

Master "LMD" ISSEP – Ksar-Saïd

Facteurs Déterminants de la Repeated Sprint Ability "RSA"

Aptitude à répéter les sprints

Karim Chamari, Ph.D.

karimchamari@gmx.net

Maître de Conférences Universitaire

1

Activité des sports multi-sprints

- ❑ **Plusieurs sports intermittents : efforts brefs et intenses avec périodes de récupération relativement longues. Durées inconstantes et dépendant du poste du joueur.**
- ❑ **En moyenne efforts : 4 à 7 sec efforts intenses (dont 2 sec d'effort max) avec patterns effort/récupération 1:6 à 1:14** (*Bangsbo et al. 1991, Brewer et al. 1995, Reilly 1997, Stølen et al. 2005*)

2

Activité des sports multi-sprints

- ❑ Par opposition aux sports de terrain, les sports de raquette (badmington, squash, tennis) efforts plus fréquents :
- ❑ Des efforts plus longs 5 à 10 sec (selon niveau) avec des patterns 1:1 à 1:5. (*Faccini et al. 1996, Christmass et al. 1998*)

3

Demandes Physiologiques sports multi-sprints

- ❑ L'effort moyen de ces sports proche de sports d'endurance continus avec intensités de 60 à 75% de $\dot{V}O_{2max}$ (*Bangsbo 1994, Nicholas 1997, Montpetit 1990, Boyle et al. 1994*) et FC de 70 à 90% de FCmax (*Ekblom 1986, Docherty 1982, Elliott et al. 1985*)

4

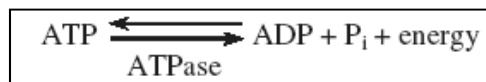
Demandes Physiologiques sports multi-sprints

- L'estimation de l'effort par la relation FC/ VO_2 peut être influencée pendant l'effort intermittent par : stress émotionnel, catécholamines élevées, et accumulation de métabolites variés (*Ballor 1992, Bangsbo 1994, Christmass et al. 1998*)
- La^- (équilibre entre production et clearance) montre des valeurs moyennées assez basses entre 2 et 5 mmol.l^{-1} avec des pics au dessus de 10 mmol.l^{-1} (*Docherty et al. 1988, Bangsbo et al. 1991, Bergeron et al. 1991, Reilly 1997*)

5

Energétique de l'exercice Bref et Intense

□ Adénosine Triphosphate



Stocks de 20-25 mmol/kg (dm) *muscle sec : dry muscle*

ATP Turnover de 15 mmol/kg dm/sec

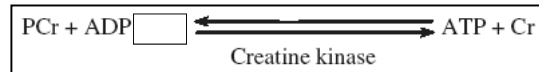
Suffisants pour assurer 1 à 2 sec d'effort (*Gaitanos et al. 1993, Bogdanis et al. 1998, Parolin et al. 2000*)

Quand le stock d'ATP est déplété, la resynthèse a lieu par différents mécanismes.

6

Energétique de l'exercice Bref et Intense

□ Phosphocréatine



Stocks de 80 mmol/kg (dm)

PCr Turnover de 9 mmol/kg dm/sec

Suffisants pour ~10 sec d'effort (*Hultman and Sjoholm 1983*)

7

Energétique de l'exercice Bref et Intense

□ Phosphocréatine

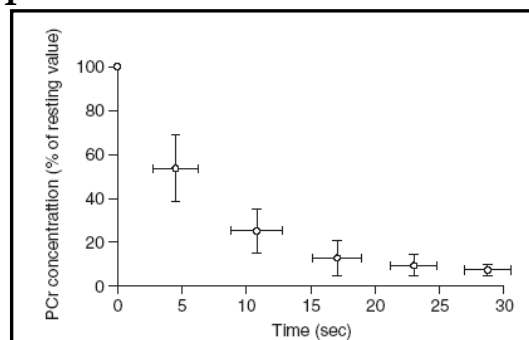
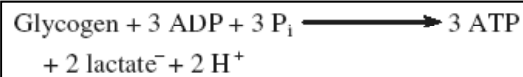


Fig. 1. Phosphocreatine (PCr) kinetics of the medial gastrocnemius during 30 seconds of repeated maximal plantar flexions of the foot determined from localised nuclear magnetic resonance imaging. Open circles represent PCr as a percentage of resting values; bars represent standard deviations (reproduced from Walter et al.^[36] with permission).

8

Energétique de l'exercice Bref et Intense

□ Glycolyse Anaérobie



Dégradation de Glucose et glycogène :

ATP Turnover de 6-9 mmol/kg dm/sec

(Hultman and Sjoholm 1983, Parolin et al. 1999)

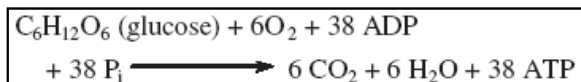
Commençant au début de l'exercice et atteignant

le pic de production après 5 sec *(Greenhaff et al. 1996, Gustin 2001)*

9

Energétique de l'exercice Bref et Intense

□ Métabolisme Aérobie



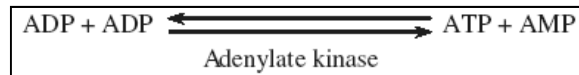
Dégradation de Glucose :

La participation du métabolisme aérobie a été estimée à 1,32 mmol ATP/kg dm/sec (9% de l'énergie totale produite) sur les 6 premières secondes d'un effort maximal de 30 sec *(Parolin et al. 1999)*

10

Energétique de l'exercice Bref et Intense

□ La Réaction de l'Adenylate Kinase



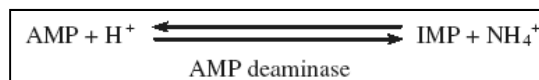
Lors de l'exercice intense, lorsque la production d'ATP ne peut pas être suffisamment assurée par les réactions mentionnées ci-dessus, deux molécules d'ADP donnent 1 ATP et 1 AMP

11

Energétique de l'exercice Bref et Intense

□ La Réaction de l'Adenylate Kinase

Réaction de l'AMP déaminase



Par la suite, l'AMP est successivement déaminé en inosine monophosphate et de l'ammoniaque.

