

SOBRE A GENERALIDADE DE ESTRATÉGIAS DE CONTROLE SENSORIO-MOTOR

Luis Augusto TEIXEIRA*

RESUMO

Movimentos balísticos simples orientados à contatação de um alvo são regulados a partir de princípios de controle motor bem conhecidos, os quais regem a relação de antagonismo entre velocidade de movimento e demanda de precisão da resposta. Neste texto são relatados resultados de investigação experimental (Teixeira, 1999), em que foram analisadas variáveis cinemáticas na habilidade motora de chute de potência, havendo duas fontes de demanda de precisão: alvo primário (bola) e alvo remoto (local a ser atingido pela bola). Os resultados mostraram que a regulação da velocidade de movimento foi feita predominantemente em função do tamanho do alvo remoto, o qual define uma área virtual sobre a área real disponível relativa ao alvo primário. Tais resultados mostram que o controle em habilidades motoras complexas de contatação balística de alvo estão sujeitas ao mesmo princípio de troca entre velocidade e precisão, porém outras variáveis críticas entram em cena para definir as restrições de precisão sobre o desempenho. Essa característica impede uma generalização direta das leis observadas em movimentos simples de contatação suave de alvo e indicam a necessidade de investigações adicionais dos mecanismos específicos de controle motor empregados nesse tipo de tarefa.

UNITERMOS: Estratégias de controle motor; Movimentos complexos; Movimentos de contatação; Movimentos balísticos.

Movimentos balísticos manuais endereçados à contatar um alvo espacial estão sujeitos a uma relação inversamente proporcional entre velocidade e precisão, de forma que quanto maior a exigência de precisão em uma tarefa motora menor é a velocidade de movimento observada. Esta relação foi inicialmente modelada por Fitts (1954), que demonstrou que o tempo de movimento em tais tarefas é uma função linear do logaritmo do dobro da amplitude de movimento dividida pela largura do alvo. Esta proposição, a qual veio a ser conhecida como Lei de Fitts, tem recebido amplo suporte empírico em diferentes tipos de tarefa envolvendo velocidade e precisão de movimento, tais como contatar um alvo físico com a mão ou estilete (Fitts, 1954; Fitts & Peterson, 1964; MacKenzie, Marteniuk, Dugas, Liske & Eickmeier, 1987; Marteniuk, MacKenzie,

Jeannerod, Athenes & Dugas, 1987), movimentos de contatação feitos com a cabeça (Andres & Hartung, 1989), atingir um alvo em monitor de computador através de movimentos com um mouse (Graham, 1996), e em tarefas de agarrar objetos (Bootsma, Marteniuk, MacKenzie & Zaal, 1994).

A explicação que tem sido dada para esse fenômeno é que o aumento do índice de dificuldade, particularmente pela diminuição da largura do alvo, gera uma maior demanda de processamento de "feedback" em função da maior restrição espacial colocada pela tarefa, fazendo com que o tempo de movimento seja aumentado como consequência do maior número de ajustes necessários para obtenção de sucesso. A estratégia específica de processamento de "feedback", entretanto, tem sido proposta através de dois modelos. A primeira proposição é originária dos

* Escola de Educação Física e Esporte da Universidade de São Paulo.

trabalhos de Keele (1968) e Crossman & Goodeve (1983), onde é hipotetizado que cada submovimento, isto é, a execução de cada conjunto de comandos motores, é efetuado com períodos regulares de latência, e cada um deles possuindo a mesma capacidade de redução da diferença entre a posição inicial e a posição desejada sobre o alvo. Dentro dessa proposição de controle intermitente, as correções começam a ser feitas a partir do momento que haja tempo suficiente para o processamento de “feedback”, e continuam por todo o movimento em intervalos de tempo correspondentes ao tempo de reação até que o movimento seja concluído.

