

**PADRÕES DE COORDENAÇÃO NEUROMUSCULAR ASSOCIADOS
AO MOVIMENTO DO BRAÇO E ANTEBRAÇO EM ACÇÕES DE
LANÇAMENTO:
CONTRIBUTOS PARA A ORIENTAÇÃO DO TREINO DE FORÇA**

Dr. Pedro Pezarat Correia
Faculdade de Motricidade Humana
Universidade Técnica de Lisboa

Resumo

Os *lançamentos* constituem uma família de gestos técnicos desportivos em que um objecto é arremessado a uma mão por cima da cabeça e incluem gestos como o serviço e *smash* no ténis e no badmington, o remate de andebol, o remate de voley, o arremesso no baseball ou o lançamento do dardo no atletismo. Caracteriza-se no essencial pelo mesmo padrão gestual, com uma sequência de movimentos articulares organizada numa sequência próximo-distal e sujeita ao princípio da somação de velocidades, e com aspectos comuns ao nível dos padrões de coordenação neuromuscular. Com base em registos EMG e cinemáticos de diferentes acções de lançamento são caracterizados os padrões neuromusculares com incidência nos grupos musculares com acção no braço e no antebraço. A partir dessa caracterização, concluímos com algumas considerações metodológicas relacionadas com a orientação dos processos de treino da força em atletas solicitados em acções de lançamento.

Palavras Chave: EMG; Lançamentos; Coordenação neuro-muscular.

Introdução

No universo dos movimentos realizados no âmbito desportivo, é possível identificar uma família de gestos técnicos que se caracterizam por acções em que um objecto é arremessado a uma mão por cima da cabeça. Essas acções, que designaremos por *lançamentos*, incluem gestos como o serviço e *smash* no ténis e no badmington, o remate de andebol, o remate de voley, o arremesso no baseball ou o lançamento do dardo no atletismo.

Os *lançamentos* caracterizam-se no essencial pelo mesmo padrão gestual, com uma sequência de movimentos articulares e de acções musculares organizada em três grandes fases: fase preparatória, fase principal e fase de terminação (Figura 1). A fase preparatória coloca os diferentes segmentos de forma a potenciar o percurso de aceleração e assume uma importância considerável no armazenamento de energia muscular utilizável na fase principal. A fase principal corresponde à aceleração sequencial dos diferentes

segmentos até a mão atingir o ponto de intenção, por exemplo, o momento em que a bola é largada da mão ou o momento do impacto de uma raquete com a bola. A partir deste momento tem lugar a fase de terminação em que ocorre a desaceleração dos diferentes segmentos.

A fase principal, determinante para o objectivo final da acção, apresenta características balísticas e é constituída por uma sequência próximo-distal de acções de elevada velocidade. Inicia-se com uma extensão das principais articulações do membro inferior e continua sequencialmente com o movimento do tronco, projecção anterior da cintura escapular, aducção horizontal e rotação interna do braço, extensão e pronação do antebraço e flexão da mão. O movimento de flexão da mão constitui o último elemento da cadeia e desempenha um papel essencial ao transmitir ao objecto externo a resultante da cadeia cinética gerada pelo sistema de alavancas corporais. Este sistema está sujeito ao princípio da somação de velocidades segundo o qual a velocidade da extremidade distal (mão) é construída pela somação das velocidades individuais dos diferentes segmentos. Assim, a energia mecânica de um segmento em movimento pode provir de duas fontes: dos músculos que estão ligados directamente ao segmento e da energia passiva que é transmitida dos segmentos proximais adjacentes através da articulação onde o segmento se desloca.



Figura 1: Fases do serviço de ténis: (A) início da fase preparatória; (B) fim da fase preparatória e início da fase principal, (C) fim da fase principal e início da fase de terminação; (D) fim da fase de terminação.

A especificidade que caracteriza a participação muscular em cada tipo de lançamento justifica que os melhores ganhos em performance sejam adquiridos quando o

treino é realizado da forma mais aproximada da acção competitiva. Assim, uma correcta orientação do processo de treino não deve apenas atender à escolha de exercícios que solicitem os músculos certos. É também fundamental seleccionar as características da execução adequadas, tentando desencadear nesses músculos padrões de coordenação muscular similares aos verificados no lançamento. As semelhanças mencionadas nos parágrafos anteriores determinam um conjunto de exigências comuns ao sistema neuromuscular que importa conhecer e que têm sido caracterizadas com recurso à electromiografia (EMG) em paralelo com análise cinemática. Nesse sentido, procuraremos ilustrar os aspectos mais relevantes dos processos de coordenação neuromuscular no movimento do membro superior dominante nas acções de lançamento e que, portanto, devem ser considerados na orientação dos processos de treino da força.

