

# Réflexion Sport

Scientifique & technique

# EXTRAIT



Utilisation  
des **glucides**  
au cours de  
l'exercice .

*ingestion ou rinçage  
de bouche ?*

# Utilisation des **glucides** au cours de l'exercice : *ingestion ou rinçage de bouche ?*



Par Dr Laura Pomportes  
Ingénieure de recherche plateforme TechnoSport,  
Aix-Marseille Université.

**I**ncontournable dans le sport de haut niveau, le recours aux glucides afin de se ravitailler ou de s'alimenter en cours d'épreuve fait l'objet de nombreuses études. De leur utilisation peut dépendre une partie de la performance de l'athlète.



“... une amélioration du temps de course de près de 2 min dans la condition « glucides »...”

C'est une image que tout amateur de sport a déjà vu. Celle d'un coureur cycliste, d'un marcheur ou encore d'un marathonien qui va chercher un tube dans sa musette avant d'avaler le gel qu'il contient. Souvent, la substance en question est un concentré de glucides destiné à alimenter le corps pour maintenir l'effort. Car c'est là tout l'enjeu du ravitaillement : permettre la poursuite d'une activité en retardant et/ou limitant les phénomènes de fatigue. Que nous dit la science concernant cette pratique ?

Ces dernières décennies, l'intérêt d'un apport exogène en glucides lors d'exercices d'intensité modérée (60-75 %  $\dot{V}O_2$ max) et de durée prolongée (> 1h30) a été validé par de nombreuses études issues de la recherche en nutrition et physiologie de l'exercice. Au cours de ce type d'effort, les glucides sont le principal substrat métabolique oxydé, et apparaissent comme un facteur limitant de la performance à partir de 90 min d'exercice. Ainsi, il a été proposé que l'ingestion de glucides de différents types (1 glucose, 2 fructose et 3 maltodextrine) et sous diverses

formes (gel, liquide, solide), permettrait de retarder l'apparition des phénomènes de fatigue à la fois en épargnant le 4 glycogène hépatique, mais aussi en maintenant un taux de glucose plasmatique constant et en facilitant un fort taux d'oxydation. Plus récemment, l'idée selon laquelle l'ingestion de glucides pourrait aussi avoir un effet bénéfique sur des exercices plus courts et de haute intensité, pour lesquels la disponibilité de glucides n'est pas un facteur limitant (1 h, intensité > 75 %  $\dot{V}O_2$ max), s'est progressivement développée. ▶

## Glucides de différents types

- 1 Le glucose est un monosaccharide (ex : un glucide composé d'une seule molécule). Il possède un fort index glycémique qui se traduit par une augmentation rapide de la glycémie suite à son ingestion.
- 2 Le fructose est un monosaccharide qui possède un faible index glycémique. Son ingestion permet une augmentation lente et modérée de la glycémie.
- 3 La maltodextrine est un polysaccharide constitué de l'assemblage de plusieurs monosaccharides. Il s'agit d'un glucide à fort index glycémique.
- 4 Le glycogène est la forme de stockage des monosaccharides dans les muscles et le foie.

## Jusqu'à 2 minutes de gain

Dans un article paru dans la revue *International Journal of Sports Medicine* en 1997 et qui représente l'étude scientifique princeps sur cette thématique, Jeukendrup et ses collaborateurs ont demandé à 19 sujets de réaliser deux courses contre la montre de 40 km, espacées de 5 jours. Au cours de chacune de ces sessions, les sujets devaient ingérer de façon aléatoire une boisson composée de glucides (environ 73 g), ou une boisson « placebo » au goût sucré mais sans valeur calorique. Les résultats de cette étude ont montré une amélioration du temps de course de près de 2 min dans la condition « glucides » comparée à la condition « placebo », expliquée par une augmentation de la quantité de travail moyenne produite (respectivement 76,4 % vs 74,8 % de la puissance maximale aérobie des sujets, PMA). Ces résultats ont particulièrement interrogé la communauté scientifique puisqu'il est suggéré que sur ce type d'exercice de haute intensité et de durée inférieure ou égale à 1 h, une quantité trop faible de glucides exogènes est oxydée pour qu'ils puissent participer à la production d'énergie (environ 5 à 20 g). Quelques années plus tard, l'équipe menée par le Britannique James Carter (2004a) a décidé de réaliser un protocole similaire mais en remplaçant l'ingestion par une perfusion



