

Effets physiologiques de l'entraînement au triathlon Ironman™ : une perspective multidisciplinaire en médecine du sport.

Bourse : Medicus Sport
Association Québécoise des Médecins du Sport

Investigateurs : Marc Gosselin, MD Dipl. Med Sport
François Lalonde, PhD,
François Tournoux, MD, Cardiologue CHUM PhD
Michel White, MD Cardiologue ICM
Alain Steve Comtois, PhD

Affiliations : Centre de Recherche du Centre Hospitalier Universitaire de Montréal,
Institut de Cardiologie de Montréal
Université du Québec à Montréal.

Coordonnées : Marc Gosselin MD Dipl. Med Sport, CMFC MU
Directeur Médical Ironman™ Mont Tremblant
Centre de Médecine Sportive des Laurentides
860 Boul. des Laurentides
St-Jérôme, QC J7Z 4N1

INTRODUCTION

L'ultra-endurance gagne en popularité au Québec depuis les dernières années, surtout avec l'arrivée du triathlon Ironman™ (3,8 km de natation; 180 km de vélo; 42,2 km de course à pied) au Mont-Tremblant en 2012. Selon les statistiques de triathlon Québec, le nombre de triathlètes est passé d'approximativement 500 membres en 2006 à environ 3500 en 2015 (13). En s'intéressant seulement à la participation à l'événement Ironman™ du Mont-tremblant, on compte plus de 2 000 athlètes qui relèvent ce défi d'endurance d'envergure chaque année. La majorité de ces participants sont des athlètes amateurs de différents groupes d'âge. Le groupe d'âge le plus représenté se situe entre 40 et 50 ans, un groupe qui est sujet à différents facteurs de risques cardio-vasculaires. Malgré les nombreux bénéfices reliés à une pratique régulière de l'activité physique sur la santé, il reste que l'Ironman™ est une épreuve extrême dont les effets physiologiques cardio-vasculaires sur le long terme sont peu documentés dans la littérature scientifique. En effet, si le mouvement Ironman™ mobilise et crée un engouement en médecine sportive (6), la majorité des études faites jusqu'à présent sur l'Ironman™ portent uniquement sur l'effet aigu de l'événement, c'est-à-dire que les données sont prises juste avant et juste après l'événement (12). Les quelques études menées sur le plus long terme n'ont mesuré que certains paramètres d'entraînement sans nécessairement étudier des paramètres plus directement liés à la médecine du sport (8).

Comparativement aux autres distances de triathlon (ex. : olympique ou sprint), l'Ironman™ présente un grand volume d'entraînement qui est souvent associé à différentes blessures de « surutilisation » (3, 8). Nous ne savons pas comment ce volume agit sur le remodelage cardiaque des athlètes qui s'entraînent sur une longue période (7). Il n'est pas impossible que le même phénomène de « surutilisation » se produise au niveau cardio-vasculaire, surtout en cas de programme d'entraînement inadéquat.

Nous proposons donc un protocole se concentrant sur l'effet chronique de l'entraînement à l'Ironman, sur le remodelage cardiaque, fonctionnel et structurel, gauche et droit (1), via

l'imagerie et des biomarqueurs (11, 12, 14) . Ceci se fera en relation avec les différents déterminants de performance et de santé (4). Nous utiliserons le programme d'entraînement établi par l'*Ironman University*TM (consulter en annexe). L'équipe de chercheurs est confiante de mener à terme cette étude grâce à l'expérience acquise pour un protocole similaire (qui est actuellement en cours), où 32 athlètes amateurs sont suivis pour la préparation au Ironman 70.3 TM (moitié de la distance Ironman : 1,9 km de natation, 90 km de vélo et 21,1 km de course à pied) (5).

OBJECTIFS

Les objectifs principaux de cette étude suite à la préparation à l'Ironman TM de 24 semaines sont :

- 1- Observer le remodelage cardiaque (modifications structurelles et fonctionnelles tout au long de l'entraînement).
- 2- Observer le changement au niveau de certains biomarqueurs inflammatoires et de croissance.