Padrão de Coordenação Muscular no Movimento do Antebraço Nos Lançamentos

O movimento rápido de extensão do cotovelo que ocorre na fase principal representa um elemento comum nos *lançamentos* realizados no âmbito desportivo. A extensão do antebraço é acompanhada de pronação que termina normalmente antes do ponto de intenção e que serve essencialmente para posicionar a mão nesse momento. A extensão do antebraço nessas acções é um movimento balístico: executado a grande velocidade, apresenta duração muito reduzida e necessita de uma acção frenadora para que o movimento não seja executado até ao fim à máxima velocidade.

Foram registadas velocidades angulares de extensão do cotovelo entre 18 e 36 rad.s^{-1} no remate de andebol (PEZARAT-CORREIA et al., 1996) e entre 20 e 52 rad.s^{-1} no serviço de ténis (BUCKLEY; KERWIN, 1988; SPRINGINGS et al., 1994; ELLIOTT; MARSHALL; NOFFAL, 1995). Estes valores de velocidade ultrapassam claramente os valores de velocidade máxima desenvolvidos quando o movimento do cotovelo é exclusivamente produzido pela contracção dos músculos agonistas dessa articulação. Toyoshima et al. (1974) mostraram que, quando o lançamento era executado apenas à custa da extensão do antebraço, a velocidade máxima atingida era de 15 rad.s^{-1} , mas quando era realizado envolvendo todos os segmentos corporais a extensão do antebraço

atingia velocidades superiores a 30 rad.s^{-1} . Corcos et al. (1990) verificaram que 12.5 rad.s^{-1} era a máxima velocidade realizada por lançadores de basebol em extensões monoarticulares do cotovelo realizadas no laboratório. O facto de o leque de valores de velocidade angular nos lançamentos exceder largamente os limites ditados pela capacidade contráctil dos respectivos agonistas, indica uma outra fonte para o ganho de aceleração do antebraço e sugere que parte da força criada na extensão do cotovelo se deve à energia passiva que é transmitida pela cadeia cinética corporal.

Registos EMG em remates de andebol em apoio e no passe a longa distância com jogadores federados adultos do sexo masculino (PEZARAT-CORREIA et al., 1996) mostram que a extensão do cotovelo era acompanhada de um padrão agonista/antagonista fásico (Figura 2) organizado segundo um padrão de inervação recíproca com forma e estrutura temporal similares ao encontrado nas extensões monoarticulares do antebraço e no lançamento de dardos (PEZARAT-CORREIA et al., 1995^a; MORRISON; ANSON, 1999), gestos em que o impulso acelerador da extensão do antebraço depende exclusivamente da contracção do tricípete braquial (Figura 3). Nesse padrão distinguem-se dois impulsos: o *primeiro impulso agonista* tem início 30 a 60 ms antes do início do movimento do antebraço e uma duração de cerca de 100 ms, e fornece a activação necessária à aceleração inicial. Coincidente com o silêncio eléctrico do músculo agonista, ocorre o *impulso antagonista*, que estimula os músculos flexores e que é responsável pela desaceleração do movimento necessária à auto-protecção do aparelho locomotor, evitando um impacto potente das estruturas articulares no fim do movimento. O tempo de co-contracção, tempo que medeia entre o início da activação antagonista e o final da activação agonista, é normalmente inferior a 30 ms.

O registo do padrão agonista/antagonista na extensão do antebraço no serviço de ténis em jogadores de elevado nível (dois jogadores da equipe nacional da Taça Davis) mostra um padrão similar ao do remate de andebol, mas com impulsos mais longos e com maior tempo de co-contracção agonista-antagonista (Figura 4). O pico máximo de actividade dos músculos antagonistas (bicípete braquial e longo supinador) ocorria próximo do momento do contacto com a bola, tal como foi verificado por outros estudos no serviço de ténis (BEILLOT et al., 1978; BUCKLEY; KERWIN, 1988) e no

lançamento de dardos (PEZARAT-CORREIA et al., 1995a), enquanto no remate de andebol o pico máximo antagonista acontecia depois do ponto de intenção. Este atraso da activação antagonista no remate de andebol, em relação ao verificado no lançamento de dardos e no serviço de ténis, está provavelmente relacionada com a maior inércia da bola de andebol, que determina uma importância relativa menor da contração antagonista na regulação do final da fase de aceleração.

