



REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE ABDEL HAMID IBN BADIS DE MOSTAGANEM
INSTITUT DE L'EDUCATION PHYSIQUE ET SPORTIVE

MEMOIRE DE FIN D'ETUDE POUR L'OBTENTION DU DIPLOME

MASTER EN ENTRAINEMENT ET PREPARATION PHYSIQUE

THEME

**L'EFFET DE LA RECUPERATION PAR LE FROID
SUR LA PERFORMANCE SPORTIVE
« CAS DES NAGEURS AGES (16-18ANS) »**

PRESENTE PAR : MAHIEDDIN AMIR

SOUS LA DIRECTION : SETAOUTI MOHAMED DJAMEL

Année : 2016 /2017

Dédicaces

- A ma femme
- A ma famille
- A mes amis

Remerciements

Je tiens à remercier tout le personnel de l'Institut d'Education Physique et Sportive (UNIVERSITE D'ABDELHAMID BEN BADIS DE MOSTAGANEM) de m'avoir facilité la tâche au sein de l'établissement.

Je remercie :

- Monsieur ben khaled qui nous a aidés durant toute cette formation.
- Tous les enseignants qui ont contribué par leur patience pour accomplir Cette formation.

A mes amis de la promotion, à l'administration de l'Institut

A mes collègues de travail, et à mon assistant dans cette recherche, MR ghrici houari qui m'a tant aidé.

A mes nageurs et au personnel de la piscine de gdyel d'Oran.

Résumé :

Le but de cette recherche est d'étudier l'intérêt de l'immersion en eau froide dans la récupération, et démontré l'intérêt de cette récupération dans la performance sportive.

16 nageurs de niveau nationale du club (C S A F O), piscine de Gdyel de la wilaya d'Oran, ont été répartie en deux groupe ;groupe A : qui effectue l'immersion, et groupe B : témoin. Pendant 30 séances d'entraînement le groupe A effectue l'immersion dans une mini-piscine remplie d'eau froide entre 12°C à 15°C, à chaque fin de séance,

Ce protocole ne donne aucune modifications sur les valeurs des variables étudiées morpho-physiologiques est sur les paramètres de nage (la performance sportive). C'est-à-dire que l'application de l'eau froide sur les nageurs dans cette période n'influe pas de façon directe et concrète sur les résultats sportifs.

Abstract

The purpose of this research is to study the interest of cold-water immersion in recovery demonstrated the interest of this recovery in sports performance.

16 national swimmers of the club (C S A F O), of the Gdyel pool in the wilaya of Oran, were divided into two groups: one immersion group (group A) and one group (control group B). During 30 training sessions swimmers at each end of the session, group A immersed in a mini pool filled with cold water between 12 ° C and 15 ° C.

This protocol gave no changes in the values of the morpho-physiologically and the swimming parameters (athletic performance). That is the application of cold-water to swimmers over this period does not affect directly and concretely the sporting results.

ملخص

الهدف من هذا البحث هو دراسة مصلحة الغوص في الماء البارد لتسهيل، الاسترجاع

16 سباح عل المستوى الولائي للفريق الهاوي الرياضي التكويني لوهران، ومكان العمل مسبح قديل لولاية وهران.

وقد تم تقسيم السباحين إلى مجموعتين: المجموعة الأولى "أ" تقوم بالغوص في الماء البارد، المجموعة الثانية "ب" لا تقوم بالغوص، و ذلك خلال 30 حصة تدريبية، في اخر الحصة الفوج الأول "أ" يستعمل الغوص في مسبح مصغر مملوء بالماء البارد درجة البرودة 12° إلى 15° مئوية.

هذه التجربة لم تعطي أي تغيير على الوحدات المتغيرة المدروسة (المرفوفيزيولوجية) وكذلك الأداء الرياضي

إذ يمكن القول إن هذه الدراسة على السباحين في هذه المرحلة لا تؤثر بطريقة مباشرة على نتائج الأداء الرياضي.

Liste des tableaux

Tableau n°01 Indices du volume sanguin par battements et de la fréquence cardiaque des enfants (COUSTEAU 1987).....	p 21
Tableau 2 : style de nage en sprint.....	P26
Tableau n°03 RECAPITULATIF DE L'HOMOGENIETE DES GROUPES EN TAILLE ET EN POIDS.....	p 38
Tableau n°04 TABLEAU RECAPITULATIF DE LA FIABILITE DES TESTS.....	p 39
Tableau n°05 TABLEAU RECAPULATIF DU PREMIER ET DU DEXIEME TEST CHEZ LE GROUPE A.....	p 40
Tableau n°06 TABLEAU RECAPULATIF DU PREMIER ET DU DEXIEME TEST CHEZ LE GROUPE A.....	p 42

Liste des figures

Figure n°01 pression hydrostatique sur sujet immergé.....	p 14
Figure n°02 un tension- mètre.....	p 22
Figure n°03 Le profil de la surcompensation	p 30
Figure n°04 mini piscine rempli de glace.....	p 33
Figure n°05 Immersion de 4 sujets dans le bain froid.....	p 34
Figure n°06 Cardiaux- fréquence mètre.....	p 35
Figure n°07 Les différentes phases du déroulement de l'étude.....	p 36
Figure n°08 histogramme graphe groupe A.....	p 41
Figure n°09 histogramme graphe groupe B.....	p 43

Sommaire

Dédicaces.....	c
Remerciement.....	d
resumé	
Introduction générale.....	1
Problématique.....	1
Hypothèse.....	2
Objectif de la recherche.....	2
Etude similaire.....	2

PARTIE THEORIQUE

Chapitre 1 : LA FATIGUE ET LA RECUPERATION PHYSIOLOGIQUE

1.1.1 La fatigue.....	4
1.1.2 Conditions d'apparition.....	4
1.1.3 LES FORMES ET LES CAUSES.....	5
a) La fatigue musculaire	5
b) La fatigue nerveuse	6
c) La fatigue écologique.....	6
d) La fatigue organique	6
e) La fatigue subjective.....	7
1.2.1 La récupération chez les sportifs.....	8
1.2.2 Physiologie de la récupération	8
1.2.3 Intérêt de la récupération.....	9
1.2.4 Les techniques de la récupération	10
1.2.5 La Cryothérapie.....	11
A - Application locale	11
B- Ambiance thermique froide.....	12
a) Cryothérapie en corps entier (CCE).....	12
b) Immersion en bain froid	13
c) Mécanismes de la récupération par immersion eau froide.....	13

Chapitre 2 : LES PARAMETRES PHYSIOLOGIQUE

2.1 La fréquence cardiaque	17
----------------------------------	----

2.1.1 Définition de la fréquence cardiaque.....	18
2.1.2 La physiologie cardiaque	18
2.1.3 La révolution cardiaque.....	19
2.1.4 La régulation de l'activité cardiaque.....	19
2.2 La tension	21
2.2.1 La pression artérielle	21
2.2.2 Variations de la pression artérielle.....	21

Chapitre 3 : LA NATATION LA PERFORMANCE SPORTIVE

3.1.1 L'évolution actuelle du crawl	24
3.1.2 Rappels sur les mouvements en Crawl	24
3.1.3 Position des épaules, placement de la tête et de la respiration	25
3.1.4 Crawl sprinteur	26
3.2 VITESSE DE NAGE	27
3.3.1 Définition de a performance sportive.....	28
3.3.2 Analyse bioénergétique des performances en course de natation.....	28
3.3.3 La surcompensation.....	29
3.3.4 La capacité de performance sportive.....	30
3.3.5 Les facteurs de la capacité de performance sportive.....	30

PARTIE EXPERIMENTALE

Chapitre 4 : METHODES ET ORGANISATIONS DE LA RECHERCHE

4.1 Organisation de la recherche	32
4.2 Les variables de la recherche	32
4.2.1 Variable indépendante.....	32
4.2.1 Variable dépendante	32
4.2.3 Maitrise des variables.....	32
a- Variables indépendantes.....	32
b- Variables dépendantes.....	32
c- Variables parasites	32
4.3 Méthodes et moyens.....	32
4.3.1 Echantillon	32
4.3.2 Matériels utilisés	33
4.3.3 Test d'homogénéité (test student)	34
4.3.4 Test de variabilité	34

4.4 Déroulement de l'étude	34
4.4.2 Test de Ruffier Dickson.....	35
4.4.3 TESTE DE PERFORMANCE	36
Chapitre 5 : PRESENTATION ET DISCUSSION DES RESULTATS	
5.1 Présentation du test d'homogénéité et de la fiabilité.....	38
5.1.1 Interprétation	38
5.2 Etude statistiques des paramètres étudiés.....	40
5.2.1 Interprétation	40
5.3 histogramme représentant le premier et du deuxième test chez le groupe A	41
5.3.1 Interprétation	41
5.3.2 Interprétation	42
5.3.3 histogramme représentant le premier et du deuxième test chez le groupe B	43
5.3.3 Interprétation	43
5.4 Discussion des résultats.....	44
Conclusion	45
Bibliographie	46
ANNEXES	51

INTRODUCTION GÉNÉRALE

Pour une régulation thermique du corps humain, l'organisme possède des mécanismes qui servent d'outil pour une conservation de la température considérée comme optimale (37°C) aux réactions chimiques dans la cellule (métabolisme et immunité). Plusieurs études ont la confirmation (Marc-Antoine Pépin B.Sc. Kinésologue) que la provocation du corps à une température extrême que ce soit en froid ou en chaud laissant croire que l'organisme se manifeste au début par une sollicitation du système thermorégulateur (hypothalamus) et du système immunitaire. Ces procédures se distinguent par un excès de consommation ou de production en énergie pour subvenir au contraire de la demande, qui est de maintenir les critères du fonctionnement de la cellule.

Alors si certaines recherches ont la confirmation (D'après Delayed Onset) que la stimulation du corps humain par le froid favorise l'extraction des déchets et rend la récupération physiologique (fréquence et tension artérielle) beaucoup plus rapide.

La cryothérapie est devenue un des facteurs qui contribuent dans la réussite des sportifs, et devenue aussi un paramètre à ne pas négliger dans la programmation des entraîneurs.

Peut-on dire que ce phénomène (récupération par le froid) a une technicité qui diffère à chaque objectif de nos programmes d'entraînement ou bien c'est la nature de l'activité qui affecte nos résultats en l'occurrence l'atteinte à l'organisme.

Dans cette étude nous allons aborder une problématique, celle de la rapidité de récupération adoptée par des méthodologues et des physiologistes dans le domaine de l'entraînement sportif.

Notre choix s'est fixé sur le phénomène de la récupération des sportifs par le froid, ce modèle de protocole a de diverses méthodes et techniques exemple la cryothérapie, immersion totale ou partielle dans une eau froide, la durée de l'exposition et le degré de la température.

Notre recherche est d'appliquer dans une période, un protocole de la récupération par l'immersion partielle dans une eau froide à une température inférieure à 15°C.

Notre échantillon est un groupe de nageur âgé de 16 à 18 ans d'un niveau national sexe masculin. Cette expérimentation consiste à établir cette forme de récupération sur un

programme de 30 séances d'entraînement (voir le protocole).