Les objectifs secondaires sont :

1. Quantifier et qualifier les blessures musculo-squelettiques liées à l'entraînement (surutilisation et traumatique).
2. Observer les effets sur les paramètres de physiologie de l'exercice (consommation d'oxygène maximale ; composition corporelle ; tests musculo squelettiques).
3. Quantifier le volume d'entraînement et valider le programme proposé par *Ironman University* TM.
4. Observer les effets psychométriques liés à l'entraînement et post événement (*Ironman blues*).
5. Établir des corrélations entre les différentes sphères étudiées.

MÉTHODES

Il s'agit une étude observationnelle longitudinale. Les participants seront des athlètes amateurs (hommes et femmes), âgée de plus de 18 ans, sans antécédent cardio-vasculaire n'ayant

jamais complété un triathlon de distance Ironman. Les participants devront avoir lu, compris et signé le formulaire de consentement.

Les participants devront suivre une série de tests (Tableau 1) avant d'entreprendre le programme d'entraînement pour l'Ironman, programme d'une durée de 24 semaines proposé par *Ironman™ University*. Les participants seront leurs propres témoins.

Méthodes d'évaluation utilisées

- Évaluation cardio-vasculaire :
 - Échocardiographie, ECG
 - Biomarqueurs (NT -Pro BNP, troponine, hsCRP, IL-1, IL-1ra, IL-6, VEGF, s-FLT1 (récepteur de VEGF), AST, CK, Myl3, sTnI.
 - VO_{2max} : test de capacité aérobie maximale sur ergo cycle avec échange gazeux (Métamax), Le protocole suivant décrit le test de consommation d'oxygène maximal : échauffement de 5 minutes à une cadence de pédalage de 60-90 RPM à 50 W. À la minute 5, débutera l'épreuve d'effort progressif jusqu'au maximum selon l'approche suivante : augmentation de la puissance de 25W/minutes à une cadence de pédalage de 90 RPM jusqu'à l'atteinte de l'un des critères de VO_{2max} suivants, soit 1) aucune augmentation de consommation d'O₂ malgré une augmentation de la charge de travail ; 2) le ratio du quotient respiratoire au-delà de 1,15; ou 3) la cadence de pédalage ne peut être maintenue au-delà de 10 secondes. Une fois la VO_{2max} définie, le participant fera un retour au calme en pédalant à une cadence de 60-90 RPM de 10 minutes à 50 W.

- Composition corporelle au DXA
- Tests musculo-squelettiques standardisés par la société canadienne de physiologie de l'exercice (force de préhension et flexibilité de la chaîne postérieure.
- Le suivi des entraînements (volume et intensité) sera fait en fonction des résultats obtenus sur le logiciel *Training Peak*. Les participants pourront entrer leur volume d'entraînement ainsi que l'intensité avec un système de 5 zones correspondants aux outils suivant : échelle de Borg, fréquence cardiaque, allure au km (course à pied), puissance (vélo) et allure au 100m (natation).

- Blessures musculo-squelettiques : Suivi qualitatif et quantitatif du type de blessure et son effet sur le programme d'entraînement.
- Questionnaires psychométriques : Un lien internet Survey Monkey aux questionnaires suivants : *Profile of Mood States*; *The Sport Motivation Scale*; *Pittsburgh Sleep Quality Index*; *Five Facets Mindfulness Questionnaire (short version)*; *Positive and Negative Emotions Questionnaire*; *Questionnaire de surentraînement*; et *The Passion Scale* (2, 9, 10 et 16). Toutes les questions sur le site sont en français. . Quelques jours précédant la compétition du Ironman, une rencontre individuelle sera organisée avec chaque participant afin de discuter des modalités observées avant la compétition. Le questionnaire *Competitive State Anxiety Inventory Revised 2* sera ajouté à la liste des questionnaires des séances précédentes. Ensuite, un suivi sera effectué 1 mois suivant la compétition afin d'observer l'évolution individuelle des participants dans le processus de récupération et du syndrome de «*post Ironman*™ blues». L'entrevue sera enregistrée à l'aide d'un magnétophone (Olympus, LS-14, linear Pcm recorder) ainsi qu'avec un téléphone mobile (iPhone 5, Apple).

