

Effort intermittent court à haute intensité en ligne VS navette

Dr. KHOUDIR Sofiane– Université Sétif2– Algérie– s.khoudir@univ-setif2.dz

Abstract:

Le but de la présente étude, est d'explorer les adaptations physiologiques au cours d'un effort intermittent 10s-20s à haute intensité, et de mettre la lumière sur l'impact physiologique des changements de direction lors d'un effort intermittent en navette, via la comparaison de deux types d'effort intermittent: un protocole en ligne, et l'autre en navette avec des intensités différentes. Et pour cela, notre étude expérimentale est réalisée sur un échantillon de 10 sujets, du sexe masculin, il s'agit de jeunes sportifs élités, Footballeurs et Handballeurs, d'un niveau homogène, ayant au moins 8 heurs de pratique hebdomadaire

Key words:

La performance sportive, physiologie de l'effort, entraînement intermittent, la vitesse maximale aérobie.

ملخص:

هدفت هذه الدراسة من جهة، إلى معرفة الأثر الفيسيولوجي للجهد المتناوب القصير 10ثا-20ثا، المرتفع الشدة، و من جهة أخرى، مقارنة أثر الجهد المتناوب القصير المرتفع الشدة في نفس الاتجاه، و بتغيير الاتجاه (جهد متناوب مكوكي) و كذلك مقارنة أثر عدد مختلف من تغير الاتجاه خلال الجهد المتناوب المكوكي، و لذلك، قمنا بإجراء دراستنا التجريبية على عينة تكونت 10 لاعبين من مستوى النخبة، من جنس ذكر، تكونت هذه العينة من لاعب كرة قدم و لاعبي كرة اليد، بمستوى بدني متجانس، بمعدل 8 ساعات تدريب في الأسبوع.

الكلمات المفتاحية:

اللياقة الرياضية، فزيولوجيا التدريب، التدريب المتناوب، السرعة القصوى الهوائية.

Introduction

L'entraînement sportif a pour objectif de développer des ressources physiques, qui donneront une chance supplémentaire au joueur d'élever son niveau de jeu et ainsi d'atteindre plus facilement le sport de haut niveau. Aussi l'entraînement sportif est connu comme une action complexe exerçant un effet systématique et spécifique sur le niveau de performance sportive et la capacité de performance optimale en situation d'épreuve et de compétition (Weinek J, 2001).

A ce jour, l'aspect physique représente l'une des qualités que les entraîneurs peuvent le mieux maîtriser et contrôler (Balsom P.D, 1955). D'ailleurs, la grande majorité des staffs techniques intègrent au moins un préparateur physique ayant le fait qu'un joueur en parfaite condition physique pourra exploiter au mieux ses qualités techniques et tactiques (Bangsbo, 1994 in Dellal A, 2008).

L'évolution du sport à l'heure actuelle présente toute une série de caractères spécifiques qui exercent une influence déterminante sur la gestion de l'entraînement, imposant à l'entraîneur et aux joueurs des tâches et des exigences très complexes (Mimouni S, 2002) qui supposent la nécessité et l'intérêt de la mise en place de modèles de quantification de charge (Sedeaud A et al., 2018) qui est un outil central permettant de gérer individuellement l'entraînement (Basset F et Chouinard R, 2002).

Une des tâches des entraîneurs et préparateurs physiques est d'atteindre une charge suffisamment importante afin d'améliorer les

qualités ciblées, en gérant la magnitude de la fatigue qui peut conduire au seuil fatidique amenant à la blessure. (Sedeaud A et al., 2018)

Les recherches sur la quantification de l'entraînement ont confronté deux disciplines. D'un côté, les physiologistes se sont attardés aux fondements proprement métaboliques. Les développements technologiques actuels dans le domaine des capteurs portables permettent une amélioration constante de la quantification de la charge via des mesures physiologiques, (Schneider C et al., 2018) tels la VO_2 , la fréquence cardiaque, la pression artérielle, la fréquence respiratoire, le taux de résidus métaboliques. De l'autre côté, les psychologues ont exploré les composantes affectives, émotionnelles et motivationnelles basées sur des informations d'ordre sensoriel et perceptif (Basset F et Chouinard R, 2002).

En sport collectif, les récentes études de modélisation des efforts en compétition ont permis une nette avancée de la programmation des contenus d'entraînement (Buchheit M, 2005). Les questions de quantification de la charge d'entraînement et de l'individualisation des programmes et des intensités d'entraînements sont des questions récurrentes dans les sports collectifs afin d'améliorer le suivi des athlètes. La professionnalisation et la répétition des matchs au cours des saisons imposent aux préparateurs physiques de maîtriser toutes les composantes de la charge d'entraînement afin d'optimiser le potentiel des joueurs mais surtout afin de gérer ce potentiel au cours de la saison sans risquer les blessures ou l'installation de fatigue. Si de nombreux outils et appareils

de mesure des capacités physiologiques apparaissent aujourd'hui, ils restent coûteux et très souvent difficiles à mettre en place en routine. L'utilisation de réponses perceptives semble être une option intéressante pour répondre aux attentes des professionnels de l'entraînement (Monnier-Benot P et Gros Lambert A, 2014).

La mise en place des charges d'entraînement, se fait sur la base des exigences de la discipline en question. Pour cerner ces qualités physiques spécifiques, une excellente connaissance de l'activité et une observation avisée sont indispensables. L'analyse en compétition des indices internes au sportif (fréquence cardiaque, lactates...) en parallèle des indices externes, tels que les durées d'effort, les temps de pause, les vitesses de course, le nombre de sprints, de sauts..., peuvent permettre une estimation des ressources énergétiques et des qualités physiques impliquées dans l'effort (Buchheit M, 2003).

