

**NÍVEIS DE LACTATO SANGÜÍNEO E O COMPORTAMENTO CINEMÁTICO DE
CRIANÇAS EM PROVAS DE 50 E 100 m RASOS**

Autor:

Juliano Dal Pupo

Orientador:

Ivon Chagas da Rocha Junior

Universidade Federal de Santa Maria

Santa Maria – RS – Brasil

Endereço do autor:

Juliano Dal Pupo

Universidade Federal de Santa Maria

Centro de Educação Física e Desportos

Bairro Camobi

Avenida Roraima, nº. 1000

Santa Maria - RS

CEP: 97105-900

RESUMO

Este estudo teve como objetivo verificar, em indivíduos de 11 a 13 anos, a produção de lactato sanguíneo e o comportamento cinemático em provas de 50 e 100 m rasos. A cinemática refere-se à análise da curva de velocidade e de algumas variáveis analisadas ao final destas provas. Fizeram parte deste estudo 14 indivíduos que já passaram por um processo de treinamento em corridas de velocidade, sendo 7 do gênero masculino, com idade média de $12,35 \pm 0,83$ anos, e 7 femininos, com idade média de $12,61 \pm 0,70$ anos. Para obtenção da curva de velocidade foi realizada uma filmagem de toda a extensão da corrida através do método “panning”. As demais variáveis cinemáticas foram obtidas por meio de videografia bidimensional, utilizando-se uma câmera de vídeo do sistema *Peak Motus*, operando à 180 Hz. Para obtenção dos valores de lactato, uma amostra de sangue foi coletada do lóbulo da orelha, sendo posteriormente analisada em um lactímetro. Os sujeitos realizaram as provas de 50 e 100 m rasos, em sessão específica para este fim. Os resultados mostraram que a curva de velocidade possui características diferentes nas duas provas. O pico de velocidade é alcançado em ambas aos 40m, porém correspondendo aos 80% da prova nos 50m rasos e apenas aos 40% nos 100m. As variáveis cinemáticas que sofreram alterações significativas entre as duas corridas foram: aumento do tempo da fase de suporte nos sujeitos masculinos, redução da frequência da passada nos sujeitos femininos e da velocidade média final em todos os sujeitos ao final dos 100m em comparação ao final dos 50m. Houve diferenças significativas na concentração de lactato entre as três situações analisadas. Conclui-se que houve maior comprometimento da performance ao final dos 100m, em função de alterações de algumas variáveis cinemáticas e de um maior acúmulo de lactato, ocasionando a incidência de fadiga muscular. Desta forma, parece ser mais apropriado para crianças realizar 50 m, onde a fadiga não comprometa a realização do gesto técnico eficiente e mantenham-se as características de uma corrida de velocidade.

Palavras-chave: crianças, corridas de velocidade, lactato sanguíneo, cinemática

ABSTRACT

The purpose of this study was to verify, in individuals aged between 11 and 13 years, the production of blood lactate and the kinematic behavior in 50 e 100 m dash. The kinematic consisted of the speed curve and some variables analyzed in the end of these runnings. Fourteen individuals that already had passed for a process of training in speed races had been part of this study, being 7 male, with average age of $12,35 \pm 0,83$ years, and 7 female, with average age of $12,61 \pm 0,70$ years. It was recorded all extension of the running through the “panning” method for obtain the speed curve. The kinematic analysis was made through bidimensional videography using a video camera of *Peak Motus* system, operating at 180 Hz. A blood sample was collected from lobe of the ear to obtain the lactate concentration. The individuals performed 50 and 100 m dash, at maximum speed. The results had shown that the speed curve has different characteristics between the runnings. The speed peak is reached in both at 40m, however, corresponding 80% of the running in 50m and only 40% in 100 m. The kinematic variables that had presented significant differences are: increase of the time of the support phase in the male individuals, decrease of the stride frequency in the female individuals and average speed in all individuals in the end of 100m in comparison to the end of 50m. It had significant differences of the lactate concentration between situations analyzed. It is concluded that there was lost of the performance in the end of 100m, in function of alterations of some kinematic variables and possibly in function of a greater accumulation of lactate, causing incidence of muscular fatigue. Thus, it seems to be more appropriate for children perform 50 m, running in witch the fatigue doesn't compromise of accomplishment the efficient gesture technician and maintain the characteristics of a speed race.

Key-words: children, speed races, blood lactate, kinematic

INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, tem-se visto o crescimento e o maior envolvimento de crianças e jovens em competições de várias modalidades esportivas, tanto em nível escolar como de federação. A participação deste público “especial” no esporte tem requisitado a necessidade de certas adaptações ou adequações das provas em relação àquelas tradicionalmente realizadas por adultos, como redução no tamanho de bolas, raquetes, distâncias, etc., sendo tais adequações necessárias em função das limitações morfofisiológicas destes indivíduos. No atletismo não é diferente, nas modalidades de lançamentos, por exemplo, os implementos são menores e mais leves e nas corridas as distâncias são mais reduzidas. No entanto, tem-se percebido, por parte de alguns órgãos federativos, uma despreocupação ou intolerância na elaboração dos programas atléticos que atendam estas necessidades. Um caso específico e que foi o fator motivante deste estudo é a eleição de provas de velocidade para as categorias de base (mirins) em competições escolares do estado do RS, na qual convencionou-se o uso dos 100 m rasos, sendo esta usualmente realizada para adultos, ao invés de 50 ou 60 m, distância esta indicada inclusive pelas federações de atletismo.