©Icon Sport

intraveineuse de glucides (environ 60 g par heure) ou de solution saline sans valeur calorique (placebo). Dans cette configuration expérimentale, aucun effet de la perfusion de glucides n'a été observé sur la performance de course. Ce résultat a soulevé des interrogations sur la nécessité d'exposition de la cavité buccale dans l'effet ergogénique des glucides. Afin de vérifier cette hypothèse, la même équipe a comparé l'effet de rinçages de bouche successifs de 5 s sur la performance d'une course contre la montre d'environ 1 h (Carter *et al.* 2004b). De façon aléatoire, la solution proposée aux sujets était composée de glucides dosés à 6,4 % de concentration, ou d'un ►

placebo au goût sucré mais sans valeur calorique. Une amélioration de la performance de près de 2 min a été constatée dans la condition « glucides » comparée à la condition « placebo », soit un résultat sensiblement équivalent à celui de l'étude de Jeukendrup et collaborateurs parue 7 années plus tôt (Jeukendrup *et al.* 1997). Dans ce cadre, il a été suggéré que l'effet ergogénique de l'ingestion de glucides sur des exercices de haute intensité et de durée inférieure ou égale à 1 h ne serait pas d'origine métabolique, mais impliquerait un mécanisme central, vraisemblablement médié par des cellules réceptrices du goût localisées dans la cavité buccale. La recherche scientifique s'est donc intéressée à une nouvelle technique d'utilisation des glucides : le rinçage de bouche.

## Rinçage de bouche en glucides et performances

La littérature scientifique actuelle fait état de nombreuses études qui se sont intéressées à l'effet de l'utilisation des glucides en rinçage de bouche sur la performance physique d'exercice de haute intensité et de durée comprise entre 30 et 60 min (de Ataide e Silva *et al.* 2014). La très grande majorité des résultats indique une amélioration de la performance moyenne de 2 à 3 %, et cela quelle que soit la modalité d'exercice (course ou pédalage) [Peart 2017]. Une étude récente suggère que les glucides en rinçage de bouche amélioreraient préférentiellement la moyenne de puissance produite lors d'une course sur ergocycle (Brietzke *et al.* 2019). En revanche, ►



l'amplitude de cet effet varie considérablement selon le statut nutritionnel de l'athlète. En effet, Lane et ses collaborateurs (2013) ont observé une amélioration de la performance lors d'une course contre la montre sur vélo chez des sujets en état de jeûne prolongé de 3,6% contre 1,8% chez des sujets nourris. L'équipe de Fares et Kayser (2011) a, elle, indiqué des valeurs supérieures respectivement de 3 et 7% dans les conditions « nourri » et « jeûne » lors d'une course jusqu'à épuisement à 60% de PMA. L'effet de l'utilisation des glucides en rinçage de bouche est plus controversé lors d'exercices de sprint et de répétitions de sprints de courte durée (de Oliveira *et al.* 2017). À notre connaissance, seules deux études, sur 7 recensées, ont révélé un effet bénéfique pour ce type d'exercice. Philips et ses collaborateurs (2014) observent une amélioration du pic de puissance de plus de 2% lors d'un unique sprint de 30s réalisé sur vélo, comparée à la condition « placebo ». Dans un protocole impliquant la répétition de 5 sprints de 6s espacés de 24s de récupération, le collectif dirigé par Beaven (2013) indique une amélioration du pic et de la moyenne de puissance produite sur le premier sprint (respectivement +22 watts et +40 watts). À l'inverse, plusieurs études n'observent pas d'effet bénéfique de cette technique de supplémentation sur la performance (Chong *et al.* 2011; Bortolotti *et al.* 2013; Přibyslavská *et al.* 2016).