Le football est un jeu rapide, dynamique, offensif, et agressif aussi bien en attaque qu'en défense et ce quel que soit le poste de jeu, des analyses qualitatives nous rapportent que l'activité d'un footballeur pourrait se présenter comme une sommation d'efforts brefs et intenses entrecoupés de périodes de récupération (Kharoubi M.F, 2016), un joueur effectue entre 825 et 1632 déplacements par match, Ce sont des déplacements de type courses à différentes intensités, des déplacements latéraux, des sauts, des tacles, des courses arrières et autres (Bangsbo, 1994a in Dellal A, 2008), et Cazorla et al., (1998) nous ont rapporté dans leur étude sur l'équipe de France de football, une moyenne de 54 ± 12 de changements de direction par joueur. Ainsi Bloomfield et al.,(2007) ont

étudié la nature et l'intensité des actions et des changements de direction par poste occupé, leur étude nous a rapportée que les défenseurs réalisent une moyenne de 822 rotations et changement de directions, 608 pour les joueurs du milieu, et 748 pour les attaquants.

Il apparaît que l'activité du footballeur se compose d'un très grand nombre d'actions brèves et explosives. Et que ces efforts constituent les éléments déterminant de la performance, puisque c'est ici que se fait la différence en match (but marqué après un démarrage plus rapide, attaquant stoppé par le défenseur plus vif...). Ces qualités devront donc être d'une grande importance dans la préparation physique (Buchheit M, 2003 ; Ravier G et Bouzigon R, 2014).

En conclusion, nous pouvons décrire du footballeur comme étant, une activité dite « intermittente » car durant un match, les joueurs effectuent différentes actions tels que les dribbles, des sprints, des tirs ou encore des changements de direction à des intensités qui varient aléatoirement et qui diffèrent selon le poste, le niveau de jeu, l'expérience et le rôle joué au sein de l'équipe.

Cependant, il convient de rappeler qu'il est désormais admis que l'entraînement intermittent se considère comme l'un des entraînements le plus visé par les sports collectifs, et plus particulièrement dans le football (Dellal A, et al., 2010), et chaque méthode d'entraînement utilise des exercices dans de différentes formes et à différentes intensités qu'on doit mettre au point pour quantifier l'entraînement d'un athlète. Et à cet

égard, l'entraînement intermittent a donc fait l'objet de plusieurs travaux au cours de ces dernières années.

L'organisation d'un travail intermittent consiste en phase de travail programmé à des intensités-cibles plus ou moins élevées entrecoupées de périodes de récupération active ou bien passive (Hervé A, Cometti G. 2007 ; Dellal A et al., 2010). La programmation individuelle de ces séances peuvent développer simultanément les différentes qualités physiques en fonction du choix des différentes caractéristiques de ces exercices intermittents telles que la durée totale d'effort, les durées respectives des périodes d'effort et de repos, ou encore l'intensité de celles-ci. Les durées sont directement liées à l'intensité de l'effort, mais sont également choisies au regard de l'activité de compétition (Buchheit M. 2005 ; Ferre. J, Leroux. P. 2009).

Différentes études ont rapporté que l'entraînement intermittent à haute intensité (EIHI) est associé au développement de la PMA (Hervé A et Cometti G, 2007) et l'optimisation de l'absorption maximale d'oxygène des joueurs (VO_{2max}) (Dellal A et al., 2010), et que ce mode d'entraînement permet aux joueurs de travailler plus longtemps que l'exercice continu à la même intensité (Hervé A et Cometti G, 2007). Toutefois l'entraînement intermittent ne permet pas d'accumuler de grandes quantités de lactate, compte tenu de la courte durée de ces exercices intermittent, de plus, le lactate formé va être métabolisé durant les temps de récupération (Dellal A, 2008).

La forme de l'exercice intermittent représente la base sur laquelle on a fondé cette étude, les exercices intermittents peuvent être soit accomplis en ligne, soit avec des changements de direction. Ces changements peuvent se faire en demi-tour, ils sont alors définis comme des exercices intermittent en navette, ou latéralement (Dellal A, 2008). En l'occurrence, d'après les études analytiques des deux activités (handball et football), le mode intermittent avec changement de direction leur convient d'avantage, du moment que le joueur pendant le match réalise des cours à de différentes intensités, avec des changements de direction (Ravier G et Bouzigon R, 2014 ; Dellal A et al., 2010).

Les réponses physiologiques de l'exercice intermittent en ligne de haute intensité a fait l'objet de plusieurs études, et que ses incidences sont bien connues, en revanche l'intermittent en navette, il n'y a que peu d'études qui l'ont mis en évidence, et à notre connaissance il n'y a pas eu de travaux qui ont abordés l'intermittent 10s-20s et 15s-30s.

Dans la présente étude, on a comparé les effets d'un effort intermittent 10s-20s à 100% et à 110% de la VMA en ligne et en navette.

Dellal A, (2008, 2009) a déjà abordé dans une étude comparative, l'effort intermittent 10s-10s et 15s-15s en ligne et en navette réalisés à 105%, 110% et 115% de la VMA. Où les résultats ont montré des différences significatives entre ces deux types d'effort. De même, Buchheit M et al., (2010) ont avancé lors d'une étude comparative entre les séquences de sprints répétés en ligne et en navette, que les changements de direction à 180°, peuvent augmenter la charge

métabolique systémique (c.-à-d cardiorespiratoire et réponses à l'acidose sanguine).

