



DEPARTEMENT DES SCIENCES DU SPORT

Laboratoire de Biomécanique et Physiologie

**ETUDE DES DELAIS DE RECUPERATION
EN AEROBIC SPORTIVE**

J.M Le Chevalier*, C. Hausswirth*, MD Martin, Grandjean V***.**

Rapport de recherche
en collaboration avec
La Fédération Française de Gymnastique

Année 2001

AS
F1
—
INS

JM LE CHEVALIER¹, C HAUSSWIRTH¹, M D MARTIN², V GRANDJEAN³

1 Laboratoire de Biomécanique et de Physiologie, Département des Sciences du Sport,

2 Chargé de la préparation physique à la Fédération Française de Gymnastique

3 Entraîneur national du groupe aérobie à l'I.N.S.E.P

I.N.S.E.P., 11 avenue du Tremblay, 75012 Paris. FRANCE

"Etude des délais de récupération en Aérobie Sportive"

L'aérobie sportive est une discipline relativement nouvelle, dont les exigences d'ordre physiologique ne sont pas toutes connues. Ainsi en est-il de la durée nécessaire pour récupérer à la suite d'un exercice. Or, l'organisation des compétitions est telle que des athlètes peuvent être appelés à disputer la finale dans une catégorie, alors qu'ils étaient en compétition peu de temps avant dans une autre catégorie. Il n'est donc pas sûr que le délai accordé pour récupérer soit suffisant pour un athlète placé dans cette situation et que, par conséquent, il soit en mesure de défendre équitablement ses chances. De fait, une étude réalisée par Ganzin et Favre-Juvin en 1996 a montré que la lactatémie pouvait atteindre des valeurs relativement élevées à la suite d'un enchaînement de compétition. Ainsi, les résultats présentés indiquent que la concentration sanguine de lactate atteint en moyenne $15,18 \text{ mmol.l}^{-1}$ à la quatrième minute et se situe encore à $14,37 \text{ mmol.l}^{-1}$ à la sixième minute de la récupération. Ces concentrations traduisent une participation importante du métabolisme aérobie, au cours d'un exercice dont la durée est de l'ordre de deux minutes. Toutefois les mesures effectuées au cours de cette étude ont été interrompues à la sixième minute. Aussi ne sommes-nous donc pas renseignés sur la suite de la récupération et sur les modalités du retour aux valeurs de repos des paramètres étudiés.

L'objet de la présente recherche est donc de préciser les caractéristiques de la récupération qui succède à un exercice simulant la compétition en aérobie sportive, afin de proposer un délai acceptable pour différer l'enchaînement d'un second exercice.

POPULATION

L'évaluation a porté sur une population volontaire de seize athlètes de niveau national et international, neuf jeunes gens et six jeunes filles, qui s'entraînaient en moyenne deux heures par jour pendant six jours de la semaine à l'INSEP. Leur participation a été précédée d'un examen médical complet et ils ont été informés du but et des procédures de l'expérimentation. Leurs caractéristiques biométriques sont présentées au tableau 1.

N° d'entrée33194.....
INSTITUT NATIONAL DU SPORT
ET DE L'ÉDUCATION PHYSIQUE
ClassementA.S.F..1.....I.N.S.

	âge (ans)	taille (ans)	poids (kg)
Jeunes gens	23,1 ± 2,6 (26 ; 17)	174,2 ± 6,2 (185 ; 168)	68 ± 4,4 (76 ; 62)
Jeunes filles	23,3 ± 5,6 (27 ; 16)	159,7 ± 2,4 (165 ; 156)	50,8 ± 2,1 (53 ; 47)

Tableau 1 : caractéristiques biométriques des athlètes qui ont participé à l'ensemble des épreuves.

MATERIELS ET METHODES DE MESURE

Les paramètres respiratoires, ventilation, fractions d'O₂ et de CO₂ de l'air expiré, ont été mesurés en continu au moyen d'un système d'analyse téléométrique (type Cosmed K4, Rome, Italie) comprenant deux unités : une unité portable, pesant environ 800 g qui permet de mesurer les différents paramètres ventilatoires et gazeux à partir de l'air expiré et une unité réceptrice qui traite et enregistre les signaux reçus de l'unité portable par télémetrie. Une calibration était effectuée avant chaque épreuve en se calant sur les valeurs de l'air ambiant (O₂ = 20,93 et CO₂ = 0,03) et en prenant en compte le degré d'hygrométrie et la pression barométrique du moment.

