

Respostas do lactato sanguíneo e da frequência cardíaca em duas diferentes provas do automobilismo

Claudio Alexandre Gobatto¹, Ednilson Régis Mendonça² e Karin Ayumi Matsushigue³

Instituto de Biociências, Departamento de Educação Física, Unesp, *Campus* Rio Claro-SP,
Faculdade de Ciências, Departamento de Educação Física, Unesp, *Campus* Bauru-SP,
Escola de Educação Física, Universidade de São Paulo, São Paulo-SP

RESUMO

Com o propósito de caracterizar e avaliar as condições fisiológicas do atleta durante provas do automobilismo, um piloto profissional de alta *performance* foi submetido a testes de pista no Autódromo Internacional de Interlagos. Foram determinados os valores das concentrações sanguíneas de lactato e glicose de um mesmo piloto, antes e após duas provas do automobilismo: uma da Fórmula Corsa e outra do Kart, realizadas em dias diferentes. A frequência cardíaca (FC) foi registrada a cada quinze e cinco segundos durante as competições, respectivamente. As provas foram filmadas, visando a sincronização entre os acontecimentos e a resposta da FC. Visando a avaliação do condicionamento aeróbio do atleta, seu limiar anaeróbio foi determinado em um teste padronizado de campo. Os resultados referentes às concentrações de lactato ao final das provas sugerem intensidades diferentes entre as duas, sendo a F-Kart superior em relação à F-Corsa. Houve acoplamento entre a FC e o lactato sanguíneo e isso sugere que a FC, ao menos nesse piloto experiente, não está alterada pelo risco da modalidade. A resposta da FC deve estar relacionada ao esforço físico e ansiedade de vitória semelhante a qualquer outro esporte.

Palavras-chave: Lactato. Frequência cardíaca. Automobilismo. Limiar anaeróbio.

1. Professor Assistente Doutor – Unesp – Rio Claro; Doutor em Fisiologia e Biofísica pela Unicamp.
2. Graduado em Educação Física pela Unesp – Bauru; Professor da Rithmus Academia de Bauru.
3. Mestre e Doutoranda em Biodinâmica – EEF-USP.

Endereço para correspondência:

Claudio Alexandre Gobatto
Unesp – Departamento de Educação Física
Av. 24-A, 1.515 – Bairro Bela Vista
13506-900 – Rio Claro, SP
E-mail: cgobatto@uol.com.br

ABSTRACT

Responses of blood lactate and heart rate on two different car race events

The purpose of the study was to characterize and to evaluate the athlete's conditions during two different car race events. A professional pilot was submitted to tests in the international race track of Interlagos – Brazil. Blood lactate and blood glucose were determined before and after the races (formulas Corsa and Kart), held on different days. The heart rate (HR) was registered every fifteen seconds and five seconds during the competitions, respectively. The races were filmed, aiming at the synchronization among the race events and the HR recordings. The aerobic conditioning of the pilot was determined through the anaerobic threshold in a standardized field test. The results of the blood lactate at the end of the races point to different intensities between the two races, F-Kart being higher than F-Corsa. There was correlation between HR and the blood lactate and this suggests that the HR, at least in that experienced pilot, is not altered by the stress of the modality. The response of the HR may be related to the physical effort and anxiety to win just as in any other sport.

Key words: Lactate. Heart rate. Race car. Anaerobic threshold.

INTRODUÇÃO

A intensidade do exercício pode ser estimada a partir de um marcador sanguíneo, o lactato¹. A concentração de repouso do lactato varia, no sangue, entre 0,7 e 1,0mM e, no exercício, esse valor pode ser bastante aumentado, chegando a atingir concentrações de até 20,0-25,0mM. Outros autores² sugerem a existência de um limiar aeróbio, quando o lactato sanguíneo atinge a concentração de 2,0mM e um limiar anaeróbio (LAN) correspondente à intensidade máxima de esforço capaz de ser mantido pelo predomínio energético do sistema aeróbio³. O LAN é alcançado quando o valor de lactato sanguíneo é de 4,0mM^{4,5}. Isso tem