Le but de la présente étude, est d'explorer les adaptations physiologiques au cours d'un effort intermittent 10s-20s à haute intensité, et de mettre la lumière sur l'impact physiologique des changements de direction lors d'un effort intermittent en navette, via la comparaison de deux types d'effort intermittent : un protocole en ligne, et l'autre en navette avec des intensités différentes. La mise en évidence des repenses physiologiques des changements de direction, la décélération et la réaccélération au cours d'un effort intermittent en navette à haute intensité, représente un grand intérêt dans la quantification de l'entraînement intermittent, sachant que la quantification de la charge d'entraînement est une question récurrente dans les sports collectifs afin d'améliorer le suivi des athlètes.

Afin de concrétiser cette étude, on a comparé les effets d'un effort intermittent en ligne et en navette en répondant sur les questions suivantes :

- *L'impact d'un effort intermittent à haute intensité en ligne sur la fréquence cardiaque, correspondrait-il à celui d'un travail intermittent accompli en navette?*
- *L'impact d'un effort intermittent à haute intensité en ligne sur l'accumulation de lactate sanguin, correspondrait-il à celui d'un effort intermittent accompli en navette ?*

- *Y a-t-il une différence dans la perception de la fatigue lors d'un effort intermittent en ligne et en navette ?*

2. Méthode

2.1 Sujet

Notre étude expérimentale à été réalisé sur un échantillon de 10 sujets sains, du sexe masculin, ce groupes ont été constitués d'étudiants du Département des Sciences Techniques des Activités physiques et Sportives, Université Mohamed Lamine Debaghine, Sétif 2, il s'agit de jeunes sportifs élites Footballeurs, d'un niveau homogène, ayant au moins 8 heures de pratique hebdomadaire.

Tableau 2. Les caractéristiques anthropométriques, physiques, et physiologiques du groupe sont comme suite :

	Age	Poids	Taille	FC _{max}	FC _{rep}	FC _{res}	[La]	SpO ₂	VMA	Tlim
Valeurs	22.5	76.3	178.7	185.60	56.6	129	1.87	97%	17,75	229
S±D	±	±	±	±	±	±	±	±	±	±
	1.15	4.6	2	7.41	2.22	8.95	0.2	1.69	0.54	31

La fréquence cardiaque a été enregistrée en continue à l'aide d'un cardiofréquence-mètre Polar



Team² Pro System (fig.1). Il s'agit d'un appareil qui permet de déterminer la fréquence cardiaque instantanée dans les sports collectifs grâce aux ceintures thoraciques flexibles dotées d'émetteurs appropriés avec électrodes pour transmettre des signaux sans fil correspondant aux battements cardiaques à une station réceptrice relié à un ordinateur portable standard avec un logiciel approprié qui permet d'enregistrer et d'analyser en temps réel la fréquence cardiaque. Les enregistrements de FC ont été moyennés toutes les 5 secondes sur l'ensemble des sessions expérimentales.

Variables mesurées :

* Fréquence cardiaque de repos (FC_{rép}) : correspond à la fréquence la plus basse enregistrée suite à une situation allongée de 15 min à 9h00 du matin.

* Fréquence cardiaque maximal (FC_{max}) : correspond à la plus haute fréquence enregistrée lors d'un test d'effort triangulaire (test 15-30 IFT).

*Fréquence cardiaque de réserve (FC_{rés}) : correspond à la fréquence cardiaque maximale à laquelle il faut soustraire la fréquence cardiaque de repos : FC réserve = FC_{max} - FC_{rép}.

2.2.2 Mesure de la concentration lactique dans le sang [La]

Des mesures de la lactatémie via le lactomètre Lactate Scout⁺ (fig.2), ont été réalisées avant,



pendant, à l'issue et après 3 minutes de chaque session d'effort intermittent en ligne et en navette, le Lactate scout⁺ est un appareil qui fonctionne par détermination enzymatique et photométrie de réflexion, sa validation est déjà démontrée par Tanner R.K et al., (2010), des gouttes de sang sont

prélevées au bout du doigt (0.2µl) après l'avoir désinfecté, puis déposées sur des bandelettes insérées dans le lactomètre afin d'être analysées, et renvoyer les résultats en mmol/L dans 10 sec. Lactate Scout⁺ fonctionne à des températures de 5-45 ° C et jusqu'à 85% d'humidité.

2.2.3 Mesure de la Perception de l'effort (RPE)

À l'issue de chaque session d'effort intermittent, l'échelle de Borg (fig.3) est distribuée sur tous les sujets participants, afin d'évaluer leur perception de l'effort.

La perception subjective, est une auto-évaluation de l'effort, est désormais largement utilisée dans le champ des sciences du sport. Ce type d'évaluation s'appuie sur des échelles de cotation que le sujet remplit à l'issue de l'exercice ou du match, selon son ressenti. (Le Mansec Y, 2017)

COMMENT PERCEVEZ-VOUS L'EFFORT EFFECTUÉ ?	
6	
7	TRÈS TRÈS LÉGER
8	
9	TRÈS LÉGER
10	
11	LÉGER
12	
13	NI LÉGER NI DUR
14	
15	DUR
16	
17	TRÈS DUR
18	
19	TRÈS TRÈS DUR
20	

Figure 24. Echelle de la perception de l'Effort de Borg, 1979

Elle est conçue pour prendre en compte l'ensemble du continuum subjectif. La cotation 6 correspond à un effort nul et la cotation 20 à un effort maximal. Les sujets sont donc amenés à déterminer leur effort réalisé grâce au moyen des chiffres correspondants de l'échelle. (Guilloux B, 2015)

2.2.4 Mesure de la VMA

Lors de cette étude, le test 15-30 IFT (fig.4) est utilisé pour déterminer la VMA de chaque sujet, il est développé par Buchheit M, (2005 ; 2008), Le 30-15 Intermittent Fitness Test est le premier test de terrain intermittent en course navette permettant d'estimer la consommation maximale d'oxygène et de déterminer une vitesse maximale aérobie.