12

Energétique de l'exercice Bref et Intense

□ Conclusion :

Pendant l'effort intermittent bref et intense, la provision d'ATP est assurée par des processus métaboliques variés

En intervenant ensemble ces processus assurent un turnover de 15 mmol ATP/kg dm/sec.

Cependant si les efforts sont répétés, comme en sports d'équipe par exemple, la réponse métabolique au sprint successif dépend de la durée de la récupération

13

La Physiologie de l'effort "Multi-Sprints"

- Au début des années '60, *Astrand et al. 1960* et *Christensen et al. 1960* ont conclu que l'ATP des efforts intermittents était produit par le métabolisme aérobie par l'utilisation de l'O₂ lié à la myoglobine, avec restauration des stocks pendant la récupération.
- Cependant l'intensité des exercices utilisés était loin d'être maximale
- Nous savons aujourd'hui que la production d'ATP lors d'exercices intenses provient des différents processus métaboliques décrits ci-haut

14

Energie Anaérobie lors des “Multi-Sprints”

□ 1 – Phosphocréatine

Si lors d'un sprint maximal de 5-6 sec, la dégradation de la PCr est responsable de la production de 50% de l'ATP (*Gaitanos et al. 1993*), sa participation lors de la répétition de sprints dépend de la reconstitution des stocks de PCr pendant la récupération.

La cinétique de récupération de la PCr a été étudiée et le consensus d'opinions montre que ce processus est complexe (*Walter et al. 1997, Mc Mahon and Jenkins 2002*)

15

Energie Anaérobie lors des “Multi-Sprints”

□ 1 – Phosphocréatine

La reconstitution des stocks de PCr est exclusivement réalisée par resynthèse aérobie de l'ATP (*Blei et al. 1993, Quistorff et al. 1992*). Exp récup après exercice sous-max :

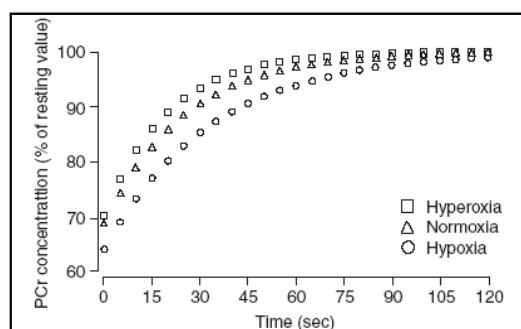


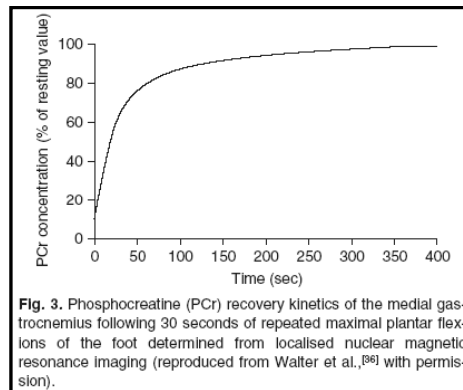
Fig. 2. The influence of oxygen availability on phosphocreatine (PCr) recovery kinetics of the gastrocnemius following 5 minutes of repeated submaximal plantar flexions of the foot determined from localised nuclear magnetic resonance imaging.^[62]

16

Energie Anaérobie lors des “Multi-Sprints”

□ 1 – Phosphocréatine

La reconstitution des stocks de PCr après un exercice maximal, pattern bi-exponentiel avec première phase non affectée par la chute concomitante de pH (*Sablin et al. 1979, Walter et al. 1997, Roussel et al. 2000*)



17

Energie Anaérobie lors des “Multi-Sprints”

□ 1 – Phosphocréatine

L'étude de la reconstitution des stocks de PCr pose des problèmes méthodologiques de biopsies (invasives) et de spectroscopie par RMN ne pouvant pas encore étudier les grands groupes musculaires sollicités pendant les sprints.

Cependant, *Gaitanos et al. 1993*, ont montré sur la répétition de sprints de 6 sec ($r=30$ sec), que la resynthèse de la PCr était suffisante pour assurer une participation \geq à 50% de la production d'ATP.

18

Energie Anaérobie lors des “Multi-Sprints”

□ 2 – Glycolyse

La chute rapide de concentration de PCr lors des efforts intenses répétés est contrebalancée par l'activation de la glycolyse assurant des turnover de 11-14 mmol ATP/kg dm/sec (*Boobis et al. 1982, Gaitanos et al. 1993*)

A des taux élevés de glycolyse la concentration de lactate musculaire augmente et est accompagnée d'une augmentation de l'ion hydrogène (H⁺) impliqué dans la fatigue (*Metzger and Fitts 1987, Bergström and Hultman 1991, Sablin 1992*)

19

Energie Anaérobie lors des “Multi-Sprints”

□ 2 – Glycolyse

Pendant la récupération, la glycolyse est stoppée et le pH revient à la normale selon un pattern monoexponentiel d'une demi-vie approximative de 9 minutes (*Sablin et al. 1976, Metzger et Fitts 1987*)