L'immersion incomplète dans l'eau froide donne-t-elle le même rendement en qualité de rapidité de la récupération physique chez les nageurs ? C'est la question principale de notre recherche qui est précurseur de notre problématique d'étude qui s'investit à réaliser par quel degré d'influence sont les paramètres physiologiques tel que la fréquence cardiaque et la tension artérielle on s'exposant à une froideur partielle (eau froide).

On suppose que l'immersion dans l'eau froide favorise une récupération rapide qui permet d'avoir une performance sportive en natation.

Objectif de la recherche :

Le but de ce travail est d'étudier l'intérêt de l'immersion dans l'eau froide sur la performance sportive.

Etude similaire :

Perception de la récupération et performance : Etude à partir de l'utilisation de la cryothérapie comme moyen de récupération chez le rugbyman professionnel (Matthias OLETCHIA)

Année scolaire : 2013-2014 (OLETCHIA, 2013-2014)

Objectif de la recherche

Déterminer si l'immersion en eau froide permet d'améliorer la perception de la récupération de la fonction musculaire.

2 Etudes de deux techniques de récupération : La Cryostimulation et le Bol d'Air Jacquier®

Objectif de l'étude

Etudier l'impact de ces deux méthodes sur la récupération à partir de marqueurs non invasifs (système nerveux végétatif, paramètres psychologiques).

CONCLUSION

Dans le cas précis de ces deux études, le Bol d'Air Jacquier® n'a pas permis une amélioration de la récupération sur des paramètres objectifs (variabilité de la fréquence cardiaque) et subjectifs (questionnaire de récupération et de fatigue). Cela est valable tout au long d'une cure (1 à 5 semaines) ou pour un effet aigu (suite à une inhalation). (Claire), 2012-2013)

Chapitre 1

La fatigue et la recuperation physiologique

1.1.1 LA FATIGUE

Selon Scherrer «1967 » la fatigue est une baisse d'activité d'un système vivant, pour une incitation constante, liée à l'activité de ce système et réversible par sa cessation transitoire. Le terme de fatigue est employé pour une cellule, un tissu, un organe ou un organisme entier et résulte le plus souvent d'un fonctionnement excessif de ce système vivant. Chez l'être humain la fatigue correspond soit à une plainte (la fatigue se dit), soit à des signes observés (la fatigue se voit) et donc quantifiables (VERCOULEN et coll. 1997) notamment par le recours à une échelle validée, la FSS, pour Fatigue Syndrome Scale (SCHWART 1993). Comme pour tout signe pouvant correspondre à une plainte (de la mémoire, du sommeil...), une question importante sera de relier cette plainte à des signes objectifs et surtout à une entité nosographique, chapitre particulièrement difficile et carentiel dans le cas de la fatigue. Ceci peut partiellement s'expliquer par le caractère amphibologique du terme fatigue, tantôt phénomène normal et physiologique tantôt état pathologique souvent alors appelé asthénie. D'une manière générale la fatigue peut être définie par l'incapacité dans laquelle on se trouve de maintenir un niveau de contraction musculaire (pedroletti 1997).

Le champ de définition recouvre l'activité musculaire ainsi que les activités psychosensorielles, concernant en premier lieu le travail professionnel, l'activité sportive, la vie en société et bien entendu, la pédagogie et l'enseignement. Les sens médicaux les plus communément attribués à la fatigue sont dans l'ordre, le vieillissement, l'usure, l'altération de la structure, l'épuisement (au sens biochimique du terme).

1.1.2 Conditions d'apparition

Pour le physiologiste, la fatigue est la notion complémentaire du régime critique qui, pour tout organe, correspond au niveau maximal d'activité sans limite de temps (plafond d'activité) en lien avec les notions de régime de croisière (activité prolongée sans fatigue) et de régime de crête (maximum d'activité pendant un temps très bref). Le passage d'un régime à l'autre peut se faire grâce à des mécanismes dits de compensation associés à une augmentation de l'incitation. L'apparition de la fatigue, annonçant la panne du système, est bien documentée pour l'activité musculaire maximale (chute de la force musculaire maximale, tremblements, incoordination motrice...) et les activités psychosensorielles (augmentation du nombre des erreurs, modification de l'activité électrique centrale...). A titre d'exemple, dans le cadre d'un essai clinique randomisé en double aveugle comparant l'effet de trois hypnotiques sur les fonctions cognitives et la vigilance du volontaire sain jeune, nous avons pu montrer, en

suivant le groupe placebo, que la fatigue subjective apparaissait corrélée à une chute brutale des fonctions cognitives dès minuit, pour revenir à des valeurs normales à 7 h du matin. Ces propos nous poussent à conclure que la fatigue, vu sous l'angle médical, se situe aux confins d'états particuliers (stress, vieillissement, perturbations des rythmes...) de pathologies (organiques ou psychiatriques), et de fonctionnements cognitifs faisant référence à la motivation, l'apprentissage, la mémorisation et les processus de renforcement (plaisir). Ce constat explique d'emblée qu'il sera difficile de trouver un dénominateur biologique commun à la fatigue et qu'en conséquence la pharmacologie ne sera pas univoque. Des tentatives de clarification du concept sont en cours ayant débouché dans les années 1980 sur des entités nouvelles tel le burned-out syndrome (épuisement du cadre dynamique) et plus récemment le syndrome de fatigue chronique (ou SFC ; pour revue, voir Rouillon et coll.1996). Ce SFC fait aujourd'hui l'objet de discussions âpres dans la littérature médicale, opposant les tenants d'une pathologie nouvelle et ceux contestant la réalité du syndrome (SHEPHERD C 1997) en notant, au passage, que le recensement des observations et des certificats psychiatriques au XIXe siècle, réalisé par (Haustgen 1985) ne permet pas d'apercevoir le mot "fatigue" dans l'ensemble de l'ouvrage.

1.1.3 LES FORMES ET LES CAUSES

a) La fatigue musculaire

Cette fatigue survient après un travail musculaire (local ou général). Elle est classiquement mise en rapport avec un épuisement des réserves énergétiques des cellules musculaires contractiles, siège classique d'une acidose. La saturation des mécanismes de transport d'oxygène ainsi que l'insuffisance circulatoire à ces niveaux aggravent le déséquilibre entre l'offre et la demande. Cette fatigue est normale (sportif, travailleur de force) ; l'entrée dans la pathologie (fatigue pathologique) se traduit par les phénomènes de courbatures, de crampes (enrichissement du concept par la douleur) et surtout s'intègre à une physiopathologie telle l'artérite (déficit circulatoire) ou la maladie de Parkinson (anomalie des mitochondries des cellules musculaires) (SCHULMAN LM, et coll.1996) (FRIEDMAN J et coll. 1993).

b) La fatigue nerveuse

Cette fatigue survient après une tâche mentale ou psychosensorielle. Elle se manifeste par une impossibilité à maintenir le régime initial avec une augmentation des erreurs et des omissions. Cette fatigue est liée à une baisse de fonctions telle la vigilance, l'attention soutenue, la mémoire de travail, la mémoire procédurale ou à une élévation des seuils de sensibilité des organes sensoriels. Cette fatigue nerveuse se traduisant notamment par un déficit des performances cognitives, est à rapprocher de notions plus communes telles la fatigue auditive (baisse transitoire d'acuité auditive après exposition au bruit) et la fatigue visuelle (avec le syndrome écran, propre aux consommateurs excessifs d'écrans de micro-ordinateurs).

c) La fatigue écologique

Cette fatigue correspond à l'état résultant d'interférences entre les rythmes biologiques et sociaux qui sont imposés tant par la nature que par la société. Ce type de fatigue entraîne une hypersensibilité à la fatigue musculaire et nerveuse ainsi qu'une propension à éviter la vie en société. On pourrait inclure ici les sensations de fatigue au niveau d'un groupe ou d'une population lors de situations d'effort collectif se pérennisant voire, lors de perte collective de motivation.

d) La fatigue organique

Cette fatigue apparaît pour des activités réalisées à très bas régime et s'explique par une pathologie organique sous-jacente le plus souvent endocrinienne (insuffisances surrénale, thyroïdienne, Maladie de Cushing), neuromusculaire (maladie de Mac-Ardle, myasthénie, myopathie), infectieuse (grippe, mononucléose infectieuse... la fatigue liée à la sclérose en plaques est fréquente (87,7% des malades la rapportent) mais toujours mal comprise (KRUPP LB, COYLE PK, DOSCHER C et al 1995).

e) La fatigue subjective

Il s'agit alors essentiellement d'une sensation perçue par les sujets, ressentie soit au cours de l'activité, soit lorsque celle-ci cesse. Cette fatigue subjective peut-être éclipsée par la mise en jeu d'efforts attentionnels, par une autre sensation (faim, soif, peur...) ou par des médicaments ou substances psychostimulantes (MARSHALL PS 1997).

D'autres auteurs ont essayé de faire comprendre le phénomène de la fatigue à l'effort à travers plusieurs modèles. Ces modèles avancent qu'il existe qu'une relation de cause à effet entre la perturbation de l'homéostasie d'un système physiologique spécifique et la fatigue. Selon ces théories, plus l'homéostasie d'un système est perturbée, moins le système est efficace et plus la fatigue est élevée.

1.2.1 La récupération chez les sportifs

Dans un monde sportif de plus en plus professionnalisé, de moins en moins de paramètres sont laissés au hasard. La performance chez un athlète de haut niveau est la combinaison de nombreuses variables (capacité intrinsèque musculaire et psychique, charge d'entraînement, capacité de récupération, etc). Tous ces facteurs appartiennent à des domaines très vastes et difficiles à maîtriser, mais la technologie et les connaissances actuelles aident à quantifier et améliorer au maximum tous ces éléments.

Ce monde sportif a progressé dans le domaine de la programmation des charges de travail lors des entraînements, l'ensemble géré par les préparateurs sportifs et entraîneurs. Cependant les modalités de récupération sont souvent laissées à la charge de l'athlète, et leurs absences régulières peuvent amener l'athlète dans le secteur de surcharge voir de surentraînement. La récupération est un facteur clé de la performance. D'où l'intérêt de l'équipe entourant l'athlète, les préparateurs physiques, entraîneurs, médecins et bien sur masseur kinésithérapeutes (MK), d'être présent pour améliorer cette récupération.

1.2.2 Physiologie de la récupération

Tout se joue au repos, une phase aussi importante que l'exercice lui-même. En effet, c'est pendant ce temps-là que se produit le phénomène de surcompensation : le stock de glycogène y est non seulement reconstitué mais légèrement augmenté afin de mieux supporter le stress de l'épuisement énergétique. A la longue, cette méthode permet de doubler la capacité de stockage de ce glucide dans le foie et dans les muscles sollicités.

Lors de la récupération, il y a une nouvelle synthèse des réserves énergétiques épuisées lors de l'effort et de l'élimination de l'acide lactique. La consommation d'oxygène qui reste encore élevée correspond au remboursement de la «dette d'oxygène» contractée pendant l'effort.

La décroissance du pouls est rapide dans les trois premières minutes, puis beaucoup plus lente. La phase rapide représente le temps nécessaire à la reconstitution d'une grande partie de la réserve de phosphagènes ; c'est la composante alactique de la dette d'oxygène. Cette phase est très importante pour un coureur, car elle déterminera sa capacité à attaquer ou à contrer celle ci plusieurs fois de suite.

