

Efeito da distância sobre o arremesso no basquetebol desempenhado por crianças

The effect of distance increase on basketball shot performed by children

V.A. Okazaki, L. Lamas, F.A. Okazaki, A.L. Rodacki

ARTIGO ORIGINAL | ORIGINAL ARTICLE

RESUMO

Foi analisado o efeito do aumento na distância do arremesso tipo jump do basquetebol (ATJ) realizado por crianças. Quinze crianças (~12 anos e 1,3 anos de experiência) foram analisadas cinematicamente (2D, 100Hz, no plano sagital) enquanto realizavam o ATJ. Verificou-se que o aumento na distância do arremesso implicou na diminuição de sua precisão. A redução na altura, a diminuição no ângulo e o acréscimo na velocidade de lançamento da bola, modificados em função das alterações nos parâmetros de controle movimento, foram sugeridos como os principais fatores que reduziram a precisão do arremesso com o aumento na distância.

Palavras-chave: precisão, análise cinemática, coordenação intersegmentar, ângulo e altura de lançamento, biomecânica

ABSTRACT

The effect of distance increased over the basketball jump shot performed by children was analyzed. Fifteen children (~12 years old and with 1,3 years of experience) were analyzed cinematically (2D, 100Hz, saggital plane) performing the basketball jump shot. As distance increased there was a decrease in shot accuracy. Low release height, small release angle, and great release velocity, modified in function of the changes in the movement control parameters, were suggested as the main factors that reduced shot accuracy as distance was increased.

Keywords: accuracy, kinematic analysis, intersegmental coordination, release angle and height, biomechanics

Submetido: 22.11.2011 | Aceite: 12.12.2012

Victor Hugo Alves Okazaki. Neurociências Motoras (NEMO), Universidade Estadual de Londrina, Paraná, Brasil.

Leonardo Lamas. Escola de Educação Física e Esporte, Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil.

Fábio Heitor Alves Okazaki. Centro de Estudos do Movimento Humano, CEMOVH, Brasil.

André Luiz Félix Rodacki. Centro de Estudos do Comportamento Motor, Universidade Federal do Paraná, Paraná, Brasil.

Endereço para correspondência: Victor Hugo Alves Okazaki, Universidade Estadual de Londrina, Departamento de Educação Física, Campus Universitário, Rodovia Celso Garcia Cid Km 380, Caixa Postal: 6001, CEP: 86051-990 Londrina, Paraná, Brasil.

E-mail: vhaokazaki@gmail.com

O arremesso tipo jump (ATJ) pode ser considerado a técnica de arremesso mais importante no basquetebol pelas vantagens que apresenta em relação aos demais tipos de arremessos (Okazaki, Rodaki, Sarraf, Dezan & Okazaki, 2004). As vantagens do ATJ são associadas à obtenção de maior precisão, maior velocidade em sua realização, melhor proteção contra marcação e melhor desempenho em diversas distâncias da cesta (Okazaki, Okazaki, Rodacki & Lima, 2009). Estes critérios evidenciam ser o ATJ a técnica de arremesso mais eficiente e também a mais utilizada no basquetebol, independente da função desempenhada pelos jogadores (Knudson, 1993; Okazaki et al., 2004). Por outro lado, o ATJ é uma habilidade motora especializada, que envolve padrão distinto do movimento fundamental de arremessar. Sua complexidade técnica a torna difícil de ser ensinada às crianças iniciantes no basquetebol e faz necessário que as variáveis associadas ao seu desempenho sejam amplamente investigadas.

O ATJ de crianças apresenta diferenças motoras e físicas em relação aos arremessos desempenhados por adultos experientes (Okazaki, Rodacki, Dezan & Sarraf, 2006b). Okazaki e colaboradores (2006b) demonstraram que crianças utilizam a estratégia de arremessar a bola por meio de movimento em fase, no qual as articulações dos membros superiores (ombro, cotovelo e punho) realizam uma ação simultânea para lançar a bola. Tal estratégia tem sido relacionada à simplificação na demanda de controle do sistema nervoso central para facilitar a regulação do movimento (Newell & Vaillancourt, 2001; Temprado, Della-Graza, Farrel & Laurent, 1997; Vereijken, Van Emmerik, Whiting & Newell, 1992). Esta facilitação no controle do movimento diminui o aproveitamento da energia reativa do movimento (Newell & Vaillancourt, 2001; Vereijken et al., 1992; Hudson, 1986), e da energia de um pré-estiramento na musculatura extensora do cotovelo num contramovimento (Hudson, 1986; Okazaki, Rodacki & Okazaki, 2006a).

Além disso, ainda limita a transferência de energia de uma articulação para a outra através de uma sequência próximo-distal (Okazaki et al., 2006a; Okazaki, Okazaki & Kopp, 2008a), como tem sido reportado em adultos habilitados (Elliott, 1992; Okazaki et al., 2006b; Okazaki et al., 2009). Deste modo, é possível afirmar que o ATJ de crianças possui estratégias coordenativas distintas e menos eficientes quando comparadas à adultos experientes.

