

DRAFTING DURING SWIMMING IMPROVES EFFICIENCY DURING SUBSEQUENT CYCLING

Anne DELETRAT, Véronique TRICOT, Thierry BERNARD, Fabrice VERCRUYSEN, Christophe HAUSSWIRTH & Jeanick BRISWALTER

Le triathlon est pratiqué sur des distances variées du sprint (750m natation, 20km vélo, 5km C^àp) à l'Ironman (3,8km, 180km, 42km)

La durée relative de la natation, du vélo et de la C^àp varie respectivement du plus court au plus long 18 à 10%, 52 à 56%, 30 à 34% (12,17)

Des corrélations significatives ont été reporté entre le temps vélo ou le temps C^àp et la performance sur triathlon, pas de corrélation significative entre le temps natation et la performance en triathlon (12)

Donc plusieurs études sur la transition vélo-c^àp, mais les recherches sur l'influence de la natation sur la performance vélo sont limités (11,21,22)

Des études sur les effets de la natation sur la performance en cyclisme ont montré des résultats contradictoires.

Kreider & al (21) ont trouvé que 800m de natation entraînait une baisse de puissance de 17% durant un exercice de 75' de vélo

Delextrat & al (11) ont observé une baisse significative de l'efficacité cycliste (-17,5%) lors d'un triathlon sprint comparé à un vélo seul.

Au contraire, Laursen & al (22) n'indiquent pas d'effet significatif après 3000m de natation lors d'un triathlon longue distance sur les paramètres physiologiques mesurés durant le vélo.

En conséquent, la partie natation peut avoir un effet négatif sur le vélo, spécialement sur le tri sprint ou l'intensité de la natation est plus élevé que durant un triathlon longue distance.

Delextrat (11) montrent que la baisse de la charge métabolique durant 1750m de natation avec une combinaison résulte pour 11% de la baisse de la FC en natation et pour 12% l'amélioration de l'efficacité durant les 10' de vélo suivants comparé à la natation sans combinaison.

La baisse relative d'intensité lors d'une natation avec combinaison est classiquement par la diminution de la traînée hydrodynamique. Cette baisse résulte d'une hausse de la flottabilité, les sujets adoptent une position plus horizontale, réduisant leur résistance frontale (7). Durant la natation, la traînée hydrodynamique peut être aussi réduite par le drafting. Les effets du drafting en natation courte distance ont été largement étudié récemment (2,8,10,24). Le principal facteur de la baisse de la traînée du corps lors du drafting semble être la dépression faite dans l'eau par le nageur devant (3). Cette baisse de pression faite par le nageur de tête diminue le gradient de pression qui s'applique au nageur suivant facilitant ainsi son déplacement dans l'eau (8).

Chatard & al (8) montrent une baisse significative en drafting de 10 à 26% comparé à un nageur isolé.

Consommation d'oxygène -10%, FC -6,2%, Lactatémie (11-31%)

Hausswirth & al (17) ont montré que le drafting durant le vélo sur un triathlon sprint entraîne une baisse significative de la dépense énergétique de 14% comparé à un effort individuel, avec une amélioration de 4,1% de la performance sur 5km de C p.

A notre connaissance aucune étude similaire n'a été réalisée sur l'évaluation de la natation avec drafting sur la performance en vélo.

L'objectif de cette recherche : notre hypothèse est que le drafting en natation doit être associé à une baisse de la charge métabolique durant la natation et peut réduire la dépense énergétique durant le vélo.

Matériel et méthodes

Sujets 8 triathlètes masculins de niveau interrégional ou national, âge 26 ± 6 ans, taille 183 ± 7 cm, poids 74 ± 7 kg, % de graisse 13 ± 3 %

Entraînement par semaine, 6,6km de natation, 59 km de vélo, 34km de C p soit 150', 135', et 169'

Le programme d'entraînement inclus seulement une session de vélo-C p par semaine. Les faibles distances réalisées par les triathlètes durant l'entraînement, spécialement en vélo peuvent être expliqué par le fait que l'expérience se déroule en hiver.