La seconde phase de la récupération dure des heures ; c'est la composante lactique de la dette d'oxygène. Il s'agit alors d'éliminer l'acide lactique présent dans l'organisme. Le pouls de récupération (P3) du test de Ruffier donne une bonne idée de la récupération lactique. Il est important de savoir que 85% de la créatine phosphate est resynthétisés en deux minutes.

Ainsi, un effort maximum qui ne sollicite que la filière des phosphagènes ou alactique, tel le sprint, se récupère très rapidement.

Par contre la récupération du glycogène musculaire s'effectue lentement, en ayant un régime alimentaire riche en glucides, il faudra 6 heures pour récupérer 50% du stock initial.

Sans apport glucidique, 10% des réserves sont reconstituées dans le même temps et moins de 20% en 48 heures.

Si des exercices intermittents très intenses de courte durée sont pratiqués (exemple : sprints courts), la récupération du glycogène est beaucoup plus rapide et ce même en l'absence de prise de glucides. Pour être complète cette récupération ne prendra que 24 heures.

Ainsi le travail par intervalles permet une augmentation des charges de travail sans risque de surentraînement (Harris et al. 1976 Colliander et al. 1988).

1.2.3 Intérêt de la récupération

La seconde partie du XXème siècle a vu naître de nombreuses publications de travaux sur les effets de charge mais également sur la fatigue, le surentraînement et les méthodes de récupération. Pavlov a été le premier à souligner dès 1927 que « travail et repos font partie d'une même unité d'entraînement ». (Pavlov, 1927)

La charge et la récupération sont imbriquées, l'une ne va pas sans l'autre. Michel Dufour parle d'un immense puzzle où toutes les pièces doivent être présentes, peu importe la taille ou la disposition de la pièce, elle aura son importance dans la performance finale « La qualité et la quantité de celle-ci dictent la cinétique du progrès ». Hausswirth, directeur de recherche à l'Insep, explique que l'amélioration de la récupération permet :

- une adaptation plus facile aux charges d'entraînements,
- de diminuer le risque de surcharges,
- de réduire les risques de blessures
- d'améliorer la répétition des performances

1.2.4 Les techniques de la récupération

La récupération est un domaine très vaste qui comporte différents aspects et donc une multitude de modes d'application selon le type de sport et les attentes du sportif. Il est alors difficile de proposer un protocole précis de récupération après un effort physique parmi les nombreux moyens mis à disposition, mais cela dépendra des attentes de l'équipe soignante, de l'athlète, et surtout du matériel à disposition. La récupération nécessite tout comme la charge de travail d'être individualisée, adaptée à l'unicité de l'athlète. Un nageur ne s'entraîne pas comme un handballeur, la récupération sera donc différente.

On divise la récupération en 2 grands groupes qui ne sont pas indépendants. On parlera de récupération physique, et particulièrement de la récupération musculaire. Le but étant de retrouver le plus rapidement possible un état métabolique antérieur à l'effort physique, retour à l'homéostasie. La deuxième partie concerne le versant psychologique.

Les compétitions ou entraînements, avec la pression et les enjeux sont des facteurs pouvant amener l'athlète dans des états de tensions nerveuses, de fatigue mentale ou même de saturation.

Avant tout la récupération commence par l'harmonie entre l'athlète et son environnement, sa vie privée, vie professionnelle (très présente), relation avec les entraîneurs, les partenaires, etc. Ensuite l'alimentation et le sommeil sont deux éléments de récupération naturelle, laisser du temps à l'organisme pour reconstruire ses réserves énergétiques, éliminer les déchets. L'hydratation permet de compenser les pertes hydriques, de participer aux refroidissements de l'organisme, de lutter contre l'acidose et de favoriser l'élimination des déchets cataboliques.

Certaines boissons énergétiques permettent de compléter les apports de l'alimentation en minéraux (Fe^{2+}), en énergie (glucose) mais aussi avoir un effet tampon (action sur le pH) grâce aux bicarbonates

S'alimenter et s'hydrater sont des choses essentielles que même les non-initiés aux sports connaissent.

Il serait très difficile de faire une description détaillée avec les effets attendus de chaque méthode tant elles sont nombreuses. Pour les sportifs amateurs et de haut niveau il existe un

grand nombre de technique pour favoriser et accélérer les temps de récupération :

- ration de récupération
- La récupération active
- Les étirements
- Les massages, presso thérapie
- L'électrothérapie
- Sauna-hammam
- Balnéothérapie
- Bas de contention
- Oxygénothérapie Hyperbare
- Sommeille
- La cryothérapie sous différents modes d'application

Pour beaucoup de techniques l'absence de travaux ou le manque de données scientifiques évidentes peuvent laisser perplexe sur leurs intérêts d'application.

1.2.5 La Cryothérapie

Longtemps utilisée en médecine pour ses effets antalgique et anti-inflammatoire, la Cryothérapie est désormais utilisée dans le domaine sportif depuis quelques années pour le traitement des traumatismes mais aussi pour ses effets sur la récupération.

Cette cryothérapie est utilisée de 3 façons :

- application locale
- ambiance thermique froide
- immersion bain froid

A- Application locale

C'est la méthode la plus répandue, elle consiste à mettre en contact avec une partie du corps une source de froid. Parmi les principales, nous pouvons citer :

- la glace en application directe avec un linge (humide ou sec), ou dans une vessie
- les poches de gel cryogène, ou poche de froid instantané contenant de l'eau et un sel
- les gaz (CO₂), ou air froid réfrigéré pulsé sous forme de spray, bombe ou compresseur.

Les principaux effets observés localement lors d'une application de froid sur une région musculaire sont :

- vasoconstriction locale des capillaires
- action anti-inflammatoire (baisse de la formation de l'oedème)
- baisse de la conduction nerveuse (effet antalgique)
- baisse de l'élasticité musculaire et diminution du tonus musculaire

Même si cette technique est devenue courante et connue de tous elle ne reste pas sans risque. La complication majeure est la brûlure cutanée. Le sujet ou le soignant doit donc être attentif aux réactions locales (douleurs, rougeurs...) et aux durées et conditions d'applications.

Les principales contre-indications à l'utilisation locale sont les mêmes que pour toutes les méthodes de cryothérapie (Cryoglobulinémie, syndrome de Raynaud, troubles sensibilité cutané, etc). Les zones de passage nerveux sous-cutané doivent être traitées avec prudence. Comme son nom l'indique la cryothérapie locale permet de ne traiter qu'une petite superficie.

B- Ambiance thermique froide

a) Cryothérapie en corps entier (CCE)

La 1ère chambre froide très basse température est apparue au Japon dans les années 1980, puis utilisée en 1989 par Yamauchi pour les traitements des rhumatismes. Cependant son utilisation comme aide à la récupération des sportifs est récente.

La cryothérapie en corps entier ou CCE se pratique dans une chambre composée de 3 cabines de températures différentes, où le patient effectue des passages brefs couvert de protections (gants, chaussettes, couvre-oreilles). La première pièce est à -10°C , avec un passage rapidement dans la 2ème à -60°C pour atteindre la 3ème qui est à -110°C et y rester 3minutes.

Les 2 premiers sas sont utiles pour limiter la déperdition de froid. Un opérateur surveille en permanence et la communication est possible avec le sujet toujours en mouvement, et respirant calmement.

En conclusion, la CCE est un outil récent d'aide à la récupération et restant très onéreux. Les données de littérature scientifique évoquent des effets bénéfiques sur certains paramètres de l'inflammation, mais aussi sur un possible renforcement anti-oxydant, et amélioration de l'humeur. Des études complémentaires davantage ciblées sur l'activité physique devraient permettre de mieux évaluer ses effets pendant une période post-exercice et renseigner sur la capacité ou non des sportifs à mieux récupérer en utilisant cette nouvelle technique.

b) Immersion en bain froid

L'immersion est un procédé de récupération de plus en plus courant, on distingue 4 modalités différentes selon la température :

- Eau chaude $>42^{\circ}\text{C}$
- Eau tempérée ; entre 15° et 36°C
- Eau froide $<15^{\circ}\text{C}$
- Contrasté : alternance immersion eau chaude et eau froide La technique en eau froide, consiste à immerger dans une eau inférieure à 15°C , une partie du corps ou sa totalité.

Depuis les années 1990-2000, on remarque un intérêt accru pour cet outil en vue d'optimiser la récupération.

L'objectif de cette partie est donc de faire le point sur la littérature actuelle autour de l'immersion en bain froid.

c) Mécanismes de la récupération par immersion eau froide

La récupération par immersion en bain froid s'appuie sur 2 mécanismes :

- les effets de la pression hydrostatique (immersion)
- les effets du froid (cryothérapie)

Quand le sujet est immergé, l'eau exerce une force compressive sur le corps appelée « Pression hydrostatique ».

Au niveau de la mer, la pression atmosphérique agit sur le corps une pression égale à environ 1013 Pa. L'eau est 800fois plus dense que l'air, ce qui a pour Conséquence d'exercer une plus grande pression sur le corps à la même altitude.

Plus le sujet sera immergé profondément (h augmente) et plus la pression hydrostatique sera importante.

$$P = P_{atm} + g \cdot \rho \cdot h$$

P : Pression hydrostatique

P_{atm} : Pression atmosphérique (1013hPa)

g : gravité (9,81m.s⁻²)

ρ : densité de l'eau (1000kg.m⁻³)

h : hauteur immersion

Si la personne se trouve en position verticale pendant l'immersion, la pression hydrostatique n'est pas la même sur les membres inférieurs car plus on s'approche de la surface et plus la pression diminue. Ce qui permet d'obtenir un gradient de pression, se faisant dans le sens du retour veineux.

Cette pression provoque au sein de la personne des déplacements de fluides, de gaz, de substances. Ces mouvements permettraient de réduire le volume de l'œdème produit par les exercices musculaires mais également de limiter l'influx nerveux par compression des muscles et des nerfs

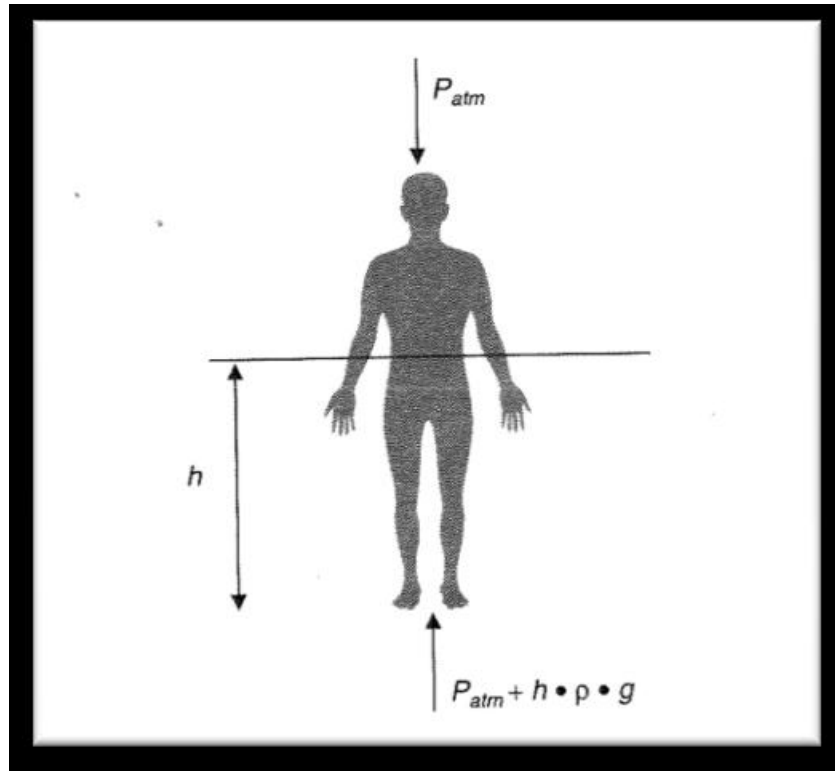


Figure 1 : pression hydrostatique sur sujet immergé

L'exposition au froid induit de nombreuses réponses physiologiques au sein de l'organisme.