Outra característica do ATJ de crianças é a dificuldade em sincronizar o lançamento da bola com os instantes em que os maiores valores das velocidades angulares ocorrem nas articulações (ombro, cotovelo e punho) responsáveis pelo lançamento da bola (Okazaki & Rodacki, 2005; Okazaki et al., 2006b). Esta limitação, associada à pequena capacidade em gerar força para lançar a bola, pode acarretar em maior utilização da articulação do ombro no lançamento para estabilização do movimento. Além disso, em crianças a articulação do ombro também parece contribuir para a determinação da altura e do ângulo ótimo de lançamento da bola (Knudson, 1993). Grande amplitude de flexão de ombro é sugerida para tentar garantir maior ângulo e altura de lançamento da bola (Knudson, 1993). A utilização de grandes ângulos de lançamento permite maiores ângulos de entrada da bola na cesta, o que implica em maior área de passagem da bola dentro da cesta (alvo virtual; cf. Miller & Bartlett, 1996). Já a maior altura de lançamento implica em menor trajetória para a bola chegar à cesta. Como a redução na trajetória demanda menor geração de impulso mecânico, tal fator pode auxiliar na manutenção da precisão, pois quanto maior a geração de impulso, maior a variabilidade da resposta de movimento, ou seja, menor precisão (Meyer, Abrams, Kornblum, Wright & Smith, 1988; Schmidt, Zelaznik, Hawkins, Frank & Quinn, 1979). Entretanto, são necessários estudos que analisem o efeito de variáveis capazes de modificar as estratégias de regulação da geração de impulso

e da manutenção da precisão do arremesso em crianças para melhor compreensão do papel das articulações no movimento. Especialmente, porque, tratando-se o ombro de uma articulação proximal, pequenas mudanças nesta articulação podem levar às grandes variações na posição da mão para lançar a bola, gerando maior instabilidade e, conseqüentemente, menor precisão do arremesso.

A geração de impulso e os níveis de precisão do arremesso também são influenciados pela alteração na distância do arremesso. O aumento da distância torna necessário maior produção de impulso para lançar a bola e maior precisão para arremessar. O aumento no impulso decorre do aumento na trajetória que a bola deve percorrer com o acréscimo na distância. Já a maior precisão é necessária devido à menor possibilidade de erro (menor alvo virtual) decorrente do aumento na distância do arremesso. Em adultos, algumas estratégias de organização do movimento têm sido verificadas. Uma delas é o aumento da distância no arremesso como maior flexão do ombro e extensão do cotovelo, associados ao aumento na velocidade do centro de massa do indivíduo em direção à cesta, como mecanismo compensatório à medida que a distância do arremesso foi aumentada (Miller & Bartlett, 1993). Com isso, os autores sugerem maior papel do ombro e do cotovelo na geração de impulso para lançar a bola e maior papel do punho para a manutenção da precisão no arremesso (Miller & Bartlett, 1993). A análise das diferentes estratégias de controle no arremesso desempenhado por adultos como efeito da manipulação da variável distância não tem, até o momento, sua contrapartida para a análise do ATJ em crianças.

A análise do desempenho do arremesso de crianças, em função do aumento da distância, pode auxiliar na compreensão das variáveis que influenciam as estratégias de geração de impulso e da manutenção na precisão para lançar a bola. E, deste modo, contribuir para a otimização do processo ensino-aprendizagem,

através de subsídios para um treinamento mais especializado. Dentro deste escopo, o presente estudo objetivou investigar o efeito do aumento na distância sobre o desempenho do ATJ de crianças. Foi levantada a hipótese de que o ombro é uma das principais articulações responsáveis pela geração de impulso no arremesso em maiores distâncias, que será inferido por meio de maiores amplitude e velocidade no instante de lançamento da bola. Ainda, que as crianças utilizam a estratégia de aumentar a velocidade concomitantemente nas articulações (ombro, cotovelo e punho) do membro responsável por lançar a bola.

MÉTODO

Amostra

Quinze crianças destros do sexo masculino (idade $M = 12.1$ anos e $DP = 1.44$; peso $M = 53.3$ kg e $DP = 14.4$; estatura $M = 1.62$ m e $DP = 0.16$) foram aleatoriamente selecionadas para participar do estudo. As crianças realizavam três sessões de treinamento por semana com a prática sistemática de basquetebol (experiência $M = 1.3$ anos e $DP = 1.2$). Não foram reportadas lesões, fadiga ou outros fatores que pudessem interferir na realização do arremesso. Os responsáveis e as crianças assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido de participação para o estudo. Os procedimentos do estudo foram aprovados pelo comitê de ética em pesquisa da universidade local.

Procedimentos

Antes da filmagem dos arremessos, foi permitido aos participantes um período de aquecimento de 10 - 20 minutos. O aquecimento incluiu exercícios generalizados e específicos de arremessos. Depois do aquecimento, marcas autorreflexivas (1.5 cm de diâmetro) foram afixadas sobre a pele e roupas dos participantes para identificar os centros articulares segundo o modelo biomecânico proposto (figura 1). Foram utilizadas as seguintes referências anatômicas para a elaboração do

modelo biomecânico: (1) eixo articular da 5ª falange do pé – base do 5º metatarso falangeano, (2) tornozelo – maléolo lateral da fíbula, (3) joelho – epicôndilo lateral do fêmur, (4) quadril – trocânter maior do fêmur, (5) tronco – crista ilíaca, (6) ombro – tubérculo maior do úmero (3-5 cm abaixo do acrômio), (7) cotovelo – epicôndilo lateral do úmero, (8) punho – processo estilóide da ulna, (9) eixo articular da 5ª falange – base do 5º metacarpo falangeano (figura 1). Após, os participantes realizaram mais uma série de arremessos, durante aproximadamente dois minutos, para adaptar a movimentação corporal às marcas autorreflexivas colocadas. A seguir, foram filmados dez arremessos realizados por cada um dos participantes. Foi solicitado aos participantes que realizassem arremessos diretamente à cesta, sem o recurso da tabela antes da bola chegar à cesta.