A segunda forma de controle motor tem sido proposta por Beggs & Howarth (1972a, b; Howarth & Beggs, 1981; Howarth, Beggs & Bowen, 1971), em que um movimento orientado à contatação de um alvo é visto como ocorrendo em duas fases distintas. A primeira, conduzida em circuito aberto de processamento de “feedback”, corresponde ao deslocamento inicial do membro e tem a função primária de cobrir a maior parte da distância entre a posição inicial e a posição-alvo. A segunda corresponde à fase final da resposta, em que ajustes ou correções da trajetória do membro são implementados a fim de se obter a máxima precisão na execução da tarefa. O controle intermitente por essa perspectiva, então, compreende uma fase inicial de redução de distância e uma segunda fase de aproximação do alvo com apenas uma correção, que é iniciada um tempo de reação antes da resposta ser concluída. Dessa forma, quanto mais próximo do alvo estiver o membro nesse período imediatamente anterior ao contato, maior o potencial de precisão da resposta, induzindo o executante a não processar “feedback” nessa fase inicial de redução de distância, o que lhe tomaria um tempo importante da fase final de aproximação. Em função de tais características, esses modelos de controle intermitente têm sido chamados respectivamente de modelo de correções múltiplas e modelo de correção única (Glencross & Barrett, 1989). Escassa evidência empírica tem sido apresentada para o primeiro, pois raramente são observadas numerosas variações cinemáticas discretas ao longo de movimentos orientados a um alvo (ver Jagacinski, Repperger, Moran, Ward & Glass, 1980, para uma exceção). Por outro lado, resultados de pesquisa têm mostrado que movimentos balísticos de contatação com um alvo são caracterizados por uma variação brusca da velocidade/aceleração próxima ao alvo, sugerindo

um modo de controle de correção única (cf. Abrams, Meyer & Kornblum, 1990; Carlton, 1979, 1981; Chua & Elliott, 1993, Experimento 1).

Tanto o modelo de correção única quanto o modelo de correções múltiplas têm sua lógica baseada na idéia de que um movimento discreto dirigido a um alvo é controlado por uma série de comandos motores relativamente imprecisos, que no desenrolar do movimento precisarão ser ajustados por informação de feedback para que o alvo seja atingido. Tais elaborações teóricas, portanto, assumem um mecanismo de controle estereotipado, onde o programa motor inicial sempre produz movimentos imprecisos, independentemente de suas características cinemáticas ou da demanda da precisão da tarefa. Contudo, Schmidt e colaboradores (Schmidt, Zelaznik & Frank 1978; Schmidt, Zelaznik, Hawkins, Frank & Quinn, 1979) mostraram que a precisão espacial numa tarefa de contatação de um alvo é dependente da velocidade do membro durante o movimento, de forma que o aumento da velocidade do movimento, em uma série de tentativas, leva a um aumento da variabilidade do ponto de contatação em tarefas onde há pouco tempo disponível para processamento de “feedback”. Além disso, outro fator que é hipotetizado assumir um papel importante na variabilidade da resposta produzida é o ruído neural. Esse ruído é produzido pelo aumento do nível de ativação do sistema nervoso central, o qual é responsável por instabilidades do sistema de controle.

Baseado no princípio da variabilidade de resposta em função da magnitude do impulso inicial do movimento (velocidade) mais variabilidade produzida pelo ruído neural, Meyer, Abrams, Kornblum, Wright & Smith (1988) propuseram um modelo estocástico de submovimentos otimizados, onde mecanismos de “feedback” passam a tomar parte no controle somente à medida que ajustes de rota sejam necessários. Mais especificamente, é assumido que um movimento rápido para um alvo inclui um ou dois submovimentos, independentemente da distância ou da largura do alvo. O submovimento inicial é programado para atingir o centro do alvo, e se este submovimento termina dentro dos limites do alvo nenhum submovimento adicional será necessário. Se o ponto final antecipado do submovimento inicial estiver fora dos limites do alvo, como consequência das perturbações provocadas pelo ruído neuromotor, um segundo

submovimento é produzido gerando alterações de trajetória na tentativa de executar uma aproximação mais precisa ao alvo. Dessa forma, Meyer et alii (1988) propõem um modelo de controle que leva em consideração as idiosincrasias da tarefa no controle de movimentos balísticos dirigidos a um alvo, deixando explícita a idéia de que a interação entre programas motores e circuitos de “feedback” não está estabelecida a priori, sendo dependente de fatores tais como a variabilidade de resposta inerente ao sistema motor e a demanda de precisão da tarefa.