Dans un premier temps, la diminution de la température corporelle présente un intérêt sur la transmission nerveuse. Le froid va altérer les échanges métaboliques autour de la membrane des nerfs, ce qui fera chuter la vitesse de conduction des stimulations sensorielles, expliquant la modification de la perception de la douleur et de la fatigue.

Dans un second temps, pour maintenir sa température interne constante, le corps privilégie l'irrigation du territoire central de l'organisme plutôt que celle de ses extrémités par le phénomène de vasoconstriction. Ensuite au niveau local, le froid est à l'origine d'une diminution des réactions métaboliques cellulaires, limitant la libération ou sécrétion des médiateurs de l'inflammation.

Il existe une troisième mécanique physiologique recherchée grâce à une variante, c'est-à-dire l'immersion alternée eau chaude / eau froide, en générant successivement vasoconstrictions et vasodilatations. Phénomène retrouvé mais de manière moins importante dans certains protocoles d'immersion en bain froid, où le sujet alterne sur des courtes durées (quelques minutes), des phases d'immersions et de non immersions.

Ces phénomènes confortent l'idée que les techniques d'immersion en bain froid semblent théoriquement favoriser les processus de récupération. Les études montrent une forte variabilité des résultats en fonction des modalités utilisées.

Chapitre 2

LES PARAMETRES PHYSIOLOGIQUES

2.1 La fréquence cardiaque

La fréquence cardiaque est un paramètre physiologique communément utilisé comme une méthode objective de mesure de la dépense énergétique (Strath et coll., 2000 ; Epstein et coll., 2001). L'appareil de mesure se compose d'un émetteur et d'un récepteur. L'émetteur est porté au niveau de la poitrine et le récepteur, identique à une montre digitale, est porté au poignet. La fréquence cardiaque est enregistrée toutes les 15, 30, 45, ou 60 secondes pendant 24 heures.

La dépense énergétique est déterminée individuellement à partir d'équations de régressions établies en mesurant simultanément la consommation d'oxygène et la fréquence cardiaque au repos et au cours d'exercices de différents niveaux. L'utilisation de la fréquence cardiaque pour estimer la dépense énergétique repose sur le postulat que la fréquence cardiaque est directement liée à la consommation d'oxygène (Ainslie et coll., 2003).

Cette relation n'est pas toujours linéaire pour les activités d'intensité faible et très élevée (Freedson et coll., 2000). Du fait que beaucoup d'activités quotidiennes sont d'intensité faible à modérée (Ainsworth et coll., 1993 ; Ainsworth et coll., 2000b), l'enregistrement de la fréquence cardiaque peut ne pas fournir une estimation précise de la dépense énergétique quotidienne dans les conditions de la vie courante. Toutefois, la fréquence cardiaque peut être utilisée pour estimer la dépense énergétique (Wareham et coll., 1997 ; Kurpad et coll., 2006) mais la précision de l'estimation dépend du type de fréquence cardiaque (FC) utilisé (Hillokoskorpi et coll., 2003) et des paramètres inclus pour prédire la dépense énergétique liée à l'activité physique (Hillokoskorpi et coll., 1999).

Une étude plus récente a l'activité physique à partir de la fréquence cardiaque est possible après ajustement selon l'âge, le genre, la masse corporelle et la forme physique (Keytel et coll., 2005) ; toutefois, son utilisation chez les adolescents n'est pas recommandée (Ekelund et coll., 2001 ; Epstein et coll., 2001).

La nécessité de développer de nouvelles courbes de calibration individuelle fréquence cardiaque-consommation d'oxygène et les facteurs pouvant affecter la fréquence cardiaque (stress, température corporelle, prise de médicaments...)

font de l'enregistrement de la fréquence cardiaque une méthode moins adaptée à des recherches liées à la santé que pour l'entraînement sportif par exemple (LaMonte et coll., 2001). Cependant, la fréquence cardiaque peut être utile dans une approche intégrant plusieurs méthodes (Haskell et coll., 1993 ; Healey, 2000). L'utilisation de ce paramètre combiné avec un accéléromètre donne des résultats intéressants et prometteurs (Eston et coll., 1998 ; Truth et coll., 1998).(collective Expertise, 2008).

2.1.1 Définition de la fréquence cardiaque

C'est la sensation de choc que perçoit le doigt lorsqu'il comprime légèrement une artère sur un plan résistant. Il du a la transmission le long des parois artérielles du choc de l'ondée sanguine contre l'aorte au moment de la contraction ventriculaire. La palpations du pouls peut être effectuée a tous les niveaux ou les axes artériels sont relativement superficiels aux membres supérieurs on peut palper le pouls de l'artère humérale au plis du coude, près de la face interne, ou le pouls radiale a la face antérieur du poignet le long son bord externe aux membres inferieurs on peut palper le pouls fémorale a la face antérieure de la racine de la cuisse ,au milieu de celle-ci, le pouls tibial postérieur a la cheville .

La prise de pouls peut nous renseigner sur :

- Le rythme cardiaque
- La qualité des contractions cardiaques, par la force des battement artériels a l'endroit ou l'en palpe le pouls

2.1.2 La physiologie cardiaque

Le sang est propulsé dans les vaisseaux par la contraction rythmique du cœur, selon une succession de systoles et de diastole. L'ensemble de ces mouvements réguliers et cycliques constituent une révolution cardiaque.

Toute contraction cardiaque résulte d'une stimulation électrique qui naît spontanément et régulièrement au niveau d'une zone particulière du cœur : le tissu nodal. Le rythme cardiaque normal est d'environ 70 à 80 battements par minute.

2.1.3 La révolution cardiaque

Le cœur se contracte de façon cyclique selon une succession de révolutions cardiaques ou cycles cardiaques.

La durée d'un cycle est en moyenne de : 0,8 s à 0,5 s en diastole. 0,3 s en systole.

Le cœur se repose plus qu'il ne travaille et c'est pourquoi il est infatigable et non tétanisé.

Une révolution cardiaque est constituée:

- 1- d'une systole auriculaire
- 2- d'une systole ventriculaire
- 3- d'une diastole générale

2.1.4 La régulation de l'activité cardiaque

Le cœur est doué d'automatisme. L'innervation cardiaque permet de moduler le rythme cardiaque par des nerfs (ortho) sympathiques et des nerfs parasympathiques. Des substances chimiques (neurotransmetteurs) jouent le même rôle que les nerfs.

Des variations de la pression artérielle et de la composition chimique du sang sont à l'origine des mécanismes régulateurs. Si la fréquence cardiaque conditionne le taux de consommation d'énergie basale et que l'énergie totale par vie est prédéterminée, la durée devrait dépendre de la fréquence cardiaque (comme toute batterie de voiture):

La durée de vie de moyenne devient plus courte à mesure que les besoins en énergie augmentent.

Tirant profit de cette théorie, les techniques visant à abaisser la FCR devraient augmenter l'espérance de vie. Dans le règne animal, l'hibernation agit de cette façon: l'hibernation abaisse nettement la FCR et prolonge la vie. Par exemple, la fréquence cardiaque des chauves-souris diminue de 45 fois à 10–20 bpm pendant l'hibernation. Les chauves-souris qui hibernent vivent 70% plus longtemps (39 vs. 23 ans) que celles qui n'hibernent pas (risque d'hospitalisation) et la mortalité. (Wilkinson GS, 2002)

La fréquence cardiaque de repos (FCR) est l'un des paramètres cardiovasculaires le plus simple à mesurer; habituellement comprise entre 60 et 80 battements par minute (bpm), elle peut excéder 100 bpm chez certains individus sédentaires et diminuer à moins de 50 bpm chez

des athlètes bien entraînés. Les évidences épidémiologiques démontrent que la FCR et ses corollaires qui sont le rétablissement de la FCR post-exercice et la variabilité de fréquence cardiaque, variabilité battement à battement atténuée par le système autonome sympathique, augmentée par le parasympathique, sont bien corrélés avec la morbidité cardiovasculaire, ce qui suggère que la FCR détermine la durée (espérance) de la vie. De multiples études ont identifié la FCR comme facteur de risque cardiovasculaire indépendant. Cependant, elle reste souvent négligée. (Cook S, 2006)

ACRAMOV et COUSTEAU soutiennent que la croissance du cœur des enfants s'opère dans toutes les directions inégalement ; plus rapide et beaucoup plus grande en longueur elle s'effectue ensuite en largeur et en épaisseur. Le pouls au repos est de 76 à 90 b/mn, la pression artérielle est de 100/70 mm Hg, et sous l'influence de la charge physique, le pouls augmente jusqu'à 185 b/mn.

Vers 7 – 8 ans s'achève le développement de l'appareil d'innervation du cœur, mais le muscle cardiaque continue à se développer.

Les exercices physiques fatiguent rapidement les enfants. Ceux-ci ne viennent pas à bout des grandes charges de longue durée.

Ceci s'explique par le fait que l'augmentation du volume sanguin par minute se produit grâce à l'accélération des contractions cardiaques par un accroissement infime de l'éjection par battement du sang. Les variations conditionnées dans l'activité du cœur des enfants de 10 à 13 ans sont les mêmes que celles des enfants de 14 à 17 ans et des adultes. La force des contractions du muscle cardiaque et le volume par battements augmentent mais la fréquence de la respiration et du pouls diminue.

Il a été mis en évidence qu'au repos, la fréquence des contractions cardiaques est égale en moyenne à 70 b/mn ; la pression artérielle est de 110/70 mnHg. Le pouls augmente jusqu'à 200 b/mn en activité.

Le fonctionnement du cœur chez les enfants et les adolescents n'est pas encore parfait, et même le mécanisme des influences conditionnées sur le système cardio-vasculaire n'est pas définitivement formé. (A.,AKRAMOV 1990) (J.P. COUSTEAU , 1987).

Tableau n°01: Indices du volume sanguin par battements et de la fréquence cardiaque des enfants (COUSTEAU 1987) :

Age – Années	Le volume sanguin par battement, ml	Fréquence cardiaque b/mn
8 ans	25	90
10 ans	29,2	86
12 ans	33,4	82
14 ans	38,5	78
15 ans	41,4	76

2.2 La tension

2.2.1 La pression artérielle

A chaque contraction, le cœur envoie dans les vaisseaux une certaine quantité de sang. Cette onde sanguine exerce sur la paroi des artères une certaine pression appelée tension artérielle.

La tension artérielle se définit par deux chiffres : La pression maxima ou systolique atteinte au moment de la contraction ventriculaire ; La pression minima ou diastolique ,qui est la pression résiduelle au moment de diastole .