“ L'effet de l'utilisation des glucides en rinçage de bouche est plus controversé lors d'exercices de sprint et de répétitions de sprints de courte durée. ”

Enfin, à ce jour, très peu d'études se sont intéressées à l'effet des glucides en rinçage de bouche sur la performance d'exercices intermittents de durée prolongée (de 30 à 90 min). Ce type d'effort, présent dans de nombreux sports collectifs (basket-ball, handball...) ou individuels (squash, badminton...), est caractérisé par de multiples répétitions de sprints espacés de faibles périodes de récupération. Deux travaux ont utilisé un protocole de laboratoire : le *Loughborough Intermittent Shuttle Tests* afin de recréer ces conditions spécifiques d'exercice. Les résultats restent partagés avec l'un qui suggère un effet bénéfique des glucides sur la performance (Rollo *et al.* 2015), et l'autre qui n'indique aucune incidence du rinçage de bouche sur la performance (Dorling et Earnest 2013). Plus récemment, en 2018, une ►

nouvelle équipe s'est penchée sur cette technique d'utilisation lors d'une épreuve simulée de cyclo-cross et de cross-country (Simpson *et al.* 2018). Il était demandé aux sujets de réaliser 6 blocs de 8 min composés d'un cycle de pédalage de 5 min à faible intensité (50%  $\text{VO}_2\text{max}$ ) suivis de 3 sprints de 10 s espacés de 50 s de récupération active. Un rinçage de bouche en maltodextrine, dosé à 6,4%, était réalisé avant le premier sprint de chaque bloc. Comme Rollo, Simpson et son équipe indiquent une amélioration de 2% de la moyenne de puissance produite sur le dernier sprint en vélo de l'épreuve dans la condition « glucides » comparé à la condition « placebo ». Il semblerait donc que les glucides en rinçage de bouche aient un effet ergogénique non négligeable, mais de faible amplitude, sur la performance physique.

## Un impact sur le fonctionnement cognitif

Dans de nombreuses disciplines sportives, la performance dépend aussi de l'efficacité de processus cognitifs sollicités dans l'action. L'un des indices particulièrement étudié en sciences du sport est la perception de l'effort (cf. « [Les sensations durant l'effort, un processus complexe](#) » de Frédéric Grappe dans [Réflexions Sport #21](#)), qui est un marqueur des

perturbations homéostasiques au cours de l'exercice. Il est aujourd'hui communément admis que la perception de l'effort impacte les stratégies d'allure en compétition et modifie la performance globale. Une diminution de la perception de l'effort permettrait au sujet de s'engager d'autant plus dans l'exercice et d'améliorer ainsi la performance. Dans ce cadre, de nombreuses études indiquent une diminution significative de la perception de l'effort (Pomportes *et al.* 2017; Fares et Kayser 2011) ou une stabilisation de cet indice concomitante à une amélioration de la performance (Carter *et al.* 2004b; Pottier *et al.* 2010; Lane *et al.* 2013; Fraga *et al.* 2017; James *et al.* 2017). La diminution de la perception de l'effort est à ce jour l'explication privilégiée pour rendre compte de l'effet ergogénique des glucides en rinçage de bouche sur la performance physique. ▶

“ Il semblerait donc que les glucides en rinçage de bouche aient un effet ergogénique non négligeable...” ”



Certaines études scientifiques se sont intéressées à la possibilité d'améliorer la performance cognitive et particulièrement l'efficacité des processus décisionnels réalisés sous pression temporelle. Les processus décisionnels sont connus pour être un facteur de performance dans de nombreuses disciplines sportives de duel telles que l'escrime, le judo ou le tennis. Ces recherches sont soutenues par de récentes études ayant utilisé l'imagerie par résonance magnétique fonctionnelle (Chambers *et al.* 2009; Turner *et al.* 2014) ou l'électroencéphalographie (De Pauw *et al.* 2015), et qui suggèrent une augmentation de l'activité de plusieurs régions cérébrales lors de la présence de glucides dans la cavité buccale comparée à une solution « placebo ». Néanmoins, à ce jour, aucune étude n'a expérimentalement montré une amélioration de la vitesse de réponse ou de la précision

au cours de tâches de chronométrie mentale lors de l'administration de glucides en rinçage de bouche (De Pauw *et al.* 2015; Pomportes *et al.* 2017). En revanche, une étude indique une amélioration de la précision sur des habiletés motrices spécifiques à l'escrime dans la condition « glucides » comparée à la condition « placebo » (Rowlatt *et al.* 2017). De plus amples recherches semblent nécessaires afin d'évaluer si cet effet bénéfique serait transférable à d'autres disciplines dont la performance est aussi largement dépendante d'un conflit vitesse/précision...