A corrida de 100 m rasos tem como característica a manifestação da velocidade na sua forma máxima em grande parte da prova, exigindo esforços máximos do atleta. Para corredores adultos e treinados, a realização destes esforços normalmente é feita sem demandas extremas do sistema neuromuscular. No entanto, quando realizada por crianças, esta mesma prova atlética possivelmente tornar-se-á de mais difícil execução e exigirá uma demanda superior à dos adultos, devido às limitações neuromusculares presentes nesta população ⁽¹⁾. Em função da distância a ser percorrida nos 100 m rasos, as crianças necessitarão requisitar possivelmente, além de velocidade máxima, grande capacidade de resistência de velocidade, capacidade esta ainda pouco desenvolvida nestes indivíduos ⁽²⁾. Desta forma, devido ao elevado nível de esforço a ser desempenhado para tentar adquirir e

manter a máxima velocidade, característica fundamental destas provas, as crianças poderão encontrar dificuldades na realização eficaz da técnica da corrida, já que para isso é necessário um movimento altamente coordenado até a linha de chegada.

Em comparação ao adulto, a criança e o adolescente são ainda deficitários quanto ao potencial anaeróbico e apresentam menores valores de lactato sanguíneo em resposta ao exercício ⁽³⁾. Essa diferença tem determinantes fundamentais de natureza bioquímica e entre os principais fatores parece ser a menor taxa da enzima fosfofrutoquinase (PFK) presente na musculatura de garotos quando comparado à de adultos ⁽¹⁾. A ação desta enzima é ponto chave na regulação da glicólise anaeróbica, mas, em situações que ocorrem o acúmulo excessivo de ácido láctico na célula, há inibição desta enzima, reduzindo a produção de energia (ATP) através desta via energética e a tolerância ao esforço realizado ⁽⁴⁾. Durante a realização de uma corrida de 100 m rasos por crianças de até 13 anos, mesmo que de bom nível de treinamento, a prova estende-se além dos 12 s de duração, tempo este que, sob exercícios extenuantes, requisitar-se-á possivelmente também o metabolismo anaeróbico láctico para produção de energia ⁽⁴⁾. Tendo em vista que a adaptação a exercícios máximos e a capacidade anaeróbica láctica destes indivíduos ainda são pequenas ^(1,3), pode-se pensar que a realização desta corrida poderá ser uma atividade láctica e, portanto, exaustiva.

Uma das formas de se avaliar o nível de intensidade do esforço é determinar a concentração de lactato sanguíneo presente na corrente sanguínea após o exercício. De acordo com pesquisas ⁽⁵⁾, concentrações de lactato sanguíneo superiores a 5 mmol/l estariam associados à fadiga pela acidose. A presença da fadiga muscular tem sido relacionada com a alteração do gesto técnico dos corredores e a redução do desempenho dos atletas. Segundo Hegedus ⁽⁶⁾, níveis acima de 10 mmol/l de lactato, em adultos, têm determinado anomalias na fluidez e coordenação das corridas. Nesse sentido, a análise cinemática tem sido um importante recurso para avaliar o desempenho técnico dos atletas nestas situações. De acordo

com análise realizada por Tupa et al. ⁽⁷⁾, ao final de provas realizadas por adultos como os 100 m rasos pode haver incidência de fadiga, podendo conseqüentemente reduzir a velocidade de deslocamento e causar mudanças na técnica da corrida.

Tendo em vista que a incidência de fadiga e alterações na técnica ao final dos 100m ocorram em atletas adultos, comprometendo o desempenho, presume-se que em crianças este comportamento ocorra em proporções maiores. No entanto imagina-se que, em uma prova de velocidade com distância menor, como 50 m rasos, onde há o predomínio da velocidade em sua forma máxima na maior parte da prova, estas alterações técnicas e a incidência de fadiga não sejam tão acentuadas, comprometendo menos o desempenho, tornando-se assim mais indicadas para crianças.

Baseado nestes pressupostos e com a intenção de avaliar a relação entre nível de esforço, fadiga e alterações técnicas em corridas de velocidade para crianças, este estudo teve como objetivo verificar e comparar, em indivíduos de 11 a 13 anos, a produção de lactato sangüíneo e o comportamento cinemático em provas de 50 e 100 m rasos, realizadas à máxima velocidade. O comportamento cinemático refere-se à descrição da curva de velocidade do início ao fim do percurso e também a análise de algumas variáveis cinemáticas ao final da corrida, sendo que estas serão os indicadores das condições técnicas em que o atleta estará completando a prova. A razão principal deste estudo está ancorada no fato de que, os seus resultados, provenientes de uma investigação pluridisciplinar, poderão servir de parâmetro científico e ser subsídio para uma adequada elaboração e adequação dos programas competitivos desta modalidade esportiva às respectivas idades envolvidas. Isto deve ser analisado com extrema cautela, já que muitas vezes o uso sistemático de dados referentes a atletas adultos e de alto nível são aplicados para crianças, sem levar em consideração as diferenças morfofisiológicas existentes entre estas populações.