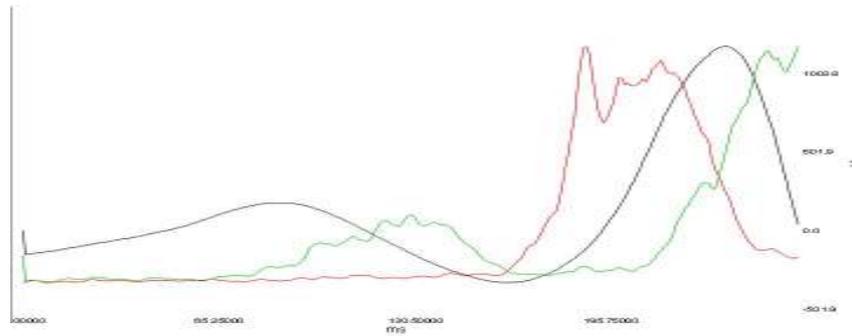


Figura 2: Sobreposição da curva de velocidade do cotovelo (a preto) e dos EMG rectificados e suavizados e suavizados dos músculos vasto interno do tríceps braquial (a encarnado) e bicéps braquial (a verde) no remate de 7 metros de andebol.

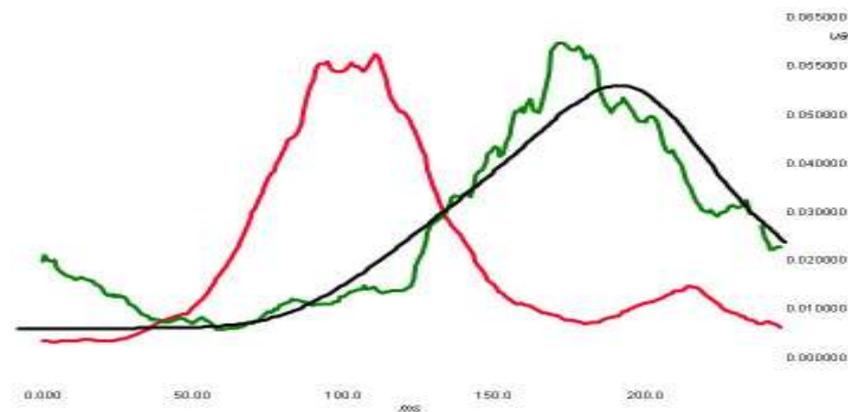


Figura 3: Sobreposição da curva de velocidade do cotovelo (a preto) e dos EMG rectificados e suavizados dos músculos vasto interno do tríceps braquial (a encarnado) e bicéps braquial (a verde) no lançamento de dardos a um alvo.

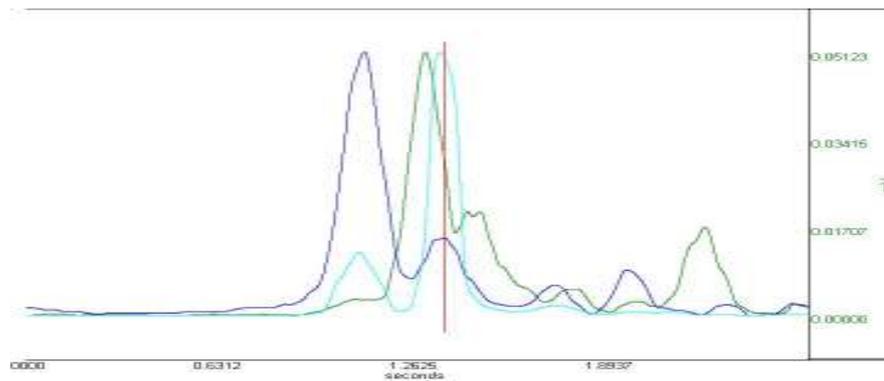


Figura 4: Sobreposição dos EMG rectificados dos músculos agonista, vasto interno do tríceps braquial (a verde), e antagonistas, bíceps braquial (o azul escuro) e longo supinador (o azul claro), no serviço de tênis. O traço a encarnado indica o momento do contacto da raquete com a bola.

