS dans le cadre de véritables compétitions sportives et les mécanismes physiologiques par lesquels la STCC pourrait améliorer les performances physiques sont en partie inconnus (se référer à quelques éléments proposés dans

l'introduction de Machado et al. [2]). La potentielle amélioration éphémère des performances physiques identifiées pour quelques études semble résulter d'une plus grande activation transitoire des neurones corticaux après une courte séquence de 15 à 20 min de STCC de 1 à 2 mA sur le cortex moteur primaire, pour des exercices impliquant des masses musculaires importantes dans un contexte de tâche en endurance.

La STCC peut potentiellement améliorer les performances sportives de deux manières, soit en modulant l'activation cérébrale juste avant une épreuve sportive, soit en réorganisant l'activité du cortex cérébral après de multiples sessions (hypothèse d'une plus grande efficacité neurale). Comme évoqué précédemment, les méta-analyses récentes ont une position très réservée sur les effets aigus de la STCC sur la performance et aucune étude n'a encore été menée sur les effets de l'administration chronique de STCC sur la performance physique. Bien qu'aucun effet secondaire indésirable grave n'ait été signalé chez des participants en bonne santé, de nombreuses incertitudes existent concernant l'utilisation prolongée de la STCC.

Références

1. Holgado D, Vadillo MA, Sanabria D. The effects of transcranial direct current stimulation on objective and subjective indexes of exercise performance: A systematic review and meta-analysis. *Brain Stimul* 2019;12:242-250.
2. Machado DGDS, Unal G, Andrade SM, Moreira A, Altimari LR, Brunoni AR, et al. Effect of transcranial direct current stimulation on exercise performance: A systematic review and meta-analysis. *Brain Stimul* 2019;12:593-605.
3. Bornheim S, Croisier JL, Leclercq V, Baude C, Kaux JF. The effects of tDCS on physical performances: A systematic literature review. *Sc & Sports* 2020;35:255-70.
4. Alix-Fages C, Romero-Arenas S, Castro-Alonso M, Colomer-Poveda D, Río-Rodríguez D, Jerez-Martínez A, Fernandez-Del-Olmo M, Márquez G. Short-term effects of anodal transcranial direct current stimulation on endurance and maximal force production. A Systematic Review and Meta-Analysis. *J Clin Med* 2019;8:536.
5. Dehais F, Karwowski W, Ayaz H. Brain at work and in everyday life as the next frontier: grand field challenges for neuroergonomics. *Front Neuroergonomics*, 2020 (à paraître, <https://doi.org/10.3389/fnrgo.2020.583733>).