METODOLOGIA

Para a realização deste estudo, participaram 14 indivíduos, sendo sete do gênero masculino e sete do gênero feminino. O primeiro grupo apresentou os seguintes valores médios: idade de $12,35 \pm 0,83$ anos, massa corporal $45,5 \pm 8,69$ kg e estatura $1,55 \pm 0,07$ m, enquanto que o segundo apresentou idade de $12,61 \pm 0,70$ anos, massa corporal $43,37 \pm 4,37$ kg e estatura $1,51 \pm 0,06$ m. Todos os sujeitos eram pertencentes às equipes colegiais de atletismo e que tinham inclusos em seus treinamentos corridas de velocidade. O grupo de estudo foi selecionado por adesão voluntária. Todos os indivíduos assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido. O projeto foi aprovado no comitê de ética em pesquisa, tendo o certificado de apresentação (CAAE) o número 0066.0.243.000-06.

A coleta de dados constituiu-se de duas etapas: a primeira, na qual os indivíduos realizaram uma corrida de 50m e a outra, uma corrida de 100m rasos, utilizando a técnica de saída baixa com blocos de partida, em uma pista atlética de carvão. O intervalo recuperativo entre cada etapa foi de 48 h. Os indivíduos utilizaram sapatilhas com pregos e roupa habitual para corridas. Nas duas situações foi realizada uma filmagem para obtenção da curva de velocidade ao longo do percurso e de algumas variáveis cinemáticas ao final dos percursos, além de uma coleta de amostra de sangue para análise de lactato.

Para a obtenção da curva de velocidade ao longo dos 50 e 100m, utilizou-se uma técnica de filmagem denominada “panning”, na qual com uma câmera de vídeo faz-se uma varredura de toda extensão do percurso. Para tal, utilizou-se uma filmadora da marca Panasonic, com frequência de 30 quadros/segundo. A raia em que os indivíduos realizaram a corrida foi dividida em 10 partes iguais através de marcas feitas no solo, dispostas a cada 5 m nos 50 m e a cada 10 m na corrida dos 100 m rasos. Foram fixados dardos, servindo como referenciais de sinalização, sobre uma linha paralela ao plano da corrida, de modo que estes, juntamente com as marcas feitas no solo, estivessem alinhados com o eixo ótico da câmera.

Esta estava localizada no meio do percurso, a uma distância de aproximadamente 40m perpendicular à pista (ver figura 1). Para a obtenção dos valores de velocidade média de cada uma dessas partes do percurso total, é necessário saber o tempo que o atleta realizou dentro de cada uma delas. Para isso, foi realizada uma contagem do número de quadros dentro de cada um destes espaços, tomando como referência a passagem da cabeça do sujeito pelos alvos de referência (dardos), que estavam alinhados com as marcas de divisão do percurso. Assim, conhecendo-se o número de quadros e a frequência de aquisição da filmadora, é possível determinar o tempo e, com a distância já conhecida, obtem-se a velocidade média. O videocassete utilizado para análise de imagens possibilitava apresentar 60 campos/segundo (30 quadros/segundo), o que permitiu um detalhamento maior de cada segmento do percurso.

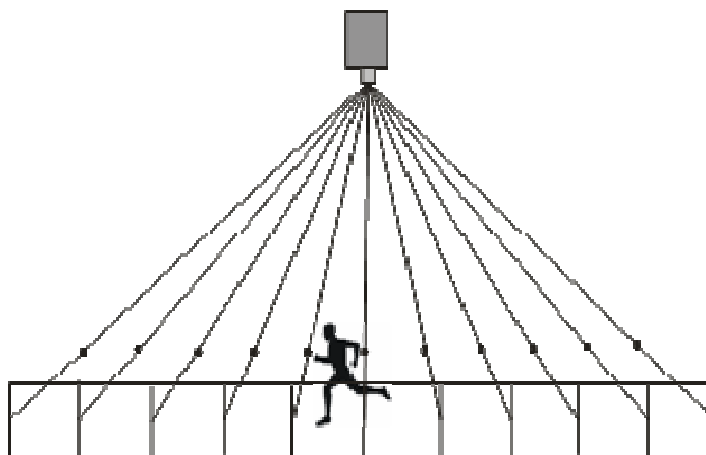


Figura 01: Esquema ilustrativo da filmagem da corrida através da técnica de “panning”

A fim de cumprir com o outro objetivo do estudo, que era analisar o comportamento cinemático dos corredores ao final das provas, realizou-se uma filmagem bidimensional. As imagens foram obtidas a partir de uma câmera do sistema *Peak Motus 4.3* (*Peak Performance, Inc, USA*), com frequência de amostragem de 180 Hz, que estava localizada perpendicularmente ao plano da corrida, registrando os movimentos que ocorressem no plano sagital. Como o objetivo foi analisar o comportamento das variáveis ao final da corrida, a

câmera foi posicionada aos 45 m da linha de partida, na prova dos 50m e, na marca dos 90 m, na prova de 100m rasos.

As imagens adquiridas foram gravadas em fitas de vídeo S-VHS, sendo posteriormente transmitidas para um computador. A partir destas imagens, realizou-se um processo de reconstrução do movimento, através da digitalização das referências anatômicas referentes ao quadril, joelho, tornozelo e ponta de pé, modelo este representando o membro inferior direito. A ponta do pé esquerdo também foi digitalizada com a finalidade de adquirir as coordenadas referentes a um passo, necessitando assim a digitalização deste ponto. Todo esse processo foi feito pelo sistema de análise do movimento *Peak Motus, USA*. A digitalização foi manual e as coordenadas passaram por um processo de filtragem através do filtro passa baixa *Buttherworth*, com frequência de corte de 4 Hz.