A activação dos músculos antagonistas da extensão do cotovelo nas acções de lançamento não tem apenas uma função protectora, contribuindo também para transmitir maior eficácia ao gesto. Os estudos cinemáticos do serviço de tênis (BUCKLEY; KERWIN, 1988; SPRINGINGS et al., 1994; Ito et al.; 1995; ELLIOTT; MARSHALL, NOFFAL, 1995) mostram que a velocidade da extensão do cotovelo aumentava bastante até cerca de 40 ms antes do ponto de contacto com a bola, mas decrescia a partir desse momento, para atingir valores consideravelmente mais baixos no momento do contacto com a bola. A redução de velocidade do cotovelo antes de ser atingido o ponto de intenção foi também evidenciada noutras acções de lançamento no baseball e no futebol americano (RASH; SHAPIRO, 1995). Essa redução de velocidade do antebraço permite acelerar o segmento distal mesmo na ausência de qualquer activação dos músculos agonistas deste segmento (Figura 5). Assim, na sequência de activação proximo-distal presente nos *lançamentos*, as activações antagonistas beneficiam a redistribuição da velocidade angular entre segmentos, promovendo uma travagem no segmento que permite acelerar o segmento seguinte, neste caso a mão. O timing antagonista parece indicar que no serviço de tênis existe um maior compromisso da coordenação agonista/antagonista

com a travagem rápida do antebraço necessária à transferência de energia cinética para a mão, do que acontece com o remate de andebol.

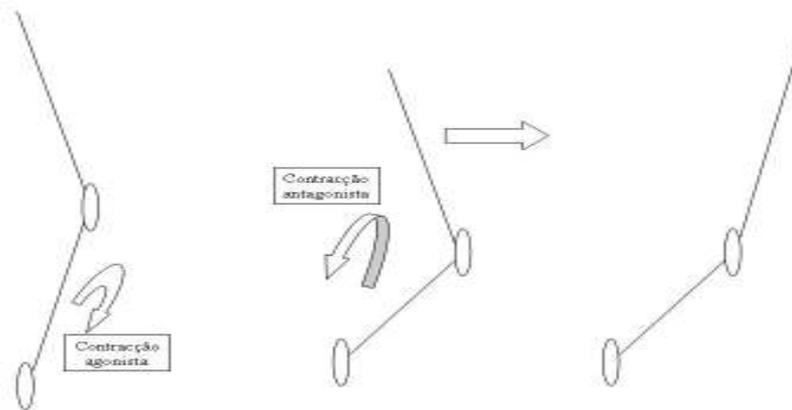


Figura 5: A travagem do segmento proximal produzida pela contração dos músculos antagonistas do movimento promove aceleração do segmento distal (adaptado de Bloomfield, 1994).

Padrão de Coordenação Muscular no Movimento do Braço nos Lançamentos

O grande peitoral e a porção anterior do deltóide são os músculos com acção no braço que são activados em primeiro lugar na fase principal, produzindo a aducção horizontal do braço, elemento determinante para a aceleração do membro superior nos *lançamentos*. A activação destes músculos nos nossos registos durava cerca de 150 ms no remate de andebol e entre 300 e 350 ms no serviço de ténis, sendo interrompida antes do contacto da raquete com a bola (25 a 100 ms antes), valores semelhantes aos encontrados para os mesmos músculos por Anderson (1979) também no serviço de ténis. Coincidente com a desactivação do grande peitoral e do deltóide anterior verifica-se a activação em simultâneo do deltóide posterior e do grande dorsal (Figuras 6, 7 e 8). A activação destes músculos é responsável pela desaceleração da aducção horizontal do braço, mas no caso do grande dorsal a sua importância não se resume a essa acção frenadora. Na realidade, a activação do grande dorsal, uma activação curta que atinge o seu pico máximo pouco antes do contacto com a bola, é fundamental para produzir a

rápida rotação interna do braço, movimento articular que fornece a maior contribuição para a velocidade da mão no ponto de intenção, tendo sido quantificada para o serviço de ténis em cerca de 54% por Elliott; Marshall; Noffal (1995). Este movimento de rotação interna atinge o seu pico máximo de velocidade 30 ms antes do ponto de intenção (DILLMAN; FLEISIG; ANDREWS, 1993; ELLIOTT; MARSHALL; NOFFAL, 1995) o que indica que este movimento não segue o padrão de sequência temporal da transmissão proximo-distal.

Nas Figuras 6 e 7 pode observar-se a coincidência temporal das activações dos músculos que travam a aducção horizontal do braço, como o deltóide posterior, e dos músculos agonistas da extensão do antebraço, como o trícipete braquial. De formas diferentes, qualquer destas activações concorre para o mesmo objectivo, acelerar o antebraço.