La valeur de la consommation maximale d'oxygène (VO₂ max) mesurée à l'issue du test correspond à la plus haute valeur des VO₂ moyennées pendant 45 secondes.

VO₂ max a été mesurée sur un tapis roulant (modèle S 2500, H.E.F., Techmachine 42166 Andrezieux-Boutheon).

La fréquence cardiaque (FC) a été enregistrée en continu pendant le déroulement des épreuves et la récupération au moyen d'un cardiofréquencemètre de type Polar xtrainer plus™ (Orec Anglet, France). Les fréquences restituées correspondent à une moyenne des valeurs effectuée toutes les 5 secondes. Le logiciel fourni avec les cardiofréquencemètres permet de récupérer et de visualiser les données enregistrées.

Le dosage des lactates sanguins a été réalisé en utilisant une méthode micro-enzymatique, au moyen d'un analyseur de lactate type Microzym-L (Sétric Génie Industriel).

Les mesures de la réserve alcaline, du pH et de la pression partielle du sang capillaire en oxygène ont été effectuées au moyen d'un analyseur portable (i-STAT, Laboratoire Abbott diagnostic, Rungis). Les dosages ont été réalisés à partir d'échantillons de sang capillaire de 100 µl prélevés au lobe de l'oreille.

La perception de la difficulté de l'exercice a été estimée par les athlètes grâce à une échelle graduée de 6 à 20 proposée par Borg en 1970, dénommée "rate of perceived exertion" ou RPE

PROTOCOLE

Evaluation au laboratoire

Estimation de la consommation d'oxygène

VO₂ max a été déterminée au moyen d'une épreuve progressive discontinue, réalisée sur tapis roulant dont la pente était fixée à 2%. Chaque palier, d'une durée de 2,30 minutes, était séparé d'un intervalle de repos de 30 secondes. Après un échauffement d'une durée de 6 minutes à 8 km.h⁻¹, la vitesse était portée à 10 km.h⁻¹ au second palier, puis augmentée de 1 km.h⁻¹ aux paliers suivants. L'épreuve était interrompue lorsque que la valeur du coefficient respiratoire dépassait 1,10, que la fréquence cardiaque maximale théorique était atteinte et, surtout, quand le sujet était épuisé et incapable de terminer le palier en cours malgré les encouragements des opérateurs.

Le seuil lactique

Un prélèvement sanguin a été effectué au lobe de l'oreille au repos et à la fin de chacun des paliers de l'épreuve. Le seuil lactique correspondant à 4 mmol.l⁻¹ (1979) a été calculé par interpolation linéaire.

La fréquence cardiaque (FC) a été enregistrée en continu pendant le déroulement du test et la récupération.

SIMULATION D'UN EXERCICE DE COMPETITION EN SALLE

Réalisation de l'exercice

Chaque athlète, préalablement équipé d'un cardiofréquencemètre de type Polar, effectuait son enchaînement, en solo ou en groupe selon sa spécialité, sur le mode de la compétition. L'enchaînement était précédé d'un échauffement d'une durée d'environ 45 minutes, laissé à l'initiative des athlètes afin de rester proche des conditions de la compétition. Cet enchaînement était suivi d'une récupération passive de 30 minutes.

Paramètres enregistrés

- La FC a été enregistrée en continu de la fin de l'échauffement à la fin de la récupération. Elle est notée aux instants suivants : immédiatement avant l'exercice, à son maximum lors de l'exercice puis, pendant la récupération aux 3^e, 6^e, 12^e, 15^e, 18^e, 23^e et 30^e minutes de la récupération.

- La lactatémie : un prélèvement sanguin a été effectué 1,30 minute avant le début de l'exercice, puis aux 3^e, 6^e, 12^e, 15^e, 18^e, 23^e et 30^e minutes de la récupération.

- Afin d'estimer la difficulté de l'exercice, l'échelle de Borg a été présentée au repos, puis immédiatement à la fin de l'exercice et ensuite à l'occasion de chaque prélèvement sanguin.