## Quel mécanisme explicatif pour le rinçage de bouche ? ■

Actuellement, la principale hypothèse permettant d'expliquer l'effet ergogénique des glucides en rinçage de bouche repose sur un mécanisme central, médié par des récepteurs gustatifs appelés les « bourgeons du goût ». Localisées sur la langue, l'épiglotte et les structures gastro-intestinales, ces cellules seraient spécialisées dans la détection des nutriments, notamment pour protéger l'organisme de l'ingestion de substances potentiellement toxiques. Chez l'humain, 5 goûts de bases peuvent être détectés, dont le sucré (Spector et Travers 2005). Il semblerait que pour celui-ci, les cellules gustatives soient ►



sensibles à la valeur calorique du stimulus et non pas à sa saveur sucrée. En effet, une étude récente de l'équipe de Chambers (2009) a montré que l'organisme répondait favorablement lors de la présence de glucides possédant une valeur calorique et un goût neutre (maltodextrine) dans la cavité buccale, alors qu'aucun effet bénéfique n'était observé lors de l'utilisation d'un édulcorant au goût sucré sans valeur calorique (saccharine). La valeur calorique du stimulus semble être l'élément indispensable pour entraîner un effet ergogénique. Impossible donc de berner votre organisme !

Cette stimulation sensorielle serait ensuite relayée au cerveau *via* 3 nerfs crâniens (facial, glossopharyngien et pneumogastrique), entraînant l'activation de plusieurs régions cérébrales impliquées dans le système de récompense et la motricité (striatum et cortex orbitofrontal). Au cours de l'exercice, les afférences mécaniques, métaboliques, nociceptives et thermiques sont envoyées au cerveau et participent, de façon consciente ou inconsciente, à une diminution de la commande motrice interprétée comme une « fatigue centrale ». L'une des hypothèses proposées dans la littérature suggère que la présence de glucides dans la cavité buccale contrecarrerait cette activité inhibitrice en agissant sur la libération d'un neurotransmetteur spécifique : la dopamine. Une étude de l'équipe conduite par le directeur

du laboratoire Exercice, Nutrition et Métabolisme à l'université d'Auckland, Nicholas Gant, avance que cet effet, bien que plus important chez un individu préalablement fatigué, serait également présent en l'absence de fatigue (Gant *et al.* 2010). Ainsi, il semblerait que l'augmentation de l'activité dopaminergique dans certaines régions impliquées dans le comportement moteur et le système de récompense puisse augmenter la motivation, diminuer la perception de l'effort et améliorer l'efficacité de la transmission nerveuse entre le cortex et la moelle épinière (l'excitabilité corticospinale). La présence de glucides dans la cavité buccale serait interprétée comme une valeur de récompense pour l'ensemble du système, lui permettant de compenser les signaux de fatigue. Cette valeur de récompense serait néanmoins modulée par le statut nutritionnel du sujet, notamment car la régulation homéostatique et l'état physiologique du corps sont connus pour influencer diverses structures cérébrales lors du rinçage de bouche. ▶



“ La présence de glucides dans la cavité buccale serait interprétée comme une valeur de récompense pour l'ensemble du système...” ”

## Comment réaliser un rinçage de bouche ?

Pour un effet bénéfique, les recommandations actuelles suggèrent l'utilisation d'une faible quantité de boisson (25 ml soit environ 2 cuillères à soupe), riches en glucides de goût sucré ou non (glucose ou maltodextrine). La concentration de la solution devra être similaire à celle des boissons utilisées en ingestion, soit environ 6 à 8 %. Et inutile d'augmenter la concentration. Aucun bénéfice n'a été trouvé lors de l'utilisation d'une boisson dosée en glucides à 12-14 % comparée à celle d'une boisson à 6-7 % (James *et al.* 2017 ; Wright

et Davison 2013 ; Devenney *et al.* 2016). Cela permettrait tout au plus d'augmenter le risque de caries dentaires sans apporter de réel bénéfice sur la performance. En revanche, il semblerait qu'il existe un effet dose-réponse concernant la durée des rinçages. Il a été montré une amélioration de la performance plus importante lors de rinçages de bouche d'une durée de 10 s comparés à ceux de 5 s (Sinclair *et al.* 2014). Les rinçages de bouche gagneront donc en efficacité pour une durée minimale de 10 s.