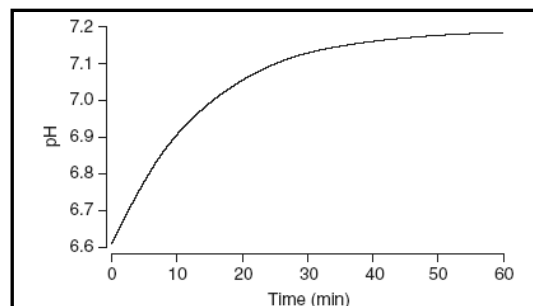


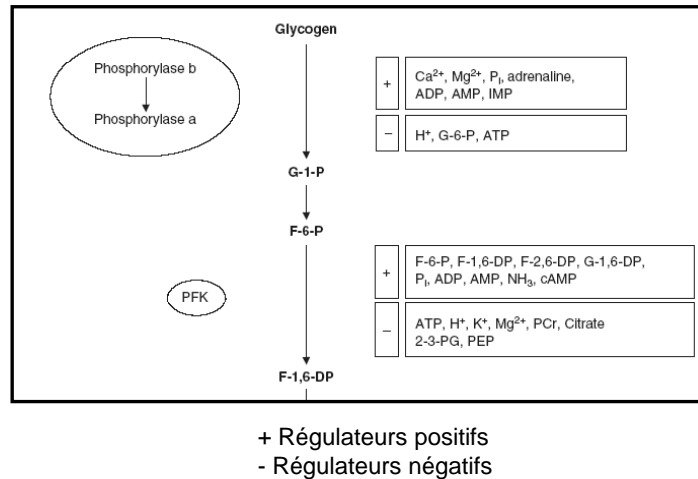
Fig. 4. Time course of muscle pH during passive recovery from 6 minutes of exhaustive dynamic exercise.^[64]

20

Energie Anaérobie lors des "Multi-Sprints"

□ 2 – Glycolyse

La production d'ATP est régulée par l'inter-implication de plusieurs facteurs métaboliques



21

Energie Anaérobie lors des "Multi-Sprints"

□ 1 – Phosphocréatine

L'étude de Gaitanos et al. a montré que malgré le fait que les concentrations pré-sprints de PCr avaient tendance à diminuer, le taux de resynthèse de 1,3 mmol/kg dm/sec était suffisant pour permettre à la PCr de participer à la resynthèse de l'ATP jusqu'au sprint final (10 sprints)

22

Energie Anaérobie lors des "Multi-Sprints"

□ 2 – Glycolyse (suite)

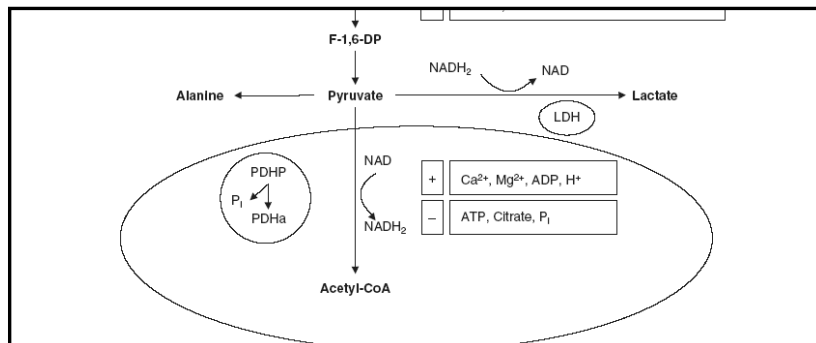


Fig. 5. Schematic representation of the anaerobic metabolic pathways of glycogenolysis/glycolysis and a number of potential regulators (reproduced from Bangsbo,^[65] with permission). 2-3-PG = 2-3-phosphoglycerate; ADP = adenosine diphosphate; AMP = adenosine monophosphate; ATP = adenosine triphosphate; cAMP = cyclic adenosine monophosphate; CoA = coenzyme A; F-1,6-DP = fructose-1,6-diphosphate; F-2,6-DP = fructose-2,6-diphosphate; F-6-P = fructose-6-phosphate; G-1,6-DP = glucose-1,6-diphosphate; G-1-P = glucose-1-phosphate; G-6-P = glucose-6-phosphate; IMP = inosine monophosphate; LDH = lactate dehydrogenase; NAD = nicotinamide-adenine dinucleotide; NADH₂ = the reduced form of NAD; PCr = phosphocreatine; PDH = active form of pyruvate dehydrogenase; PDHP = pyruvate dehydrogenase phosphatase; PEP = phosphoenolpyruvate; PFK = phosphofruktokinase; P_i = inorganic phosphate; + indicates positive regulators; - indicates negative regulators.