auxiliado na caracterização de esportes, especialmente os intermitentes, classificando-os em aeróbios ou anaeróbios lácticos, de acordo com a concentração sanguínea de lactato obtida durante a realização da competição. Obviamente, tal critério não se aplica a atividades aláticas. Entretanto, uma mesma modalidade esportiva intermitente pode apresentar diferentes variantes, como exemplos, o vôlei de quadra, vôlei de areia, vôlei 4x4, futebol *society*, *beach soccer*, tênis em diferentes pisos, etc. No caso do automobilismo, as diferentes categorias de provas dificultam a identificação precisa da intensidade de esforço dessa modalidade. O tricampeão mundial de Fórmula 1, Nelson Piquet, sugeriu alguns anos atrás em um programa de TV que, guardadas as devidas proporções, a única categoria do automobilismo parecida com a F1, em termos de desgaste do piloto, é o Kart. Em corridas de carros, tem sido usual o controle da frequência cardíaca do piloto nos boxes, através de telemetria, visando melhor acompanhamento das suas respostas fisiológicas. Entretanto, muitas atividades intermitentes não apresentam acoplamento entre a frequência cardíaca e a intensidade metabólica do esforço, especialmente em função do trabalho de membros superiores⁶. O objetivo deste estudo foi comparar algumas respostas fisiológicas de um piloto, frente a duas provas de categorias distintas do automobilismo. As categorias analisadas foram as Fórmulas Kart e Corsa. Dessa forma, este estudo objetivou especificamente:

- Determinar as concentrações sanguíneas de lactato e glicose ao final de provas de Fórmula Kart e Fórmula Corsa;
- Registrar através de telemetria as respostas da frequência cardíaca nas duas modalidades de corridas;
- Comparar os resultados obtidos de frequência cardíaca do limiar anaeróbio com os registros da frequência cardíaca de prova;
- Identificar possíveis respostas da frequência cardíaca ao estresse da prova, no que diz respeito à disputa de posições.

METODOLOGIA

Sujeito

O piloto estudado foi um competidor de alto rendimento nas categorias envolvidas no relato.

Testes

Foram determinados o limiar anaeróbio (Lan) e a frequência cardíaca do Lan do piloto, em testes de campo, realizados na pista de atletismo da Unesp-Campus de Bauru. Foram também realizados testes em situações de provas de automobilismo. Destes, um envolveu avaliação em

uma prova de fórmula Corsa e outro em uma corrida de Kart. Esses testes foram realizados, respectivamente, no Autódromo e Kartódromo Internacional de Interlagos – São Paulo.

Análise antropométrica

O piloto foi submetido a análises de peso e estatura, utilizando uma balança antropométrica Micheletti, modelo GS1010. As medidas de índice de massa corporal, massa magra, gordura corporal, água corporal, relação massa magra/gordura e gasto energético basal foram determinadas a partir de teste de bioimpedância, utilizando o equipamento *Quantum bia-101q-RJL Systems*. Para isso foram observados os cuidados com a hidratação do atleta, necessários para esse tipo de avaliação.

Frequência cardíaca durante as provas:

O atleta teve monitorados os registros de frequência cardíaca no teste de Lan e durante as provas de Fórmulas Kart e Corsa com o uso de um freqüencímetro Polar, modelo *Vantage Night Vision*. Os registros foram gravados pelo receptor a cada 15 segundos para a F-Corsa e a cada 5 segundos para a F-Kart.

Determinação do limiar anaeróbio (Lan):

Em pista de atletismo, foram realizadas três corridas de 1.200 metros, com velocidades progressivamente aumentadas, com intervalos de 15 minutos entre as corridas. Após 1, 3 e 5 minutos do final de cada corrida foram coletadas amostras sanguíneas (25µl), para análise do lactato e glicose circulantes. O limiar anaeróbio foi determinado pela interpolação linear da curva lactato de pico x velocidade, sendo o Lan a velocidade correspondente à concentração de lactato de 4mM (OBLA⁷).

Testes nas provas de automobilismo:

Na F-Corsa, foram coletadas duas amostras de sangue (25µl) para a determinação da concentração do lactato e glicose, sendo uma em repouso, nove minutos antes do início da prova, e a segunda, logo após o término da competição. Na F-Kart, realizaram-se cinco coletas de sangue, duas antes da corrida em repouso e três amostras imediatamente após a competição, a um, três e cinco minutos do término da prova.