- Les mesures de la réserve alcaline, du pH et de la pression partielle du sang capillaire en oxygène n'ont pu être réalisées, pour des raisons techniques, que chez quelques athlètes. Les prélèvements sanguins (100 µl) ont été effectués au lobe de l'oreille, au repos strict pour disposer d'une valeur de référence, et immédiatement à la fin de l'exercice.

Statistiques

Une analyse de variance à un facteur avec mesures répétées sur ce facteur a été utilisée pour l'étude des cinétiques de la lactatémie, de la FC et du RPE pendant la récupération. Cette analyse a été complétée par un test post hoc de Bonferonni (logiciel StatView, Abacus Concept Inc., Berkeley, CA 94704). Pour effectuer les comparaisons entre les données de laboratoire et les données correspondantes de terrain, nous avons appliqué un test t de Student pour séries appariées.

RESULTATS

Les principales valeurs individuelles et moyennes des données déterminées au laboratoire, pour les jeunes filles et les jeunes gens sont présentées au tableau 2.

Athlètes (10 G ; 6 F)		VO ₂ max (ml.min ⁻¹ .kg ⁻¹)	Seuil (%VO2)	Seuil (%vitesse)	FC max (bat.min ⁻¹)	FC 3 min (bat.min ⁻¹)	La fin (mmol.l ⁻¹)
H o m m e s	Bou	74,9	86	82	194	134	9,5
	Bré	58,9	86	73	196	141	12,2
	Cha	65,4	82	73	196	127	11,7
	Jul	58,9	89	67	201	139	11,3
	Lor	62,2	93	83	189	132	10,8
	Pom	58,9	83	74	202	146	13,6
	Rob	55,9	83	68	199	131	13
	Sal	63,5	75	63	200	148	12,1
	Sim	56,6	88	79	208	123	9,3
	Moyenne	61,7	85	73,6	198,3	135,7	11,5
Ecart-type	5,9	5,1	6,9	5,4	8,5	1,5	
F e m m e s	Dia	43,3	83	81	199	149	10,4
	Fel	58,1	85	66	189	127	8,6
	Jos	49	96	85	194	140	9,2
	Mai	57	72	62	192	138	11,6
	Mul	54,7	85	84	178	118	7,3
	Tav	58,2	76	63	201	125	9,1
Moyenne	53,4	82,8	73,5	192,2	132,8	9,4	
Ecart-type	6,0	8,3	10,9	8,23	11,4	1,5	

Tableau 2 : valeurs individuelles et moyennes de données déterminées au laboratoire : VO₂ max, les seuils lactiques exprimés en fonction de VO₂ max et de la vitesse correspondant à VO₂ max, les fréquences cardiaques maximale (FC max) et à la troisième minute de récupération (FC 3 min), et la lactatémie de fin d'épreuve (La fin).

Les valeurs moyennes des données mesurées sur le terrain (lactatémie, FC et RPE), avant l'exercice, à la fin de l'exercice et au cours de la récupération, pour les jeunes filles et les jeunes gens, sont présentées au tableau 3.

Jeunes gens

Données	Repos	Fin exer	R 3	R 6	R 9	R 12	R 15	R 18	R 23	R 30
Lactatémie (mmol.l ⁻¹)	2,5 ± 1,1		10,2 ± 2,0	10,7 ± 2,5	9,9 ± 2,3	8,8 ± 2,2	7,2 ± 1,8	6,3 ± 1,7	5,3 ± 1,9	3,6 ± 1,0
FC (bat.min ⁻¹)	120 ± 14	191 ± 7	120 ± 10	110 ± 11	107 ± 7	107 ± 7	104 ± 9	102 ± 13	99 ± 15	97 ± 12
RPE	9,4 ± 2,2	15,6 ± 1,3	11,7 ± 1,8	10,4 ± 2,3	8,6 ± 1,3	7,6 ± 0,9	6,9 ± 0,6	6,7 ± 0,5	6,6 ± 0,5	6,6 ± 0,5