As variáveis cinemáticas analisadas são referentes a um passo (saída de um pé do solo até o contato do pé oposto). A amplitude do passo (AP) foi considerada como a distância horizontal medida entre as coordenadas das pontas dos pés, em dois apoios consecutivos. A frequência do passo (FP) é a quantidade de passos por segundo, expresso em Hz. O tempo da fase de suporte (Tfsup) é o tempo decorrido desde o contato do pé ao solo até a saída do mesmo pé e o tempo da fase aérea (Tfae) é o tempo decorrido desde a saída de um pé até o contato do outro pé no solo. O ângulo do joelho, formado pela coxa e perna de apoio, foi analisado no instante de contato (Ajcon) e no instante de impulsão (Ajimp), instante este que o pé perde contato com o solo. O ângulo da coxa livre (Acox) é o ângulo formado pela coxa livre e a horizontal, também analisado no instante de impulsão. A velocidade média (VM) foi referente à velocidade da referência anatômica do quadril, durante um passo.

Com a finalidade de analisar a concentração de lactato sanguíneo, foram coletadas amostras de sangue, em repouso e após uma corrida de 50 e 100 m, à máxima velocidade. As corridas foram realizadas com 48 h de intervalo recuperativo entre as mesmas. A amostra de

sangue foi retirada do lóbulo da orelha com o auxílio de capilares, sendo posteriormente transferidas para *eppendorfs* (pequenos frascos laboratoriais) e analisados em um lactímetro da marca *Biosema*. A coleta de repouso foi realizada apenas no primeiro dia, 20 minutos antes de realizar a corrida de 50 m, com os sujeitos sentados e sem terem realizado nenhuma atividade prévia.

Foram obtidas as médias e os desvios padrões dos valores de cada segmento da curva de velocidade, das variáveis cinemáticas e de lactato sanguíneo. Uma análise descritiva foi utilizada para caracterizar a curva de velocidade. Aplicou-se um teste “t” pareado para amostras dependentes com a finalidade de verificar se existiam diferenças entre as médias de cada variável cinemática nos 50 e 100m. Para verificar se existia diferença na concentração de lactato nas três situações analisadas (repouso, 50 e 100 m) foi aplicada a análise de variância (ANOVA), seguido de um teste *pos-hoc* para determinar quais eram essas diferenças. O pacote estatístico utilizado foi o SAS 5.1.

RESULTADOS

De acordo com as figuras 2 e 3, percebe-se que a curva de velocidade nas corridas de 50 e 100 m apresentaram comportamento diferenciado. Em valores absolutos, observa-se na corrida de 50 m rasos, (figura 2) um aumento da velocidade até os 20 m, seguido de uma diminuição no trecho seguinte e voltando novamente a aumentar, alcançando a velocidade máxima aos 40 m (6,87 m/s nos sujeitos masculinos e 6,75 m/s nos femininos) e, a partir desta marca, a velocidade decresce até o fim. Já na prova dos 100 m (figura 3), a velocidade aumenta até os 40 m, onde ocorre o pico desta (6,80 e 6,70 m/s, nos sujeitos masculinos e femininos, respectivamente) e, a partir desta marca, a velocidade passa a decrescer até o fim.

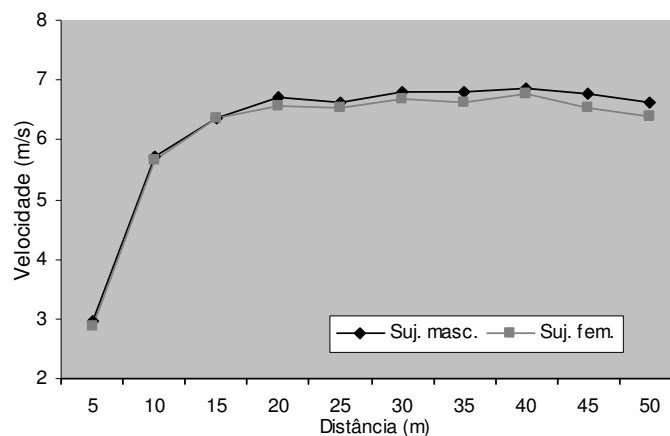


Figura 2: Curva de velocidade na corrida de 50 m rasos

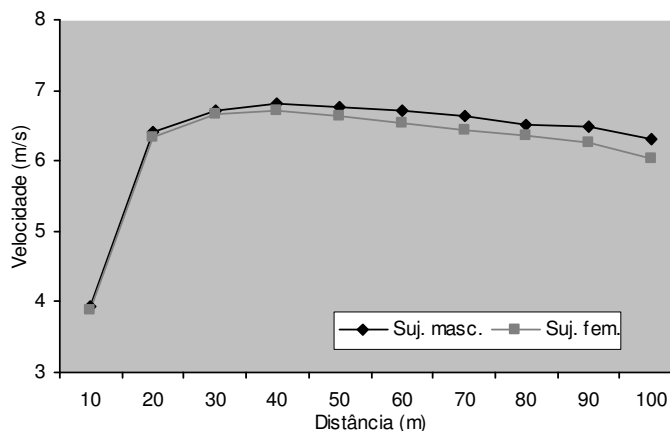


Figura 3: Curva de velocidade na corrida de 100 m rasos

Em relação às variáveis cinemáticas analisadas, na tabela 1 estão apresentados os resultados obtidos ao final das corridas de 50 e 100 m. A partir da comparação entre estas duas situações, as variáveis que apresentaram diferenças significativas foram: Tfsu, com aumento significativo nos 100 m, somente nos sujeitos masculinos; FP nos sujeitos femininos, apresentando redução ao final dos 100 m e Vm, diminuindo significativamente em todos os sujeitos ao final dos 100 m rasos.