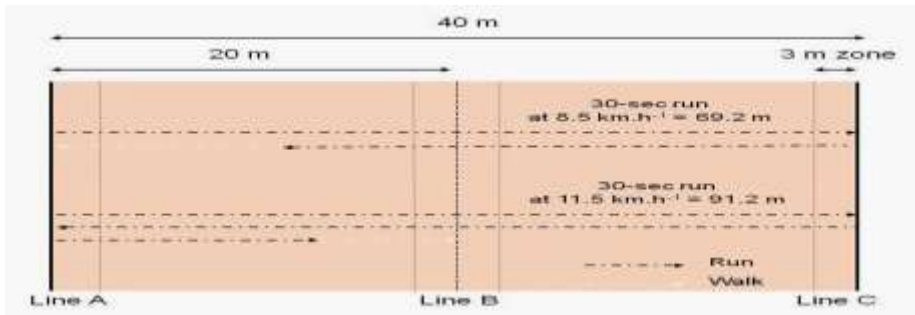


Figure 4. Schéma du test 15-30 IFT d'après Buchheit M, 2008

3. Résultats

3.1 Résultats du pourcentage de la fréquence cardiaque de réserve (% FC_{rés})

En ce qui concerne la variable du pourcentage de la FC_{rés}, l'analyse statistique (Fig.5) nous a montrée l'existence de différences significatives

($p < 0.001$) entre les différentes sessions d'effort intermittent 10s-20s en ligne et en navette, réalisées a 100% et 110% de la VMA.

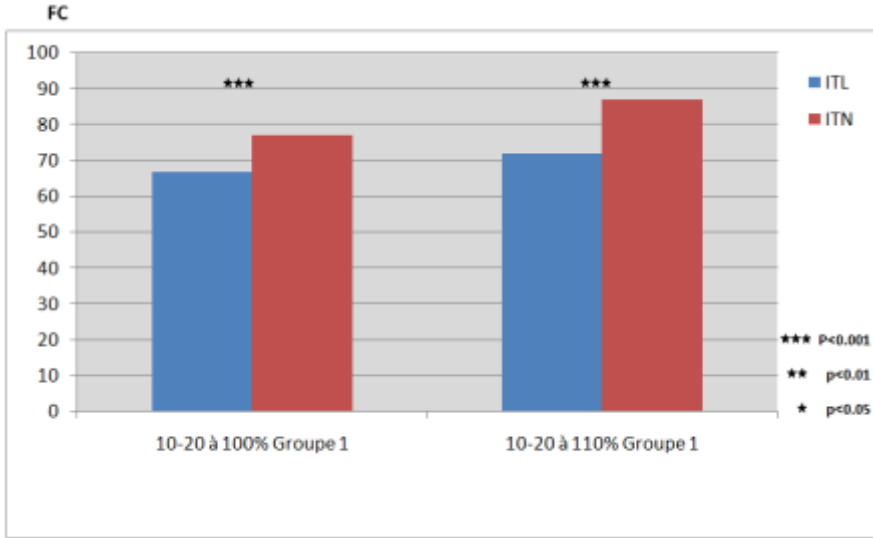


Figure 5. Comparaison du pourcentage de la fréquence cardiaque de réserve (FCres) enregistrée lors des différentes sessions d'effort intermittent en ligne et en navette.

3.2 Résultats de l'évolution de la cinétique de concentration de lactate [La]

D'après la (fig.6), nous observons, que la concentration plasmique du lactate augmente de manière significative ($p < 0.001$ et $p < 0.01$), entre la valeur du repos et la valeur enregistrée à la troisième minute post effort, pour les différentes sessions d'effort intermittent 10s-20s en ligne et en navette, à 100% et 110% de la VMA , toutefois, pour les sessions d'effort intermittent en ligne, nous avons observé une diminution de la valeur de la concentration plasmique en lactate entre les derniers efforts

et la troisième minute post effort, avec la présence de différences significatives ($p < 0.05$) pour les sessions à 100% de la VMA.

En ce qui concerne la comparaison des valeurs de concentration plasmique du lactate enregistrées à la troisième minute post effort des différentes sessions d'effort intermittent en ligne avec celles de navette, les résultats indiquent la présence des différences significatives à $p < 0.001$ pour le 10s-20s à 100% et 110%.