Nous préconisons de réaliser le rinçage de bouche en premier, suivi d'une réhydratation à l'eau ce qui permettra d'une part de maintenir la sensibilité des capteurs buccaux mais aussi de limiter l'apparition de caries dentaires. Enfin, dans la majorité des études, les rinçages de bouche sont répétés tous les 1/8 de temps d'exercice lors d'exercice d'endurance < 1 h (soit environ 7-8 min) et répétés avant chaque sprint. Une étude ayant réalisé des rinçages de bouche tous les 1/12 de temps d'exercice (environ 5 min), indique une amélioration moyenne de la performance de 5 %, supérieure aux valeurs moyennes habituelles de 2-3 % (Fares et Kayser 2011). Néanmoins, l'effet de la répétition des rinçages de bouche nécessite de plus amples recherches avant d'apprécier l'amplitude de cet effet. ▶

En attendant que la science ne fasse davantage de découvertes autour de l'impact du rinçage de la bouche sur la pratique sportive, il convient de préciser que l'effet central des glucides se réalise, sans délai, lors de leurs présences dans la cavité buccale, et cela qu'ils soient ingérés ou pas ! Les athlètes seront donc libres de choisir d'ingérer ou d'expectorer la solution une fois le rinçage de bouche réalisé. Or, au vu des différentes études menées et de leurs conclusions, nul doute que nous ne sommes pas prêts de ne plus voir les sportifs du monde entier continuer de mettre la main à la poche ou au bidon en quête de ces solutions sucrées. Mais l'administration de glucides en rinçage de bouche supplantera-t-elle l'ingestion ?

## Ingestion ou rinçage de bouche, comment choisir ?

Le choix de l'ingestion des glucides ou de leur utilisation en rinçage de bouche repose principalement sur la durée de l'exercice mais aussi sur le statut nutritionnel de l'athlète :

- 1 Pour les exercices d'endurance (durée supérieure ou égale à 90 min)

L'administration des glucides en rinçage de bouche présente l'intérêt de palier les désordres gastro-intestinaux qui sont rapportés chez près de 40 à 70 % des athlètes d'endu-

rance, et notamment lors d'exercices réalisés en condition chaude. Il a été montré que les glucides en rinçage de bouche peuvent améliorer la performance d'endurance jusqu'à 90 min d'exercice (Wright et Davison 2013).



©Icon Sport

En revanche au-delà de ces 90 min, l'ingestion des glucides sous diverses formes (liquide, gel ou solide) reste à privilégier car elle permettra de compenser la diminution des réserves hépatique et musculaire en glycogène liée à l'exercice. Les recommandations actuelles suggèrent une ingestion de 30 à 60 g.h<sup>-1</sup> de glucides pour une durée d'exercice comprise entre 90 et 150 min, qui pourra atteindre 60 voire 90 g.h<sup>-1</sup> lors d'exercices supérieurs à 150 min. Il est à noter que la capacité d'absorption des glucides par l'intestin grêle est de 60 g.h<sup>-1</sup> mais pourra être augmentée pour atteindre 90 g.h<sup>-1</sup> chez les athlètes qui suivent des régimes riches en glucides. Dans ce cas, il faudra néanmoins veiller à absorber différents types de glucides (ex : maltodextrine/fructose ou glucose/fructose) pour faciliter l'entrée du glucose dans la cellule et limiter les troubles gastro-intestinaux. L'ingestion de fluide recommandée est de l'ordre de 150 à 200 ml de boisson toutes les 20 min d'exer-

cice afin de favoriser la vidange gastrique de l'estomac. Une consommation supérieure, de l'ordre de 300 à 350 ml est possible mais risque de mettre en jeu la tolérance digestive des athlètes. Ces quantités devront donc être définies au préalable par l'athlète (Burke *et al.* 2007).

## 2 Pour les exercices de haute intensité et de durée inférieure ou égale à 1 h et les exercices intermittents.

Pour ce type d'exercice, et lorsque le statut nutritionnel de l'athlète est normal, l'ingestion de glucides ne se justifie pas. Effectivement, il a été montré un effet de magnitude similaire pour ces deux modes d'administration (ingestion vs rinçage de bouche), principalement en raison d'un même mécanisme physiologique de type central. Il appartient donc à l'athlète de choisir la stratégie à adopter en fonction des différentes contraintes environnementales ou situationnelles. Lors de la mise en place de stratégies de perte de poids ou de périodisation des apports glucidiques (« *sleep low* »), le rinçage de bouche pourra améliorer la performance tout en permettant les adaptations mitochondriales inhérentes à ce type de régime (Marquet *et al.* 2016). De plus, chez les athlètes sujets aux troubles gastro-intestinaux lors de l'ingestion de glucides et lors de périodes de jeûne prolongé imposé (ex : Ramadan), l'utilisation des glucides en rinçage de bouche est à privilégier. En revanche, si plusieurs exercices sont répétés dans la journée ou sur plusieurs jours, et notamment lorsque la récupération nutritionnelle et énergétique est incomplète (difficulté à s'alimenter, stratégies de récupération inadaptées...), l'ingestion