A investigação desses princípios em movimentos relativamente simples, em que é feito um movimento manual balístico a partir de uma base em direção a um alvo, tem demonstrado que se podem fazer previsões bastante precisas sobre a variação da velocidade de movimento em função da demanda de precisão (Lei de Fitts), assim com se pode prever a variabilidade do ponto final de contatação (erro de precisão) a partir da velocidade de movimento imposta (variabilidade de resposta). No campo do comportamento motor complexo também existe uma série de tarefas que são restringidas simultaneamente por exigências de velocidade e precisão, tais como nas tarefas de martelar um prego, rebater uma bola com um bastão, com uma raquete ou com a própria mão, assim como no chutar uma bola, nas quais se espera observar uma relação inversamente proporcional entre esses componentes de controle. Isto é, em condições de menor demanda de precisão, caracterizadas por alvos relativamente grandes, os movimentos podem ser feitos mais rapidamente sem prejuízo para o desempenho. Para alvos pequenos, a velocidade de movimento deve ser reduzida a fim de se maximizar a precisão da resposta e atingir o alvo espacial desejado.

A partir do exposto acima, uma questão importante a ser investigada é se os mesmos princípios e leis observados em movimentos simples são aplicáveis na regulação de movimentos complexos. Apesar da inclinação inicial em aceitar como pressuposto que os mesmos mecanismos seriam responsáveis pelo controle de movimentos balísticos em geral, algumas das principais diferenças entre tarefas motoras complexas e aquelas tarefas estudadas sob o paradigma de Fitts, impossibilitam uma generalização mais segura. Em primeiro lugar, em tarefas motoras complexas o alvo é atingido com o

objetivo de projetá-lo em alguma direção e não apenas de contatá-lo. Essa característica exige do executante a alteração do perfil cinemático predominantemente simétrico, em que a velocidade do movimento é aumentada até aproximadamente a metade do tempo de movimento com subsequente redução de velocidade conforme o segmento corporal se aproxima do alvo. Pequenas quebras de simetria são observadas somente à medida que haja maior ou menor demanda de precisão, porém o pico de velocidade continua ocorrendo bem distante do momento de contato com o alvo (FIGURA 1A). Em contrapartida, em tarefas motoras de propulsão de uma bola, por exemplo, o executante tem como objetivo não apenas atingir o alvo com precisão mas necessita fazê-lo aplicando grande potência ao implemento. Para atingir seu objetivo, portanto, tem que fazer com que o pico de velocidade ocorra o mais próximo possível do contato com o objeto a ser projetado, transferindo o máximo de energia a ele. Dessa forma, o perfil cinemático característico desse tipo de tarefa é de velocidade crescente ao longo de todo o movimento até o contato com o objeto, gerando uma curva assimétrica com curtose acentuada à direita (FIGURA 1B).

Segundo, em movimentos complexos geralmente existem alvos primários (próximos) e secundários (remotos), o que dificulta a determinação da área alvo disponível para contato. Quando se faz o contato balístico com um objeto a fim de projetá-lo para uma dada localização espacial, o tamanho dessa localização corresponde a um alvo remoto que impõe restrições sobre a área que esse objeto pode ser atingido a fim de que a tarefa seja executada com sucesso. Colocando com outras palavras, o alvo remoto a ser atingido pelo objeto projetado estabelece uma área-alvo virtual sobre a área do alvo primário real, a qual define a verdadeira demanda de precisão da tarefa motora. Em condições em que o alvo remoto é bastante grande (simplesmente projetar um objeto numa dada direção, por exemplo) o alvo primário provavelmente dite por si só a demanda de precisão. Em outras condições, nas quais há uma área reduzida a ser atingida pelo objeto projetado, o alvo remoto impõe restrições adicionais de precisão àquelas estabelecidas pelo alvo primário, o que deve gerar alterações no perfil cinemático do movimento.