Elle s'exprime en centimètres ou millimètres de mercure : par exemple (120/70 OU 12/7) les deux chiffres indiquant respectivement les pressions maxima et minima . Les chiffres de pression artérielle dépendent de : Du débit cardiaque ,du calibre des vaisseaux ,enfin du volume du sang circulant. La variation d'un ou plusieurs de ces facteurs entraîne des variations tensionnelles. (LACOMBE, 2006).

2.2.2 Variations de la pression artérielle

Chez l'adulte normal au repos, la pression systolique varie entre 110 et 140 mm hg, et la pression diastolique, entre 75 et 80 mm hg .Cependant, la pression artérielle varie considérablement d'une personne à une autre. Votre pression normale n'est peut-être pas celle de votre grand père ou de votre voisine.

La pression artérielle est aussi liée à l'âge, à la masse corporelle, à la race, à l'humeur, à l'activité physique et à la position du corps. (MARIEB, 2000).



Figure n°02 : Un tension mètre

Chapitre 3

LA NATATION ET LA PERFORMANCE SPORTIVE

3.1.1 L'évolution actuelle du crawl :

Selon la distance de compétition, sprint ou demi-fond, deux techniques sont utilisées. Sur les distances courtes, le battement à 4 ou 6 temps paraît d'être la règle générale, alors que le 2 temps est prédominant pour les longues distances.

Quant aux mouvements de bras, la technique actuelle, en sprint comme en demi-fond, est celle de la superposition des actions motrices : un bras entre dans l'eau et commence sa traction alors que l'autre termine sa poussée. C'est la technique australienne, utilisée par Dawn FRASER, première femme sous la minute et qui a remporté 3 médailles d'or aux 100m NL. Et en 1971, Shane GOULD reprend cette technique et obtient tous les records du monde en Nage Libre.

Le règlement du crawl n'existe pas. Le crawl est une solution technique adoptée pour se déplacer de manière efficace en nage libre.

Sa logique répond à la résolution optimale des contraintes biomécaniques.

- recherche d'une meilleure propulsion possible
- diminution des résistances à l'avancement.

L'énergie du nageur doit être consacrée à le propulser vers l'avant et non à le soulever hors de l'eau COUSILMAN 1975.

Avantage du crawl : les contraintes réglementaires, la position ventrale, la continuité des actions, le retour des bras, la nage alternée, la profondeur des appuis, la respiration, la forme spatiale du trajet.

3.1.2 Rappels sur les mouvements en Crawl

La nage libre est une nage asymétrique; les mouvements de bras sont donc à l'opposé l'un de l'autre par rapport à l'axe central longitudinal du corps. Les cycles sont caractérisés par un parcours aquatique et un parcours aérien.

Le parcours aquatique se décompose en 3 étapes:

- 1) entrée de la main dans l'eau, recherche et prise d'appuis, allonge, entrée du bras dans l'eau. A ce niveau du mouvement, l'orientation du poignet, l'ouverture de la main et sa position est importante.

2) la traction: mouvement qui va de la prise d'appui jusqu'au niveau des épaules; il représente un effort de TRACTION: on tire l'eau de devant le corps jusqu'à sous le corps.

3) après un léger retour de la main plus près de l'axe central du corps (travail du coude), débute la phase de poussée: ce mouvement représente lui un effort de POUSSÉE: on pousse l'eau de sous le corps vers l'arrière du corps.

Le parcours aérien, celui qui nous intéresse ici, permet de ramener la main et le bras à l'avant du corps, en face de l'épaule.

Même si certains rares nageurs se permettent de laisser le bras tendu, on observe généralement un retour du bras coude plié. Le bras doit être le plus détendu possible, le poignet et la main totalement relâchés. Ceci pour compenser l'effort réalisé durant le parcours aquatique, pour relâcher les muscles et les ré oxygéner correctement. C'est à la base des nages asymétriques, et la recette est la même pour les battements de jambes: lorsqu'un coté du corps travaille, l'autre se repose.

3.1.3 Position des épaules, placement de la tête et de la respiration :

Suivant les cycles de respiration (tous les 2 temps, tous les 3 temps, 4 temps ou plus rarement observé en compétition à part sur les sprints purs), certains parcours aériens s'accompagnent d'une respiration. Dans ce cas, on note alors 3 éléments qui interviennent, et qui doivent être bien coordonnés:

1) Ouverture des épaules: si le bassin reste stable (les hanches sont horizontales et à la même hauteur par rapport à l'eau, afin d'assurer la stabilité du battement de jambes), les épaules doivent tourner sur elles-mêmes afin de permettre un positionnement correct de la tête: l'épaule du bras en parcours aquatique s'enfonce dans l'eau (descend), alors que l'épaule du bras en parcours aérien s'ouvre (se lève): le haut du torse du nageur est alors face au coté sur lequel la respiration va se placer. Ainsi, le cou n'a qu'une très faible torsion à réaliser.

2) La tête se positionne au niveau de la surface de l'eau, le cou est très peu tourné. La bouche est en dessous de la surface de l'eau, mais bénéficie du creux formé par la vague du front. Vu de profil, on a l'impression que les nageurs ont la bouche à moitié dans l'eau, mais en fait ils peuvent respirer tout à fait normalement et aspirer l'air à pleine bouche.

3) L'inspiration proprement dite doit être la plus rapide et la plus puissante possible. Afin de bénéficier d'un temps d'inspiration exploitable (vu la vitesse à laquelle tournent les bras en plein sprint lancé), la respiration débute au plus tôt du parcours aérien, et se termine au plus tard après le passage du bras.

Tableau 2 : style de nage en sprint

	Crawl en sprint
Mouvement des bras	* la flexion du bras au moment de la poussée est variable selon les sujets ; * mouvement assez court pour permettre une cadence très vite. le bras est presque tendu.
Mouvement des pieds	* Généralement synchronisée en 2/5.ils sont rapide et continus. les pieds sortent légèrement de l'eau.
Position du corps	* Fortement « aquaplanée » la tête assez haute, l'eau à la hauteur des sourcils.
Respiration	* unilatéral ou bilatéral .certains nageurs utilisent l'apnée (début ou fin de course).
Distance	* 50 m, 100 m et 200 m. * De nos jours, le 400 m est nagé en sprint, par certain.

3.1.4 Crawl sprinteur

Ils ont les caractéristiques suivantes : taille haute, poids relativement grand membres longs, muscles très développés. Généralement, on observe chez les sprinters une grande circonférence de la cage thoracique, des épaules et des hanches. Les grandes dimensions des différentes parties du corps sont dues à un niveau élevé de la préparation de force.

Toutes ces particularités sont sollicitées en vue de réussir au travail de force- vitesse (énergie anaérobie.)

3.2 VITESSE DE NAGE :

Dans les activités cycliques, comme la course à pied ou la natation, la vitesse de déplacement correspond au produit de l'amplitude du déplacement (distance parcourue par foulée ou par cycle de nage) et de la fréquence des actions motrices propulsives (nombre de foulées ou de cycles de nage par unité de temps).

Soit : vitesse = Amplitude X Fréquence

La vitesse c'est la capacité de réagir rapidement à un stimulus et d'exécuter les mouvements avec une grande rapidité (HEIPERTZ 1990). la vitesse c'est la capacité d'accomplir des actions motrices en un temps minimal dans les conditions données (ZACIORSKIJ). C'est la qualité conditionnelle, permettant au sportif de réagir rapidement à un stimulus et d'exécuter le plus rapidement possible contre des résistances variables des enchaînements moteurs cycliques ou acycliques (LETZELTER 1978).

Pour l'entraînement de la vitesse, la bonne préparation de la musculature (échauffement, extension, assouplissement) est capitale ; le muscle ne doit pas se fatiguer. Le choix des contenus de l'entraînement vise à ce que les exercices puissent être exécutés à un rythme maximal, qu'ils soient bien maîtrisés et ne se poursuivent qu'aussi longtemps qu'aucun phénomène de fatigue ne se manifeste.

En natation, pour définir un niveau de performance ou l'intensité d'une série d'entraînement, on fait souvent référence au temps de nage sur une distance donnée.

Exemple : 1' 00'' (1 minute) aux 100 mesures.

4 X 50 mètres en 45'' (45 secondes).

La vitesse de nage se calcule en divisant la distance parcourue par le temps de nage et s'exprime généralement en mètres/seconde (m/s).

Soit : vitesse = distance/temps

On peut déterminer la vitesse de nage moyenne en chronométrant la totalité (du départ du plot à l'arrivée au mur).

Exemples : 1'00'' (60 secondes) aux 100 mesures.

Soit une vitesse de nage moyenne (V_m) de : $100/60 = 1.67$ m/s.

La vitesse de nage par longueur de bassin permet de rendre compte de la gestion du train de course sur un parcours (à partir de 100m en bassin de 50m).

Pour déterminer la vitesse de nage sur une portion du parcours (pour évaluer l'efficacité des glissées après le départ et les virages, par exemple), on peut utiliser des marques existantes ou placer des repères sur une portion du bassin, mesurer la distance entre ces repères et chronométrer le parcours (en suivant la tête du nageur, par exemple).

Exemple : 8 secondes 33/100^e du plot à la ligne des 15m.

Soit une vitesse de nage moyenne (V_m) de :

$$15/8.33 = 1.80 \text{ m/s.}$$

3.3.1 Définition de la performance sportive

La performance sportive est prise dans le sens du mot «PARFORMER», emprunté à l'Anglais (1839), qui signifie accomplir, exécuter. Ce terme vient lui-même de «performance», qui signifiait accomplissement en ancien français. Ainsi on peut définir la performance sportive comme une action motrice, dont les règles sont fixées par l'institution sportive, permettant au sujet d'exprimer ses potentialités physiques et mentales.

On peut donc parler de performance sportive, quel que soit le niveau de réalisation, dès l'instant où l'action optimise le rapport entre les capacités physiques d'une personne et une tâche sportive à accomplir. L'approche bioénergétique de la performance sportive en est une parmi d'autres comme l'approche psychologique, biomécanique, sociologique, cognitive. Elle n'est pas exclusive, mais reste essentielle pour appréhender les caractéristiques énergétiques, en particulier la quantité d'énergie nécessaire à la réalisation d'une épreuve sportive et le type de transformation mis en jeu en fonction de la durée et de l'intensité offrent un moyen simple d'appréhender la performance sur son versant bioénergétique.

3.3.2 Analyse bioénergétique des performances en course de natation

La notion de record est relativement moderne puisque, jusqu'aux années 1870, seul le classement comptait. En effet, peu importaient les temps réalisés, pour parcourir les distances, et de ce fait la notion de vitesse de déplacement en tant que performance était ignorée.

Il était par conséquent impossible de comparer les performances et de recenser un record national, mondial. Le record apparaît dans le dictionnaire («Oxford English Dictionary») en 1880 «a record is a performance or occurrence remarkable among, or going beyond, others of same kind : especially, the best recorded achievement in any competitive sport».

La meilleure performance, ou réalisation, dans toute compétition sportive, est donc qualifiée de record. La première utilisation du mot «record» dans ce sens est recensée dans un ouvrage sur la natation.(Wilson W. : The swimming instructor, a treatise on the arts of swimming and diving) BILLAT (2003).