Análise sanguínea:

As amostras de sangue para análise das concentrações de ácido láctico e glicose foram coletadas do lóbulo da orelha, utilizando lancetas descartáveis e tubos capilares heparinizados calibrados para 25µl, sendo o sangue depositado em tubos *Eppendorf* (1,5ml) contendo 50µl de NaF

TABELA 1
Características antropométricas do atleta do automobilismo (RCG) estudado no trabalho

Atleta	Idade (anos)	H (cm)	PC (kg)	% G	% M C M	% H ₂ O	IMC (kg/m ²)	MM / MG
RCG	36	167,5	62,6	15 %	86 %	64 %	22,3	5,3

H = estatura; PC = Peso corporal; %G = Percentagem de gordura corporal; %MCM = Percentagem de massa corporal magra; %H₂O = Percentagem de água corporal; IMC = índice de massa corporal; MM/MG = razão massa magra/massa de gordura corporal.

TABELA 2
Velocidade do limiar anaeróbio (LAN) e frequência cardíaca do LAN, determinados em testes padronizados em pista de atletismo

	Limiar anaeróbio		Frequência cardíaca do limiar
	(m/min)	(km/h)	(bpm)
Piloto	165	9,90	159

(fluoreto de sódio) a 1%. As amostras foram analisadas em um lactímetro eletroquímico modelo *YSI 2300 Stat* (Yellow Spring Inc, EUA).

Protocolo experimental:

Fórmula Corsa: O acompanhamento ao atleta teve início 25 minutos antes da prova, observando todos os seus movimentos, até 15 minutos e 45 segundos após o final da corrida. Durante a corrida o acompanhamento do carro foi feito visualmente da torre de cronometragem do Autódromo de Interlagos, onde há visão sobre toda a pista, tornando assim possível a observação e registros das principais manobras e disputa de posições.

Fórmula Kart: Na prova de Kart, os registros do movimento do carro foram realizados do alto de um observatório, localizado na metade da grande reta do circuito, com o uso necessário de uma filmadora S-VHS, já que os registros manuais de manobras durante esta prova são inviáveis, devido à velocidade e ao grande número de movimentos em curto período de tempo. O uso da filmadora possibilitou posterior análise da gravação, com o recurso *slow motion*.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As características antropométricas do atleta podem ser observadas na tabela 1. Esses dados revelam condições satisfatórias para a prática da modalidade. A baixa estatura parece ser indicada principalmente para o Kart, embora tenhamos verificado a presença de pilotos bastante altos

TABELA 3
Concentrações de lactato e glicose em provas de Fórmula Corsa e Fórmula Kart, antes e imediatamente após o final de competições válidas pelos campeonatos, níveis brasileiro e paulista, respectivamente

	Lactato sanguíneo (mM)		Glicose sanguínea (mg/100ml)	
	Repouso	Após prova	Repouso	Após prova
Fórmula Corsa	1,30	2,00	95,5	113,9
Fórmula Kart	0,72	7,56	96,9	79,8

participando nessa categoria. A percentagem de água corporal foi determinada através de bioimpedância, tendo sido realizadas várias medidas para chegar a esse valor médio (tabela 1). O percentual de gordura do piloto esteve no limite superior da faixa considerada normal.

O valor do limiar anaeróbio do piloto pode ser considerado baixo, semelhante ao de indivíduos sedentários do mesmo sexo e idade, o que indica uma condição aeróbia ruim (tabela 2).

Com relação aos valores sanguíneos de lactato e glicose antes e após as provas, verificamos baixa diferença entre as concentrações de lactato antes (pré) e após (pós) a realização da competição de fórmula Corsa. Nessa prova, a glicemia do piloto esteve dentro dos valores considerados normais. Por outro lado, para a competição de Fórmula Kart, os valores de lactato sanguíneo estiveram bastante elevados ao término da competição. Além disso, apesar de a glicemia ter-se mantido em concentrações aceitáveis, apresentou tendência de decaimento (tabela 3). No Kart, dessa forma, a intensidade de esforço se mostra maior que na F-Corsa. No Kart, os movimentos são mais intensos e o controle do carro exige, segundo informações dadas pelo piloto, maior resistência muscular aplicada ao volante. Esse trabalho estático reduz o fluxo sanguíneo, especialmente dos membros superiores, aumentando o metabolismo anaeróbio láctico⁸. Isso ocorre principalmente pela maior velocidade relativa do Kart, que impede momentos de relaxa-

TABELA 4
Frequência cardíaca (bpm) média, máxima e total em provas de Fórmula Kart e Corsa

	FC média (bpm)	FC máxima (bpm)	Total de batimentos nas provas
F-Corsa	163 ± 9 (n = 185)*	178	7.492
F-Kart	187 ± 5 (n = 83)#	205	4.635

* Os resultados são médias ± desvio-padrão, com o número de registros entre parênteses.