23

Energie Anaérobie lors des "Multi-Sprints"

□ 2 – Glycolyse

Au cours de l'exercice intermittent maximal les changements progressifs de l'environnement métabolique mènent à une progressive inhibition de la glycolyse avec la répétition des sprints

(Gaitanos et al. 1993, Putman et al. 1995, Bangsbo 1996, Parolin et al. 1999)

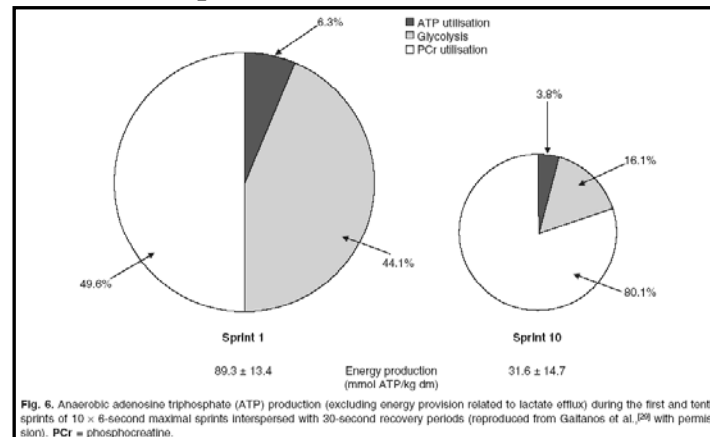
**Exp étude de Gaitanos et al. 1993 : glycolyse 44%
provision ATP premier sprint de 6 sec (r=30sec)
et seulement 16% du dixième sprint**

24

Energie Anaérobie lors des "Multi-Sprints"

□ 2 – Glycolyse

Etude de *Gaitanos et al. 1993* : Chez 4 des 7 sujets de l'étude, la glycolyse comptait pour 0% de la production d'ATP au cours du 10^{ème} sprint



25

Energie Anaérobie lors des "Multi-Sprints"

□ 2 – Glycolyse

Facteurs limitant de la Glycolyse :

1 – Stocks musculaires de glycogène diminués (*Gaitanos et al. 1993, Balsom et al. 1999*). Etudes contredites par d'autres (*Jacobs 1981, Ren et al. 1990, Bangsbo et al. 1992*)

2 – Accumulation de H⁺ inhibant phosphorylase et phosphofructokinase (PFK), enzymes clefs de glycogénolyse et glycolyse (*Boscà et al. 1985*)

Mais l'influence du pH sur la PFK semble négligeable dans des conditions physiologiques normales (pH ≥ 6,4) (*Dobson et al. 1986, Spriet et al. 1987*)

26

Energie Anaérobie lors des "Multi-Sprints"

□ 2 – Glycolyse

Facteurs limitant de la Glycolyse :

3 – Inhibition de la glycolyse par l'accumulation de citrate cytosolique avec action inhibitrice sur la PFK (Parmeggiani and Bowman 1963, Wu and Davis 1981)

Mais l'influence du citrate sur la PFK semble faible dans des plages physiologiques : 0,1-0,3 mmol/L (*Peters and Spreit 1995*)

L'inhibition progressive de la glycolyse lors des sprints répétés semble résulter de l'inter-implication de plusieurs processus régulateurs.

27

Energie Aérobie lors des "Multi-Sprints"

□ Métabolisme Aérobie

Au début de l'exercice, il y a un "décalage" de $\dot{V}O_2$ au niveau des muscles actifs. L' O_2 immédiatement nécessaire est fourni par la myoglobine (MbO_2) (*Conley et al. 2000, Richardson et al. 2001*)

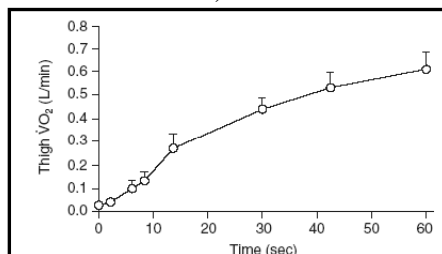


Fig. 7. Thigh oxygen uptake ($\dot{V}O_2$) during the first minute of a 3-minute bout of intense (~120% maximal $\dot{V}O_2$) knee-extensor exercise. Values are corrected for blood transit times (reproduced from Bangsbo et al.,^[87] with permission).

28

Energie Aérobie lors des "Multi-Sprints"

□ Métabolisme Aérobie

Le contenu musculaire de MbO₂ est de ~2 mmol O₂/kg dm
(Akeson et al. 1968, Harris et al. 1975)

Ce stock est rapidement désaturé au début de l'exercice en réponse à une chute rapide de la pression partielle en oxygène intracellulaire (Richardson et al. 1995, Molé et al. 1999)

A une intensité suffisante pour atteindre VO_{2max}, MbO₂ est désaturé à approximativement 50% des valeurs de repos en 20 secondes (Richardson et al. 1995, Molé et al. 1999)

29

Energie Aérobie lors des "Multi-Sprints"

□ Métabolisme Aérobie

Pendant la récupération, les stocks de MbO₂ sont complètement reconstitués dans les 20 secondes suivant l'arrêt de l'exercice (Richardson et al. 1995)

Avec une restauration aussi rapide, il est très peu probable que la disponibilité de l'oxymyoglobine puisse être un facteur limitant lors des sprints répétés

30

Energie Aérobie lors des "Multi-Sprints"

□ Métabolisme Aérobie

La contribution du métabolisme aérobie semble faible pour le début d'un exercice isolé (10% des 6 premières secondes d'un exercice maximal de 30 sec, *Parolin et al. 1999*)

Par contre, quand les sprints sont répétés, la proportion d'ATP provenant du métabolisme aérobie augmente à cause du $\dot{V}O_2$ déjà élevé et à une cinétique accélérée du $\dot{V}O_2$ (*Gaitanos et al. 1993, Putman et al. 1995, Chamari et al. 1995, Parolin et al. 1999*)

31

Energie Aérobie lors des "Multi-Sprints"

□ Métabolisme Aérobie

Au cours de la récupération $\dot{V}O_2$ reste élevé pour restaurer les conditions de repos à travers des processus tels que :

La reconstitution des stocks de MbO₂

La resynthèse de la PCr

Le métabolisme du lactate

L'élimination du Pi intracellulaire accumulé (*Gaesser and Brooks 1984, Bahr et al. 1992, Bangsbo et al. 1998, Borsheim et al. 1998*)

32

Energie Aérobie lors des "Multi-Sprints"

□ Métabolisme Aérobie

Si le sprint successif a lieu alors que $\dot{V}O_2$ n'est pas encore retourné au niveau de repos, alors le $\dot{V}O_2$ du sprint successif sera élevé.