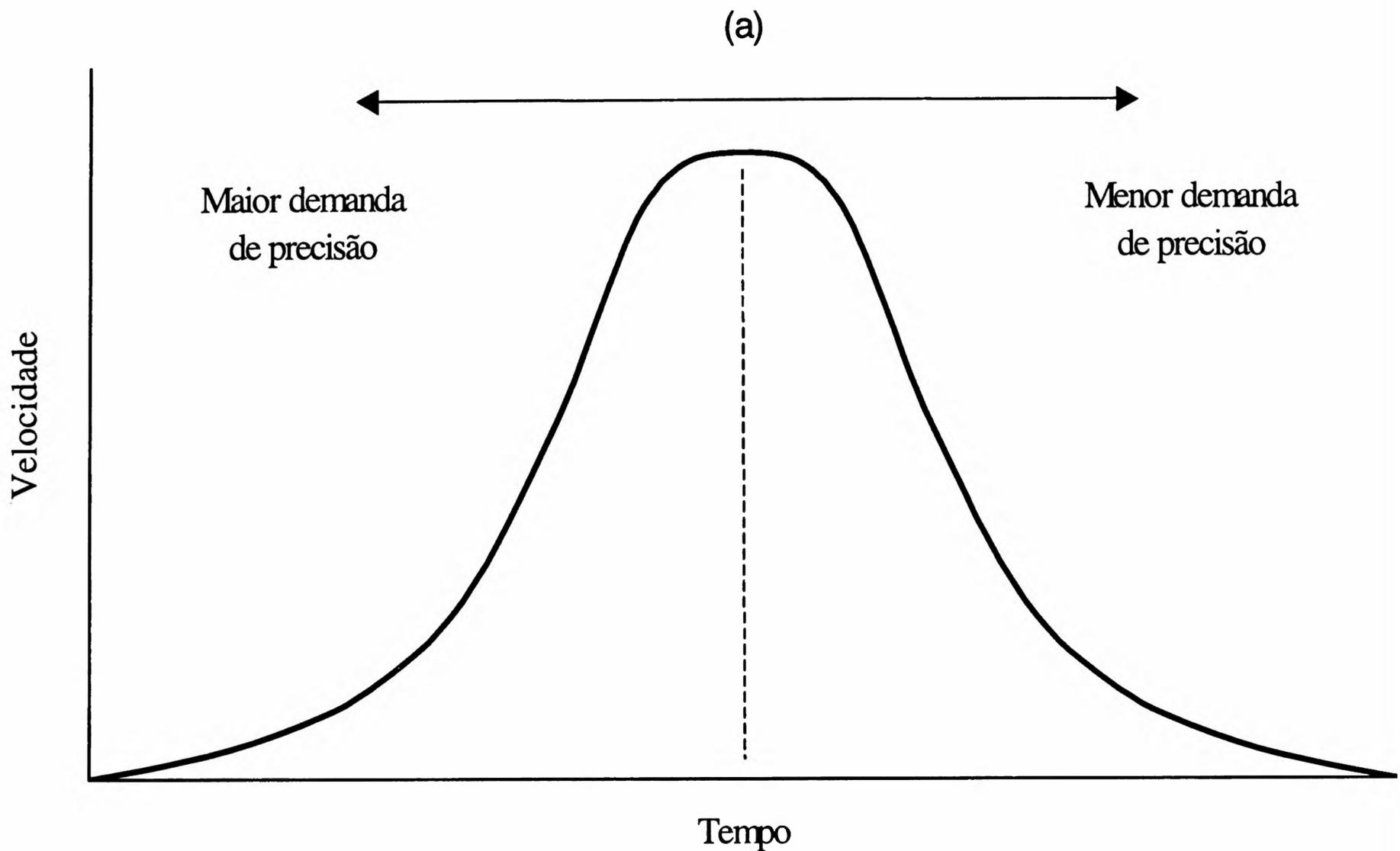


FIGURA 1 – Perfis cinemáticos característicos de movimentos balísticos orientados à contatação de um alvo físico através de um toque mais suave (a), e de movimentos balísticos orientados à propulsão de um implemento móvel através de um contato de potência (b).