Diferença significativa (p < 0,01) em relação à F-Corsa (teste t não pareado).

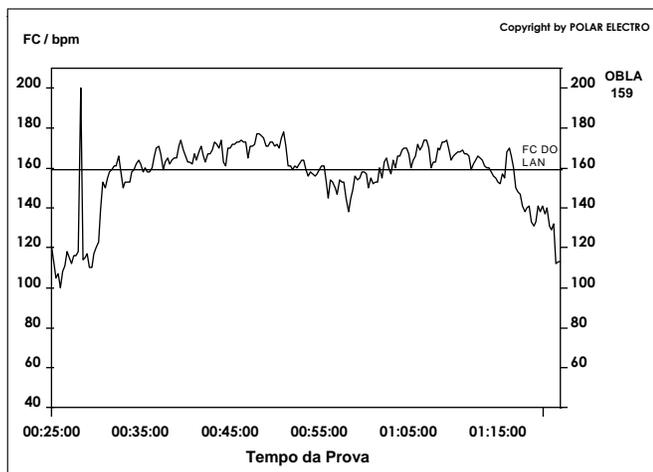


Fig. 1 – Registros da frequência cardíaca do piloto antes, durante e após a prova de Fórmula Corsa

mento muscular. Na F-Corsa, o trabalho isométrico é menor, o que possibilita maior fluxo sanguíneo.

As diferenças de intensidades entre as duas modalidades foi ainda mais evidente pelo comportamento da frequência cardíaca frente às duas competições. Para a Fórmula Corsa, os valores da FC se mantiveram próximos aos da FC do limiar anaeróbio, indicando, nessa intensidade, características de predominância aeróbia para essa modalidade do automobilismo (tabela 4, figura 1). Para a prova de Kart, entretanto, a FC esteve bastante acima da do limiar anaeróbio durante a prova, sugerindo a existência de um significativo componente anaeróbio nessa prova (tabela 4, figura 2). Tanto para a F-Corsa, como para a F-Kart, a frequência cardíaca esteve acoplada ao lactato sanguíneo. Esse comportamento fisiológico foi anteriormente relatado em tarefas intermitentes, em pista e laboratório^{9,10}, embora outros autores não tenham encontrado qualquer correlação entre esses parâmetros em outras modalidades⁶. As diferentes respostas da FC em relação às duas modalidades do automobilismo devem ter como principal consequência o maior trabalho muscular estático relatado na F-Kart¹¹.

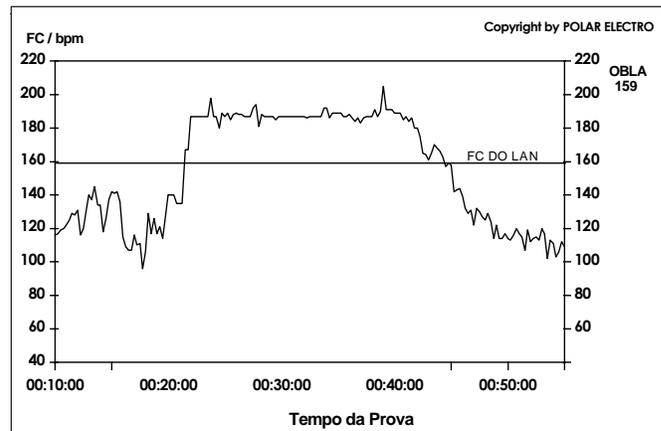


Fig. 2 – Registros da frequência cardíaca do piloto antes, durante e após a prova de Fórmula Kart

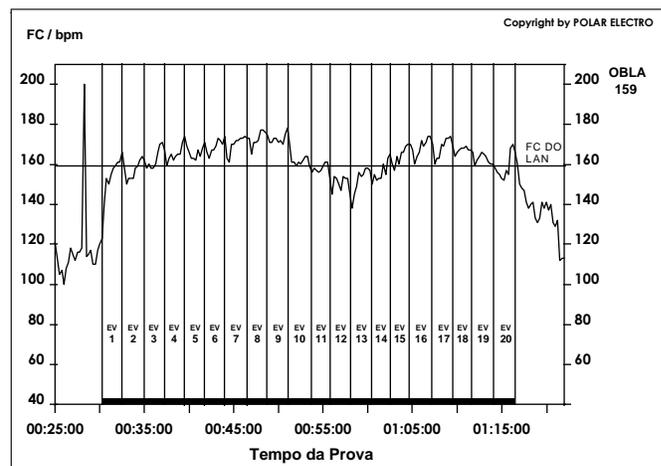


Fig. 3 – Registros da frequência cardíaca do piloto referente aos eventos durante a prova de Fórmula Corsa