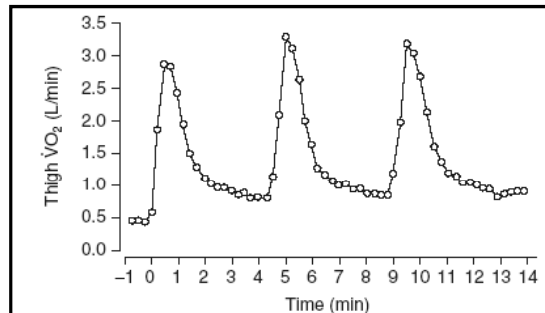


Fig. 8. Oxygen uptake ($\dot{V}O_2$) during 3×30 -second bouts of maximal isokinetic cycling separated by 4-minute recovery periods (reproduced from Putman et al.,^[66] with permission).

33

Energie Aérobie lors des "Multi-Sprints"

□ Métabolisme Aérobie

La cinétique de $\dot{V}O_2$ des sprints successifs est accélérée, même si le rôle du métabolisme aérobie en sprints répétés semble se cantonner à un rôle de "récupération" plutôt que de provision d'énergie

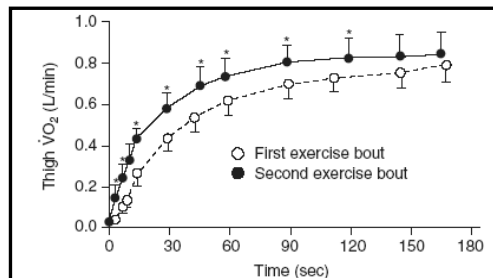


Fig. 9. Thigh oxygen uptake ($\dot{V}O_2$) during 2×3 -minute bouts of intense ($\sim 120\%$ maximal $\dot{V}O_2$) knee-extensor exercise separated by a 6-minute period of passive rest. Values are corrected for blood transit times (reproduced from Bangsbo et al.,^[84] with permission). * indicates significantly ($p < 0.05$) different from first exercise bout.

34

Fatigue lors des "Multi-Sprints"

□ Définition de la Fatigue

Développement moins important qu'attendu de la force
comme conséquence d'une activation musculaire (*McCully
et al. 2002*)

Fatigue pendant multiple-sprints caractérisée par déclin de
la puissance largement déterminé par durée des périodes
de récupération (*Holmyard et al. 1988, Balsom et al. 1992*)

35

Fatigue lors des "Multi-Sprints"

Déclin puissance dépendant durée récup (figure *Holmyard et
al. 1988*)

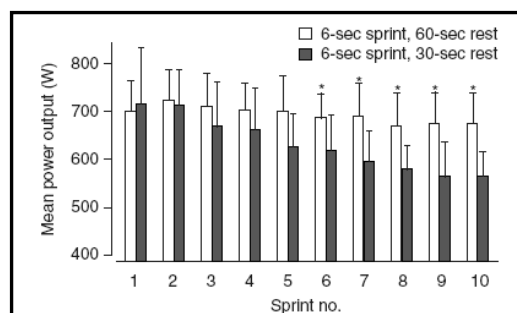


Fig. 10. Mean power output data during 10 × 6-second maximal treadmill (non-motorised) sprints interspersed with either 30- or 60-second recovery periods (reproduced from *Holmyard et al.*^[91] with permission). * Indicates significantly ($p < 0.05$) different from 30-second recovery trial.

36

Fatigue lors des “Multi-Sprints”

Cependant, pendant les premières répétitions, la fatigue peut être masquée par une augmentation de puissance engendrée par une “potentialisation” (Holmyard *et al.* 1988, Robinson *et al.* 1995, Stone *et al.* 1999)

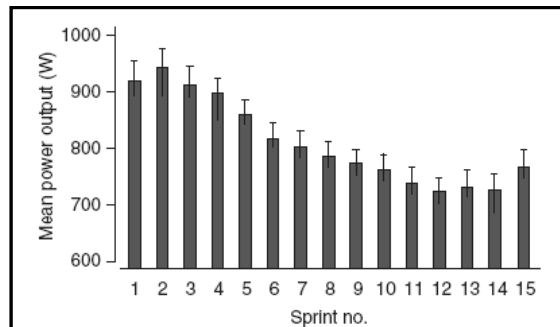


Fig. 11. Mean power output data during 15 × 5-second bouts of maximal sprint cycling interspersed with 50-second stationary rest periods (reproduced from Robinson *et al.*,^[107] with permission).

37

Mécanismes de la Fatigue lors des “Multi-Sprints”

La fatigue pendant les multi-sprints est associée principalement avec des changements de milieu intramusculaire (Duchateau *et al.* 1985, Cherry *et al.* 1998, McIntosh and Rassier 2002)

Même si les mécanismes précis de la fatigue musculaire restent en controverse, les principales causes incluent :

Une déficience de disponibilité d'ATP : pour le couplage actine/myosine, le pompage Na^+/K^+ , la recaptation de Ca^{2+} par le réticulum sarcoplasmique

Une inhibition des mécanismes ci-dessus par des métabolites variés

Une altération de couplage excitation-contraction par dérèglement de la sortie du Ca^{2+} du réticulum sarcoplasmique

38

Fatigue et Métabolisme Energétique

Etant donné que l'énergie d'exercice en multi-sprints est principalement anaérobie, les possibles limitations de provisions énergétique pourraient être liées aux métabolismes anaérobies alactique et lactique.