E terceiro, a maior força inercial característica de movimentos complexos, criada como consequência não apenas de velocidades mais altas de movimento, mas também do uso de segmentos corporais mais pesados ou aumento de peso pelo uso de implementos para contatação, pode tornar o uso de informação de “feedback” mais difícil de ser implementado do que em movimentos mais lentos, tais como aqueles usados no paradigma de Fitts. Essa característica pode implicar modos de controle motor qualitativamente diferentes, desde que forças inerciais maiores necessitam de mais força muscular para serem vencidas, o que consequentemente torna as correções via “feedback” sensorial mais difíceis e mais demoradas para serem implementadas. Esse aspecto pode fazer com que o sistema sensório-motor opte por atuar exclusivamente por controle antecipatório (“feedforward”) ao invés de tentar promover ajustes via circuito fechado, como ocorre

no controle de movimentos simples com menor carga inercial.

Em conjunto, essas diferenças entre tarefas motoras simples e complexas impossibilitam a generalização direta da Lei de Fitts, ou mesmo de princípios de controle em tarefas motoras balísticas mais simples, para tarefas motoras mais complexas. À luz dessa observação, serão comentados os resultados de um estudo (Teixeira, 1999) que teve como propósito investigar as variações cinemáticas em movimentos de chute de potência em função da combinação de duas fontes de restrição de precisão: tamanho da bola (alvo primário) e tamanho do alvo a ser atingido pela bola (alvo secundário).

Foram utilizados como sujeitos deste estudo praticantes habilidosos de futebol, no âmbito universitário, com preferência pedal direita. Esses sujeitos foram solicitados a chutar uma bola estática o mais fortemente possível, empregando a

parte frontal do pé direito para realizar o contato. Foram utilizados dois tamanhos de bola: 11 cm de diâmetro (pequena) e 22 cm de diâmetro (grande), ambas com peso similar. Essas bolas foram chutadas para um alvo quadrado com 40 cm de lado (delimitado) ou para uma rede que ocupava todo o espaço frontal do sujeito (não-delimitado). Ambos os alvos foram colocados à 3 m de distância do local de chute. O desempenho nessas tarefas foi filmado com três câmeras de alta velocidade (180 Hz), a partir do que foi feito o rastreamento de uma marca reflexiva colocada no maléolo lateral da perna direita, com posterior reconstrução do espaço tridimensional por DLT. Quatro variáveis cinemáticas foram escolhidas para análise: 1) tempo de movimento (tempo entre contato do pé de apoio com o solo e contato do pé de chute com a bola), 2) velocidade média do pé usado para chutar, 3) velocidade de contato do pé com a bola, e 4) tempo após o pico de velocidade (tempo entre o pico de velocidade e o contato do pé com a bola).

Caso os princípios de controle de movimento sejam os mesmos entre movimentos simples e movimentos complexos, poderíamos fazer algumas conjecturas. Em primeiro lugar, a partir da Lei de Fitts, pode-se hipotetizar que o tempo de movimento varia como consequência do índice de dificuldade do movimento, de maneira que movimentos mais fáceis (com menor demanda de precisão) devem ser feitos em menor período de tempo enquanto que movimentos com maior demanda de precisão devem ter duração mais prolongada. Segundo, como a variabilidade do ponto final de contatação aumenta com a velocidade de movimento, poderia ser esperado que para condições com maior demanda de precisão a velocidade de deslocamento da perna seja reduzida como estratégia para aumentar a precisão de movimento, assim como em condições com menores restrições de precisão a velocidade de movimento seria elevada para aumentar a potência aplicada à bola. Por fim, outro elemento de controle que pode estar associado à variação de velocidade é o tempo de ocorrência do pico de velocidade. Como uma das principais estratégias para modulação da velocidade de contato consiste no adiantamento ou atraso do tempo do momento de maior velocidade do movimento, a redução da velocidade de contato entre o pé e a bola pode ser produzida por uma fase mais prolongada de desaceleração da perna nas condições de maior demanda de precisão, em função da ocorrência do pico de velocidade mais precocemente. Em

condições que exigem menor precisão o pico de velocidade deve ser quase coincidente com o contato entre pé e bola.

A análise dos resultados mostrou que para tempo de movimento foi observado apenas efeito significativo de alvo, indicando que o alvo definido levou a tempos de movimento mais longos. O efeito do tamanho da bola ficou longe de atingir valores significativos, o que revela que o tamanho do alvo primário (bola) não interferiu na regulação do controle dessa variável. Resultados similares foram encontrados para velocidade média e velocidade de contato. Apenas a análise de tempo após o pico de velocidade revelou efeitos significativos para o fator tamanho de bola, além do mesmo efeito de tamanho do alvo secundário encontrado nas três variáveis anteriores, mostrando que tanto alvo definido como bola pequena levaram a fases de desaceleração mais prolongadas (FIGURA 2).