Ainda com relação às respostas da FC durante as provas de Corsa e Kart, um dos dados bastante interessantes foram os repetidos registros observados durante a prova da Fórmula Corsa referentes a cada volta da pista, o que denominamos eventos (figura 3). Isso indica uma exigência física característica do traçado do autódromo e deve ser, portanto, diferente para cada pista, sendo assim uma resposta fisiológica à intensidade do exercício, já que a FC pode ser considerada um indicador de esforço¹². Além disso, a análise dos eventos revela que os valores da FC são tão mais elevados quanto o nível de disputa em que se encontra o piloto por melhores posições. No evento 4 (figura 3), o piloto arrisca uma manobra e perde três posições, no 5 continua forçando melhores resultados e sai da pista, “rodando” em uma curva. O interessante é que não há uma elevação significativa da FC nesse evento, sugerindo total ambientação do piloto a esses episódios. Esse reduzido estado de estresse frente ao perigo foi relatado em outra

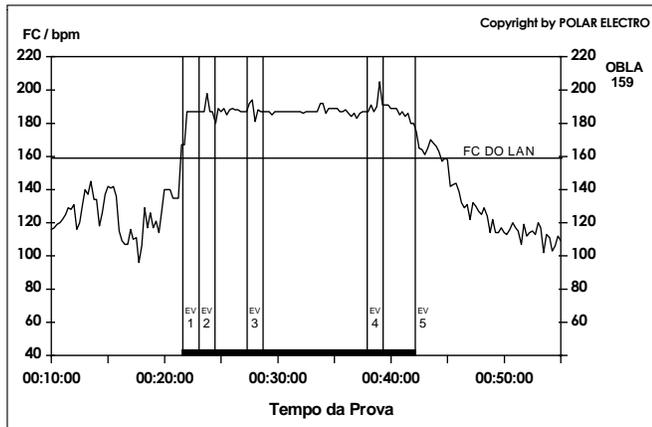


Fig. 4 – Registros da frequência cardíaca do piloto referente aos eventos durante a prova de Fórmula Kart

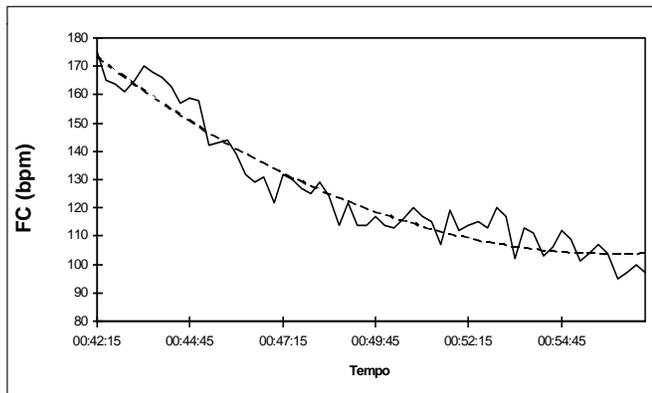


Fig. 6 – Registros da frequência cardíaca do piloto 15 minutos e 45 segundos após o término da prova de Fórmula Kart

modalidade de elevado risco, o pára-quedismo, em que os praticantes mais experientes apresentam, durante as fases do salto, elevação da FC com menor amplitude que os iniciantes na modalidade¹³.

Na seqüência da figura 3, no evento 6, o carro volta à pista e o piloto sofre pressão de outros concorrentes até que, a partir do evento 9, o piloto passa a correr sozinho até a volta n° 15, quando volta a ser ameaçado por outro piloto até o final da corrida. Nesse período, verifica-se novamente o aumento da FC, o que confirma o fato de a resposta mais intensa do trabalho cardíaco estar atrelada à disputa de posições e não ao estresse do perigo de acidente, próprio da modalidade. O piloto terminou a prova na 18ª posição, uma participação bastante discreta desse competidor, acostumado a boas posições. A recuperação pós-prova promoveu restauração da FC inicial (94bpm) em menos de 22 minutos, período de tempo no qual foi mantido o frequencímetro Polar junto ao piloto.