Le programme ainsi que le suivi des entraînements sera fait par une équipe de kinésiologues dirigés par les Drs François Lalonde et Alain Steve Comtois. Toutes blessures musculo-squelettiques lors de l'entraînement seront signalées à Dr Marc Gosselin et un ajustement au programme d'entraînement sera apporté au besoin. Une évaluation médicale pré participative sera faite en début d'étude ainsi qu'une évaluation cardiaque avec ECG, échographies, sous la responsabilité des Dr Tournoux et Gosselin. L'analyse des biomarqueurs sera faite par Dr Michel White. Des questionnaires psychométriques seront envoyés aux participants à chaque mois.

Tableau 1. Chronologie des tests à passer en 2017

TESTS	JANVIER	AOÛT	AOÛT Ironman	SEPTEMBRE
1.	Échographie cardiaque CR-CHUM Dr Tournoux Évaluation Pré participative	Échographie cardiaque CR-CHUM	Échographie et biomarqueurs au repos avant et après l'Ironman Dr Tournoux	

	Dr Marc Gosselin ECG Base	ECG Contrôle	ECG Post Effort	
2.	Anthropométrie et Composition corporelle; Force de préhension; Test de consommation d'oxygène; et Flexibilité UQAM. Dr Lalonde et Dr Comtois	Anthropométrie et Composition corporelle; Force de préhension; Test de consommation d'oxygène; et Flexibilité UQAM.		
3.	Prise de sang ICM Dr White	Prise de sang ICM		
4.	Questionnaires en ligne répondue à la maison Dr Comtois	Questionnaires en ligne répondue à la maison	Questionnaires en ligne répondue à la maison	Questionnaires en ligne répondue à la maison
5.	Données d'entraînement téléchargé sur un site à partir de la maison à tous les semaines. Le suivi des blessures musculo-squelettiques et des problématiques de santé en cours d'étude sera assuré et documenté par Dr Lalonde et Dr Gosselin			

Statistiques

Les différentes données paramétriques et non paramétriques seront analysées par Dr Lalonde et Dr Comtois avec le logiciel SPSS. Des analyses de variances seront utilisées avec différentes corrections en fonctions du sexe et du volume d'entraînement. Le seuil de signification pour tous les tests statistiques sera fixé à 0.05.

PERTINENCE EN MÉDECINE DU SPORT

Il s'agit d'un projet de recherche longitudinal impliquant plusieurs chercheurs qui ont pour objectif de déterminer l'impact d'un entraînement intensif en préparation à une compétition en ultra-endurance. Plusieurs aspects de la médecine sportive seront touchés par les différents volets de l'étude. Un volet principal d'impact cardio-vasculaire de ce type d'entraînement sera largement étudié : étude des modifications structurelles et fonctionnelles (remodelage) et modifications ECG correspondantes par comparaison des tracés pré-participatif, pré-compétition et post effort. Ceci

permettra par exemple d'isoler des critères pouvant aider le clinicien à interpréter les anomalies électrocardiographiques suite à un effort vigoureux et prolongé.

Cette étude nous permettra de corréler les données de l'évaluation pré participative avec la survenue d'évènements durant la période de suivi, notamment de blessures musculo-squelettiques. Le recueil de ces blessures survenant pendant le programme d'entraînement en triathlon d'endurance recommandé par *Ironman University*™ sera la première évaluation rigoureuse de ce type de programme. Les données de notre étude permettront alors d'en déterminer les points forts et les points faibles et de suggérer éventuellement certaines adaptations. L'impact psychologique de l'entraînement intensif sur l'humeur sera aussi pour la première fois quantifiée de manière scientifique et notre étude tentera de démystifier le concept l'*Ironman blues*.