Jeunes filles

Données	Avant exercice	Fin exer	R 3	R 6	R 9	R 12	R 15	R 18	R 23	R 30
Lactatémie (mmol.l ⁻¹)	2,5 ± 2,0		10,1 ± 1,0	10,3 ± 1,4	9,6 ± 1,6	8,8 ± 1,5	7,8 ± 1,3	6,7 ± 1,2	5,5 ± 1,1	3,9 ± 0,7
FC (bat.min ⁻¹)	125 ± 16	189 ± 6	119 ± 12	104 ± 14	103 ± 12	103 ± 12	100 ± 8	103 ± 13	100 ± 12	91 ± 14
RPE	9,0 ± 3,1	16,5 ± 2,2	12,3 ± 1,6	9,8 ± 1,8	8,7 ± 2,3	7,8 ± 1,7	7,3 ± 1,4	7,2 ± 1,2	6,8 ± 0,8	6,7 ± 0,8

Tableau 3 : valeurs moyennes et écarts-types de la lactatémie, de la fréquence cardiaque (FC) et de l'indice d'estimation de la difficulté (RPE), mesurées sur le terrain au repos, à la fin de l'exercice et au cours de la récupération (R = récupération ; 3è, 6è,...30è = minutes auxquelles sont effectués les prélèvements).

Analyse statistique

Lactatémie (figure 1)

Pour l'ensemble de la population, on n'observe pas de différences significatives entre les lactatémies mesurées sur le terrain aux 3è et 6ème minutes, ainsi qu'aux 6è et 9è minutes. Cela se confirme lorsque l'on considère séparément les jeunes filles et les jeunes gens. De plus, on note dans cette éventualité que la différence entre les lactatémies mesurées aux 3è et 9è minutes n'est pas non plus significative. Ces résultats montrent que, même si la valeur moyenne de la lactatémie mesurée à la 6è minute est la plus élevée, elle demeure très proche des valeurs mesurées aux 3è et 9è minutes. En revanche, à partir de la 9è minute, s'amorce une décroissance progressive mais significative de la lactatémie jusqu'à la 30è minute.

Il est également à noter que la lactatémie mesurée à l'issue de l'épreuve de consommation maximale d'oxygène au laboratoire n'est pas significativement différente de la lactatémie mesurée à la 3è minute sur le terrain lorsque l'analyse porte sur l'ensemble de la population. Cependant, elle est significativement supérieure si l'on ne considère que le groupe des jeunes gens.

Figure 1 : évolution de la lactatémie au cours de la récupération
(Eclatée par : Sexe)

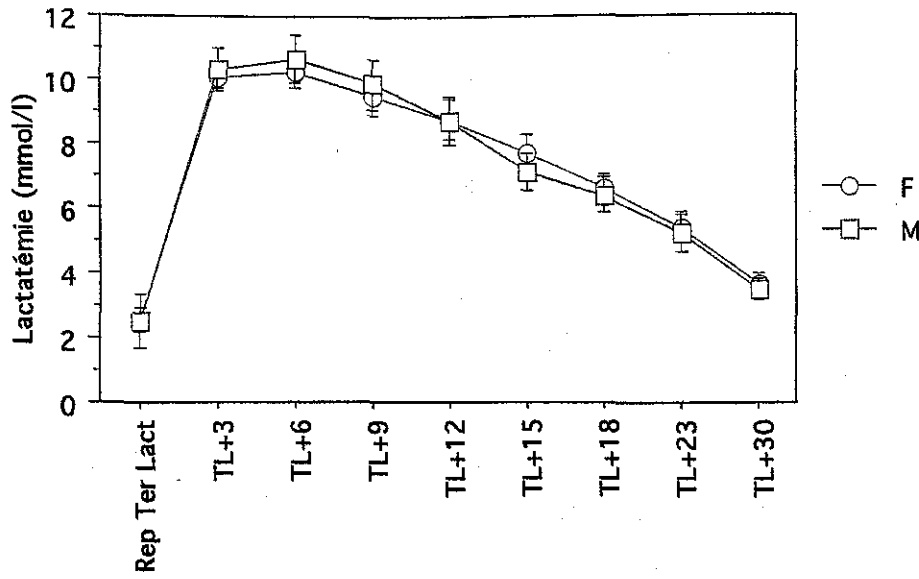


Figure 2 : évolution de la fréquence cardiaque au cours de la récupération
(Eclatée par : Sexe)