3.3.3 La surcompensation

La surcompensation est le phénomène de base sans lequel s'entraîner serait inefficace: je m'entraîne, je suis fatigué, je me repose, je suis capable de reproduire ce que j'ai fait avec plus de facilité ; j'ai surcompensé. Il s'agit d'une réaction naturelle de l'organisme qui après un effort et un temps de repos récupère plus que ce qu'il possédait à l'origine ; les capacités d'efforts pour le sportif se trouvent augmentées.

On considère que l'exercice « agresse » l'organisme et que la véritable adaptation s'opère pendant la période de repos à travers le phénomène de surcompensation. Cet état ne dure pas ; au bout d'un certain temps, il y a retour au niveau initial. Ainsi, après une sortie sur route, les réserves énergétiques du coureur se trouvent plus ou moins entamées en fonction de la durée et de l'intensité de l'effort.

Le repos permet une récupération complète des réserves. Ensuite succède une courte période pendant laquelle les ressources du sportif seront supérieures à leur valeur précédant l'effort ; c'est la phase de surcompensation. Pendant ce délai où l'organisme surcompense ses dettes, tout nouvel effort de même type sera une source de progrès physique pour le sportif.

Une nouvelle séance d'entraînement réalisée après la phase de surcompensation n'a qu'un effet d'entretien des aptitudes physiques, mais ne peut provoquer une progression.

Une nouvelle séance réalisée pendant la phase de récupération amène une diminution du potentiel du coureur et peut conduire à un surentraînement.

Schéma de principe de la surcompensation :

1. travail (entraînement)
2. récupération
3. surcompensation
4. retour au niveau initial si une nouvelle séance d'entraînement n'est pas réalisée.

(Voir figure n°03) notion de record est relativement moderne puisque, jusqu'aux années 1870, seul le classement.

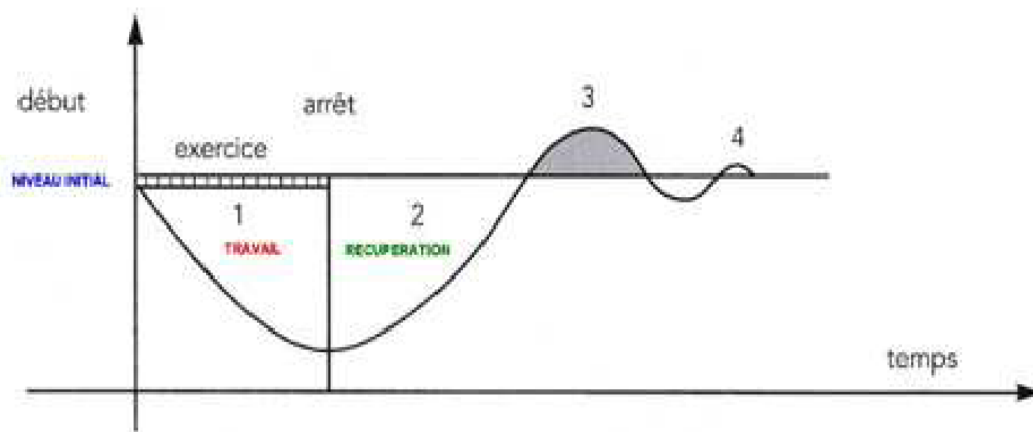


Figure n°03 : Le profil de la surcompensation

3.3.4 La capacité de la performance sportive

La capacité de performance sportive exprime le degré d'amélioration possible d'une performance d'ordre motrice, dans une activité sportive déterminée. Les structures complexes qui la conditionnent dépendent d'un certain nombre de facteurs spécifiques.

3.3.5 Les facteurs de la capacité de performance sportive

La capacité de performance sportive ne peut être améliorée que par un entraînement complexe en raison des multiples facteurs qui la régissent. Seul un développement harmonieux de tous ces facteurs permet une performance individuelle maximale.

Chapitre 4

METHODES ET ORGANISATIONS DE LA RECHERCHE

4.1 Organisation de la recherche

4.1.1 Les variables de la recherche

a- Variable indépendante : la variable indépendante dans cette recherche est la récupération.

b- Variable dépendante : les variables dépendantes sont les paramètres physiologiques (FCR, indice ruffier dikson) les paramètres morphologiques (IMC) et les indices de nages (vitesse de nage et la performance).

4.1.2 Maitrise des variables

Dans la perspective de réaliser une recherche scientifique, le chercheur doit impérativement, identifier les différentes variantes.

a- Variable indépendante : c'est le programme appliqué d'entraînement et la répartition des deux régimes de contraction.

b- Variable dépendante : c'est les paramètres morfo-physiologiques et les performances sportives.

c- Variable parasites : c'est les négligences de quelques paramètres de l'expérimentation :

- 1- L'application du même programme d'entraînement dans l'eau.
- 2- les horaires des tests et les mêmes conditions.
- 3- l'absence est un des variables parasites fondamentales.

4.2 Méthodes et moyens

4.2.1 Echantillon

Nous avons réunis au début de l'expérimentation 20 nageurs (garçons), la moyenne d'âge varie entre 16 et 18 ans, avec un poids moyen de 64.71 kg et une stature moyenne de 169.72 cm d'un niveau national, avec un régime d'entraînement de 3,5 à 5 km quotidiennement en moyenne. Leur ancienneté varie de 06 à 10 ans de pratique, et qui ont le même programme d'entraînement. Par la suite de notre expérimentation, l'absence et l'irrégularité de quelques nageurs à poursuivre le programme d'entraînement, nous a pousser à mettre ces éléments sous réserve pour ne pas faussée nos résultats. Alors nous avons estimé de réduire le groupe a 18 nageurs.

4.2.2 Matériels utilisés

La recherche actuelle ne permet pas de fixer un protocole d'immersion précis. Les Températures utilisées, temps d'immersion et de positions sont variés selon les auteurs et les résultats sont divergents.

J'ai proposé un protocole pour les sportifs, consistant à s'immerger 3 minutes, puis ils alternent avec quatre nouveaux nageurs tout cela sans préciser la température de l'eau (entre 9 et 15°C), ni la position des sujets. Dans le cas présent pour cette étude, le choix a été de fixer la température à 12°C pour provoquer une réaction plus au froid.

L'immersion de courte durée permet d'éviter les effets d'hypothermie pouvant se déclencher lors de cette exposition au froid.

Le refroidissement a été obtenu par l'ajout de glace pilée jusqu'à obtention de la température souhaitée.



Figure n°04 : mini piscine rempli de glace

Le choix est de placer les nageurs en position assise, niveau de l'eau aux crêtes iliaques, et il est demandé au sujet de se détendre au maximum.



Figure n°05 Immersion de 4 sujets dans le bain froid

4.3 Test d'homogénéité (test student)

Appliquer le test student comme test d'homogénéité pour voir dès le début de l'expérimentation, qu'il n'y a pas de différences significatives entre les variables de l'échantillon, afin de pouvoir réaliser cette étude en toute crédibilité.

4.4 Test de variabilité

Il consiste à utiliser deux fois le même protocole de mesure sur les mêmes sujets, afin d'estimer sa fidélité. Les écarts observés entre les deux prises donnent la variabilité de la mesure. Si on obtient le même résultat, cette mesure est dite fidèle ou peu variable.

4.4.1 Déroulement de l'étude

Les sujets sélectionnés ont été répartis en 2 groupes.

- Le groupe B témoin, ne réalisant pas le protocole.
- Le groupe A, d'expérimentation en eau froide à la fin de la séance d'entraînement.

L'étude s'est déroulée pendant cinq semaines entre le mois mars et le mois d'avril 2017.

En premier tous les sujets (nageurs) passent le test de récupération, et de la performance.

Ensuite j'ai pris un groupe de 08 nageurs, Après chaque fin de séance j'ai placé les 08 nageurs dans une mini piscine remplie d'eau froide la température de l'eau varié entre 12° à 15° pendant 3mn et l'expérience se poursuit pendant 30 séances

Refaire les tests de récupération et de performance

L'étude s'est déroulée en trois phases,

1 les tests de récupération et de performance (50m nage libre)

2 l'immersion en eau froid

3 le test d'évaluation

Présentation du test de récupération :

Les nageurs étaient équipés du cardio-fréquencemètre, il réalisait le test de mesure de la variabilité de la fréquence cardiaque.



Figure n°06 Cardio fréquence mètre

4.4.2 Test de Ruffier Dickson

Le test dit de Ruffier-Dickson se déroule en 3 étapes :

- Après être resté allongé environ 5 minutes au calme : prendre son pouls (P1)
- Réaliser 30 flexions complètes sur les jambes, bras tendus et pieds bien à plat sur le sol , en 45 secondes . Prendre son pouls juste après (P2)
- Se rallonger et reprendre son pouls 1 minute après la fin de l'exercice (P3)

Indice Ruffier = (P1 + P2 + P3) - 200 / 10

Indice de Ruffier :

Indice < 0 = très bonne adaptation à l' effort

0 < indice < 5 = bonne adaptation à l' effort

5 < indice < 10 = adaptation à l' effort moyenne

10 < indice < 15 = adaptation à l' effort insuffisante

15 < indice = mauvaise adaptation à l' effort – bilan complémentaire nécessaire

Autres indices :

P2 ne doit pas dépasser P1 + 1/2 P1 pour un sujet entraîné (adaptation à l'effort);

- P3 ne doit pas dépasser P1 + 10 (récupération)



Figure n°07 Les différentes phases du déroulement de l'étude

4.4.3 TESTE DE PERFORMANCE

Afin de calculer la performance des nages (vitesse de nage) pris en compte lors de nos investigations, nous avons saisi l'aide de la ligue oranaise de natation pour assister a deux compétitions de niveau régionale à savoir, la coupe d'oranais a la piscine de gdyel et l'inter-club d'Oran a la même piscine. Le choix de ces compétitions a été dicté par le fait que l'ensemble des nageurs du 50m nl son présent.

Chapitre 5

PRESENTATION ET DISCUSSION DES RESULTATS

5.1 Presentation du test d'homogeneite et de la fiabilite

Tableau N°3 : Récapitulatif de l'homogénéité des groupes en taille et en poids

	TAILLE G A	TAILLE G B	POIDS A	POIDS B
Moyenne	170,70	168,75	60,67	68,75
Variance	81,34	84,50	84,34	84,50
Observations	10,00	8,00	10,00	8,00
Variance pondérée	82,73		84,41	
Différence hypothétique des moyennes	-		-	
Degré de liberté	16,00		16,00	
Statistique t	0,45		24,80	
P(T<=t) unilatéral	0,33		0,00	
Valeur critique de t (unilatéral)	1,75		1,75	
P(T<=t) bilatéral	0,66		0,00	
Valeur critique de t (bilatéral)	2,12		2,12	

5.1.1 Interprétation :

On remarque que le T tabulé et nettement supérieur à la valeur du T calculé alors une insignifiante différence entre les deux groupe A et B (voir tableau n°03).