Tabela 1: Variáveis cinemáticas analisadas ao final dos 50 e 100 m rasos

Variáveis	50 m		100 m	
	Masc.	Fem.	Masc.	Fem.
Tfsup (s)	0,143 ±0,02	0,144 ±0,02	0,155 ±0,01*	0,151 ±0,01
Tfae (s)	0,113 ±0,02	0,122 ±0,01	0,120 ±0,02	0,128 ±0,01
AP (m)	1,67 ±0,15	1,65 ±0,12	1,70 ±0,2	1,62 ±0,20
FP (Hz)	3,91 ±0,34	3,75 ±0,29	3,64 ±0,35	3,58 ±0,28*
Ajcon ⁽⁹⁾	144,95 ±7,68	147,58 ±3,71	143,76 ±5,25	147,54 ±7,12
Ajimp ⁽⁹⁾	151,54 ±5,63	156,84 ±3,56	153,46 ±7,95	159,46 ±3,24
Acox ⁽⁹⁾	21,14 ±6,46	23,49 ±5,73	24,14 ±4,36	25,18 ±4,60
Vm (m/s)	6,77 ±0,85	6,47 ±0,48	6,31 ±0,59*	5,94 ±0,55*

* diferenças estatisticamente significativas $p < 0,05$

Quanto a análise da concentração de lactato sanguíneo, verificou-se que os sujeitos masculinos apresentaram, de acordo com a figura 4, em repouso o valor médio de $1,19 \pm 0,12$ mmol/l e aumentaram este valor para $2,65 \pm 0,62$ e $3,92 \pm 1,37$ mmol/l nos 50 e 100 m, respectivamente. Já para os sujeitos femininos os valores foram de $1,24 \pm 0,23$, $2,77 \pm 0,52$ e $3,76 \pm 0,68$ mmol/l nas situações de repouso, 50 e 100 m, respectivamente.

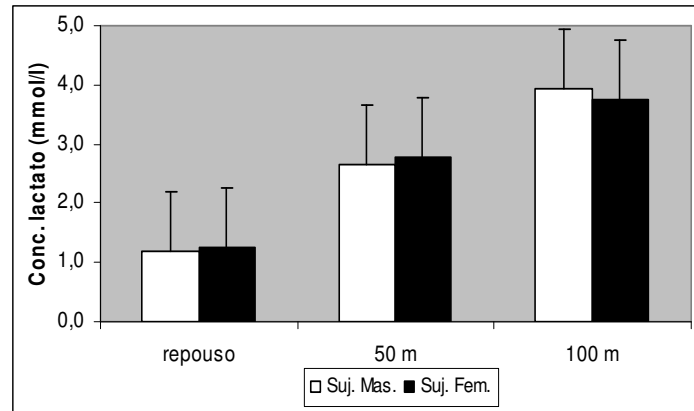


Figura 4: Valores da concentração de lactato sangüíneo nas situações de repouso, 50 m e 100 metros rasos.

As diferenças nos valores da concentração de lactato sangüíneo encontradas nas três situações analisadas mostraram-se significativas. Não houve diferenças entre gêneros.

DISCUSSÃO

Os resultados acima analisados indicam que as corridas de 50 e 100 m possuem características distintas no que se refere à curva de velocidade. Tais resultados já eram esperados, já que, apesar de o atleta correr em ambas as corridas sempre em intensidade máxima de esforço, a distância maior proporcionou maiores perdas de velocidade até a linha de chegada.

Na corrida dos 50 m rasos realizada pelos sujeitos deste estudo, ocorreu um aumento gradual da velocidade até os 20 m iniciais (40% da prova), caracterizando aceleração positiva, aproximando-se dos valores citados por Hay ⁽⁸⁾. A partir desta marca, houve uma alternância nos 4 segmentos seguintes entre diminuição e aumento de velocidade. Neste espaço, os valores da curva possuem ainda a tendência de aumentar, demonstrando que ainda há aceleração positiva, sendo que o valor de pico máximo somente é alcançado aos 40 m. Nos últimos dois segmentos da prova (20% finais) ocorre perda gradual da velocidade, caracterizando a desaceleração. De acordo com Díaz ⁽⁹⁾, analisando jovens de 10-11 anos em corridas de 60m rasos à máxima velocidade, obteve resultados que demonstraram que o pico de velocidade foi alcançado aos 30 m e esta tendeu a manter-se até os 45m finais, aproximando-se dos valores encontrados neste estudo.

Já na prova dos 100 m rasos realizados pelos sujeitos deste estudo, as características da curva de velocidade foram diferenciadas, como já era de se esperar. A fase de aceleração inicial positiva ocorreu até os 40 m (40% da prova) e, a partir desta marca, a velocidade passou a decrescer até o final. Percebe-se que não houve a presença da fase de manutenção de velocidade. Em comparação com atletas adultos de alto nível que realizam esta prova, como Carl Lewis e Ben Johnson na final olímpica de Seul em 1988, foi registrado o pico de velocidade somente aos 60 m e este se manteve até os 70 m ⁽¹⁰⁾. Percebe-se assim que estes atletas de alto nível têm uma capacidade de acelerar por uma distância maior, vindo a sofrer

as conseqüências de perdas de velocidade somente após completar pelo menos 70% da prova, diferente dos sujeitos deste estudo, que passam a perder velocidade antes mesmo de completar a metade desta prova.