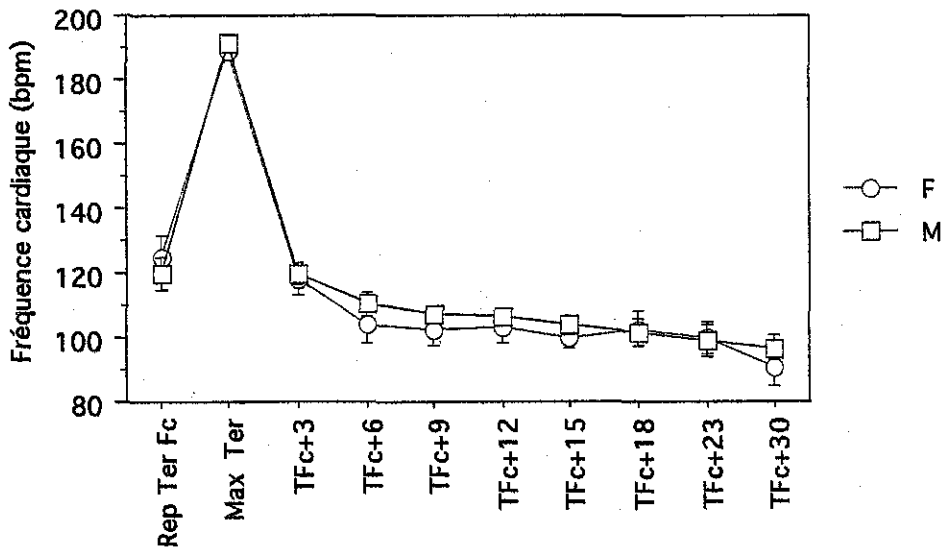
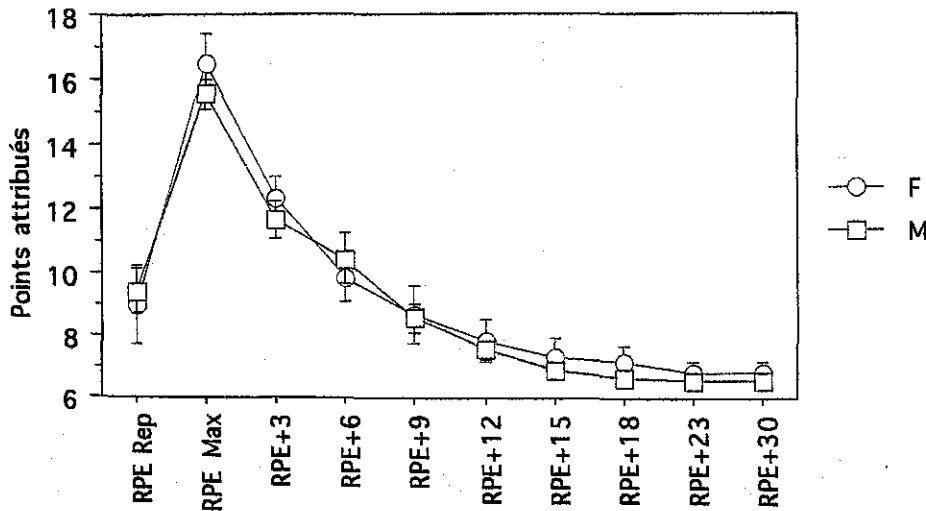


Figure 3 : évolution de l'indice de perception de la difficulté (RPE) au cours de la récupération
(Eclatée par : sexe)



Fréquence cardiaque (figure 2)

Pour l'ensemble de la population, la FC atteinte pendant l'enchaînement est significativement plus basse que la FC atteinte lors de l'évaluation pratiquée au laboratoire. Cela se vérifie également chez les jeunes gens, mais pas chez les jeunes filles, où la différence n'est pas significative.

Les valeurs mesurées à la 3^e minute de récupération au laboratoire et sur le terrain sont significativement plus élevées au laboratoire pour les deux groupes d'athlètes.

Enfin, dès la 6^e minute de récupération sur le terrain, la FC ne s'abaisse plus que très lentement. Ainsi, les différences qui existent entre les valeurs mesurées aux 6^e, 9^e, 12^e, 15^e et 18^e minutes ne sont pas significatives, quel que soit le groupe d'athlètes.