Protocole

Détermination de VO₂max et de la puissance maximale aérobie (PMA)

1^{er} test incrémenté sur ergocycle. Après 6' d'échauffement, début à 150W, + 25w/2'

Les critères pour déterminer l'atteinte de VO₂max sont :

- un plateau de VO₂ malgré une augmentation de la puissance
- FC >   90% de la Fcmax théorique
- Le ratio d'échange respiratoire (RER) > 1,15 (19)

Le seuil ventilatoire est calculée en utilisant les critères d'augmentation de VE/VCO₂ avec une hausse non concomitante de VE/VCO₂ (28)

Session submaximale

Après le 1^{er} test, chaque triathlète réalisent 3 tests submaximaux séparés de 48h

- 1) SA, natation seule 750m + combinaison, servant à déterminer l'allure de nage
- 2) SAC, natation idem SA, 3' de transition, 15' de vélo à 75% de PMA, cadence librement choisie
- 3) SDC, natation 750m avec drafting + combinaison, 3' de transition, 15' de vélo à 75% de PMA, cadence librement choisie

Mesure des paramètres

En natation

Temps pris sur chaque 50m et temps total

La fréquence de nage est mesurée chaque 50m sur une distance de 20m située au milieu de la piscine (bassin de 50m)

La fréquence de battements est calculée par la division de la vélocité moyenne de chaque 20m, par la moyenne de la fréquence de nage de chaque 20m.

Immédiatement après chaque natation, questionnaire sur la perception de la dureté de l'effort (Echelle de Borg de 6 à 20) (5)

Lactate

Récupération du sang au niveau du lobe de l'oreille.

- 1^{ère} et 3^{ème} minute après la natation (L1 et L2)
- 3^{ème} et 15^{ème} en vélo (L3 et L4)

Le plus haut des 2 prélèvements post natation est considéré comme la valeur après natation, parce que le temps de diffusion du lactate du muscle au sang après un exercice de natation n'est pas précisément établi (23)

Mesures des échanges respiratoires

Utilisation du K4 durant le vélo. FC enregistrée durant tout le test. La sollicitation physiologique en vélo est évalué en utilisant l'analyse de la cinétique d'O₂ (29), la dépense énergétique est analysée par le calcul de l'efficacité brute (9).

Ajustement de la courbe

Les cinétiques d'O₂ sont calculées en utilisant la méthode de Barstow et al (1)

Détermination de l'efficacité en cyclisme

L'efficacité cyclist brute (GE, %) est calculée par le ratio de travail accompli par minute (kj.min) l'énergie métabolique dépensé par minute (Kj.min)

L'intensité relative du vélo peut être supérieure au seuil ventilatoire, la contribution aérobie au métabolisme énergétique est calculé à partir de la consommation d'O₂ (accordant une valeur au ratio d'échange respiratoire) et la possible contribution anaérobie est estimée en utilisant l'augmentation du lactate sanguin dans le temps (Δ lactate 63 J.kg.min) (13). Pour ces calculs l'augmentation de VO₂ est du lactate est estimée à partir des différences entre la 3^{ème} et la 15^{ème} minute

Analyse statistiques

Le niveau de signification est $P < 0,05$

Résultats

VO₂max $66,2 \pm 6,8$, PMA 343 ± 39 , 75% PMA 262 ± 29 , RER $1,06 \pm 0,05$
Puissance à VT 258 ± 42

En natation

	SAC	SDC
Temps	$638 \pm 38s$	$637 \pm 39s$
Vélocité	1,18m	1,18m
Fréquence bras	$33,2 \pm 4,5$ cycle.min	$33,1 \pm 5,1$ cycle.min
Battements	$2,13 \pm 0,29$ m.cycle	$2,15 \pm 0,3$ m.cycle
FC	172 ± 18 batt	160 ± 15 batt
Lactates	$7,5 \pm 2,4$ mmol	$5,3 \pm 2,1$ mmol
RPE	15 ± 1	13 ± 2