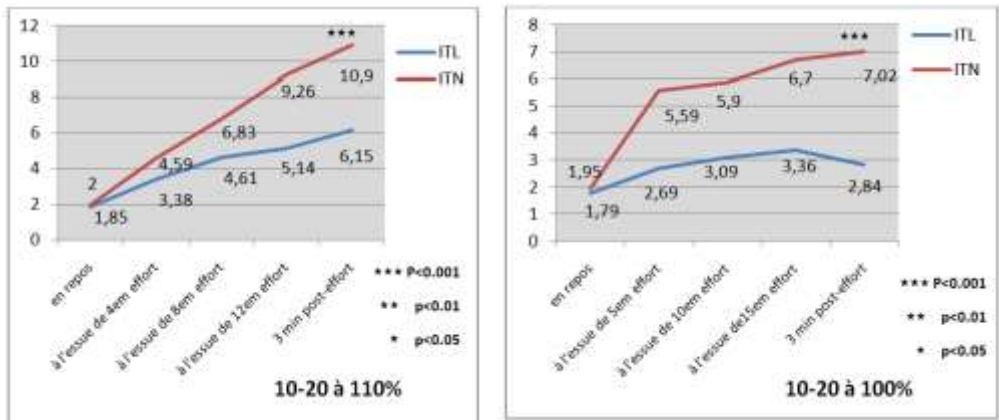


Figure 6. Comparaison de l'évolution de la concentration plasmique en lactate [La]

3.3 Résultats de la perception de l'effort (RPE)

Pour la variable de la perception de l'effort, les résultats de l'analyse statistique (fig.7), ont révélés l'existence de différences significatives ($p < 0.05$) entre les sessions d'effort intermittent en ligne et en navette, à 100% et 110% de la VMA, ce qui sous-entend que les sujets estiment que l'effort intermittent en navette est le plus épuisant.

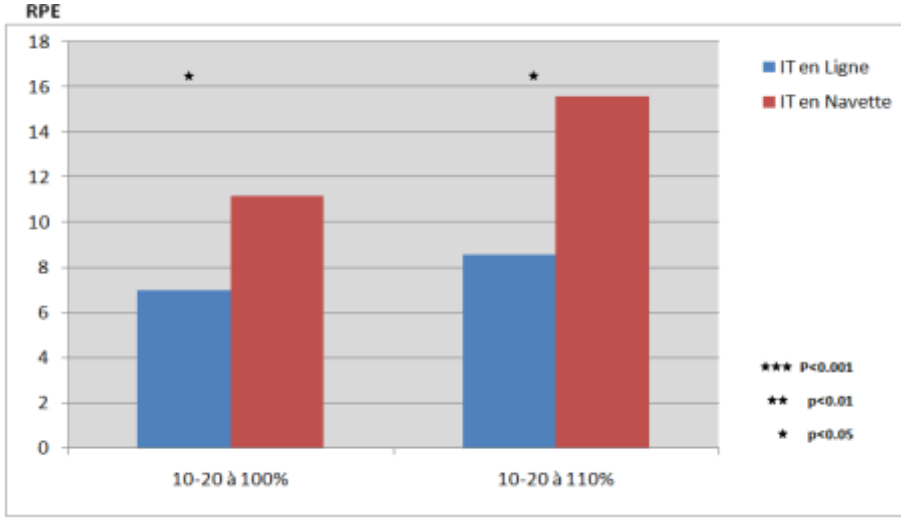


Figure 7. Comparaison des valeurs de la perception de l'effort (RPE) enregistrées lors des différentes sessions d'effort intermittent en ligne et en navette.

4. Discussion

Le but de la première partie de notre étude, est de comparer les repenses physiologique (FCrés, [La], RPE) de deux formes d'effort intermittent, en ligne et en navette à des intensités différentes.

Pour la première variable qui est FCrés, les résultats montrent des différences significatives ($p < 0.001$) dans toutes les sessions d'effort intermittent 10s-20s réalisées à 100% et à 110% de la VMA, il semble que la sollicitation cardiaque soit plus importante lors d'un effort intermittent 10s-20s en navette, comparée à un effort intermittent en ligne (fig.5). Ces résultats sont avérés en contradiction avec les résultats de Dellal A, (2008, 2009) lors d'une comparaison d'un effort intermittent

10s-10s et 15s-15s en ligne et en navette réalisés à 105%, 110% et 115% de la VMA, l'auteur a argumenté ces résultats par la courte durée du protocole 10s-10s et 15s-15s respectivement (6min 50, 9min45) qui ne permet pas à l'organisme de s'adapter physiologiquement, et que Billat V.L et al., (1998) ont relaté que le délai de la sollicitation optimale du mécanisme aérobie est de l'ordre de 4 à 6 min.

En l'occurrence, les résultats de la présente étude sont en accord avec les résultats de Bisciotti et al., (2000), et Dellal A, (2008, 2009) lors d'une comparaison de deux efforts intermittent 30s-30s en ligne et en navette. Toutefois, Buchheit M et al., (2010) ont avancé lors d'une étude comparative entre les séquences de sprints répétés en ligne et en navette, que les changements de direction à 180°, peuvent augmenter la charge métabolique systémique (c.-à-d cardiorespiratoire et réponses à l'acidose sanguine), D'après Dupont G, (2003) le travaille intermittent et une sollicitation mixte anaérobie et aérobie, la contribution du métabolisme aérobie s'accroît au fur et à mesure des répétitions (Gaitanos G.C et al., 1993 ; Baslome P.D et al., 1994a, 1994b).

Cependant, l'exercice intermittent utilise la stimulation des processus aérobie qui s'observe à l'issue d'un effort ayant provoqué une dette d'oxygène (O₂) dans l'organisme de l'athlète (pradet M, 2002). Christensen E.H et al., (1960) relataient qu'une part de l'énergie nécessaire à la contraction du muscle proviendrait des réserves de ce métabolisme (O₂). Ces données consolident les résultats de notre étude, c'est-à-dire l'effort intermittent sollicite de manière importante le système cardiaque, et que les changements de direction (décélération, blocage,

accélération) lors d'effort intermittent en navette, augmentent les besoins en énergie aérobie, qui à leur tour stimulent le système cardiaque.