RPE (figure 3)

L'analyse statistique tend à montrer que les différences entre les points attribués par les athlètes sur l'échelle de difficulté de Borg aux différents moments des recueils de données deviennent non significatives à partir de la 9^e minute de la récupération. De plus, les points attribués aux 6^e et 9^e minutes ne sont plus significativement différents de la valeur notée avant l'exercice.

DISCUSSION

En conclusion de leur étude, Ganzin et Favre-Juvin (1995) soulignaient l'intérêt de suivre la lactatémie jusqu'au moins la dixième minute de la récupération. C'est précisément l'objectif de la présente étude, qui toutefois allonge la durée d'observation aux trente minutes qui suivent l'enchaînement et l'étend à d'autres paramètres.

La lactatémie

A l'identique des résultats de Ganzin et Favre-Juvin, la lactatémie demeure élevée jusqu'à la 6^e minute pour ensuite décroître progressivement jusqu'à la 30^e minute, où elle atteint encore, en moyenne, 3,6 mmol.l⁻¹ chez les jeunes gens et 3,9 mmol.l⁻¹ chez les jeunes filles. Des taux de lactates sanguins qui demeurent élevés jusqu'à la 6^e minute traduisent une forte participation du métabolisme anaérobie. Cette caractéristique de l'évolution de la lactatémie se retrouve lors de la récupération qui succède à des exercices intenses, dits supra maximaux (dont la puissance requise est supérieure à celle qui correspond à VO₂ max), tels qu'une épreuve de Wingate (Granier et al., 1995), ou de 400 m ou 800 m, en athlétisme (Lacour et al., 1990).

A la différence des auteurs précédents, nous n'avons pas mesuré dans la présente étude des lactatémies aussi élevées après l'enchaînement. En particulier, elles ne sont pas significativement différentes de celles que l'on mesure à la fin de l'épreuve de consommation d'oxygène.

Plusieurs raisons peuvent être avancées pour expliquer ces différences entre les deux études. D'une part, une évolution du règlement, qui limite à 1'45 ± 5 secondes la durée des enchaînements, alors que dans la précédente étude, cette durée était de 1'55 ± 10". Or, dans ce sport, les difficultés font appel, jusqu'au bout, aux capacités anaérobies des sujets.

D'autre part, les athlètes sont vraisemblablement aujourd'hui mieux préparés. L'entraînement est quotidien et procède d'une préparation programmée, fondée sur des évaluations initiales des capacités des athlètes. Parallèlement, on assiste à une évolution de la discipline où, de façon générale,

le mouvement, les enchaînements dynamiques sont privilégiés par rapport aux phases statiques et aux exercices de force.

Enfin, il semble que l'aptitude aérobie des athlètes de la présente étude soit meilleure que celle des athlètes de l'étude menée en 1995, du moins si on se fonde sur les valeurs de VO_2 max ($61,7 \pm 5,9$ vs $57,2 \pm 4,9$ pour les jeunes gens, et $53,4 \pm 6$ vs $48,2 \pm 6,3$ pour les jeunes filles). Toutefois, ceci doit être pondéré, car dans notre étude les VO_2 max ont été réalisées au moyen d'un tapis roulant, alors que dans la précédente étude une bicyclette ergométrique a été utilisée, ergomètre qui ne permet pas toujours d'atteindre des valeurs aussi élevées que sur tapis roulant, en particulier chez des individus non familiarisés à l'exercice sur bicyclette.

La valeur absolue de la lactatémie correspond à ce que l'on peut observer à l'issue d'une épreuve brève et intense telle qu'un test de Wingate réalisé par des athlètes présentant des caractéristiques similaires, des gymnastes (le Chevalier et al., 1998). Cependant, cette épreuve ne dure que 30 secondes. Les concentrations sont nettement plus élevées à la suite d'une épreuve telle que le 800m, en athlétisme, dont la durée est au moins de 1,50 minute pour les athlètes de haut niveau, durée donc comparable à celle d'un enchaînement d'aérobic sportive. En effet on mesure à l'issue d'un tel 800 m des lactatémies de l'ordre de $20-21 \text{ mmol.l}^{-1}$, des concentrations que l'on peut également observer à la fin d'un 400 m (Lacour et al., 1990).