Enfin, il y aura un volet qualitatif en ce qui concerne l'interaction entre les différents intervenants impliqués dans le suivi des athlètes (physiothérapeute, kinésiologues, entraîneur, Médecin) qui nous permettra peut-être d'élaborer de nouvelles recommandations en médecine sportive.

RÉFÉRENCES

1. Bernheim AM et coll. Right ventricle best predicts the race performance in amateur Ironman athletes. *Med Sci Sports Exerc.* 2013 Aug;45(8):1593-9.
2. Cayron, S., Dicke, P., Gauvin-Piquart, A., Dolbeault, S., Callahan, S., et Roge, B. The Profile of Mood States (POMS): validation of the french translation. *Psychologie et psychométrie*, 21(4), 5-22.
3. Gosling CM et coll. Health professionals' perceptions of musculoskeletal injury and injury risk factors in Australian triathletes: a factor analysis. *Phys Ther Sport.* 2013 Nov;14(4):207-12.
4. Knechtle B et coll. Variables that influence Ironman triathlon performance - what changed in the last 35 years? *Open Access J Sports Med.* 2015 Aug 25;6:277-90.
5. Lalonde et coll. Les effets physiologiques et psychologiques d'un entraînement pour un triathlon de distance demi-ironman, présentation des résultats préliminaires par affiche aux congrès de l'Acfas et de la FKQ (mai 2016).
6. Laird RH et coll. The medical perspective of the Kona Ironman Triathlon. *Sports Med Arthrosc.* 2012 Dec;20(4):239.
7. Leischik et coll., Endurance sport and "cardiac injury": a prospective study of recreational Ironman athletes. *Int J Environ Res Public Health.* 2014 Sep 3;11(9):9082-100.

8. Neal CM et coll. A 6-month analysis of training-intensity distribution and physiological adaptation in Ironman triathletes. *J Sports Sci.* 2011 Nov;29(14):1515-23.
9. Parry D et coll. Cognition and performance: anxiety, mood and perceived exertion among Ironman triathletes. *Br J Sports Med.* 2011 Nov;45(14):1088-94.
10. Pelletier, L.G., Rocchi, M. A., Vallerand, R. J., Deci, E. L., & Ryan, R. M. (2013). Validation of the Revised Sport Motivation Scale (SMS-II). *Psychology of Sport and Exercise*, 14, 329-341.
11. Perry C et coll. Endurance exercise diverts the balance between Th17 cells and regulatory T cells. *PLoS One.* 2013 Oct 9;8(10):e74722.
12. Pinho RA et coll. Oxidative stress and inflammatory parameters after an Ironman race. *Clin J Sport Med.* 2010 Jul;20(4):306-11.
13. Site web de triathlon Québec: <http://www.triathlonquebec.org/ra2014-2015/>, consulté le 27 avril 2016.
14. Vassalle C et coll. Innovative approach to interpret the variability of biomarkers after ultra-endurance exercise: the multifactorial analysis. *Biomark Med.* 2014;8(6):881-91
15. Vleck VE et coll. Triathlon event distance specialization: training and injury effects. *J Strength Cond Res.* 2010 Jan;24(1):30-6.
16. Watson, D., Clark, L.A. et Tellegen, A. (1988). Development and validation of brief measures of positive and negative affect: the PANAS scales. *J Pers Soc Psychol*, 54(6), 1063-1070.

BUDGET

Catégorie	Coût	Total
Biomarqueurs sanguin	1 500 \$ (2 analyses)	1 500 \$
Logiciel Training Peak	68,02 / mois	816,24 \$
Salaire post doctorant	20 \$/ heure pour environ 100 heures	2 000 \$
Salaire étudiant maîtrise	15 \$/ heures pour environ 33 heures	500 \$
Autres frais (affiche, papeterie)	100 \$	100 \$
TOTAL		4 916,24