Pour la variable du lactate sanguin [La], les résultats montrent des différences significatives ($p < 0.001$) dans toutes les sessions d'effort intermittent 10s-20s réalisées à 100% et à 110% de la VMA (fig.6), L'intervention du métabolisme anaérobie dans l'approvisionnement énergétique dépend de l'intensité et du temps de travail (Bangsbo J, 2008 in Dellal A, 2008).

Il est généralement admis que l'exercice à haute intensité entraîne une production significative de lactate dans le muscle. Au début d'un effort à haute intensité, CPr fourni l'essentiel de l'apport d'énergétique (Jacques R, 2003), et le reste de l'énergie anaérobie sera délivré par la glycolyse anaérobie menant à une formation de lactate, mais dans le cas d'un EIHI, la formation du lactate va être peu importante, compte tenu de la courte durée de ces exercices intermittents (Balsom P.D, 1995 in Jacques R, 2003), de plus, le lactate produit va être majoritairement oxydé (Hautier C et al., 2003), en revanche les résultats de notre étude sont contradictoires à ces données, il semble que les changements de direction dans les sessions d'effort intermittent en navette 10s-20s et 15s-30s, ont sollicités la composante périphérique d'une façon plus importante, ce qui a entraîné une dépense énergétique supérieur a celle de la cours en ligne (Haj Sassi R et al., 2009 ; Flouris A.D et al., 2005), et que le métabolisme anaérobie a fortement pris ça place dans l'approvisionnement en énergie au moment que la [La] a augmentée d'une façon significative (0.001), et les courtes durées de récupération

qui intercalent les temps d'effort n'ont pas permis l'oxydation du lactate formé pendant l'effort, de même, l'étude de Buchheit M et al., (2012), contredit nos résultats lors d'une comparaison des séquences de sprints répétés en ligne, et avec des changements de direction à 45°, 90°, 135°, les résultats ont révélés l'existence de différences insignifiantes concernant la variable de lactatémie, mais en revanche, le taux de lactatémie lors des séquences de sprints répétés avec changement de direction à 180°, est plus important (+ 13%) que lors des séquences de sprints en ligne (Buchheit M et al., 2010), et à cet égard, le niveau de sollicitation de la performance lors des séquences de sprints avec changement de direction, dépend impérativement de l'angle utilisée.

Les résultats de notre étude sont aussi en accord avec celle aboutis par Dellal A, (2008) lors d'une comparaison des sessions d'effort intermittent 10s-10s, 15s-15s et 30s-30s en ligne et en navette réalisées à 105%, 110%, et 115% de la VMA. De plus, lors des 3 min post effort la [La] continue à augmenter dans les sessions d'effort intermittent en navette, plusieurs auteurs (Taoutaou Z et al., 1996 ; Basset D.R et al., 1991 ; Van Praagh E et al., 1989 in Duché P et al., 2001 ; Dupont G et al., 2003) ont déjà relatés que le pic de la [La] se situe aux alentours de 3 min après l'effort, en revanche dans les sessions d'effort intermittent en ligne, la [La] régresse, qui sous-entend que l'oxydation du lactate est supérieure à sa production (Bisciotti G.N et al., 2003; Millet A, 2016). Une partie en équilibre avec le pyruvate est oxydée dans la mitochondrie (Brooks S et al., 1999, Gladden, 2000), et une autre partie est oxydée par le myocarde (Reiss D et Prêvost P, 2013) qui est riche en isoenzyme H

de la Lactico-déshydrogénase (LDH) (Coulmy N et al., 2002), dans ce cas, on déduit la forte sollicitation du métabolisme aérobie lors d'effort intermittent en ligne.

En ce qui concerne la perception de l'effort (RPE), les résultats de la présente étude montrent des différences significatives ($p < 0.05$) entre toutes les sessions d'effort intermittent 10s-20s en ligne et en navette réalisées à 100% et 110% de la VMA (fig.7). Ces résultats sont en accord avec les résultats de Dellal A, (2008) lors d'une comparaison des sessions d'effort intermittent 10s-10s, 15s-15s et 30s-30s en ligne et en navette réalisées à 105%, 110%, et 115% de la VMA, par contre, les résultats de l'étude de Buchheit et al., (2012), ont avoué que le changement de direction lors des sprints répétés non pas affecté la perception de l'effort des athlètes comparativement aux sprints répétés en ligne, mais dans cette étude, il convient de rappeler que les auteurs ont ajuster la vitesse de course lors des séquences de sprints avec changement de direction, d'une manière à garder la variable du temps réalisé dans les deux séquences (en ligne et changement de direction) constante, (c.-à-d la vitesse de course dans les séquences avec changement de direction est moins importante de ceux en ligne en diminuant la distance à parcourir).

Une séquence d'entraînement basée sur la répétition d'exercices à haute intensité se traduit, d'une part, par une fatigue métabolique musculaire due principalement à une diminution de la quantité d'énergie disponible associée à une acidose musculaire (Edge et al., 2006 ; Balsom P.D et al., 1992) et, d'autre part, par une altération des fonctions

neuromusculaires centrales et périphériques (Thorlund et al., 2008 ; Girard O et al., 2010 ; Fabre C et al., 2012 in Bouzigon R et Ravier G, 2014). La surcote de RPE au cours des protocoles en navette était probablement l'expression de l'augmentation de l'intensité des douleurs musculaires générales et dans les muscles en activité (Thompson D et al., 1999), et des contraintes physiologiques engendrées par les accélérations, les décélérations et les blocages (Haj Sassi R et al., 2009) qui sont à l'origine de l'augmentation du coût énergétique de la course qui se voit par l'augmentation significative de la [La] qui représente une fonction directe du niveau élevé d'activation de la glycolyse (Gollnick P.D et al., 1974 in Cazorla G et al., 2001).