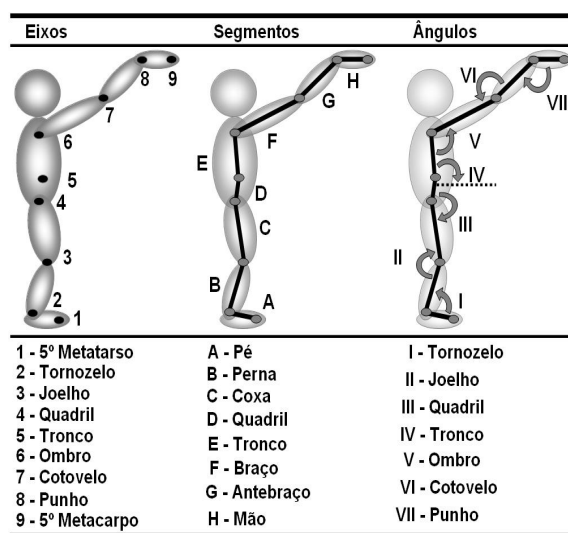


Figura 1. Modelo biomecânico.

A ordem das distâncias (2,8 m, 4,6 m e 6,4 m) foram randomizadas entre os sujeitos para a realização dos arremessos. Foi permitido um intervalo de descanso, sempre que solicitado pelas crianças, para evitar qualquer aparecimento de fadiga. A análise cinemática foi realizada em duas dimensões. Uma filmadora (JVC modelo GR-DVL 9500E, Japan) com frequência

de amostragem de 100 Hz foi posicionada aproximadamente a 8 m do plano sagital do lado preferido dos participantes (lado direito). O local de filmagem foi representado esquematicamente na figura 2. Três arremessos bem sucedidos, da série dos dez arremessos filmados, foram aleatoriamente selecionados para as análises cinemáticas do arremesso. Em situações nas quais as crianças não conseguiram três arremessos bem sucedidos, foram reali-

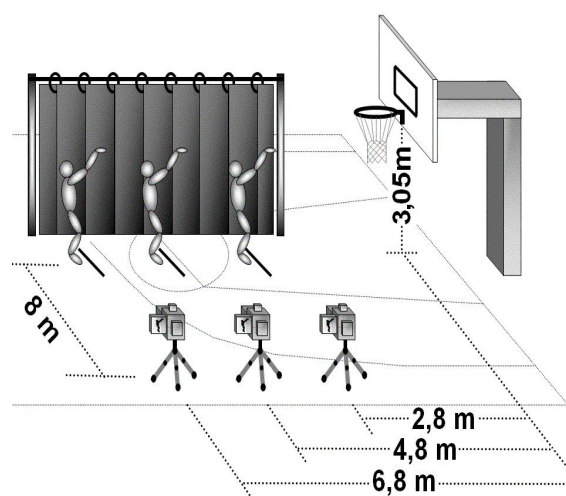


Figura 2. Representação esquemática do local de filmagem e realização dos arremessos.

zados arremessos complementares. Estes arremessos complementares não foram utilizados no cálculo da precisão dos arremessos.

O início do movimento foi definido no instante em que os participantes iniciaram a elevação da bola (flexão do ombro ou do cotovelo) enquanto o final foi definido 0,1 segundo (10 quadros) depois do lançamento da bola (instante em que a bola perde o contato com a mão). As marcas do modelo biomecânico foram manualmente digitalizadas por um único avaliador experiente por meio de um software específico para análise de movimento (SIMI Motion®). O centro da bola foi digitalizado e utilizado para identificar os parâmetros relacionados à sua trajetória.

O ângulo, a altura (deslocamento linear vertical), e a velocidade (vertical, horizontal e

resultante) no instante de lançamento da bola foram analisados. O ângulo de lançamento foi obtido através da determinação de um ângulo formado pela trajetória da bola e de uma linha horizontal, calculados após 0.05 segundos do instante de liberação da bola. Através dos pontos anatômicos descritos na Figura 1 como parâmetros cinemáticos para análise do movimento do arremesso foram determinadas as seguintes variáveis: (a) maior e menor deslocamento angular; (b) amplitude angular; (c) ângulo no instante de lançamento; (d) maior e menor velocidade angular; (e) tempo de movimento total e até o instante de lançamento. O deslocamento e a velocidade linear do centro de massa também foram analisados. O centro de massa foi analisado por meio da marca do modelo biomecânico colocada para representar o quadril. Assim, foi assumido que esta marca no quadril teria comportamento próximo ao apresentado pelo centro de massa (cf. Abernethy et al., 2005, p.69). A precisão dos arremessos foi analisada de acordo com a representação esquemática da figura 3.

Um filtro recursivo passa baixa do tipo Butterworth de 4ª ordem foi aplicado para reduzir os componentes de frequência mais altos. Foi utilizada uma frequência de corte de 6 Hz determinada por meio do método de análise residual (Winter, 1990). A determinação da intensidade da filtragem foi realizada com base no deslocamento angular do cotovelo, pelo fato desta articulação apresentar maiores velocidades angulares. Depois da filtragem, o deslocamento e a velocidade angulares foram calculados.

A precisão na digitalização dos dados foi determinada pela análise de um vídeo aleatoriamente selecionado, o qual foi digitalizado três vezes e as variáveis do cotovelo calculadas. Uma ANOVA com medidas repetidas demonstrou não haver diferenças entre as tentativas e as comparações absolutas não apresentaram diferenças significantes (erros < 1%) tanto para o deslocamento, para a velocidade angular e deslocamento linear ($p > .0$).