Tableau N°4 : Récapitulatif de la fiabilité des tests

	<i>TEST FCR</i>	<i>RETES T FCR</i>	TEST INDICERUFFI ER	RETEST 2 INDICERUFFIE R	<i>TES T IMC</i>	<i>RETES T IMC</i>
Moyenne	64,75	65,00	12,36	12,35	20,4 4	20,44
Variance	170,5 0	162,57	14,38	14,51	3,10	3,11
Observations	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00
Coefficient de corrélation de Pearson	1,00		1,00		1,00	
Différence hypothétique des moyennes	-		-		-	
Degré de liberté	7,00		7,00		7,00	
Statistique t	- 1,00		1,00		1,00	
P(T<=t) unilatéral	0,18		0,18		0,18	
Valeur critique de t (unilatéral)	1,89		1,89		1,89	
P(T<=t) bilatéral	0,35		0,35		0,35	
Valeur critique de t (bilatéral)	2,36		2,36		2,36	

5.1.2 Interprétation

Nous remarquons dans le tableau n°03 que les résultats statistiques favorisent une prédiction que les outils de l'expérimentation sont fiables et crédible pour ce genre de tests.

5.2 Etude statistique des paramètres étudiés

Tableau N°5 : Récapitulatif du premier et du deuxième test chez le groupe A

	<i>TEST 1</i> <i>FCR</i>	<i>TEST 2</i> <i>FCR</i>	<i>TEST 1</i> <i>Indice</i> <i>RD</i>	<i>TEST 2</i> <i>Indice</i> <i>RD</i>	<i>TES T 1</i> <i>IMC</i>	<i>TES T 2</i> <i>IMC</i>	<i>TES T 1</i> <i>50M</i>	<i>TES T 2</i> <i>50M</i>	<i>TES T 1 V</i>	<i>TEST 2 V</i>
Moyenne	64,75	65,00	12,36	12,35	20,44	20,44	27,13	27,25	1,84	1,84
Variance	170,50	162,57	14,38	14,51	3,10	3,11	2,98	3,64	0,02	0,02
Observations	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00
Coefficient de corrélation de Pearson	1,00		1,00		1,00		0,99		1,00	
Différence hypothétique des moyennes	-		-		-		-		-	
Degré de liberté	7,00		7,00		7,00		7,00		7,00	
Statistique t	-1,00		1,00		1,00		-1,00		1,00	
P(T<=t) unilatéral	0,18		0,18		0,18		0,18		0,18	
Valeur critique de t (unilatéral)	1,89		1,89		1,89		1,89		1,89	
P(T<=t) bilatéral	0,35		0,35		0,35		0,35		0,35	
Valeur critique de t (bilatéral)	2,36		2,36		2,36		2,36		2,36	

5.3 Histogramme représentant le premier et le deuxième test chez le groupe A

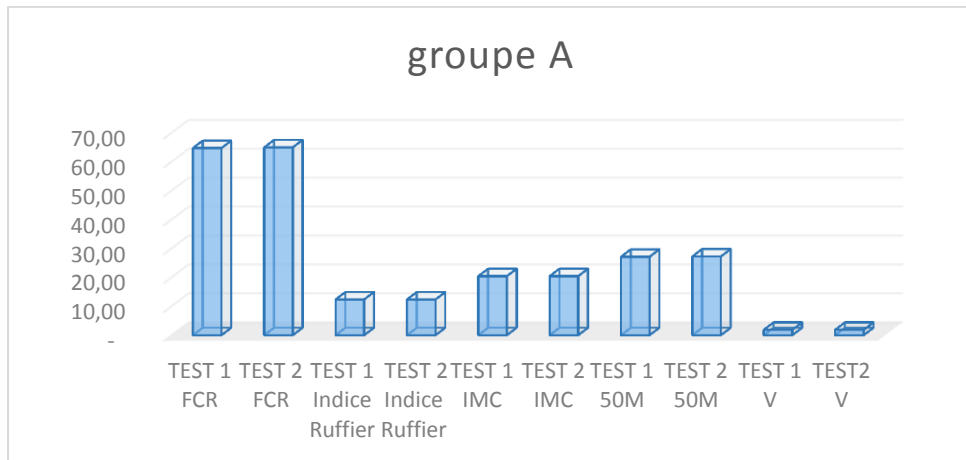


Figure n°08 : Histogramme du 1^{er} et 2^{eme} chez le groupe A

5.3.1 Interprétation

Avec un degré de liberté de 07, et un T tabulé de 2,36 et un T calculé pour toutes les variables étudiées, notre résultats se confirme par l'absence de différence entre les tests dans le groupe A (voir tableau n°05 ET figure n°08).

Tableau N°6 : Récapitulatif du premier et du deuxième test chez le groupe B

	<i>TEST 1 FCR</i>	<i>TEST 2 FCR</i>	TEST 1 IndiceR D	TEST 2 IndiceR D	<i>TEST 1 IMC</i>	<i>TEST 2 IMC</i>	<i>TEST 1 50M</i>	<i>TEST 2 50M</i>	<i>TES T 1 V</i>	<i>TEST 2 V</i>
Moyenne	62,50	62,38	10,49	10,48	19,9 7	19,9 7	28,3 8	28,2 5	1,77	1,77
Variance	245,7 1	249,1 3	11,03	11,11	2,10	2,11	6,55	6,79	0,03	0,03
Observations	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00
Coefficient de corrélation de Pearson	1,00		1,00		1,00		0,99		1,00	
Différence hypothétique des moyennes	-		-		-		-		-	
Degré de liberté	7,00		7,00		7,00		7,00		7,00	
Statistique t	1,00		1,00		1,00		1,00		1,00	
P(T<=t) unilatéral	0,18		0,18		0,18		0,18		0,18	
Valeur critique de t (unilatéral)	1,89		1,89		1,89		1,89		1,89	
P(T<=t) bilatéral	0,35		0,35		0,35		0,35		0,35	
Valeur critique de t (bilatéral)	2,36		2,36		2,36		2,36		2,36	

5.3.2 Interprétation

Une absence de différence significative entre les tests dans le groupe B se confirme par la supériorité du T tabulé (voir tableau n°06).

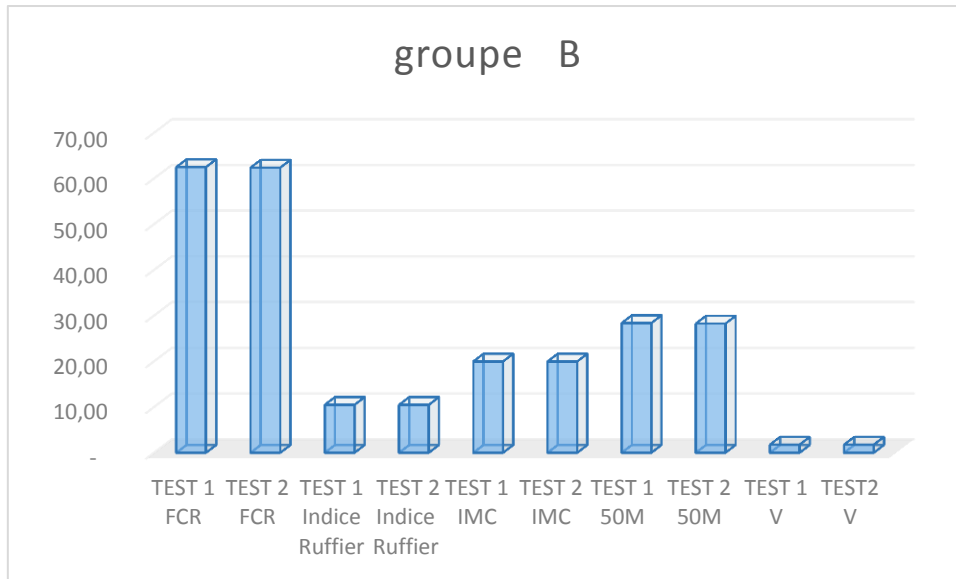


Figure n°09 : Histogramme du 1^{er} et 2^{ème} test chez le groupe B

5.3.3 Interprétation

Avec un degré de liberté de 07, et un T tabulé de 2,36 et un T calculé pour toutes les variables étudiées, notre résultats se confirme par l'absence de différence entre les tests dans le groupe B (voir tableau n°06 ET figure n°09).

5.4 Discussion des résultats

Après l'interprétation de tous les résultats des traitements statistiques nous essayons de confirmer ou infirmer notre hypothèse proposée. Les variables étudiées dans cette recherche ne se distinguent par aucune différence entre le premier et le deuxième test des deux groupe A et B. L'hypothèse de notre étude dans ce cas-là ne se confirme pas.

Notre protocole de recherche ou une application en eau froide sur un groupe de nageur confirmé niveau national pendant une période de cinq semaine, n'a changer en rien nos résultats. Ce protocole na pas influencé positivement sur la rapidité de la récupération encore moins sur nos résultats sportifs.

Selon l'étude de Hassenfratz Claire (2012-2013) n'a pas permis une amélioration de la récupération sur des paramètres objectifs (variabilité de la fréquence cardiaque) et subjectifs (questionnaire de récupération et de fatigue). Cela est valable tout au long d'une cure (1 à 5 semaines) ou pour un effet aigu (suite à une inhalation). Cela confirme nos résultats obtenus durant tout ce protocole appliqué sur nos nageurs (groupe A).

Conclusion

L'immersion en bain froid est un moyen intéressant pour améliorer la récupération dans le monde sportif, Cependant des preuves d'efficacité sur la récupération ont encore besoin d'être apportées, afin de permettre aux professionnels d'être guidés dans la mise en place d'un protocole précis d'immersion. Cette recherche de consensus est d'actualité comme le montre Hassenfratz Claire (2012-2013), où les auteurs ont fait le point sur la littérature sans en Sortir d'affirmations. D'où la nécessité de continuer les recherches dans ce domaine.

L'objectif de ce travail était d'observer l'impact de la récupération par immersion en eau Froide sur la performance. Les résultats sont à prendre avec précautions car le niveau de preuve de cette étude est faible et ne permet pas d'établir des « preuves scientifiquement établies ».

Cependant en recoupant les tendances de nos résultats avec la littérature actuelle, l'immersion en bain froid n'a pas pour but de remplacer les autres moyens de récupération mais plutôt de l'intégrer dans un éventail de techniques. Les entraîneurs doivent être vigilants face à la récupération, elle tient une place importante dans la vie du sportif. Une bonne récupération permet aux nageurs d'enchaîner dans les meilleures conditions les entraînements quotidiens, réduisant ainsi les risques de surmenage responsable d'apparition de fatigue.

A la fin, ce programme appliqué sur les nageurs m'a permis de constaté que l'immersion partielle dans l'eau froide (12°C), pendant 03 mn durant 30 séances n'à donner aucune modifications sur les paramètres étudiés que ca soit sur les indices morphologiques (IMC), indices physiologiques (Ruffier Dickson, FCR), et sur les performances sportives des nageurs.

Index Bibliographie

J.E COUNSILMAN : La natation de Compétition. Edition Vigot : 1986

FRIEDMAN J, FRIEDMAN H Fatigue in Parkinson's disease
Neurology 1993; 43: 2016-2018.

HAUSTGEN T. Observations et certificats psychiatriques au XIXe siècle
Thèse de Médecine, Paris, 1985, publié et distribué par le laboratoire CIBA-GEIGY.

KRUPP LB, COYLE PK, DOSCHER C et al
Fatigue therapy in multiple sclerosis: results of a double-blind randomized, parallel trial of amantadine, pemoline and placebo
Neurology 1995; 45: 1956-1961.

MARSHALL PS, FORSTOT M, CALLIES A, PETERSON PK, SCHENCK CH
Cognitive slowing and working memory difficulties in chronic fatigue syndrome
Psychosom. Med. 1997 ; 59 : 58-66.