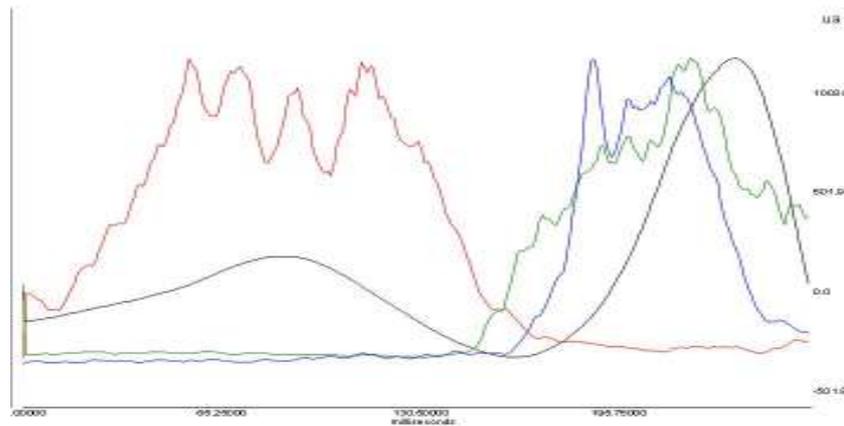


Figura 6: Sobreposição da curva de velocidade do cotovelo (a preto) e dos EMG rectificados dos músculos deltóide anterior (a encarnado), deltóide posterior (a verde) e vasto interno do trícipete braquial (a azul) no remate de 7 metros de andebol.

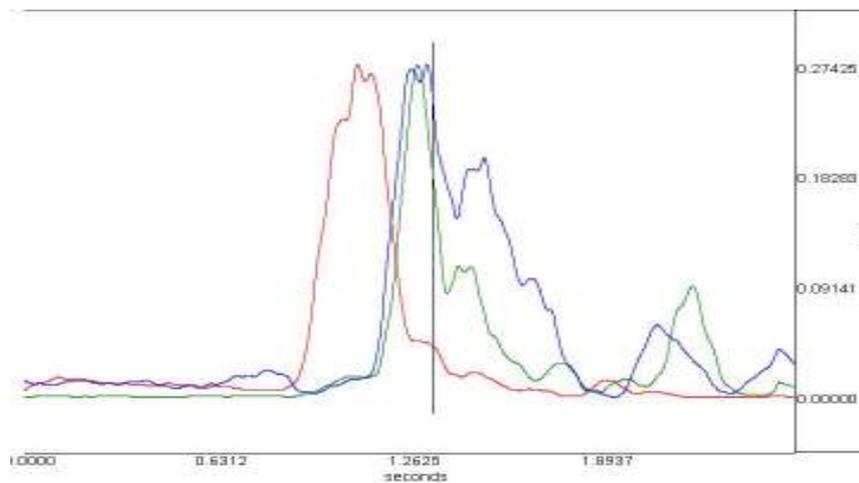


Figura 7: Sobreposição dos EMG rectificados dos músculos deltóide anterior (a encarnado), deltóide posterior (a azul) e vasto interno do tríquete braquial (a verde) no serviço de ténis. O traço a preto indica o momento do contacto da raquete com a bola.

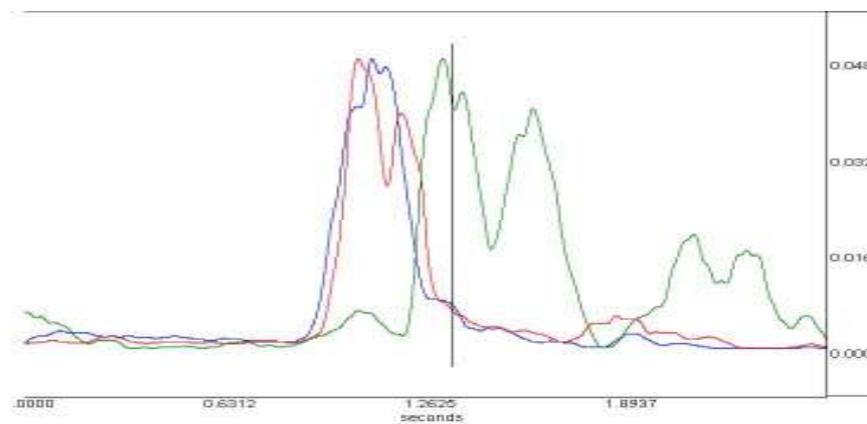


Figura 8: Sobreposição dos EMG rectificados dos músculos deltóide anterior (a azul), grande peitoral (a encarnado) e grande dorsal (a verde) no serviço de ténis. O traço a preto indica o momento do contacto da raquete com a bola.