A titre d'exemple, la possibilité de produire de l'ATP au rythme souhaité est associée à des signes de déficience énergétique, exp: concentrations augmentées d'IMP et Hypoxanthine (Balsom et al. 1992a,b, Hellsten-Westing et al. 1993)

39

Fatigue et Métabolisme Energétique

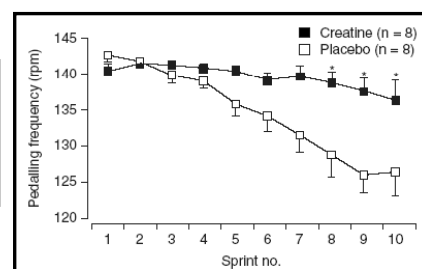
Disponibilité de Phosphocréatine

Après un exercice intense, la récupération de la force ou de la puissance suit une évolution comparable à celle de la récupération de la PCr (Hitchcock 1989, Bogdanis et al. 1995, Cherry et al. 1998)

La disponibilité de PCr semble être le facteur limitant principal de l'apparition de la fatigue en multi-sprints.

Fatigue diminuée après supplémentation en Créatine (Balsom et al. 1993)

Fig. 13. Pedalling frequencies during the last 2 seconds of 10 × 6-second bouts of high-intensity cycling interspersed with 30-second stationary rest periods following a 6-day period of either creatine or placebo administration. Subjects were instructed to try to maintain a pedalling frequency of 140 revolutions per minute (rpm) throughout each sprint (reproduced from Balsom et al.^[12] with permission). * indicates significantly ($p < 0.05$) different from placebo.



Fatigue et Métabolisme Energétique

Disponibilité du Glycogène

Contrairement à la PCr, la disponibilité du glycogène semble ne pas être un facteur limitant de la production d'ATP pendant les multi-sprints étant donné que plusieurs études montrent l'inhibition de la glycolyse pendant ce type de travail (*Gaitanos et al. 1993, Putman et al. 1995, Bangsbo 1996, Parolin et al. 1999*)

Cependant, des manipulations entraînant des altérations de disponibilité de glycogène ont montré l'importance de la glycolyse sur la fin des efforts de 6 sec (*Balsom et al. 1999*)

41

Fatigue et Métabolisme Energétique

Disponibilité du Glycogène

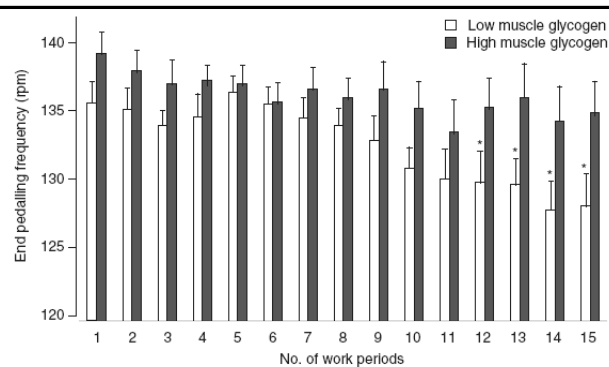


Fig. 14. The influence of glycogen availability on end pedalling frequency during the last 3 seconds of 15 × 6-second bouts of high-intensity cycling interspersed with 30-second stationary rest periods. All subjects were instructed to try to maintain a pedal frequency of 140 revolutions per minute (rpm) [$>300\%$ maximal oxygen uptake] throughout each work period (reproduced from Balsom et al.,^[67] with permission). * Indicates significantly ($p < 0.05$) different from high muscle glycogen trial.

42

Fatigue et Accumulation de Métabolites

Acidose

Plusieurs études ont montré de fortes corrélations entre le déclin du pH intramusculaire et les réductions de force et de puissance (Miller et al. 1988, Cady et al. 1989, Degroot et al. 1993). Les études in-vitro étaient conduites dans des conditions de basses températures (<15°C).

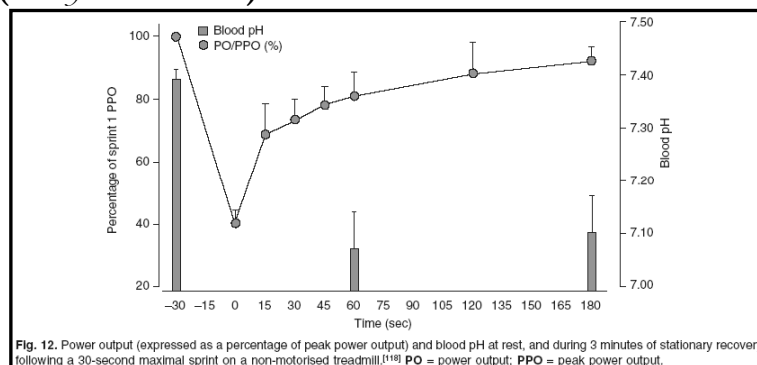
Des études plus récentes utilisant des techniques avancées ont rapporté que le pH avait peu d'influence sur les fonctions contractiles sous des températures physiologiques (Pate et al. 1995, Wiseman et al. 1996, Westerblad et al. 1997, Bruton et al. 1998)

43

Fatigue et Accumulation de Métabolites

Acidose

Cette faible association entre pH et fonctions contractiles est renforcée par le fait que la récupération de puissance après un exercice maximal est bien plus rapide que celle du pH (Holmyard et al. 1994)