de glucides permettra d'apporter en plus d'un mécanisme central immédiat, un effet métabolique de substrat musculaire et cérébral intéressant. ▶

## Mathieu Castagnet,

numéro 2 français  
et ancien numéro 6 mondial  
de squash



©Icon Sport

- 3 x champion de France élite
- 3 x champion d'Europe par équipe des nations
- Médaillé de bronze au championnat du monde par équipe de nation

« *J'utilise la méthode du rinçage de bouche en glucides lors de mes grands cycles de préparation d'été depuis 3 ans. Réalisés sur certaines séances de préparation physique ou spécifiques, cela me permet d'optimiser et de maximiser l'effet de mes séances d'entraînement. En revanche au cours de la saison la fréquence des matchs est telle que je préfère basculer sur de l'ingestion.* »

## Remerciements

Une partie des données citées dans cet article est issue de mon travail de thèse réalisé sous la direction du Pr. Jeanick Brisswalter (laboratoire Motricité humaine expertise sport santé – LAMHESS, université Côte d'Azur) et du Dr. Karen Davranche (laboratoire de Psychologie cognitive – LPC, Aix-Marseille Université). Merci à la plateforme du TechnoSport d'Aix-Marseille Université pour sa contribution à cet article. ■

## Bibliographie

BEAVEN CM, MAULDER P, POOLEY A, KILDUFF L et COOK C, « Effects of caffeine and carbohydrate mouth rinses on repeated sprint performance », *Appl Physiol Nutr Metab*, 2013, 38(6), p. 633-637, doi:10.1139/apnm-2012-0333.

BORTOLOTTI H, PEREIRA LA, OLIVEIRA RS, CYRINO ES, ALTAMIRI LR, « Carbohydrate mouth rinse does not improve repeated sprint performance », *Revista brasileira de cineantropometria e desempenho humano*, 2013, 15(6), p. 639-645, doi:10.5007/1980-0037.2013v15n6p639.

BRIETZKE C, FRANCO-ALVARENGA PE, COELHO-JUNIOR HJ, SILVEIRA R, ASANO RY et PIRES FO, « Effects of carbohydrate mouth rinses on cycling time-trial performance: a systematic review and meta-analysis », *Sports Medicine*, 2019, 49(1), p. 57-66.

BURKE LM, MILLET G, TARNOPOLSKY MA et INTERNATIONAL ASSOCIATION OF ATHLETICS FEDERATION (IAAF), « Nutrition for distance events », *J Sports Sci*, 2007, 25(1), p. S29-38, doi:10.1080/02640410701607239.

CARTER JM, JEUKENDRUP AE, MANN CH et JONES DA, « The effect of glucose infusion on glucose kinetics during a 1-h time trial », *Med Sci Sports Exerc*, 2004a, 36(9), p. 1543-1550, doi:10.1249/01.mss.0000139893.69410.d8.

CARTER JM, JEUKENDRUP AE, MANN CH et JONES DA, « The effect of carbohydrate mouth rinse on 1-h cycle time trial », *Med Sci Sports Exerc*, 2004b, 36(12), p. 2107-2111, doi:10.1249/01.mss.0000147585.65709.6f.

CHAMBERS SM, BRIDGE MW, JONES DA « Carbohydrate sensing in the human mouth: effects on exercise performance and brain activity », *J Physiol Biotechnol*, 2009, 587(8), p. 1779-1794, doi:10.1113/jphysiol.2008.164285.

CHONG E, GUELFIKJ et FOURNIER PA, « Effect of a carbohydrate mouth rinse on maximal sprint performance in competitive male cyclists », *J Sci Med Sport*, 2011, 14(2), p. 162-167, doi:10.1016/j.sams.2010.08.003.