Destes resultados emergiu um quadro mais claro de como velocidade e precisão são intercambiados a fim de gerar simultaneamente movimentos rápidos e precisos em tarefas motoras complexas. A tarefa de chutar uma bola em direção a um espaço delimitado é representativa de uma categoria de tarefas em que o alvo primário próximo (bola) é contatado a fim de ser projetado na direção do alvo secundário remoto. Desde que o alvo remoto reduz o tamanho da área-alvo efetivamente disponível para contato no alvo primário, uma importante questão sobre o modo de controle destas tarefas é como estas duas fontes de restrição influenciam a cinemática do movimento. MacKenzie et alii (1987) mostraram que em tarefas de contatação manual, com alvos bidimensionais, o tempo após o pico de velocidade é mais longo para alvos menores, implicando uma fase de desaceleração mais prolongada. Nos presentes resultados foi mostrado que tanto o tamanho da bola quanto o tamanho do alvo produziram um efeito semelhante, com tempos após o pico de velocidade mais longos sendo observados para maiores restrições de precisão impostas tanto pela bola pequena quanto pelo alvo definido. A fase de desaceleração prolongada gerada pela redução do tamanho da bola, entretanto, não conduziu à velocidades de movimento diferentes, desde que para tempo de movimento, velocidade média e velocidade de contato foi observado apenas o efeito de alvo secundário.