44

Fatigue et Accumulation de Métabolites

Acidose

Des puissances élevées ont été observées malgré des pH bas (*Sablin and Ren 1989, Hitchcock 1989, Bogdanis et al. 1995, Holmyard et al. 1994*)

Mais malgré le fait que la fatigue des multisprints ne puisse pas être totalement expliquée par l'acidose, celle-ci pourrait affecter la performance par son possible rôle inhibiteur de la glycolyse

45

Fatigue et Accumulation de Métabolites

Acidose

Des études contradictoires rapportent les effets d'ingestion de bicarbonates NaHCO_3 sur la performance de sprints répétés :

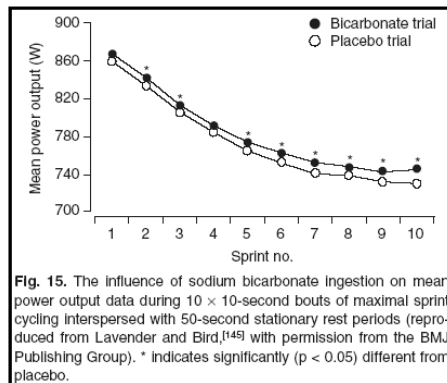
Le NaHCO_3 a été utilisé dans le but de tamponner l'acidité extramusculaire en réduisant l'accumulation de H^+ dans le muscle (*Linderman et Gosselink 1994*)

46

Fatigue et Accumulation de Métabolites

Acidose

Lavender and Bird 1989 ont montré que l'ingestion de bicarbonates pouvait diminuer la fatigue lors de multisprints (10 x 10", r=50")



47

Fatigue et Accumulation de Métabolites

Acidose

Des résultats similaires ont été rapportés par *Bishop et al. 2004* sur des sprints de 5 x 6", r=24", alors que *Gaitanos et al.* Utilisant 10 x 6", r=30" n'ont pas montré de différences de performance malgré le fait que l'équilibre acido-basique du sang avait été affecté par l'ingestion des bicarbonates

A part les considérations méthodologiques, des études ultérieures sont nécessaires afin de déterminer le possible rôle de l'acidose sur la performance de multisprints

48

Fatigue et Accumulation de Métabolites

Accumulation de Phosphate Inorganique

Si les premières études avaient surtout étudié les possibles effets de l'acidose sur la fatigue pendant les multisprints, les études récentes se sont centrées sur l'accumulation de Pi.

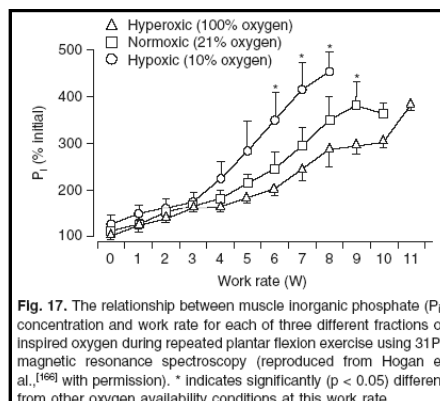
Le Pi a un rôle inhibant la sortie du Ca^{2+} du réticulum sarcoplasmique (régulant le pontage actine/myosine et influençant le développement de la force) *Allen et al. 1989, Westerblad et al. 1990, Baker et al. 1993, Gyorko 1993*

49

Fatigue et Accumulation de Métabolites

Accumulation de Phosphate Inorganique

La disponibilité d'oxygène influence l'accumulation de Pi (*Hogan et al. 1999*)



50

Influence de la disponibilité de l'O₂ sur les multisprints

Augmenter la disponibilité de l'O₂ par administration d'érythropoïétine améliore la capacité de maintien de performance sur 15 x 6 sec, r=24" à 250% de VO_{2max}, par diminution de l'accumulation des métabolites anaérobies (lactate et hypoxanthine)
Balsom et al. 1994

51

Influence de la disponibilité de l'O₂ sur les multisprints

Par opposition, dans des conditions hypoxiques (chambre hypobarique) sur des sprints de 10 x 6 ", r=30sec, à 350% VO_{2max}, il y a une augmentation de l'accumulation de lactate, un VO₂ réduit et une fatigue élevée (*Balsom et al. 1994b*)

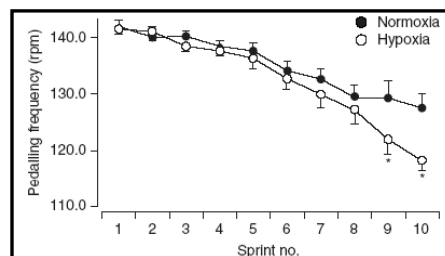


Fig. 16. Pedalling frequencies during the final second of 10 x 6-second bouts of high-intensity (~350% maximal oxygen uptake) cycling (30-second stationary rest periods) under hypoxic and normoxic conditions. Subjects were instructed to try to maintain a pedalling frequency of 140 revolutions per minute (rpm) throughout each sprint (reproduced from Balsom et al.,^[169] with permission). * Indicates significantly ($p < 0.05$) different from normoxic condition.