Análise Estatística

Inicialmente, os dados foram analisados utilizando estatística descritiva (média e desvio padrão). Os testes de Kolmogorov-Smirnov e Hartley foram utilizados para verificar a normalidade e a homogeneidade, respectivamente. A comparação entre as condições de distância, para as variáveis cinemáticas (espaciais e temporais) e da precisão do arremesso foi realizada através de uma ANOVA com medidas repetidas. A comparação posterior foi realizada pelo teste de Tukey. As análises estatísticas foram realizadas com nível de significância estabelecido em $p \leq .05$.

RESULTADOS

As variáveis que descreveram a trajetória da bola, em função do efeito da distância no arremesso em crianças, foram expressas na tabela 1. Na tabela 2 encontram-se as variáveis relativas ao comportamento do centro de massa. As variáveis cinemáticas de deslocamento angular e de velocidade angular, foram expressas nas tabelas 3 e 4, respectivamente.

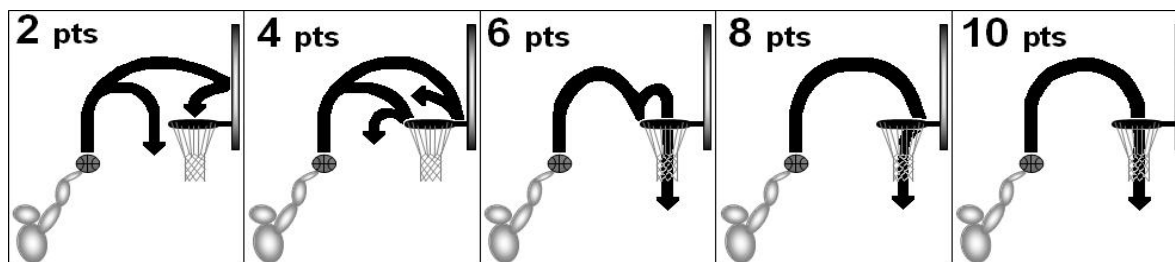


Figura 3. Representação esquemática da pontuação para a análise da precisão dos arremessos.

Tabela 1

Variáveis cinemáticas da trajetória da bola (média e erro padrão), em função da distância no arremesso de crianças

	Distância de arremesso			Estatística	
	2.8 m	4.6 m	6.4 m	Anova	Significância
Precisão (pts)	5.13 (0.30) ^c	4.60 (0.39)	3.80 (0.27) ^a	$F_{2,27} = 5.59$	$p = .009$
Altura de lançamento (m)	1.93 (0.07) ^{bc}	1.80 (0.06) ^a	1.79 (0.051) ^a	$F_{2,27} = 15.75$	$p < .0001$
Ângulo de lançamento (°)	68.74 (3.25) ^c	63.29 (3.54)	57.85 (3.44) ^a	$F_{2,27} = 5.39$	$p = .010$
Vel. resultante no lançamento (m/s)	5.43 (0.16) ^{bc}	6.30 (0.20) ^{ac}	7.37 (0.20) ^{ab}	$F_{2,27} = 41.22$	$p < .0001$
Vel. horizontal no lançamento (m/s)	2.49 (0.10) ^{bc}	3.47 (0.14) ^{ac}	4.33 (0.17) ^{ab}	$F_{2,27} = 67.04$	$p < .0001$
Vel. vertical no lançamento (m/s)	4.78 (0.21) ^c	5.23 (0.19) ^c	5.93 (0.19) ^{ab}	$F_{2,27} = 16.33$	$p < .0001$
Tempo total (s)	0.687 (0.034)	0.672 (0.043)	0.626 (0.029)	$F_{2,27} = 1.49$	$p < .242$
Tempo até o lançamento (s)	0.588 (0.034)	0.581 (0.043)	0.533 (0.029)	$F_{2,27} = 1.27$	$p < .296$

Diferença significativa ($p < .05$) em comparação à distância ^a2.8 m, ^b4.6 m e ^c6.4 m.

Tabela 3

Deslocamento angular (média e erro padrão) no arremesso de crianças em função do aumento na distância

		Distância de arremesso		
		2.8 m	4.6 m	6.4 m
Maior desloc. angular	Tornozelo	148.23 (1.87)	149.47 (2.26)	150.85 (2.45)
	Joelho	172.74 (1.07)	174.01 (1.19)	172.49 (1.57)
	Quadril	174.60 (1.61)	174.31 (1.78)	176.60 (2.44)
	Tronco	90.85 (1.70)	88.23 (1.35)	88.68 (1.83)
	Ombro	126.34 (2.24) ^{bc}	120.48 (2.87) ^a	119.77 (3.39) ^a
	Cotovelo	162.43 (2.58)	164.35 (2.29)	166.21 (2.03)
	Punho	222.91 (4.76) ^c	226.68 (4.09) ^c	232.36 (4.57) ^{ab}
Menor desloc. angular	Tornozelo	90.88 (1.91) ^c	88.00 (2.02)	86.69 (2.01) ^a
	Joelho	109.17 (2.85) ^c	104.38 (2.26)	99.86 (1.35) ^a
	Quadril	148.56 (3.41) ^c	142.36 (3.29) ^c	126.90 (3.73) ^{ab}
	Tronco	61.73 (3.15) ^c	56.38 (3.73) ^c	42.15 (4.39) ^{ab}
	Ombro	22.13 (2.68)	18.55 (2.76)	17.62 (3.56)
	Cotovelo	76.47 (4.06) ^{ab}	71.59 (4.13) ^c	69.01 (3.92) ^c
	Punho	165.25 (3.87)	164.27 (3.51)	160.49 (3.35)
Amplitude angular	Tornozelo	57.35 (1.41) ^c	61.47 (1.57)	64.16 (1.64) ^a
	Joelho	63.58 (3.25) ^c	69.63 (2.87)	72.63 (2.47) ^a
	Quadril	26.03 (2.33) ^c	31.94 (2.11) ^c	49.71 (3.83) ^{ab}
	Tronco	29.11 (2.27) ^c	31.85 (3.18) ^c	46.53 (3.88) ^{ab}
	Ombro	104.20 (3.61)	101.94 (3.67)	102.14 (5.64)
	Cotovelo	85.96 (4.12) ^{bc}	92.76 (3.75) ^a	97.20 (4.04) ^a
	Punho	57.66 (6.84) ^c	62.40 (4.42)	71.87 (6.21) ^a
Ângulo no lançamento	Tornozelo	143.68 (2.69)	142.73 (3.22)	145.79 (3.27)
	Joelho	169.21 (1.72)	169.84 (1.91)	169.15 (1.95)
	Quadril	173.18 (1.50)	171.85 (1.81)	174.01 (2.55)
	Tronco	88.74 (1.68) ^c	85.71 (1.47)	84.45 (1.80) ^a
	Ombro	110.55 (3.42)	102.54 (3.73)	100.80 (4.14)
	Cotovelo	141.79 (4.13)	139.93 (4.51)	144.17 (5.22)
	Punho	206.38 (3.15)	208.07 (2.21)	207.03 (2.12)