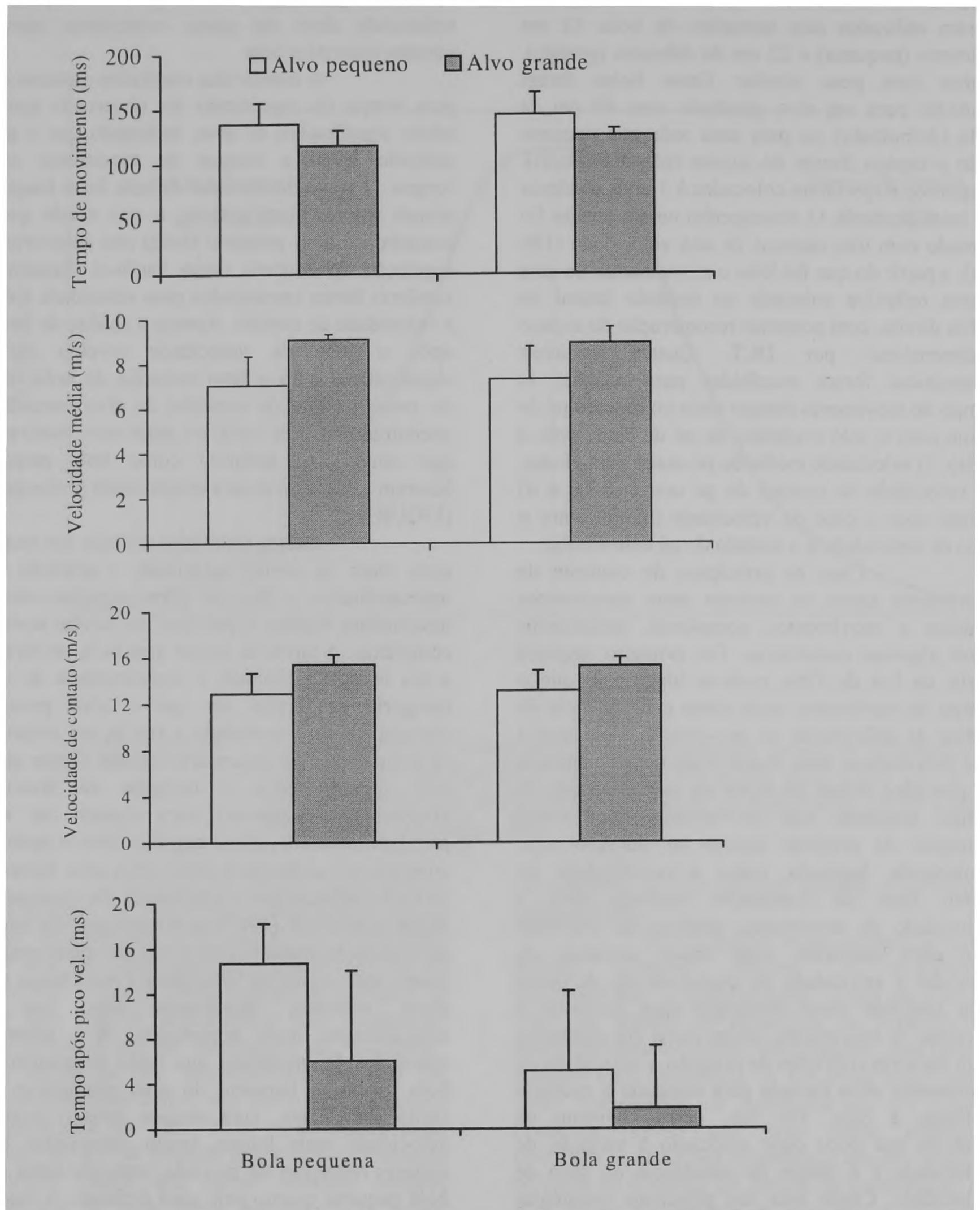


FIGURA 2 – Tempo de movimento, velocidade média, velocidade de contato e tempo após pico de velocidade, resultantes da combinação entre dois tamanhos de bola e dois tamanhos de alvo remoto na tarefa de chute de potência.

De uma forma geral, esses resultados mostram que para jogadores de futebol experientes a principal restrição de precisão é representada pelo alvo remoto, o qual determina o tamanho efetivo da área alvo disponível para contato. A partir desses resultados fica aparente que o tamanho da bola por si não representa uma forte restrição de precisão para jogadores habilidosos, o que torna a categoria de movimentos balísticos orientados à contatação de alvos remotos qualitativamente diferentes de movimentos mais simples de contatação orientados apenas a um alvo

próximo, como são aqueles que têm sido estudados a partir da Lei de Fitts. Como corolário desses achados, torna-se evidente a necessidade da investigação das estratégias específicas de controle motor de movimentos balísticos complexos, os quais estão sujeitos às mesmas limitações da capacidade de controle motor humano, porém expostos à diferentes fontes de restrição que determinam as idiosincrasias do modo de controle adotado pelo sistema sensório-motor em cada tarefa.

ABSTRACT

ON THE GENERALITY OF SENSORIMOTOR CONTROL STRATEGIES

Simple ballistic aiming movements are regulated from well known principles of motor control, which regulate the antagonistic relationship between movement velocity and accuracy requirements. In this paper results from experimental investigation are reported (Teixeira, in press), in which kinematic variables in power kick movements were analyzed, with two sources of accuracy requirement: primary target (ball), and remote target (area to be hit by the ball). The results showed that regulation of movement velocity was made predominantly as a function of the size of the remote target, which imposes a virtual area on the actual area available on the primary target. Such results show that movement control in ballistic complex motor skills aimed at powerfully hitting a target is subsumed to the principle of speed-accuracy trade-off. However, other critical variables play a role to define the accuracy constraints on the performance. This characteristic prevents a direct generalization from the laws of simple aiming movements with smoother contact between the hand and the target and indicates the necessity of further investigations of motor control mechanisms employed in this kind of task.

UNITERMS: Motor control strategies; Complex movements; Aiming movements; Ballistic movements.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRAMS, R.A.; MEYER, D.F.; KORNBLUM, S. Eye-hand coordination: oculomotor control in rapid aimed limb movements. **Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance**, v.16, n.2, p.248-7, 1990.

ANDRES, R.O.; HARTUNG, K.J. Prediction of head movement time using Fitts' law. **Human Factors**, v.31, p.703-13, 1989.

BEGGS, W.D.A.; HOWARTH, C.I. The accuracy of aiming at a target: some further evidence for a theory of intermittent control. **Acta Psychologica**, v.36, p.171-7, 1972a.

_____. The movement of the hand towards a target. **The Quarterly Journal of Experimental Psychology**, v.24, p.448-53, 1972b.