5. Conclusion

La quantification des charges d'entraînement sportif représente une des plus importantes quêtes des entraîneurs et préparateurs physiques, car l'évolution du sport de haut niveau à l'heure actuelle impose aux joueurs de s'entraîner sur des volumes et des intensités très importantes toute au long de la saison sportive, et qu'une mauvaise gestion dans la distribution de ces charges peut être succédée par l'installation d'une fatigue chronique et des blessures, donc c'est aux entraîneurs et préparateurs physiques de jouer leur rôle par la mise en place d'un modèle idéal de quantification de la charge, permettant une gestion individuelle de l'entraînement.

Dans la présente étude on a essayé d'explorer les adaptations physiologiques au cours d'un effort intermittent 10s-20s à haute intensité est d'autre part, de mettre la lumière sur l'impact physiologique des changements de direction lors d'un effort intermittent en navette, via la comparaison de deux types d'effort intermittent : un protocole en ligne, et l'autre en navette à des intensités différentes. La mise en évidence des repenses physiologiques des changements de direction, la décélération et la réaccélération au cours d'un effort intermittent en navette à haute intensité, représente un grand intérêt dans la quantification de l'entraînement intermittent, sachant que la quantification de la charge d'entraînement est une question récurrente dans les sports collectifs afin d'améliorer le suivi des athlètes.

D'après l'expérimentation, et l'analyse statistique des résultats issues de cette dernière, il s'est avéré que l'entraînement intermittent en navette influence différemment la performance de l'athlète par rapport à l'entraînement intermittent en ligne, et que les blocages, les accélérations et les décélérations lors du protocole de course en navette, ont permis une hausse significative dans toutes les variables qui ont fait l'objet de l'étude, FCres, [La] et RPE,

D'une manière générale, la différence d'impact entre l'effort intermittent en ligne et en navette est due à la sollicitation plus importante de la composante périphérique par les changements de direction.

À cet égard, pour une quantification rationnelle et harmonieuse de l'effort intermittent, il convient de prendre en considération l'effet de la décélération, blocage et réaccélération lors d'un effort en navette sur la performance de l'athlète. Finalement, l'entraînement intermittent à haute intensité reste un terrain qui a besoin de l'explorer d'avantage, et que des recherches plus poussées devraient cependant tester plus de variables telles que le coût énergétique de l'effort via la variable de consommation d'oxygène, et l'impacte de la nature de la piste de course (gomme naturelle, gazon synthétique, gazon naturel) sur cette dernière.

References

Balsom P.D, SegerJ.Y, Sjödin B, Ekblom B. (1992). Maximal-Intensity Intermittent Exercise: Effect of Recovery Duration, Int J Sports Med, Vol 13, N°7, pp 528-533.

Balsom P. D, Gaitanos G. C, Ekblom B, Sjödin B. (1994a). Reduced oxygen availability during high intensity intermittent exercise impairs performance, Acta Physiologica Scandinavica, Vol 152, N°3, pp 279-285.

Balsom P. D, Gaitanos G. C, Ekblom B, Sjödin B. (1994b). Enhanced oxygen availability during high intensity intermittent exercise decreases anaerobic metabolite concentrations in blood, Acta Physiologica Scandinavica, Vol 150, pp 455-156.

Basset F et Chouinard R. (2002). Intégration de l'échelle de perception de l'effort dans le processus de contrôle de la charge d'entraînement : le cas de la course de demi-fond / fond, les Cahiers de l'INSEP, N° 33.

Billat V.L, Richard R, Binsse V.M, Koralsztein J.P, Haouzi P. (1998). The VO₂ slow component for severe exercise depends on type of exercise and is not correlated with time to fatigue, Journal of Applied Physiology, Vol 85, N° 6, pp 2118-2124.

Bisciotti G.N et al., (2003). Un test de terrain simple pour la détermination du seuil anaérobie, Science & Sports, Vol 18, N° 1, pp 46-47.

Bloomfield J, Polman R, O'Donoghue P. (2007). Physical demands of different positions in FA Premier League soccer, Journal of Sports Science and Medicine, Vol 6, N° 1, pp 63-70.

Borg G.A.V. (1982). Psychophysical bases of perceived exertion, Medicine and science in sport and exercise, Vol 14, N° 5, pp 377-381.

Bouzigon R and Ravier G. (2014). Interêts de la perception de l'effort dans l'entraînement du joueur de handball de haut niveau, Séminaire C3S axe 3, CSSS, pp 65-79.

Buchheit M, Bishop D, Haydar B, Nakamura F.Y, Ahmaidi S.(2010). Physiological responses to shuttle repeated-sprint running, Int J Sports Med, Vol 31, N° 6, pp 402-409.

Buchheit M, Haydar B, Ahmadi S. (2012). Repeated sprints with directional changes: do angles matter?, Journal of Sports Sciences, Vol 30, N° 6, pp555-562.

Buchheit M. (2005). Le 30-15 intermittent fitness test, Approches du Handball, N° 87, pp 27-34.

Buchheit M. (2008). The 30-15 Intermittent Fitness Test: accuracy for individualizing interval training of young intermittent sport players, journal of strength and conditioning research, Vol 22, N° 2, pp 365-374.