Diferença significativa ($p < .05$) em comparação à distância ^a2.8 m, ^b4.6 m e ^c6.4 m.

Tabela 2

Variáveis lineares do centro de massa (média e erro padrão), em função da distância no arremesso de crianças

	Distância de arremesso			Estatística	
	2.8 m	4.6 m	6.4 m	Anova	Significância
Deslocamento vert. total (m)	1.08 (0.03) ^b	1.05 (0.03) ^{ac}	1.09 (0.03) ^b	$F_{2,27} = 7.24$	$p = .0029$
Deslocamento hor. total (m)	0.35 (0.02) ^c	0.41 (0.03)	0.49 (0.03) ^a	$F_{2,27} = 7.47$	$p = .0025$
Deslocamento vert. no lançamento (m)	0.32 (0.02)	0.33 (0.02)	0.35 (0.02)	$F_{2,27} = 2.21$	$p < .128$
Deslocamento hor. no lançamento (m)	0.15 (0.04) ^c	0.20 (0.04) ^c	0.33 (0.03) ^{ab}	$F_{2,27} = 10.51$	$p = .0004$
Maior velocidade vert. (m/s)	1.97 (0.05) ^c	2.12 (0.07)	2.15 (0.07) ^c	$F_{2,27} = 4.0$	$p = .029$
Maior velocidade hor. (m/s)	0.73 (0.06) ^c	0.95 (0.07) ^c	1.63 (0.13) ^{ab}	$F_{2,27} = 52.8$	$p < .0001$
Velocidade vert. no lançamento (m/s)	1.02 (0.13) ^{bc}	1.29 (0.11) ^a	1.30 (0.10) ^a	$F_{2,27} = 6.78$	$p = .0039$
Velocidade horiz. no lançamento (m/s)	0.14 (0.06) ^c	0.27 (0.08) ^c	0.71 (0.13) ^{ab}	$F_{2,27} = 15.13$	$p < .0001$

Diferença significativa ($p < .05$) em comparação à distância ^a6.4 m, ^b4.6 m e ^c2.8 m.

Tabela 4

Velocidades angulares (média e erro padrão) no arremesso de crianças em função do aumento na distância

		Distância de arremesso		
		2.8 m	4.6 m	6.4 m
Maior velocidade angular	Tornozelo	430.93 (16.38) ^c	480.53 (19.13)	497.52 (18.64) ^a
	Joelho	452.09 (23.86) ^c	512.23 (29.04)	568.31 (22.95) ^a
	Quadril	154.95 (12.18) ^{bc}	192.94 (15.58) ^{ac}	274.54 (15.05) ^{ab}
	Tronco	126.43 (15.72) ^c	152.61 (17.25) ^c	229.90 (19.85) ^{ab}
	Ombro	422.33 (38.78) ^c	494.71 (40.65)	576.56 (50.25) ^a
	Cotovelo	637.23 (39.74) ^{bc}	757.49 (33.83) ^{ac}	855.31 (40.48) ^{ab}
	Punho	201.14 (28.43) ^c	265.41 (43.28)	301.94 (48.13) ^a
Menor velocidade angular	Tornozelo	-70.28 (5.19) ^c	-76.07 (6.71)	-94.85 (8.60) ^a
	Joelho	-172.85 (10.96) ^c	-185.62 (11.77) ^c	-211.79 (9.64) ^{ab}
	Quadril	-65.71 (8.22) ^c	-76.99 (10.46)	-103.34 (11.83) ^a
	Tronco	-32.96 (8.02) ^c	-47.63 (10.07) ^c	-83.72 (14.05) ^{ab}
	Ombro	-7.71 (10.08)	-9.255 (13.22)	-11.93 (10.64)
	Cotovelo	-138.54 (18.35) ^c	-155.23 (20.96)	-170.91 (20.21) ^a
	Punho	-509.65 (80.47) ^{bc}	-679.11 (59.94) ^{ac}	-825.40 (62.06) ^{ab}
Velocidade Angular no lançamento	Tornozelo	120.91 (36.30)	188.84 (42.24)	166.23 (36.61)
	Joelho	74.31 (38.47) ^c	90.26 (49.20)	-18.35 (48.28) ^a
	Quadril	27.19 (14.60)	35.01 (16.11)	44.17 (16.14)
	Tronco	26.37 (10.68)	35.83 (14.79)	56.66 (26.77)
	Ombro	321.19 (34.76)	372.05 (40.90)	439.30 (33.45)
	Cotovelo	509.03 (48.66)	599.65 (42.67)	593.64 (64.97)
	Punho	-418.71 (60.52) ^c	-517.68 (52.27) ^c	-699.74 (68.23) ^{ab}

Diferença significativa ($p < .05$) em comparação à distância ^a2.8 m, ^b4.6 m e ^c6.4 m.