Em relação às mudanças das variáveis cinemáticas analisadas, verificou-se que houve uma diminuição significativa da FP dos sujeitos femininos ao final dos 100 m em relação aos 50 m rasos. Esta queda da FP implicou diretamente em uma diminuição significativa da velocidade, que passou de 6,47 m/s ao final dos 50 m rasos para 5,94 m/s ao final dos 100 m, (perda de 5,86%) visto que a velocidade é dependente da FP e da AP ⁽⁸⁾. Já os sujeitos masculinos obtiveram uma perda menor da velocidade (4,43%), tal fato que pode ser justificado por uma diminuição não significativa da freqüência da passada e/ou da capacidade de manutenção da amplitude da passada destes sujeitos ao final dos 100 m rasos. Em uma corrida, cada atleta tenderá a uma distinta coordenação entre essas variáveis, conseguindo assim melhor desempenho ⁽⁶⁾.

De acordo com a literatura técnico-desportiva, a FP nas corridas de velocidade apresenta-se maior na fase de aceleração, tornando-se constante na fase de velocidade máxima e diminui na fase final ⁽¹¹⁾. A menor FP ao final da prova de 100 m pode ser explicada em função de um possível indício de fadiga neuromuscular, vindo a comprometer o processo de excitação-contração das fibras musculares de contração rápida e a conseqüente produção de potência muscular ⁽¹²⁾. Estudos realizados com velocistas têm mostrado que certas mudanças na técnica das corridas de velocidade têm ocorrido no final das provas de 100, 200 e 400 m em decorrência da fadiga muscular, sendo que entre estas mudanças estão a redução da freqüência da passada, da velocidade de deslocamento e aumento da amplitude da passada ⁽⁷⁾.

Os valores encontradas neste estudo para a AP nos 50 e 100 m rasos, apesar de mostrarem-se com diferenças não estatisticamente significativas, poderiam corroborar os achados de Williams et al. ⁽¹³⁾. Segundo o autor, o aumento da amplitude da passada em uma

corrida de média distância pode vir a representar uma estratégia compensatória para a fadiga. Segundo Enoka ⁽¹²⁾, exige-se menos energia para aumentar a amplitude do que a frequência da passada. Portanto, os sujeitos masculinos deste estudo poderiam estar apresentando a tendência deste comportamento ao final dos 100 m na tentativa de manter a velocidade, já que a fadiga muscular poderia já estar interferindo negativamente na performance dos corredores.

Em relação às variáveis temporais Tfsup e Tfae analisadas neste trabalho, as mesmas referem-se ao tempo despendido para completar uma passada, o qual pode ser compreendido como uma soma do tempo durante o qual o atleta está em contato com o solo juntamente com o tempo que ele gasta no ar. Em uma corrida de velocidade considerada eficiente, Hay ⁽⁸⁾ afirma que 60% do tempo total do passo deve ser no ar e 40% em suporte. Esta relação não foi observada neste estudo, visto que em ambas as corridas os sujeitos obtiveram a fase de suporte maior. Observou-se neste estudo que o Tfsup0 apresentou aumento significativo ao final dos 100 m em comparação ao final dos 50, nos sujeitos masculinos. Tartaruga et al. ⁽¹⁴⁾ verificaram comportamento semelhante em seu estudo, na qual houve um aumento significativo do Tfsup dos corredores ao final de uma corrida de 400 m, quando os indivíduos entraram em fadiga, enquanto que para o Tfae o autor verificou comportamento inverso. Este aumento da fase de suporte vem a trazer normalmente maiores perdas de velocidade, ocasionadas possivelmente pela presença de fadiga e diminuição da potência muscular, fatores estes que poderão comprometer a realização da técnica eficiente da corrida.

Comparando-se o ângulo do joelho nos instantes de contato e impulsão ao final dos 50 e 100 m verificou-se que não houve mudanças significativas nestes. No entanto, pesquisas têm mostrado que o Ajcon tem diminuído ao longo da corrida, nas situações em que há presença de fadiga ^(15,16). Durante esta fase de absorção, ocorre uma ação muscular excêntrica dos músculos do quadríceps para controlar a flexão do joelho e as forças de bloqueio ^(17,18). Ao final das corridas, a presença da fadiga poderá comprometer a produção de força destes

músculos, podendo assim diminuir a capacidade de controlar a flexão do joelho. Em relação ao Ajimp, estudos realizados mostraram que há um aumento deste ângulo perto ao final das corridas, tanto de velocidade ⁽⁷⁾ quanto de fundo ⁽¹⁶⁾. Esse aumento do ângulo do joelho no instante de impulsão parece ser uma estratégia para obter maior propulsão e conseqüentemente aumentar ou manter a amplitude da passada ao final da corrida, visando a manutenção da velocidade.