No caso da Fórmula Kart, provavelmente devido à elevada FC durante toda a prova e em função da maior veloci-

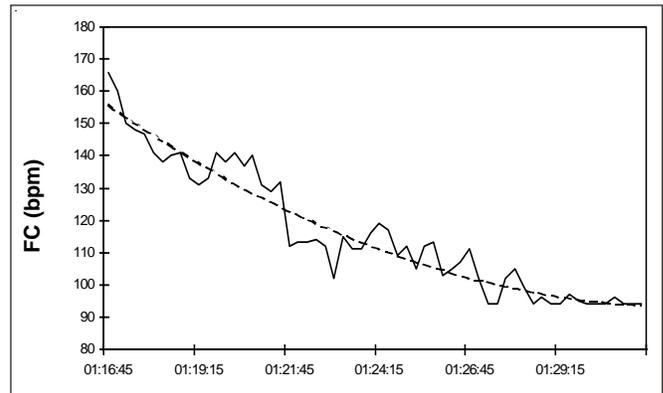


Fig. 5 – Registros da frequência cardíaca do piloto 15 minutos e 45 segundos após o término da prova de Fórmula Corsa

dade relativa dos carros, pelo menor tamanho da pista, os eventos não puderam ser determinados por dados repetitivos e, sim, por ocorrências analisadas após a prova, a partir do acompanhamento da corrida com uso de videocassete. Assim, foram destacados cinco eventos durante os 20 minutos e 45 segundos de competição (figura 4). No evento 1 o aumento da FC se deu pelo fato do início da prova, na qual os carros são “lançados”, ou seja, a largada se dá com os carros em movimento e o piloto se preocupa muito em não sair de sua posição no *grid* de largada, mesmo em movimento, o que, caso contrário, “queima” a largada, forçando um novo início. No evento 2, a FC aumentou no momento em que o piloto disputava e perdia a 1ª colocação para um oponente. O evento 3 relata a recuperação da primeira posição, a qual se mantém, com estabilização da FC até sua aproximação com um retardatário (evento 4). A partir daí, a FC volta a aumentar, provavelmente devido à maior atenção quanto à disputa, no sentido de não perder a primeira posição e impedir que o retardatário, teoricamente menos habilidoso, o prejudicasse em uma manobra desastrosa. O evento 5 destaca o final da prova, com rápida queda da FC do piloto.

Após 15 minutos e 45 segundos do término das provas, o piloto na corrida de Corsa recuperou totalmente a frequência cardíaca, atingindo valores de repouso aos 13 minutos (figura 5). Para a prova de Kart, entretanto, o competidor não restaurou totalmente a frequência cardíaca nesse intervalo de tempo (figura 6). Na verdade, após 22 minutos do final da corrida de Kart a FC do sujeito ainda estava superior à de repouso. Esses dados estão acoplados às concentrações de lactato sanguíneo presentes após as provas, o que deve manter estímulos humorais aos centros cardiorrespiratórios¹¹. A recuperação da FC apresenta dois componentes de restauração, sendo um rápido e outro lento. A recuperação rápida está ligada a aspectos neurais, com aumento do tônus parassimpático, ao passo que o componen-

te lento está relacionado a parâmetros humorais, nos quais o lactato em concentrações elevadas parece reduzir a velocidade de recuperação da FC. Dessa forma, tendo a prova de Kart acumulado mais lactato sanguíneo, é esperado que a restauração da FC nessa corrida tenha velocidade inferior à observada na outra categoria.

Quanto aos aspectos aplicáveis de nossas observações, no que diz respeito à orientação de pilotos, vale a pena destacar que, sendo a restauração do lactato sanguíneo de um atleta diretamente proporcional ao condicionamento aeróbio¹⁴, quanto melhor este for, mais rápida será tal remoção. Em algumas competições de F-Kart, os treinos de qualificação para o *grid* de largada e o treino livre ocorrem no mesmo dia da corrida. Dessa forma, devem ser sugeridos programas de treinamento aeróbio para esses atletas, visando a mais rápida recuperação do piloto entre os períodos de tomadas de tempo-treinos com a prova propriamente dita.