DE ATAIDE E SILVA T, DI CAVALCANTI ALVES DE SOUZA ME, FERRO DE AMORIM J, STATHIS CG, LEANDRO CG et LIMA-SILVA AE, « Can carbohydrate mouth rinse improve performance during exercise? A systematic review », *Nutrients*, 2014, 6(1), p. 1-10, doi:10.3390/nu6010001.

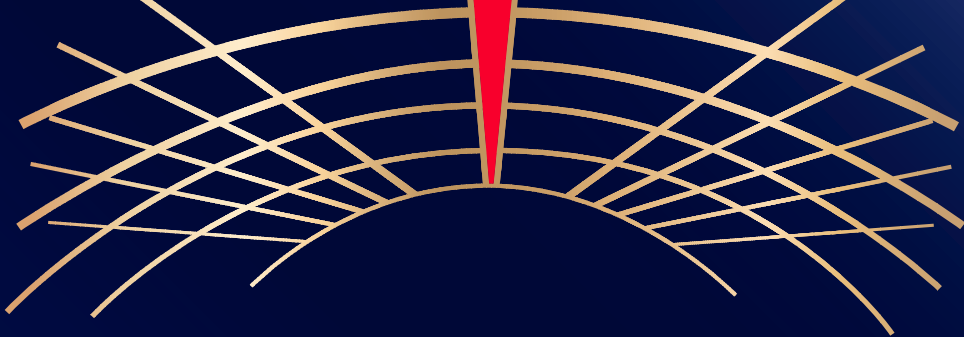
DE OLIVEIRA JJ, CRISP AH, REIS BARBOSA CG, DE SOUZA E SILVA A, BAGANHA RJ et VERLENGIAR, « Influence of carbohydrate mouth rinse on sprint performance: a systematic review and meta-analysis », *Journal of Expertise Physiology Online*, 2017, 20(3), p. 88-99.

DE PAUW K, ROELANDS B, KNAEPEN K, POLFLIET M, STIENS J et MEEUSEN R, « Effects of caffeine and maltodextrin mouth rinsing on P300, brain imaging, and cognitive performance », *J Appl Physiol*, 2015, 118(6), p. 776-782, doi:10.1152/jappphysiol.01050.2014.

DEVENNEY S, COLLINS K et SHORTALL M, « Effects of various concentrations of carbohydrate mouth rinse on cycling performance in a fed state », *Eur J Sport Sci*, 2016, 16(8), p. 1073-1078, doi:10.1080/17461391.2016.1196735.

DORLING JL et EARNEST CP, « Effect of carbohydrate mouth rinsing on multiple sprint performance », *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 2013, 10(1), p. 41, doi:10.1186/1550-2783-10-41.