Au plan de la lactatémie, l'effort réalisé en aérobic sportive semble donc se situer entre celui des deux types d'épreuves. La cinétique des lactates correspond à celle qui succède à un exercice intense, mais les valeurs mesurées, eu égard à la durée de l'enchaînement, ne sont pas très élevées. Cela est vraisemblablement dû à l'alternance de phases très intenses, supra maximales, et de phases plus calmes, qui peuvent être gérées sur un mode aérobie quasi exclusif. Le rôle du métabolisme aérobie par rapport au métabolisme anaérobie est d'autant plus important que l'épreuve se prolonge, ce que montrent, par exemple, les travaux de Yamamoto et Kanehisa (1995) pour des épreuves supra maximales d'une durée de 2 minutes. Déjà, dès la fin d'un test de Wingate, la consommation d'oxygène peut atteindre environ 90% de VO_2 max à (Granier et al., 1995). Et, comme le font apparaître ces auteurs, la contribution aérobie des sujets est d'autant plus forte que leur aptitude est élevée dans ce domaine.

Il ressort donc que, vraisemblablement, les enchaînements pratiqués actuellement en aérobic sportive permettent de pondérer la participation des mécanismes anaérobies et puissent, au contraire s'appuyer de façon non négligeable sur les mécanismes oxydatifs.

La fréquence cardiaque

Etudiée sur l'ensemble de la population, elle s'avère significativement plus basse que la valeur atteinte au laboratoire, qui représente en principe la FC maximale des athlètes. Si l'on admet que lors de cet effort d'une durée moyenne de 1,45 minute, la fréquence cardiaque est pour une bonne part liée à la dépense énergétique, VO_2 max ne serait pas atteinte pour nombre des athlètes pendant l'enchaînement. Cette observation est également en faveur du fait que l'effort n'est pas toujours supra maximum ni même, probablement, d'un niveau de puissance correspondant à VO_2 max.

La chute très rapide de la fréquence cardiaque sitôt l'enchaînement terminé, revenant à une valeur plus basse à la 3^e minute de récupération que celle de la 3^e minute de récupération en laboratoire va aussi dans ce sens.

RPE

La moyenne des points attribués par les athlètes revient à la moyenne de repos autour des 6^e-9^e minutes. C'est également à partir de la 9^e minute que la décroissance devient très lente. En d'autres termes, c'est à partir de ce moment, entre la 9^e et la 12^e minutes, que l'on voit apparaître des différences non significatives entre les points.

Il est à noter que la 9^e minute est également celle où s'amorce une décroissance significative de la lactatémie. Il y a donc, pour le moins, une concomitance entre ces deux indicateurs.

Le pH et les bicarbonates

Les mesures effectuées font état d'une baisse très modérée du pH (- 2%) et indiquent que la réserve alcaline a été suffisante pour réaliser le tamponnage des ions H⁺ correspondant à la production d'acide lactique (en moyenne, elle passe de 26 mmol.l⁻¹ au repos, à 17,8 mmol.l⁻¹ à la fin de l'exercice). Enfin, la pression partielle en oxygène du sang capillaire n'est pas diminuée. Ces résultats tendent à montrer que, malgré une lactatémie relativement élevée qui serait sans doute dommageable chez d'autres sujets, il n'existe pas ici de grandes perturbations métaboliques et que celles-ci sont, en tout cas, bien compensées.

CONCLUSION

Les résultats de la présente étude tendent à indiquer que, même si la lactatémie demeure relativement élevée pendant une bonne partie de la récupération, les athlètes semblent avoir récupéré une grande partie de leurs moyens à partir de la période comprise entre les 9^e et 12^e minutes. Ce qui conduit à proposer un délai de récupération de 10-12 minutes entre deux exercices.

Cependant, les valeurs atteintes pour l'ensemble des paramètres étudiés au cours de ces épreuves semblent montrer que les athlètes disposent d'une certaine réserve. Selon cette hypothèse, une évolution dans le sens d'une augmentation en intensité des exercices est prévisible, d'autant que cette discipline est jeune et toujours en évolution. Dans cette éventualité, il conviendrait de prolonger la période de récupération jusqu'à la 15^e minute.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Ganzin M, Favre-Juvin A, Castro D. Aérobie Sportive : profil physiologique de l'équipe de France. Gym Technic FFG 1996 ; 15 : 26-31.