Algumas destas diferenças nas variáveis cinemáticas verificadas entre as duas corridas (50 e 100 m) poderiam estar associadas com um indício de fadiga muscular presente ao final dos 100 m, já que nesta corrida houve um acúmulo maior de lactato sanguíneo. No entanto, a concentração desta substância encontrada nos sujeitos deste estudo ao final dos 100 m rasos é inferior ao encontrado para adultos, nos quais os valores giram em torno de 10 mmol/l ao final de uma corrida de 100 m ^(19,20). Shepard et al. apud Ibañez ⁽²¹⁾ verificaram em seu estudo com crianças de 11 anos que os valores de lactato não ultrapassaram os 7 mmol/l após exercício máximo. Uma explicação para essa baixa concentração encontra-se no fato das crianças terem sua via glicolítica ainda em desenvolvimento, apresentando menores concentrações de PFK e produzirem pouco lactato em resposta ao exercício ⁽³⁾. Entretanto os valores encontrados neste estudo, principalmente aqueles ao final dos 100 m, aproximadamente 4 mmol/l, podem já ter ultrapassado o limiar anaeróbico, pois, de acordo com Williams e Armstrong ⁽²²⁾, devem-se utilizar os valores em torno de 2,5 mmol/l como referência para o limiar anaeróbico de crianças em corridas. Desta forma, a realização de 100 m rasos por crianças poderia caracterizar uma atividade láctica e conseqüentemente exaustiva, podendo trazer anomalias na fluidez e coordenação das corridas.

Em estudo realizado ⁽¹⁴⁾ foram encontradas correlações significativas entre a concentração de lactato com algumas variáveis cinemáticas analisadas ao final de uma corrida de 400m, como velocidade horizontal, comprimento da passada e tempo de suporte,

demonstrando que as alterações nestas variáveis podem ser atribuídas às mudanças nos valores do lactato sanguíneo. Já Hautier et al. ⁽²⁰⁾ não encontrou correlações entre a concentração de lactato sanguíneo com a performance em provas de 100 e 200 m. A diminuição da performance (velocidade final) dos sujeitos deste estudo ao final dos 100 m em relação ao final dos 50 m poderia ser explicada, em parte, pelo aumento da acidose em função de um acúmulo de prótons H^+ e uma conseqüente diminuição do pH intracelular. Em função dessas condições do meio intracelular haverá inibição da atividade da enzima fosfofrutoquinase (reguladora da glicólise), causando uma redução da capacidade glicolítica, diminuindo a disponibilidade de ATP e liberação de Ca^{++} para contração muscular, comprometendo a capacidade funcional do músculo ^(23,24). Outras possíveis causas do pior desempenho ao final dos 100 m pode ser devido à disponibilidade insuficiente de fosfocreatina (PCr) no músculo, responsável por aproximadamente 90% de contribuição na produção de energia em corridas de 100 m rasos ⁽²⁵⁾. Esta hipótese também é defendida por Hirvonen et al. ⁽²⁶⁾, que afirmam que em exercícios máximos como os 100m, a performance depende principalmente da capacidade de usar os fosfatos de alta energia e que a diminuição da velocidade ao final da corrida está relacionada com a depleção destes fosfatos, vindo a depender da glicólise para produção de ATP. Além disso, outra hipótese para a diminuição da performance pode estar relacionado à fadiga do sistema nervoso central, ocasionada pela redução na freqüência de disparos dos potenciais elétricos e o conseqüente comprometimento da velocidade de contração da fibra muscular ⁽¹²⁾.

CONCLUSÃO

De acordo com os resultados obtidos no presente estudo, constatou-se que as curvas de velocidade obtidas nas provas de 50 e 100 m apresentaram comportamento diferenciado. Nos 50 m, há uma fase de manutenção de velocidade, que não foi encontrada nos 100m. A curva de velocidade dos 100m mostra, em função da ausência de uma fase de manutenção de velocidade, a fraca capacidade anaeróbica de resistência de velocidade destes jovens.

A partir da comparação entre o trecho final da corrida de 50 m com a de 100 m, observou-se alterações significativas na redução da FP e aumento do Tfsu ao final dos 100m, além da redução significativa da velocidade média final, indicador direto da performance do atleta. Correr 50m ou 100m rasos pareceu não influenciar significativamente nas demais variáveis analisadas, apesar de grande parte delas apontarem uma tendência de sofrer alterações que influenciassem negativamente na técnica e no desempenho do atleta ao final dos 100m.

A concentração de lactato sanguíneo apresentou-se maior ao final dos 100 m em relação à final dos 50 m. Os valores de lactato obtidos após a corrida dos 100 m aproximaram-se do valor médio de 4mmol/l, ultrapassando o limiar anaeróbico proposto para crianças. Desta forma, durante a realização desta corrida pelos indivíduos deste estudo, haverá a participação do metabolismo anaeróbico láctico com fins de produção de energia, requisitando também a capacidade de resistência de velocidade, podendo assim ser considerada uma atividade láctica e, portanto, exaustiva.

Assim, jovens desta faixa etária, ao realizarem uma prova de velocidade, irão ter maior comprometimento da performance ao realizar 100 m em comparação aos 50m, possivelmente em função de um maior acúmulo de lactato, ocasionando a incidência de fadiga muscular e comprometendo a técnica. Presume-se com isso que tornar-se-ia mais apropriado a realização da prova mais curta, predominando em quase todo percurso a velocidade em sua forma

máxima, mantendo as características da prova e obtendo um gesto técnico mais eficiente do ponto de vista biomecânico, sem vir sofrer efeitos decorrentes da fadiga. Em termos relativos, verificou-se a partir do comportamento da curva de velocidade na prova dos 50 m rasos realizada pelos sujeitos deste estudo, que esta corrida aproximou-se das características dos 100 m rasos realizados por adultos, demonstrando assim a necessidade de relativização da distância destas provas em função das idades dos atletas.