DISCUSSÃO

Os resultados do presente estudo contribuem para explicar a diminuição na precisão do arremesso com o aumento na distância do arremesso tipo jump (ATJ) em crianças. Com o aumento na distância do ATJ, ocorre maior demanda de impulso para realização do arremesso. Além disso, à medida que a distância do arremesso aumenta, o tamanho do alvo virtual diminui (Brancazio, 1981; Miller & Bartlett, 1993), provocando maior demanda na acurácia. Nessas situações, a maior produção de força necessária para suprir a necessidade de impulso ocasiona alterações cinemáticas no movimento. Da mesma forma, a manutenção da acurácia também exige ajustes cinemáticos. No presente estudo, as crianças não se mostraram capazes de realizar de maneira eficiente as alterações nas estratégias de controle para que o desempenho fosse mantido frente à maior demanda por força produzida e acurácia no ATJ.

Houve modificação significativa em todas as variáveis cinemáticas relacionadas à trajetória da bola com o aumento da distância de arremesso, com exceção no tempo total e no tempo até o lançamento. O aumento da velocidade resultante de lançamento, decorrente dos aumentos de velocidade vertical e horizontal, além da diminuição da altura e ângulo de lançamento refletem claramente ajustes no movimento com o objetivo de cumprir a tarefa, caracterizando o aumento na demanda de geração de força para a realização de arremessos mais longos. Além disso, alterações de altura e ângulo de lançamento têm sido relacionadas à diminuição na precisão do arremesso (Knudson, 1993) e estão em consonância com resultados verificados em arremessos de adultos com o acréscimo na distância (Miller & Bartlett, 1996; Satern, 1993).

A menor altura de lançamento pode ocorrer em função de diferentes fatores, tais como a redução na altura do salto (Elliott, 1992), o lançamento da bola antes do ponto mais alto do salto (Knudson, 1993), diminuição na

flexão do ombro (Elliott & White, 1989; Miller & Bartlett, 1993), diminuição na extensão do cotovelo no instante de lançamento da bola (Knudson, 1993), e maior inclinação do tronco para frente (Elliott & White, 1989). No presente estudo, as crianças apenas demonstraram redução na altura do salto na distância de lance livre, em comparação às demais distâncias. Mudanças mais expressivas no deslocamento do centro de massa para ATJ mais longos ocorreram com significância para a velocidade vertical total, sendo também significativa a velocidade vertical do centro de massa no instante de lançamento, o que pode estar relacionado à tentativa de gerar maior impulso ao movimento com o aumento na distância de arremesso.

A maior velocidade vertical no ato do arremesso indica que o lançamento da bola ocorreu antes do instante de maior altura de salto. Pois, arremessos realizados no instante de maior altura de salto devem coincidir com velocidade nula do centro de massa. A estratégia de lançar a bola antes do ápice do salto pode contribuir para o aproveitamento da energia gerada no salto para otimizar a geração de impulso no lançamento da bola (Elliott, 1992; Knudson, 1993). Esta estratégia tem sido verificada no desempenho de crianças (Rodacki & Okazaki, 2005), atletas com menor capacidade em gerar força (Okazaki et al., 2006b) e em arremessos realizados em longas distâncias da cesta (Elliott, 1992).

O aumento na distância do arremesso também implicou no aumento do deslocamento horizontal, tanto durante a realização do arremesso quanto no instante de lançamento, e no aumento da velocidade horizontal no centro de massa. Esta estratégia também pareceu contribuir com o aproveitamento da energia produzida pelo deslocamento do corpo para aumentar a geração de impulso no lançamento da bola. Este comportamento também foi verificado em outros estudos, com indivíduos adultos (Elliott, 1992; Miller & Bartlett, 1996; Satern, 1993; Walters, Hudson & Bird, 1990). Porém,

esta estratégia parece ter efeito negativo sobre a precisão no arremesso, em função da redução na estabilidade de movimento (Elliott, 1992; Knudson, 1993; Okazaki et al., 2006b). Uma maior estabilidade é verificada no instante em que a velocidade vertical e horizontal se aproxima de zero, ou seja, no ponto mais alto do salto e com o menor deslocamento antero-posterior possível. Assim, a reorganização cinemática do movimento das crianças visando cumprir a tarefa empregando maior velocidade ao centro de massa não parece ter sido suficiente para manter o mesmo desempenho com o aumento da distância.

O aumento das velocidades horizontais e verticais com o aumento da distância reflete maiores amplitudes de movimento em diversas articulações, tanto de membros inferiores quanto superiores, tais como: tornozelos, joelhos, quadril, tronco, cotovelo e punho. Verifica-se, portanto, a repercussão ao longo de todo o corpo na modificação das estratégias de controle no movimento para cumprir a demanda do aumento na distância de arremesso. Por outro lado, arremessos mais longos não demonstraram diminuir o ângulo de flexão do ombro e de extensão do cotovelo. Logo, a redução na altura de lançamento da bola pareceu ser mais influenciada, em relação à organização do movimento, pela inclinação do tronco à frente no instante de liberação da bola. Esta maior inclinação à frente no instante de lançamento da bola também contribui para explicar o menor ângulo de lançamento da bola. Esta característica difere de resultados verificados em adultos, para os quais tem sido proposto que o ângulo de lançamento da bola seria mais relacionado ao ângulo de flexão do ombro (Okazaki et al., 2008a). Tais resultados foram utilizados para refutar a hipótese que apontou o ombro como a principal articulação responsável geração de impulso em maiores distâncias.