Os rotadores externos do braço, com destaque para o infraespinhoso e o pequeno redondo, apresentam uma participação fundamental em momentos distintos dos *lançamentos*. Num primeiro momento desempenham uma acção importante na fase

preparatória da acção ao colocarem o braço em rotação externa de forma a potenciar a rotação interna da fase principal. A amplitude de rotação externa dos ombros de lançadores é extrema, podendo atingir durante a fase de preparação os 180 graus. Num segundo momento, fornecem estabilização activa do ombro, centrando a cabeça do úmero na cavidade articular da omoplata, permitindo ao grande peitoral e deltóide anterior desenvolverem contracções potentes para acelerar o braço. O terceiro momento corresponde à função frenadora do movimento do braço na fase de terminação. As velocidades angulares geradas nos *lançamentos* produzem grandes forças de distracção na articulação escapulo-umeral e um tremendo stress mecânico nos mecanismos estáticos de estabilização do ombro (cápsula, ligamentos e debrum). A contracção excêntrica dos músculos rotadores externos fornece estabilidade dinâmica e previne o stress mecânico das estruturas passivas.

Características da Activação Muscular na Fase Principal nos Lançamentos

Os executantes de nível mais elevado são capazes de utilizar a musculatura mais eficientemente, transferindo energia cinética de forma a desenvolver maior velocidade e maior precisão. A comparação de lançadores de níveis diferentes (GOWAN et al., 1987, BRADLEY; TIBONE, 1991) mostra que o padrão de actividade muscular nos *lançamentos* é idêntico durante as fases de preparação e de terminação, e que as grandes diferenças ocorrem na fase principal, devido à capacidade dos lançadores de nível mais elevado usarem selectivamente a musculatura envolvida, i. e., activar os músculos necessários com maior intensidade, mas durante menos tempo. Nos principiantes as contracções musculares iniciam-se mais cedo e acabam mais tarde (BEILLOT et al., 1977; MIYASHITA et al., 1980; PEZARAT-CORREIA, 2001).

Considerando a duração reduzida da contracção dos músculos agonistas durante a fase principal dos *lançamentos*, 150 a 300 ms, a capacidade de atingir níveis máximos de actividade muscular o mais rapidamente possível é factor determinante na velocidade de execução e na potência do lançamento (Figura 9). A taxa inicial de incremento da activação muscular, medida pelo nível de actividade muscular produzida no sinal EMG durante os primeiros 30 ms de contracção, é uma variável que se mostrou determinante

para o aumento da velocidade de movimentos de extensão do antebraço (CORCOS et al., 1989, PEZARAT-CORREIA et al., 1995b). Neste último estudo foi também verificado que, quando os executantes não conseguiam aumentar a activação inicial do músculo, mantinham a sua activação durante mais tempo, prolongando a fase de aceleração, com consequências nefastas na estrutura do movimento e na precisão do gesto (Figura 10).

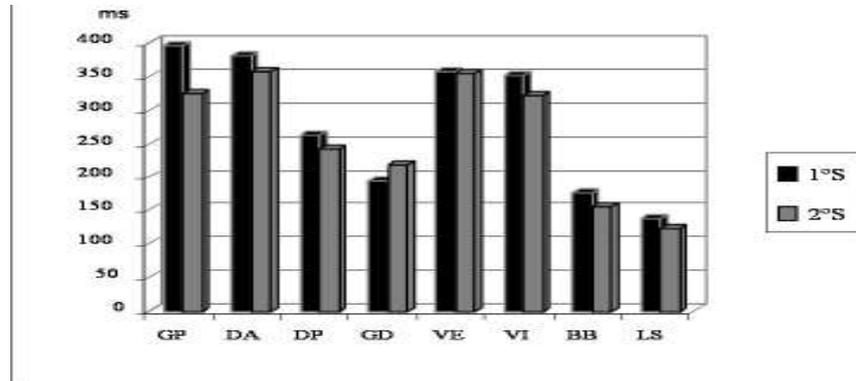


Figura 9: Duração dos impulsos EMG dos músculos Grande Peitoral (GP), Deltóide Anterior (DA), Deltóide Posterior (DP), Grande Dorsal (GD), Vasto Externo do Tricípete Braquial (VE), Bicípete Braquial (BB) e Longo Supinador (LS) na fase principal do 1º e 2º serviços de ténis.