Buchheit, M. (2003) Bilans médicaux , épreuves d'efforts en laboratoires et testes de terrain, l'exemple du hand ball.

Cazorla G et al., (2001). Lactate et exercice: mythes et réalités, Revue STAPS, Vol 1, N° 54, pp 63-76.

Christensen E.W, Hedman R, Saltin B. (1960) ntermittent and Continuous Running (A further contribution to the physiology of intermittent work), Vol 50, N°3, pp 269-286.

Coulmy N et al., (2002). lactate: "mode d'emplois", Département Sportif et Scientifique de la FFS, pp 1-7.

Dellal A, Keller D, Christopher Carling, Chaouachi A, Wong D.P, Chamari K. (2009). Physiologic effects of directional changes in intermittent exercise in soccer players, Journal of Strength and Conditioning Research, Vol 24, N°12, pp 3219-3226.

Dellal A, MPhil W, Moalla W, Chamari K. (2010). Physical and technical activity of soccer players in the French First League – with special reference to their playing position, International SportMed Journal, Vol 11, N°2, pp 278-290.

Dellal A. (2008). Analyse de l'activité physique du footbaleur et de ses conséquences dans l'orientation de l'entraînement : Application spécifique aux exercice intenrmittent cours à haute intensité et aux jeux réduits, thèse Doctorat, Université de strasbourg.

Duché P, Bedu M, Van Praagh E. (2001). Exploration des performances anaérobies de l'enfant. Bilan de 30 ans de recherche, STAPS, Vol 1, N° 54 , pp 109-130.

Dupont G, Blondel N, Berthoin S. (2003). Performance for short intermittent runs: active recovery vs. passive recovery, European Journal of Applied Physiology, Vol 89, N° 6, pp 548-554.

Edge J, Bishop D, Goodman C (2006). The effects of training intensity on muscle buffer capacity in females, Vol 96, N°1, pp97–105.

Ferre. J, Leroux.P.(2009). Préparation aux diplômes d'éducateur sportif, tome 01, édition amphora, France.

Flouris A.D, Metsios G.S, Koutedakis. (2005). Enhancing the efficacy of the 20 m multistage shuttle run test, Br J Sports Med, Vol 39, N° 3, pp 166-170.

Gladden L.B. (2000). Muscle as a consumer of lactate. Vol 32, N°4, pp 764-771.

Guilloux B. (2015). Réponses émotionnelles, Motivation et régulation de l'allure en course de demi-fond en éducation physique et sportive, Thèse doctorat, Université de la Réunion.

Haj Sassi R et al., (2009). Relation entre les performances aux sprints répétés en ligne et avec changements de direction, J.SCISPO, Vol 24, N° 6, pp 308-314.

Hautier C et al., (2003). Dépense énergétique et rendement au cours de la répétition de sprints sur bicyclette ergométrique effet de la vitesse de pédalage, Revue STAPS, Vol 1, N° 60, pp 11-26.

Hervé.A et Cometti. G.(2007). L'intermittent, édition Décolorgroupe, Ahuy, France.

Jacques R. (2003). Biochimie des activités physiques, 2em édition, de boeck, France.

Kharoubi M.F. (2016). Etude des effets de l'entraînement intermittent (court vs long) sur le développement de la vitesse maximale aérobie chez des jeunes footballeurs, Vol 5, N°1, pp 12-18.

Le Mansec Y. (2017). Conséquences de la fatigue sur la performance en tennis de table, Thèse doctorat, Université de Nante.

Millet A. (2016). Métabolisme cérébral au décours d'un traumatisme crânien diffus ; impact de trois thérapeutiques: érythropoïétine, mannitol, lactate de sodium, thèse doctorat, Université de Grenoble Alpes.

Mimouni S. (2002). La modélisation des charges (Volume- intensité) dans le processus d'entraînement et de planification des équipes

Algériennes de Basketball de première division, thèse doctorat, Université d'Alger.

Monnier-Benot P et Gros Lambert A. (2014), Régulation de l'intensité de l'exercice par l'utilisation de la perception de l'effort chez des jeunes handballeurs, Séminaire C3S axe 3, CSSS, pp 81-88.

Ravier G et Bouzigon R. (2014). Intérêts de la perception de l'effort dans l'entraînement du joueur de handball de haut niveau, Séminaire C3S axe 3, CSSS, pp 65-79.

Reiss D et Prêvoist P.(2013). La bible de la préparation physique, édition amphora, paris, France.

Sedeaud A, Séné J.M, Krantz N, Saulière G, Moussa I, Taussaint J.F. (2018). L'importance de la quantification de la charge d'entraînement : exemple d'un modèle, Sciences et Sports, Vol 33, N° 1, pp 22-32.

Shneider C, Hanakam F, Wiewelhoeve T, Döweling A, Kelmann M, Meyer T, Pfeiffer M, Ferrauti A. (2018). Heart rate monitoring in team sports-a conceptual framework for contextualizing heart rate measures for training and recovery prescription, Front Physiol, Vol 9, N° 639, pp 1-19.

Tanner R.K, Faller K.L, Ross M.L.R. (2010). Evaluation of three portable blood lactate analysers: Lactate Pro, Lactate Scout and Lactate Plus, Eur J Appl Physiol, Vol 109, N° 3, pp 551-559.

Thompson D, Nicholas C.W, Williams C. (1999). Muscular soreness following prolonged intermittent high-intensity shuttle running, Journal of Sports Sciences, Vol 17, N° 5, pp 387395.

Weineck.J.(2001). Manuel d'entraînement,4éd., édition, édition vigot, paris.