52

Influence de la disponibilité de l'O₂ sur les multisprints

Balsom et al. ont expliqué leurs résultats par le fait que la disponibilité de l'oxygène avait un effet sur les multi-sprints par :

- L'amplitude de la participation aérobie à la production de l'ATP pendant les périodes d'exercice et/ou
- Le taux de resynthèse de PCr pendant les périodes de récupération

53

Entraînement d'endurance et cinétiques de VO₂

De nombreuses études ont montré que l'entraînement d'endurance amenait une élévation de VO_{2max} qui était accompagnée d'une cinétique accélérée de VO₂ en début d'effort. Cette cinétique est donc favorable à la diminution du déficit d'O₂ en début d'exercice et donc à une moindre sollicitation du métabolisme anaérobie

Carter et al. 2000, Chilibeck et al. 1996, Demarle et al. 2001, Norris and Petersen 1998

54

Entraînement d'endurance et cinétiques de récupération de PCr

McCully and Postner et al. 1994 ont montré que **2 semaines d'entraînement d'endurance** avaient amélioré la cinétique de récupération de la PCr

D'autres études ont montré que cette cinétique était plus élevée chez les athlètes endurants par rapport à des sprinters ou à des non entraînés (*McCully et al. 1989, Laurent et al. 1992, Yoshida et al. 1993, Takahashi et al. 1995*)

Pourtant, certaines autres études contredisent ces résultats

55

Entraînement d'endurance et cinétiques de clearance du lactate

Les résultats des études dans ce domaine restent contradictoires avec certaines études montrant que l'entraînement d'endurance améliorerait la capacité de clearance du lactate (*Oyono-Enguelle et al. 1990, Freund et al. 1992, Taontaou et al. 1996*) et d'autres ne montrant pas de différence (*Basset et al. 1991, Oosthuyse et al. 1999*)

56

Entraînement d'endurance et cinétiques de clearance du lactate

Ces contradictions pourraient provenir de différences méthodologiques diverses, dont le taux de lactate pic différent entre les populations. Dans ce cadre, une étude a tenté d'étudier le phénomène à partir d'un pic comparable et obtenu des cinétique non différentes significativement

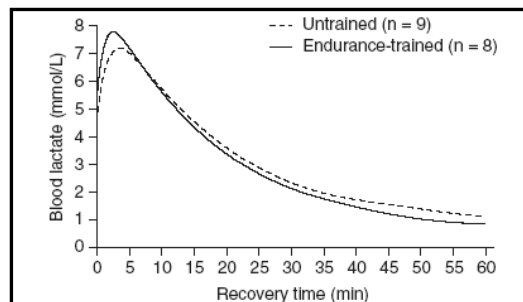


Fig. 18. Blood lactate in endurance-trained and untrained subjects following 3 minutes of continuous cycling (reproduced from Bassett et al.,^[182] with permission).

57

Entraînement d'endurance et cinétiques de Pi

Le dernier moyen par lequel l'entraînement d'endurance pourrait améliorer la performance des multisprints serait d'agir sur la clearance du Pi.

Les études dans ce cadre sont rares. *Yoshida and Watari (1993)* ont montré que même si l'accumulation de Pi était comparable entre des athlètes d'endurance et des non-entraînés, les cinétiques de récupération étaient plus rapides chez les athlètes

58

Entraînement d'endurance et cinétiques de Pi

Yoshida and Watari (1993)

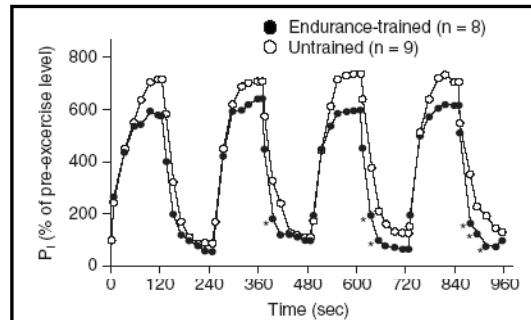


Fig. 19. Inorganic phosphate (Pi) kinetics during 4 × 2-minute bouts of repeated knee flexion exercise (20 kg/min) interspersed with 2-minute stationary rest periods in endurance-trained runners and untrained controls (reproduced from Yoshida and Watari,^[188] with permission). * indicates significantly ($p < 0.05$) different from untrained controls.

59

Entraînement d'endurance et Performance de Multisprints

Bien que des études ultérieures sont souhaitées pour éclaircir le problème, il semble que l'entraînement d'endurance améliorerait la performance des multisprints (Helgerud et al. 2001 cours "Déterminants de la performance d'endurance").

Hamilton et al. 1991 ont montré que des athlètes d'endurance ($\dot{V}O_{2max}$: 60,8 ml/kg/min) même s'ils avaient des pics de puissance inférieurs à ceux de joueurs de sports collectifs ($\dot{V}O_{2max}$: 52,5 ml/kg/min) sur 10 x sprints max de 6", $r=30$ ", avaient une meilleure résistance à la fatigue ($\dot{V}O_2$ plus élevés et lactatémies de récupération inférieures)

60

Conclusion

Multisprints : Efforts à prédominance anaérobie et rôle important du métabolisme aérobie pour la récupération

Rôles importants de la disponibilité de la PCr et de l'accumulation du Pi

Etant donné que ces deux facteurs sont oxygène-dépendants, un $\dot{V}O_{2\max}$ élevé permettrait d'obtenir une bonne capacité à résister à la fatigue pendant ce type d'effort;

61

Référence Principale

REVIEW ARTICLE

Sports Med 2005; 35 (9): 757-777
0112-1642/05/0009-0757/\$34.95/0

© 2005 Adis Data Information BV. All rights reserved.

Multiple Sprint Work

Physiological Responses, Mechanisms of Fatigue and the Influence of Aerobic Fitness

Mark Glaister

School of Human Sciences, St Mary's College, a College of the University of Surrey, Strawberry Hill, Twickenham, UK

62