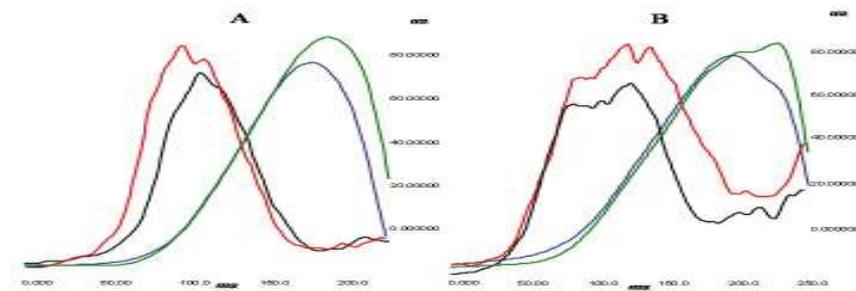


Figura 10: Duas formas distintas do músculo agonista responder ao aumento da velocidade do movimento no lançamento de dardos: aumentando a taxa inicial de activação muscular e mantendo a sua duração (A); prolongando a activação sem alterar a taxa inicial de activação muscular (B). EMG rectificados do Vasto Externo do

Tricípete Braquial no lançamento à velocidade normal (preto) e no lançamento em que o executante era constringido a executar à máxima velocidade (encarnado) e respectivas curvas de velocidade do cotovelo (azul e verde).

O Ciclo Muscular Alongamento/Encurtamento nos Lançamentos

Tal como acontece em muitas outras acções que executamos, a fase principal dos *lançamentos* é antecedida de um contra-movimento (movimento no sentido oposto) realizado na fase preparatória, que sujeita os músculos agonistas da fase principal a um alongamento prévio à sua contracção concêntrica. O alongamento a que esses músculos são sujeitos durante a fase preparatória desenvolve uma acumulação considerável de energia, que é transferível para a sua contracção responsável pela aceleração dos segmentos. Diferentes tipos de razões explicam essa potenciação: a utilização de energia elástica armazenada; o despoletar do reflexo miotático que antecipa e amplifica a activação dos motoneurónios medulares; melhores condições mecânicas ao nível dos sarcómeros.

As características deste ciclo muscular alongamento/encurtamento, que têm sido amplamente estudadas com recurso à EMG em acções do membro inferior como os saltos e a corrida, têm sido menos abordadas nas acções do membro superior. Em consequência a literatura contém numerosas referências ao treino pliométrico para o membro inferior, mas há défice de informação específica sobre treino pliométrico para o membro superior. No entanto, também nos *lançamentos* a potenciação do ciclo muscular alongamento/encurtamento deve constituir um tipo de adaptação a perseguir, nomeadamente em grupos musculares como os responsáveis pela aducção horizontal e pela rotação interna do braço, os extensores do antebraço ou os flexores da mão.

Três factores afectam a habilidade de armazenar e utilizar energia elástica e nervosa no ciclo muscular alongamento/encurtamento: tempo, amplitude e velocidade do alongamento. O principal factor condicionador para recuperar a energia acumulada na fase preparatória é a estrutura temporal do ciclo alongamento/encurtamento. Quer o aproveitamento de energia elástica, quer a potenciação reflexa, têm um tempo óptimo de utilização, e podem perder-se se ocorrer um atraso exagerado entre o final da contracção excêntrica e o início da concêntrica. A maioria da energia acumulada é libertada 250 ms depois de terminar o alongamento do músculo (BLOOMFIELD;

ACKLAND; ELLIOTT, 1994). Por outro lado, quanto maior a velocidade do alongamento durante a contração excêntrica, maior o armazenamento de energia elástica. Existe também um grau de alongamento ideal que não corresponde, pelo menos para todos os músculos, à amplitude máxima de alongamento, dado que nessa posição menor número de pontes cruzadas permanecem estabelecidas e menos energia elástica é armazenada. A forma como estas características se manifestam num determinado lançamento constitui um pressuposto essencial para se encontrar o estímulo de treino adequado às características específicas do ciclo muscular alongamento-encurtamento de um determinado lançamento.

Recomendações

Para maximizar a transferência de ganhos com o treino da força deve-se assegurar que os exercícios seleccionados são executados de forma a simular o mais possível a performance competitiva. Dos dados recolhidos com estudos EMG em *lançamentos*, que permitem identificar as principais características de produção neuromuscular, emanam algumas considerações sobre o treino específico de força para esses atletas.