BOOTSMA, R.J., MARTENIUK, R.G., MacKENZIE, C.L.; ZAAL, F.T.J.M. The speed-accuracy trade-off in manual prehension: Effects of movement amplitude, object size and object width on kinematic characteristics. **Experimental Brain Research**, v.98, p.535-41, 1994.

CARLTON, L.G. Control processes in the production of discrete aiming responses. **Journal of Human Movement Studies**, v.5, p.115-24, 1979.

_____. Processing visual feedback information for movement control. **Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance**, v.7, n.5, p.1019-30, 1981.

CHUA, R.; ELLIOTT, D. Visual regulation of manual aiming. **Human Movement Science**, v.12, p.365-401, 1993.

- CROSSMAN, E.R.F.W.; GOODEVE, P.J. Feedback control of hand-movement and Fitts' Law. **The Quarterly Journal of Experimental Psychology**, v.35A, p.251-78, 1983.
- FITTS, P. The information capacity of the human motor system in controlling the amplitude of movement. **Journal of Experimental Psychology**, v.47, p.381-91, 1954.
- FITTS, P.; PETERSON, J.R. Information capacity of discrete motor responses. **Journal of Experimental Psychology**, v.67, p.103-12, 1964.
- GLENCROSS, D.J.; BARRETT, N. Discrete movements. In: HOLDING, D., ed. **Human skills**. Chichester, John Wiley, 1989. p.107-46.
- GRAHAM, E.D. **Pointing on a computer display**. British Columbia, Canadá, 1996. Doctoral Dissertation - Simon Fraser University.
- HOWARTH, C.I.; BEGGS, W.D.A. Discrete movements. In: HOLDING, D.H., ed. **Human skills**. Chichester, John Wiley, 1981. p. 91-117.
- HOWARTH, C.I.; BEGGS, W.D.A.; BOWEN, J.M. The relationship between speed and accuracy of movement aimed at a target. **Acta Psychologica**, v.35, p.207-18, 1971.
- JAGACINSKI, R.J.; REPPERGER, D.W.; MORAN, M.S.; WARD, S.L.; GLASS, B. Fitts' law and the microstructure of rapid discrete movements. **Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance**, v.6, n.2, p.309-20, 1980.
- KEELE, S.W. Movement control in skilled motor performance. **Psychological Bulletin**, v.70, n.6, p.387-403, 1968.
- MacKENZIE, C.L., MARTENIUK, R.G., DUGAS, C., LISKE, D.; EICKMEIER, B. Three-dimensional movement trajectories in Fitts' task: Implications for control. **Quarterly Journal of Experimental Psychology**, v.39A, p.629-47, 1987.
- MARTENIUK, R.G.; MacKENZIE, C.L.; JEANNEROD, M.; ATHENES, S.; DUGAS, C. Constraints on human arm movements trajectories. **Canadian Journal of Psychology**, v.41, n.3, p.365-78, 1987.
- MEYER, D.E.; ABRAMS, R.A.; KORNBLUM, S.; WRIGHT, C.E.; SMITH, J.E.K. Optimality in human motor performance: ideal control of rapid aimed movements. **Psychological Review**, v.95, n.3, p.340-70, 1988.
- SCHMIDT, R.A.; ZELAZNIK, H.N.; FRANK, J.S. Sources of inaccuracy in rapid movement. In: STELMACH, G.E., ed. **Information processing in motor control and learning**. New York, Academic Press, 1978. p.183-203.
- SCHMIDT, R.A.; ZELAZNIK, H.; HAWKINS, B.; FRANK, J.S.; QUINN, J.T. Motor-output variability: a theory for the accuracy of rapid motor acts. **Psychological Review**, v.86, n.5, p.415-51, 1979.
- TEIXEIRA, L.A. Kinematics of kicking as a function of different sources of constraint on accuracy. **Perceptual and Motor Skills**, v.88, n.3 P.1, p.785-9, 1999.

ENDEREÇO: Luis Augusto Teixeira
 Depto. de Biodinâmica do Corpo Humano
 Escola de Educação Física e Esporte – USP
 Av. Prof. Mello Moraes, 65
 05508-900 – São Paulo SP