Finalmente, a maior amplitude articular implicou em aumento na velocidade angular

de tornozelos, joelhos, quadril, tronco, ombro, cotovelo e punho. Ou seja, todas as articulações envolvidas se deslocaram mais rapidamente com o aumento da distância, resultando na maior velocidade de lançamento da bola nas maiores distâncias. Deste modo, foi aceita a hipótese que afirmou a estratégia de aumentar a velocidade concomitantemente nas articulações do membro responsável por lançar a bola. Maiores valores de velocidade angular também têm sido verificados, no arremesso desempenhado por adultos, na articulação do ombro (Elliott & White, 1989; Miller & Bartlett, 1996; Satern, 1993), do cotovelo (Miller & Bartlett, 1993, 1996; Satern, 1993) e do punho (Rodacki, Okazaki, Sarraf & Dezan, 2005). Contudo, de forma geral, os adultos não tendem a aumentar a velocidade angular de todas as articulações dos membros inferiores, do tronco e dos membros superiores, em função do acréscimo na distância de arremesso. Pois, em função da relação inversa velocidade-precisão (Fitts, 1954), o aumento na geração de velocidade ao redor das articulações comprometeria a precisão do arremesso.

Tem sido sugerida a articulação do punho como uma das principais responsáveis pela manutenção da precisão do arremesso (Miller & Bartlett, 1993, 1996). Isto porque esta articulação é a mais distal (sem levar em consideração as articulações das falanges) e faz a junção do segmento (mão) que tocaria por último na bola. No instante do lançamento da bola, apenas o punho apresentou aumento significativo da velocidade de flexão, com o aumento na distância de arremesso. Assim, as crianças pareceram utilizar a articulação do punho para auxiliar na geração de impulso na medida em que a distância do arremesso foi aumentada. Por conseguinte, aparentemente, as crianças utilizaram uma estratégia que privilegiou a geração de impulso para compensar o aumento na distância de arremesso, com possível detrimento em sua precisão.

Estas alterações cinemáticas verificadas no

arremesso das crianças, em função da manipulação na distância, sugerem que as articulações relacionadas aos segmentos braço, antebraço e mão (i.e. ombro, cotovelo e punho) teriam basicamente a mesma importância na geração de impulso para o lançamento e na manutenção da precisão do arremesso. Pois, ainda que uma articulação tenha maior potencial em gerar impulso para lançar a bola (i.e. o cotovelo ou o ombro, em comparação ao punho), em distâncias mais próximas à cesta o arremesso poderia ser desempenhado basicamente pelas articulações mais distais com menor ação (maior restrição) das articulações mais proximais. Por outro lado, em arremessos mais distantes da cesta, apenas as alterações no segmento que detém o último toque na bola (mão) não seria suficiente para garantir a precisão do arremesso, pois seu ângulo de lançamento também dependeria da participação de outras articulações (tronco e ombro, por exemplo). Ou seja, é possível sugerir a existência de uma única sinergia na organização do movimento de arremesso no basquetebol. Vale ressaltar ainda que, em contextos reais de prática, esta sinergia dependeria das restrições do ambiente (presença de um oponente, arremesso livre, etc.), da tarefa (tipo de arremesso, distância do arremesso, etc.) e do arremessador (dinâmica intrínseca, ou seja, aspectos físicos e motores).

No caso particular das crianças, as estratégias ímpares de arremesso aqui verificadas em resposta à variação de distância do ATJ podem ser atribuídas às suas características físicas e motoras, em comparação aos estudos realizados com adultos. Os resultados, em conjunto, indicam que a diminuição da precisão do ATJ com o aumento na distância pode estar relacionada ao maior impulso para lançar a bola. Isto porque em arremessos mais longos a bola deve percorrer maior trajetória para chegar até a cesta, conforme evidenciado na literatura (Satern, 1993; Walters et al., 1990) e confirmado em nossos dados. O aumento do impulso, por sua vez, depende de alterações

cinemáticas, suficientes para ampliar a trajetória da bola, mas insuficientes para a manutenção da sua precisão. Desta forma, baseadas nas variáveis analisadas, foram constatadas relações entre variáveis cinemáticas e precisão que podem contribuir para explicar o decréscimo de desempenho. Consequentemente, estes achados geram informação útil para a melhor orientação no processo de treinamento, especialmente na iniciação do basquetebol.

CONCLUSÕES

Foi estabelecida evidente relação entre distância/precisão no ATJ com alterações cinemáticas que implicaram em modificação nas estratégias de controle no arremesso das crianças. Uma vez que tais estratégias de controle no movimento falharam na tentativa de manter a precisão, esta informação deve ser levada em conta na formulação de sessões de treinamentos, assim como na formulação das regras de disputa das categorias etárias envolvendo crianças e jovens iniciantes no basquetebol. Foi sugerida a realização do ATJ com grandes altura e ângulo de lançamento da bola, mas, que não demande grande geração de velocidade de lançamento. Ademais, devem-se evitar movimentos com exacerbada geração de força nas articulações responsáveis por lançar a bola e grandes deslocamentos para frente durante o salto. Pois, tais fatores podem diminuir a estabilidade e, consequentemente, a precisão dos arremessos. Estudos que manipulem a velocidade, o ângulo e a altura de lançamento da bola no arremesso de crianças, além da manipulação de interferências contextuais, devem ser realizados com o objetivo de oferecer suporte às propostas de intervenção no processo de ensino-aprendizagem do ATJ no basquetebol.