Após a corrida de F-Kart, o piloto relatou que o esforço físico foi grande e que se encontrava muito cansado, ao contrário do relatado na F-Corsa. Esse cansaço é esperado se observadas as concentrações sanguíneas de lactato ao final da prova de Kart. Tem sido associada a indução de fadiga por acidose, com elevada correlação quando os valores circulantes de lactato ultrapassam 5mM^l. Ainda no Kart, o piloto queixou-se de dores na cintura escapular, membros superiores e musculatura da região do pescoço. A partir desses relatos, sugerimos para o automobilismo uma preparação física adequada às características que en-

volvem as corridas (aeróbia e anaeróbia). Os pilotos devem estar preocupados com a condição aeróbia, sem deixar de lado exercícios de resistência muscular localizada e tolerância à acidose (com trabalhos isométricos e isocinéticos), com atenção especial às regiões mais exigidas.

Como conclusões de nossa observações, podemos sugerir que:

- As provas de Fórmula Kart são mais intensas que as da Fórmula Corsa;
- A FC parece estar acoplada à concentração de lactato nessas modalidades do automobilismo;
- A FC é um bom indicador de intensidade de esforço em corridas de automobilismo e parece não refletir medo relacionado ao perigo de acidentes em pilotos experientes;
- O aumento da FC durante corridas de automobilismo está associado à disputa de posições, na direção similar a qualquer outra modalidade desportiva;
- É necessário um programa de condicionamento físico aeróbio, associado à resistência muscular geral e tolerância à acidose, especialmente em membros superiores, cabeça e pescoço, visando melhorar a *performance* do atleta durante a corrida.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o apoio financeiro da Fapesp (proc. N° 1995/5778-0), ao piloto submetido aos testes e aos organizadores das Provas de Corsa e Kart, que facilitaram a realização da coleta de dados.

REFERÊNCIAS

1. Jacobs I. Blood lactate: implications for training and sports performance. *Sports Med* 1986;3:10-25.
2. Kindermann W, Simon G, Keul J. The significance of the aerobic-anaerobic transition for the determination of work load intensities during endurance training. *Eur J Appl Physiol* 1979;42:25-34.
3. Mader A, Heck H, Hollmann W. Evaluation of lactic acid anaerobic energy contribution by determination of post-exercise lactic concentration of ear capillary blood in middle-distance runners and swimmers. *Axer Physiology* 1978;4:87-94.
4. MacDougall JD, Wenger HA, Green HJ. Physiological testing of the high-performance athlete, 2nd ed. Champaign, IL: Human Kinetics, 1991.
5. Heck H, Mader A, Hess G, Mücke S, Müller R, Hollmann W. Justification of the 4-mmol/l lactate threshold. *Int J Sports Med* 1985;6:117-30.
6. Ramos RS, Lopes ES, Leonel L, Rocha R, Matsushigue KA, Gobatto CA. Treinamento aeróbio em bailarinas: influência sobre a realização de coreografias de 4 e 8 minutos de duração. *Revista Paulista de Educação Física* 1995;9:26-36.
7. Sjodin B, Jacobs I. Onset of blood lactate accumulation and marathon running performance. *Int J Sports Med* 1981;2:23-6.
8. Roi GS, Mevio M, Occhi G, Gemma S, Facchini R. Functional assessment of high level ICE-dancing. *J Sports Med Phys Fitness* 1989;29:189-93.
9. Balikian Jr P. Utilização da frequência cardíaca para a determinação da intensidade de esforço correspondente ao limiar anaeróbio no ciclismo de campo. *Motriz* 1997;3:63.
10. Foster C, Fitzgerald DJ, Spatz P. Stability of the blood lactate-heart rate relationship in competitive athletes. *Med Sci Sports Exerc* 1999;31:578-82.
11. Asmussen E. Similarities and dissimilarities between static and dynamic exercise. *Circ Res* 1981(Suppl 1);48:I3-I10.
12. Karvoen J, Vuorimaa T. Heart rate exercise intensity during sports activities. Practical application. *Sports Med* 1988;5:302-12.
13. Fenz WD, Jones GB. Individual differences in physiologic arousal and performance in sport parachutists. *Psychosom Med* 1972;34:1-8.
14. Donovan CM, Brooks GA. Endurance training affects lactate clearance, not lactate production. *Am J Physiol* 1983;244:E83-E92.