Valeurs relevées à la fin du vélo

	SAC	SDC
VO2 (ml.min)	3827 \pm 494	4003 \pm 469*
Lactates 3min	6,3 \pm 2	7,4 \pm 2,2
15min	6,4 \pm 2,5	7,7 \pm 2,9*
GE (%)	19,5 \pm 1,5	18,6 \pm 0,7*
Battements	171 \pm 13	177 \pm 13*
VE (l.min)	106 \pm 16,7	113,5 \pm 10,4
RF (cycles.min)	39,6 \pm 6,2	43,7 \pm 6,1
Fréquence	86 \pm 5,1	91,1 \pm 7,7

DISCUSSION

Le principal résultat de cette étude indique un effet significatif de la natation sur le niveau métabolique de la cinétique d'O₂ et sur l'efficacité durant le vélo.

Le 750m nagé seul montre une cinétique d'O₂ plus haute et une dépense énergétique globale plus élevée durant le vélo en comparaison à une natation réalisée en drafting.

Drafting durant la natation et le niveau métabolique en natation

Le drafting a montré une réduction de la charge métabolique durant la natation (2), vélo (17), ski de fond (25) et patinage de vitesse (26). Le coût énergétique plus bas observé en position de drafting est classiquement attribué à une diminution de la charge aérodynamique ou hydrodynamique (2,17)

Dans ce contexte, Basset & al (2) ont suggéré que cette baisse de la charge associée avec le drafting est plus basse en natation en comparaison des activités terrestres. C'est autant à cause des caractéristiques de la natation que la relative faible vitesse, la 1^{ère} position et les turbulences dues au leader en natation.

Diminution de la charge dynamique en position de drafting de 10% à 26% a été reporté dans la littérature (8,24). Il a été montré que la charge active par nageur expérimenté est approximativement 1,5 à 2 fois plus grande que dans une charge passive (14).

Les valeurs de FC enregistrées durant SDC et SAC 84,2% et 90,5% de F_{cm} vélo. En conséquent, le drafting en natation fait baisser de 7% la FC.

SDC est caractérisé par une baisse significative des valeurs après la natation, lactates 29,3% et RPE 20% en comparaison avec SAC.

Le principal facteur évoqué pour expliquer la baisse du coût énergétique en natation avec drafting est la réduction de la charge hydrodynamique, le déplacement du corps du nageur leader.

L'ampleur avec laquelle la traînée hydrodynamique peut être réduite dans la position de drafting dépend de plusieurs facteurs tels que la vitesse et la distance séparant le drafteur et le drafté. Concernant la distance entre les nageurs est comprise entre les effets positifs créés par le sillage hydrodynamique du nageur leader et les effets négatifs des turbulences créés par les battements (2,8,24).

Durant un triathlon, le drafteur peut suivre le nageur leader assez prêt parce que habituellement les triathlètes adoptent un battement 2 temps qui ne génère pas trop de turbulence.

Les effets du drafting durant une natation courte distance sont bien documentés dans la littérature (2,8,10)

Durant ces expériences, la course en drafting a été réalisée à la même vitesse que la natation seule (2) ou les sujets devaient nager aussi vite que possible dans la 2^{ème} partie de la course (8,10) utilisant le même protocole, Basset (2) trouve les résultats suivants, baisse de FC 6,2%, lactate 31% et RPE quand la natation est réalisée en drafting vs nage seule, natation en combinaison.

La nage avec combinaison diminue le coût énergétique de 7% à 22% et en drafting actif de 12 à 16%

Drafting durant la natation et le vélo

La baisse de la charge métabolique associée à une nage draftée induit 2 principales modifications sur les paramètres physiologiques durant le vélo.

1^{er}, la cinétique de VO₂ au début du vélo est plus lente quand la natation est draftée vs nage seule

2^{ème}, plus haute efficacité en cyclisme mesuré à l'état stable à SDC vs SAC

Ceci est en accord avec la littérature.

Germino & al (15) ont trouvé que la cinétique de VO₂ durant un exercice intense de vélo (au dessus du seuil lactique) est significativement augmenté par un exercice vélo de haute intensité avant, par contre pas d'effet après un exercice à base intensité (plus bas que le seuil lactique)

Bohnert & al (4) ont observé une accélération de la cinétique de VO₂ quand le vélo est précédé d'un exercice de bras à haute intensité.