REFERÊNCIAS

- (1) TOURINHO FILHO H, TOURINHO LS. Crianças, adolescentes e atividade física: Aspectos maturacionais e funcionais. Rev Paul Educ Fís 1998; 12 (1): 71-84.
- (2) ACERO RM. Desarrollo de la resistencia a la velocidad para jóvenes velocistas. Revista Apunts 1988; 25: 163-71
- (3) ARMSTRONG N, WELSMAN JR. Assessment and interpretation of aerobic fitness in children and adolescents. Exerc Sport Sci Rev 1994; 22: 435-76.
- (4) FOX EL, BOWERS RW, FOSS ML. Bases Fisiológicas da Educação Física e dos Esportes, 4ª ed. Editora Guanabara Koogan: Rio de Janeiro, 1991.
- (5) BROCHADO MMV, KOKUBUN E. Treinamento intervalado de corrida de velocidade: Efeitos da duração da pausa sobre o lactato sanguíneo e a cinemática da corrida. Revista Motriz 1997; 3 (1):11-18.
- (6) HEGEDUS J. Estructura y fundamentos de la velocidad em el atletismo. Lecturas: EF y Deportes 1999; 14.
- (7) TUPA VV, GUSEINOV FA, MIRONENKO IN. Fatigue-induced changes in sprinting technique. Sport Soviet Review 1991; 2: 185-88.
- (8) HAY JG. Biomecânica das técnicas desportivas. 2ª ed. Editora Interamericana: Rio de Janeiro, 1981.
- (9) DÍAZ JG. Talla, Zancada y Velocidad: Estudio de la frecuencia y longitud de zancada en relación com la talla y la obtención de la máxima velocidad en niños de 10 a 14 años. Revista Educación Física, Chile 1990; 211: 22-28.
- (10) DICK FW. Development of maximum sprinting speed. Reprinted from Track Technique. Disponível em www.trackandfieldsnews.com/technique/109. Acesso em: 20 de dezembro de 2006.

- (11) BRAVO J, GIL F, PASCUA M. Atletismo 1: Carreras. 2ª ed. Real Federación Española de Atletismo Madrid: Spain, 1994.
- (12) ENOKA RM. Neuromechanical Basis of Kinesiology. Human Kinetics Books, Champaign, United States American: 1988.
- (13) WILLIAMS KR, SNOW R, AGRUSS C. Changes in distance running kinematics with fatigue. *Int J Sport Biomech* 1991; 7: 138-162.
- (14) TARTARUGA LAP, COERJENS M, BLACK GV, TARTARUGA PT, RIBAS LR, KRUEL LF. Efeito da fadiga na cinemática de corredores. *Rev Bras de Biomec* 2003; 6: 39-44.
- (15) DERRICH TR, DEREU D, MCLEAN SP. Impacts and kinematics adjustments during an exhaustive run. *Med Sci Sport Exerc* 2002; 34: 998-02.
- (16) MIZRAHI J, VERBITSKY O, ISAKOV E, DAILY D. Effect of leg kinematics and impact acceleration in long distance running. *Hum Mov Sci* 2000; 19: 139-151.
- (17) NOVACHECK TF. The biomechanics of running – review paper. *Gait Posture* 1998; 7: 77-95.
- (18) MIZRAHI J, VERBITSKY O, ISAKOV E. Fatigue-induced changes in decline running. *Clin Biomech* 2001; 16: 207-212.
- (19) LOCATELLI E, ARSAC L. The mechanics and energetic of the 100m sprint. *New Studies in athletics, IAAF* 1995; 10: 81-87.
- (20) HAUTIER CA, WOUASSI D, ARSAC LM, BITANGA E, THIRIET P, LACOUR JR. Relationships between postcompetition blood lactate concentration and average running velocity over 100-m and 200-m races. *Eur J Appl Physiol* 2004; 68 (6): 508-513.
- (21) IBAÑEZ J. Crecimiento y Maduración del Atleta joven. *Atletismo Iniciación IV, I y II Jornadas de Menores*. Madrid: 1999 y 2000.
- (22) WILLIAMS JR, ARMSTRONG N. Relationship of maximal lactate steady state to

performance at fixed blood lactate reference values in children. *Pediatric Exerc Sci* 1991; 3: 333-41.

(23) CAZORLA G, PETIBOIS C, LÉGER L. Lattato ed esercizio: miti e realtà. *Scuola dello Sporte (SDS)* 2001; 53: 25-33.

(24) MARTINS ET, ABREU V. Fadiga física. *Revista Portuguesa de Medicina Desportiva* 1991; 53 (9):149-158.

(25) DUFFIELD R, DAWSON B, GOODMAN C. Energy system contribution to 100-m and 200-m track running events. *J Sci Med Sport* 2004; 7: 302-313.

(26) HIRVONEN J, REHUNEN S, RUSKO H, HÄRKÖNEN M. Breakdown of high-energy phosphate compounds and lactate accumulation during short supramaximal exercise. *Eur J Appl Physiol* 2004; 56 (3): 253-59.