Granier P, Mercier B, Mercier J, Anselme F. Aerobic and anaerobic contribution to Wingate test performance in sprint and middle-distance runners. Eur J Appl Physiol 1995 ; 70 : 58-65.

Kindermann W, Simon G, Keul, J. The significance of the aerobic-anaerobic transition for determination of work load intensities during endurance training. Eur J Appl Physiol 1979 ; 42 : 25-34.

Lacour JR, Bouvat E, Barthélémy JC. Post-competition blood lactate concentrations as indicators of anaerobic energy expenditure during 400m and 800m races. Eur J Appl Physiol 1990 ; 61 : 172-176.

Le Chevalier JM, Origas M, Fraisse F, Stein J.F, Colombo C, Friemel F, Jemni M, Barbiéri L, Mermet P, Thoulé B Profil physiologique de gymnastes espoirs, *GYM' technic* 1998 ; 25 : 23-27.

Yamamoto M, Kanehisa H. Dynamics of anaerobic and aerobic energy supplies during sustained high intensity exercise on cycle ergometer. *Eur J Appl Physiol* 1995 ; 71 : 320-325.

RÉSUMÉ

Objectif et méthode :

Le présent travail avait pour objet l'étude des caractéristiques de la récupération consécutive à la réalisation d'un enchaînement complet en aérobic sportive. L'évaluation a porté sur 16 athlètes (9 jeunes gens et 6 jeunes filles) de haut niveau entraînés à l'INSEP. La première partie de l'étude, réalisée au laboratoire, a permis de mesurer leur consommation d'oxygène (VO_2 max), leur fréquence cardiaque maximale (FC max) et leur lactatémie à l'issue du test. La seconde partie a consisté, sur le terrain, à effectuer une simulation de compétition. Les paramètres étudiés ont été la lactatémie, la fréquence cardiaque (FC), la difficulté de l'exercice, estimée au moyen de l'échelle de Borg (RPE) et, chez quelques athlètes, le pH et la réserve alcaline.

Résultats :

La lactatémie post exercice, mesurée à la 3^e minute, n'est pas significativement différente de la lactatémie mesurée au laboratoire à l'issue du test de VO_2 max. Elle demeure élevée de la 3^e à la 9^e minute (de 10,2 à 9,6 mmol.l⁻¹), puis amorce une décroissance significative qui va se poursuivre jusqu'à la 30^e minute, où elle se situe encore à plus de 3,5 mmol.l⁻¹.

La FC au cours de l'exercice est, lorsque la population est envisagée dans son ensemble, significativement plus basse que la FC max mesurée au laboratoire. Cependant, la différence n'est pas significative pour le groupe des jeunes filles, étudié séparément. A la 3^e minute de la récupération, la FC est plus basse à la suite de l'enchaînement qu'à la suite du test de VO_2 max, et devient quasiment stable à partir de la 6^e minute de la récupération.

L'indice RPE revient à la moyenne mesurée avant l'exercice autour des 6-9^e minutes de la récupération, puis diminue ensuite extrêmement doucement.

Le pH ne s'abaisse pratiquement pas, malgré l'élévation de la lactatémie, grâce semble-t-il au tamponnage assuré par la réserve alcaline, qui passe de 26 à 18 mmol.l⁻¹.

Conclusion

Les résultats de l'étude réalisée tendent à indiquer que, même si la lactatémie demeure relativement élevée pendant une bonne partie de la récupération, les athlètes semblent avoir récupéré une grande partie de leurs moyens à partir de la période comprise entre les 9^e et 12^e minutes. Ce qui conduit à proposer un délai de récupération de 10-12 minutes entre deux exercices.

Cependant, les valeurs atteintes pour l'ensemble des paramètres étudiés au cours de ces épreuves suggèrent que les athlètes disposent d'une certaine réserve énergétique. Selon cette hypothèse, une évolution dans le sens d'une augmentation en intensité des exercices est prévisible, d'autant que cette discipline est jeune et toujours en évolution. Dans cette éventualité, il conviendrait de prolonger la période de récupération jusqu'à la 15^e minute.