M.PEDROLETTI : Natation de performance. 2^{ème} éditions. Édition Amphora 1997.

M.PEDROLETTI : Les fondamentaux de la natation. Édition Amphora 2005.

ROUILLON F., DELHOMMEAU L., VINCENEUX Ph.
Le syndrome de fatigue chronique
Press Med. 1996 ; 25 : 2031-2036.

SCHERRER J. Physiologie du travail
Ergonomie, (Paris), vol 2, 1967.

SCHWARTZ J, JANDORF L, KRUPP LB
The measurement of fatigue : a new scale
J. Psychosom Res. 1993 ; 37 : 753-762.

SHEPHERD C. Disagreements still exist over the chronic fatigue syndrome
BMJ 1997; 314 : 146.

SCHEPHERD C. Chronic fatigue syndrome
Lancet 1997 ; 349 : 57-58.

SCHULMAN LM, LEIFERT R, SINGER C, WEINER WJ
Fatigue in Parkinson's disease *Mov Disord.* 1996 ; 11 (suppl 1) : 132.

VERCOULEN JHMM, SWANINK CMA, GALAMA JMD et coll
Dimensional assessment of chronic fatigue syndrome
J. Psychosom. Res. 1994 ; 38 :383-392.

» **Scherrer** «1967 [Revue].

1997 VERCOULEN et coll. [Revue].

A. AKRAMOV. « Sélection et préparation des jeunes footballeurs ». [Livre]. - [s.l.] : Edition: OPU , 1990.

al Harris et [Revue]. - 1976.

BILLAT VERONIQUE PHYSIOLOGIE ET METHODOLOGIE DE L'ENTRAINEMENT [Livre]. - [s.l.] : 2 e EDITION .DE BOECK, ,(2003) ,.

BOULGAKOVA NINA sélection et préparation des jeunes nageurs [Livre]. - [s.l.] : VIGOT , 1990.

Claire) (Hassenfratz La Cryo-stimulation et le Bol d'Air [Revue]. - 2012-2013.

COLL BUESTEL. C. ET . «Adaptation à l'effort de jeunes footballeurs d'un centre de formation » [Livre]. - [s.l.] : . Revue : Médecine du sport., 1986..

coll FRIEDMAN J et [Revue]. - 1993.

coll Rouillon et [Revue]. - 1996.

collective Expertise Activité physique – Contextes et effets sur la santé [Livre]. - PARIS : INSERM , 2008.

COMETTI GILLES LES METHODES DE DEVELOPPEMENT DE LA FORCE [En ligne] // "les méthodes modernes de musculation" pour tous. - 2005.

COMETTI GILLES LES METHODES DE DEVELOPPEMENT DE LA FORCE [En ligne]. - 2005.

Cook S Togni M, Schaub MC, et al . High heart rate: a cardiovascular RISK FACTOR [Livre]. - 2006.

COUSILMAN [Revue]. - 1975.

D JONES JOAN ROUND, QRNOLD DE HAAN PHYSIOLOGIE DU MUSCLE SQUELETTIQUE ,DAVI ; [Livre] / éd. ELSEVIER / trad. traduit en français par BRUNO SESBOUE t. - 2005.

D. ARON. « Définition des préparations corporelles chez les enfants et adolescents de 8 à 18 ans ». [Livre]. - [s.l.] : Edition : 34 mémoires de l'université de Moscou. , 1940..

F. TWEISSELMAN. « Développement biométrique de l'enfant à l'adulte». [Livre]. - [s.l.] : Edition : Maloine, , 1966..

F. VANDERVAEL. « Biométrie humaine ». [Livre]. - [s.l.] : Edition : Masson,, 1980..

Frédéric Maton Méthode de mesure des plis cutanés chez le sportif [En ligne] // lwww.irbms.com / www.medecinedusport.. - 24 .04. 2008.

Grélot – Pr. Laurent ENTRAINEMENT DES QUALITES PHYSIQUES CHEZ L'ENFANT ET L' ADOLESCENT [Article]. - revues en nov 2001).

HUGUES MONOD ROLAND FLANDROIS ,HENRY VANDEWALLE PHYSIOLOGIE DU SPORT (bases physiologiques des activités physiques et sportives) , [Livre]. - [s.l.] : 6ème EDITION MASSON , 2007.

J. VAGUE. « Importance de la nutrition chez le sportif : morphologie et nutrition ». [Livre]. - [s.l.] : Revue : Médecine du Sport , 1999..

J. WEINECK. « Manuel d'entraînement ». [Livre]. - [s.l.] : Edition: Vigot, , 1986..

J.P. COUSTEAU. « Cardiologie sportive ». [Livre]. - [s.l.] : Edition MASSON , 1987.

J-M Mienville UNSA PHYSIOLOGIE MUSCULAIRE [En ligne].

K.RODAHL P-O . ASTRAND PECIS DE PHYSIOLOGIE DE L'EXERCICE MUSCULAIRE [Livre]. - PARIS MILAN BARCELONE : MASSON, 1994.

KATCH.F.I. MCARDLE.W.D.. «Nutrition, masse corporelle et activité physique » [Livre]. - [s.l.] : Edition: EDISEM, , 1985..

KRUPP LB COYLE PK, DOSCHER C [Revue]. - 1995.

LACHEZE Alain METHODOLOGIE DU RENFORCEMENT MUSCULAIRE [En ligne]. - 21 12. 2005.

LACOMBE MICHEL ABREGE D'ANATOMIE ET DE PHYSIOLOGIE HUMAINES [Livre]. - [s.l.] : LAMARRE, 2006.

MARIEB ELAINE N. Biologie humaine anatomie et physiologie [Livre]. - [s.l.] : DE BOECK, 2000.

MC ARDLE KATCH F, KATCH V Physiologie de l'activité physique. [Livre]. - Paris: : 4ème édition. éditions Maloine, , 2001..

OLETCHIA Matthias Etude à partir de l'utilisation de la cryothérapie comme moyen de récupération chez le rugbyman professionnel [Revue]. - 2013-2014.

Onset Delayed [Revue].

Pavlov [Revue]. - 1927.

PEDROLETTI MICHEL DE L' APPRENTISSAGE AUX JEUX OLYMPIQUES [Livre]. - [s.l.] : AMPHORA , 2009.

perdoletti Natation de performance. 2eme éditions. Édition Amphora [Revue]. - 1997.

PRAAGH P.DUCHE E. VAN ACTIVITE PHYSIQUE ET DEVELOPPEMENT DE L'ENFANT [Livre]. - PARIS : ELLIPSES , 2009 .

ROUILLON F. DELHOMMEAU L., VINCENEUX Ph. LE SYNDROME DE LA FATIGUE CHRONIQUE [Revue] // PRESS MED. - 1996. - p. 25.

SCHWART The measurement of fatigue : a new scale [Revue]. - 1993.

TISON Marc Marc Notions d'anatomie et de physiologie humaine [En ligne] // PREPARATION THEORIQUE AU BREVET PREPARATION THEORIQUE AU BREVET.

Trébouta L'entraînement par Alain Véloce Club Châteaulinois - [En ligne].

Wilkinson GS South JM. Life history, ecology and longevity in bats. [Livre]. - [s.l.] : Aging Cell. , 2002.

ANNEXES

Tableau récapitulatif des tests

GROUPE A	P1	P2	P3	IndiceRuffier	IMC	50 nl	Vitesse de nage
sedik	50	136	91	7,7	18,21	26"	1.92
Aousabdelraof	50	137	91	7,8	20,52	30"	1.66
Chrifriad	66	140	106	11,2	23,05	28"	1.78
Douma	61	142	108	11,1	19,23	30"	1.66
Hicham	86	146	121	15,3	22,01	25"	2
Taibihicham	71	149	105	12,5	20,63	26"	1.92
medjahri	78	172	140	19	21,57	26"	1.92
Beka	56	162	124	14,2	18,27	27"	1.85
GROUPE B							
Abed mohamed	50	136	91	7,7	18,38	28"	1.78
mekawi	50	136	91	7,7	19,94	31"	1.61
bouras	50	137	91	7,8	19,17	31"	1.61
Tiliouin	66	140	106	11,2	20,86	31"	1.61
Kissouri	61	142	108	11,1	19,42	29"	1.72
Charef	86	146	121	15,3	18,21	27"	1.85
BEN yalesnazim	86	146	121	15,3	22.01	25"	2
tair amine	50	136	91	7,7	21.77	25"	2

Tableau des test01 de récupération est performance groupe A

IndiceRuffier	IMC	50 nl	Vitesse de nage
7,7	18,21	26"	1.92
7,8	20,52	30"	1.66
11,2	23,05	28"	1.78
11,1	19,23	30"	1.66
15,3	22,01	25"	2
12,5	20,63	26"	1.92
19	21,57	26"	1.92
14,2	18,27	27"	1.85

Tableau des test01 de récupération est performance groupe B

IndiceRuffier	IMC	50 nl	Vitesse de nage
7,7	18,38	28"	1.78
7,7	19,94	31"	1.61
7,8	19,17	31"	1.61
11,2	20,86	31"	1.61
11,1	19,42	29"	1.72
15,3	18,21	27"	1.85
15,3	22.01	25"	2
7,7	21.77	25"	2

Tableau des test 02 de récupération est performance groupe A

IndiceRuffier	IMC	50 nl	Vitesse de nage
7,7	18,21	26"	1.92
7,8	20,52	30"	1.66
11,2	23,05	28"	1.78
11,1	19,23	30"	1.66
15,3	22,01	25"	2
12,5	20,63	26"	1.92
19	21,57	26"	1.92
14,2	18,27	27"	1.85

Tableau des test 02 de récupération est performance groupe B

IndiceRuffier	IMC	50 nl	Vitesse de nage
7,7	18,38	28"	1.78
7,7	19,94	31"	1.61
7,8	19,17	31"	1.61
11,2	20,86	31"	1.61
11,1	19,42	29"	1.72
15,3	18,21	27"	1.85
15,3	22.01	25"	2
7,7	21.77	25"	2

Tableau récapitulatif des tests

GROUPE A	P1	P2	P3	Indice Ruffier	IMC	50 nl	Vitesse de nage
Sedik	50	136	91	7,7	18,21	26"	1.92
Aous abdelraof	50	137	91	7,8	20,52	30"	1.66
Chrif riad	66	140	106	11,2	23,05	28"	1.78
Douma	61	142	108	11,1	19,23	30"	1.66
Hicham	86	146	121	15,3	22,01	25"	2
Taibi hicham	71	149	105	12,5	20,63	26"	1.92
Medjahri	78	172	140	19	21,57	26"	1.92
Beka	56	162	124	14,2	18,27	27"	1.85
GROUPE B							
Abed Mohamed	50	136	91	7,7	18,38	28"	1.78
Mekawi	50	136	91	7,7	19,94	31"	1.61
Bouras	50	137	91	7,8	19,17	31"	1.61
Tiliouin	66	140	106	11,2	20,86	31"	1.61
Kissouri	61	142	108	11,1	19,42	29"	1.72
Charef	86	146	121	15,3	18,21	27"	1.85
BEN yales nazim	86	146	121	15,3	22.01	25"	2
tair amine	50	136	91	7,7	21.77	25"	2