- FARES EJM et KAYSER B, « Carbohydrate mouth rinse effects on exercise capacity in pre- and postprandial states », *J Nutr Metab*, 2011, doi:10.1155/2011/385962.
- FRAGAC, VELASQUES B, KOCHAJ, MACHADO M, PAULUCIO D, RIBEIRO Pet POMPEU FA, « Carbohydrate mouth rinse enhances time to exhaustion during treadmill exercise », *Clin Physiol Funct Imaging*, 2017, 37(1), p. 17-22, doi:10.1111/cpf.12261.
- GANT N, STINEAR CM et BYBLOW WD, « Carbohydrate in the mouth immediately facilitates motor output », *Brain Res*, 2010, 1350, p. 151-158, doi:10.1016/j.brainres.2010.04.004.
- JAMES RM, RITCHIE S, ROLLO I et JAMES LJ, « No dose response effect of carbohydrate mouth rinse on cycling time-trial performance », *Int J Sport Nutr Exerc Metab*, 2017, 27(1), p. 25-31, doi:10.1123/ijsnem.2016.0111.
- JEUKENDRUPA, BROUNSF, WAGENMAKERS AJ et SARIS WH, « Carbohydrate-electrolyte feedings improve 1 h time trial cycling performance », *Int J Sports Med*, 1997, 18(2), p. 125-129, doi:10.1055/s-2007-972607.
- LANE SC, ARETA JL, BIRD SR, COFFREY VG, BURKE LM, DESBROW B, KARAGOUNIS LG, HAWLEY JA, « Caffeine ingestion and cycling power output in a low or normal muscle glycogen state », *Med Sci Sports Exerc*, 2013, 45(8), p. 1577-1584, doi:10.1249/MSS.0b013e31828af183.
- MARQUET LA, BRISSWALTER J, LOUIS J, TIOLLIER E, BURKE LM, HAWLEY JA et HAUSSWIRTH C, « Enhanced endurance performance by periodization of carbohydrate intake: "Sleep Low" strategy », *Med Sci Sports Exerc*, 2016, 48(4), p. 663-672, doi:10.1249/MSS.0000000000000823.
- PEART DJ, « Quantifying the effect of carbohydrate mouth rinsing on exercise performance », *J Strength Cond Res*, 2017, 31(6), p. 1737-1743, doi:10.1519/JSC.0000000000001741.
- PHILLIPS SM, FINDLAY S, KAVALIAUSKAS M, GRANT MC, « The influence of serial carbohydrate mouth rinsing on power output during a cycle sprint », *Journal of Sports Science & Medicine*, 2014, 13(2), p. 252-258.
- POMPOTES L, BRISSWALTER J, CASINIL, HAYS A et DAVRANCHEK, « Cognitive performance enhancement induces by caffeine, carbohydrate and guarana mouth rinsing during submaximal exercise », *Nutrients*, 2017, 9(6), p. 589, doi:10.3390/nu9060589.
- POTTIER A, BOUCKAERT J, GILLS W, ROELS Tet DERAVE W, « Mouth rinse but not ingestion of carbohydrate solution, improves 1-h cycle time trial performance », *Scand J Med Sci Sports*, 2010, 20(1), p. 105-111, doi:10.1111/j.1600-0838.2008.00868.x.
- PŘIBYSLAVSKÁ V, SCUDAMORE EM, JOHNSON SL, GREEN JM, STEVENSON WILCOXSON MC, LOWE JB et O'NEALEK, « Influence of carbohydrate mouth rinsing on running and jumping performance during early morning soccer scrimmaging », *Eur J Sport Sci*, 2016, 16(4), p. 441-447, doi:10.1080/17461391.2015.1020345.
- ROLLO I, HOMEWOOD G, WILLIAMS C, CARTER J et GOOSEY-TOLFREY VL, « The influence of carbohydrate mouth rinse on self-selected intermittent running performance », *Int J Sport Nutr Exerc Metab*, 2015, 25(6), p. 550-558, doi:10.1123/ijsnel.2015-0001.
- ROWLATT G, BOTTOMS L, EDMONDS CJ et BUSCOMBE R, « The effect of carbohydrate mouth rinsing on fencing performance and cognitive function following fatigue-inducing fencing », *Eur J Sport Sci*, 2017, 17(4), p. 433-440, doi:10.1080/17461391.2016.1251497.
- SIMPSON GW, PRITCHETT R, O'NEALEK, HOSKINS G et PRITCHETT K, « Carbohydrate mouth rinse improve relative mean power during multiple sprint performance », *Int J Exerc Sci*, 2018, 11(6), p. 754-763.
- SINCLAIR J, BOTTOMS L, FLYNN C, BRADLEY E, ALEXANDER G, MCCULLAGHS, FINNT et HURST HT, « The effect of different durations of carbohydrate mouth rinse on cycling performance », *Eur J Sport Sci*, 2014, 14(3), p. 259-264, doi:10.1080/17461391.2013.785599.
- SPECTOR AC et TRAVERS SP, « The representation of taste quality in the mammalian nervous system », *Behav Cogn Neurosci Rev*, 2005, 4(3), p. 143-191, doi:10.1177/1534582305280031.
- TURNER CE, BYBLOW WD, STINEAR CM et GANT N, « Carbohydrate in the mouth enhances activation of brain circuitry involved in motor performance and sensory perception », *Appetite*, 2014, 80, p. 212-219, doi:10.1016/j.appet.2014.05.020.
- WRIGHT BF et DAVISON G, « Carbohydrate mouth rinse improves 1.5 h run performance: is there a dose-effect? », *Int J Exerc Sci*, 2013, 6(4), p. 328-340.



**INSTITUT NATIONAL DU SPORT,  
DE L'EXPERTISE ET DE LA PERFORMANCE**

11, avenue du tremblay - 75012 Paris- France

Tél. 01 41 74 41 00

[www.insep.fr](http://www.insep.fr)