Plusieurs études pour identifier le mécanisme sous jacent d'augmentation de la proportion de VO₂ au début de l'exercice (29).

Ces mécanismes ne sont pas clairement identifiés, 2 hypothèses principales dans la littérature :

- plusieurs auteurs suggèrent que la cinétique de VO₂ est limitée la proportion d'O₂ supplémentaire pour les muscles actifs
- d'autres que la capacité d'utilisation du muscle est un facteur déterminant de VO₂ en réponse au début de l'exercice.

Concernant, l'hypothèse de la limitation du transport d'O₂, Hugbson & al '20) recherchent l'influence de l'amélioration de la perfusion des muscles actifs durant un exercice de vélo, l'augmentation du niveau de VO₂ au début d'exercice.

Ces auteurs pensent que la cinétique de VO₂ au début de l'exercice est significativement plus rapide quand la perfusion des muscles actifs est élevée. Dans notre étude, plusieurs facteurs peuvent être évoqués pour l'élévation de la perfusion des muscles actifs des membres inférieurs durant le vélo, comme le métabolisme antérieur, et la fréquence de pédalage.

Germino & al (15) suggèrent que la rapidité de la cinétique de VO₂ observé durant le 2^{ème} exercice de 2 répétitions de vélo à haute intensité peut être observé par une

acidité métabolique résiduelle du 1^{er} exercice induisant une vasodilatation et une augmentation du flux sanguin pour les muscles actifs au départ du vélo.

En faveur de cette hypothèse, une plus haute acidité métabolique est observée dans cette étude après la natation SAC vs SDC ($7,5 \pm 2,4$ mmol vs $5,3 \pm 2,1$ mmol) ce qui suggère une plus haute sollicitation du métabolisme anaérobie en nage seule, une meilleure perfusion des muscles actifs au début du vélo.

Les sujets adoptent une fréquence de pédalage plus haute après une natation seule.

Gotshall & al (16) ont indiqué une augmentation du flux sanguins musculaires avec une élévation de la cadence de 70 à 110 rpm. La fréquence de contraction et de relâchement des muscles des membres inférieurs à hautes cadences, améliorant le retour veineux et le remplissage du cœur.

En conséquence, le fonctionnement du muscle squelettique est plus efficace, résultat d'une sur perfusion des muscles actifs (16).

En accord avec cette hypothèse, une fréquence de pédalage significativement plus haute est relevée dans l'étude SAC vs SDC améliorant le flux sanguins dans les muscles des membres inférieurs.

Les 2 principales contribution du système anaérobie à la dépense énergétique durant la natation et la fréquence de pédalage plus haute, adoptée en vélo après SAC peuvent expliquer la plus rapide cinétique de VO₂ observée sur le vélo vs SDC.

Le 2^{ème} résultat principal de cette étude indique une plus haute efficacité significative en vélo après SDC vs SAC. Une étude en laboratoire montre que la combinaison fait baisser la charge métabolique à la fin de la natation et conduit à 12% d'efficacité en vélo (11)

Hauswirth & al (17) rapportent une réduction significative de VO₂, VE, FC et du lactate sanguin durant le vélo lors d'une simulation de triathlon sprint, observé quand le vélo est drafté vs vélo seul et ils rapportent une hausse significative de 4,1% de la vitesse en C_{ap}.

Hauswirth & al (17) observent qu'un drafting continue durant les 20km de vélo d'un triathlon sprint produit un coût énergétique significativement plus bas en vélo vs drafting ou pas tous les 500m. Ceci entraîne une vitesse +4,2% sur la C_{ap}

CONCLUSION

Les résultats de la présente étude montrent que la charge métabolique durant la natation peut avoir un effet significatif sur le vélo d'un triathlon sprint.

Une baisse relative de l'intensité en natation conduit à une hausse significative de l'efficacité en vélo.

La natation derrière un autre nageur est bénéfique sur un triathlon

Les études futures devront inclure la C_{ap} pour étudier plus précisément les effets du drafting en natation sur la performance totale en triathlon.