Agradecimentos:

Ao MEC/SESu pela Bolsa de Tutor do Programa de Educação Tutorial da Educação Física (PET-

UEL) do primeiro autor e ao CNPq pela Bolsa de Produtividade em Pesquisa do último autor.

Conflito de Interesses:

Nada declarado.

Financiamento:

Nada declarado.

REFERÊNCIAS

- Abernethy, B., Mackinnon, L.T., Kippers, V., Hanrahan, S.J., Pandey, M.G. (2005). The biophysical foundations of human movement. 2nd edition, Human Kinetics, p. 363.
- Brancazio, P.J. (1981). Physics of Basketball. *American Journal of Physics*, 49, 356-365.
- Elliott, B.C. (1992). A kinematic comparison of the male and female two-point and three-point jump shots in basketball. *The Australian Journal of Science and Medicine*, 24(4), 111-118.
- Elliott, B.C., & White, E. (1989). A kinematic and kinetic analysis of the female two point and three point jump shots in basketball. *The Australian Journal of Science and Medicine in Sport*, 21(2), 7-11, 1989.
- Fitts, P. M. (1954). The information capacity of the human motor system in controlling the amplitude of movement. *Journal of Experimental Psychology*, 47, 381-391.
- Hudson, J.L. (1986). Co-ordination of segments in vertical jump. *Medicine in Science in Sport and Exercise*, 18, 242-251.
- Knudson, D. (1993). Biomechanics of the basketball jump shot – six key points. *Journal of Physical Education, Recreation, and Dance*, 64, 67-73.
- Meyer, D.E., Abrams, R.A., Kornblum, S., Wright, C.E., & Smith, J.E.K. (1988). Optimality in human motor performance: ideal control of rapid aimed movements. *Psychological Review*, 95(3), 340-370.
- Miller, S.A., & Bartlett, R.M. (1993). The effects of increased shooting distance in the basketball jump shot. *Journal of Sports Sciences*, 11, 285-293.
- Miller, S.A., & Bartlett, R.M. (1996). The relationship between basketball shooting kinematics, distance and playing position. *Journal of Sports Sciences*, 14, 243-253.
- Newell, K.M., & Vaillancourt, D.E. (2001). Dimensional change in motor learning. *Human Movement Science*, 20, 695-715.
- Okazaki, V.H.A., & Rodacki, A.L.F. (2005). Changes in basketball shooting coordination in children performing with different balls. *Fédération Internationale D'éducation Physique*, 75(2), 368-371.
- Okazaki, V.H.A., Rodacki, A.L.F., Sarraf, T.A., Dezan, V.H., & Okazaki, F.H. (2004). Diagnóstico da especificidade técnica dos jogadores de basquetebol. *Revista Brasileira de Ciência e Movimento*, 12(4), 17-24.
- Okazaki, V.H.A., Rodacki, A.L.F., & Okazaki, F.H.A. (2006a). Arremesso tipo jump no basquetebol: novatos x experientes. *Revista Mackenzie de Educação Física e Esporte*, 5, 33-39.
- Okazaki, V.H.A., Rodacki, A.L.F., Dezan, V.H., & Sarraf, T.A. (2006b). Coordenação do arremesso de jump no basquetebol de crianças e adultos. *Revista Brasileira de Biomecânica*, 7, 15-22.
- Okazaki, V.H.A., Okazaki, F.H.A., & Kopp, N. (2008a). Temporal organization of arm movements in accurate throws. *Fédération Internationale D'éducation Physique*, 78, 625-626.
- Okazaki, V.H.A., Okazaki, F.H.A., Rodacki, A.L.F., & Lima, A.C. (2009). Variabilidade inter-individual na estrutura temporal do arremesso no basquetebol. *Motriz: Revista de Educação Física (Online)*, 14, 831-841.
- Rodacki, A.L.F., Okazaki, V.H.A., Sarraf, T.A., & Dezan, V.H. (2005). O efeito da distância sobre a coordenação do arremesso de jump no basquetebol. In: *XI Congresso Brasileiro de Biomecânica*, João Pessoa – PB, 2005.
- Saturn, M.N. (1993). Kinematic parameters of basketball jump shots projected from varying distances. *Biomechanics in Sports XI, Proceedings of the XIth Symposium of the International Society of Biomechanics In Sports*, Department of Exercise Science, University of Massachusetts Amherst, Amherst-MA, USA, 313-317.

- Schmidt, R.A., Zelaznik, H., Hawkins, B., Frank, J.S., & Quinn, J.T. (1979). Motor-output variability: a theory for the accuracy of rapid motor acts. *Psychological Review*, 86, 5, 415-451.
- Temprado, J., Della-Graa, M., Farrel, M., & Laurent, M. (1997). A novice-expert comparison of (intra-limb) coordination subserving the volleyball serve. *Human Movement Science*, 16, 653-676.
- Vereijken, B. Van Emmerik, R.E.A., Whiting, H.T.A., & Newell, K.M. (1992). Free(z)ing degrees of freedom in skill acquisition. *Journal of Motor Behavior*, 24(1), 133-142.
- Walters, M., Hudson, J., & Bird, M. (1990). Kinematic adjustments in basketball shooting at three distances. *VIII International Symposium of the Society of Biomechanics in Sports*. July 03-09, Prague-Czechoslovakia, 1990.
- Winter, D. (1990). *Biomechanics and Motor Control of Human Movement*. 2a edição, Wiley-Interscience, Toronto-Ontario.



Todo o conteúdo da revista **Motricidade** está licenciado sob a Creative Commons, exceto quando especificado em contrário e nos conteúdos retirados de outras fontes bibliográficas.