Ser criterioso na selecção dos grupos musculares a trabalhar – Os músculos responsáveis pela adução horizontal e pela rotação interna do braço, e os extensores do antebraço, devem ser objecto prioritário de atenção visando o desenvolvimento da sua potência de contração, dada a sua contribuição para a aceleração do membro superior na fase principal dos lançamentos. No entanto, é fundamental incluir paralelamente nos objectivos do processo de treino o desenvolvimento dos seus antagonistas, nomeadamente os pequenos músculos rotadores externos do braço. A solicitação repetitiva dos rotadores internos em relação aos rotadores externos pode resultar num desequilíbrio funcional na musculatura do ombro do membro dominante. Este desequilíbrio pode levar a que a repetição de gestos com rotação interna do braço a grande velocidade, que não são convenientemente desacelerados, predisponha a lesão no ombro. Exercícios específicos para fortalecer os músculos rotadores externos permitem evitar um balanço desfavorável em relação aos rotadores internos e podem

prevenir o risco de lesão no ombro. O mesmo tipo de preocupação, embora com menos acuidade, deve também estar centrado na relação entre os extensores e flexores do cotovelo. Dado o seu papel na regulação da duração da aceleração do antebraço, o fortalecimento dos antagonistas da extensão do cotovelo permite uma maior aceleração agonista e uma travagem mais eficaz na transferência de energia cinética para a mão.

Privilegiar o desenvolvimento da força rápida – Os movimentos do membro superior nos lançamentos são movimentos muito rápidos produzidos por contrações em que é necessário desenvolver o máximo de força num curto período de tempo. Assim, a força rápida deve ser o objectivo principal a desenvolver no treino de força, o que deve nortear as opções metodológicas. Enquanto com cargas submaximais a velocidade depende largamente da força máxima, com cargas ligeiras, como acontece nos *lançamentos*, depende essencialmente das possibilidades de velocidade gestual, que por sua vez é condicionada por factores neuromusculares relacionados com o controlo do movimento. Neste contexto, uma das opções fundamentais a fazer no planeamento do treino de força passa por encontrar os melhores compromissos entre a magnitude da carga e a velocidade de execução, em função do momento da época e da importância relativa que atribuímos ao desenvolvimento da força máxima e da força rápida. Cargas entre os 30% e os 45% da contração voluntária máxima, parecem constituir uma boa escolha quando se visa especificamente o aumento da potência muscular do membro superior aplicada aos *lançamentos*, porque permitem uma grande velocidade de execução e contrações de duração e intensidade idênticas às associadas com movimentos de características balísticas. Independentemente da magnitude da carga, é fundamental atender à qualidade da execução, assegurando que o executante produz logo desde o início do movimento o máximo de força e o mais rapidamente possível.

Privilegiar exercícios pluriarticulares – Para movimentos complexos como os *lançamentos*, que fazem intervir vários músculos em sinergia, a velocidade de execução é função da qualidade da coordenação intra e intersegmentar dos diferentes músculos envolvidos. Dado que a energia cinética transmitida a partir das articulações proximais é uma fonte fundamental para o aumento da velocidade do lançamento, o treino visando o desenvolvimento da força de atletas de lançamento deve dar uma atenção considerável a exercícios pluriarticulares com padrão gestual semelhante aos gestos competitivos.

Integrar o treino da força reactiva nos exercícios de força – Nos lançamentos a potenciação do ciclo muscular alongamento/encurtamento é um factor que concorre para aumentar a potência de contração, nomeadamente dos músculos responsáveis pela aceleração do braço. É por isso importante que o desenvolvimento da força reactiva seja um dos objectivos a perseguir, através da inclusão de exercícios em que os músculos sejam sujeitos a um ciclo muscular alongamento/encurtamento com estrutura temporal, amplitude e velocidade similares ao que se verifica nos gestos competitivos. Respeitada essa especificidade, o treino pliométrico pode traduzir-se num melhor aproveitamento da energia elástica e num aumento de ganho de origem reflexa, que permite um activação mais intensa na fase concêntrica, bem como uma antecipação temporal desse contributo.

Abstract

The overarm throw is a very common pattern in many sports. The tennis and badminton serve and smash, the baseball pitch, the handball and volleyball shot or the javelin throw are some examples. Those skills present the same cinematic pattern organized in sequence with a transfer of energy from proximal to distal. They also have a similar neuromuscular coordination pattern. Based in electromyographic and cinematic data of different throwing movements, the neuromuscular patterns of shoulder and elbow are characterized. In consequence, some methodological considerations related with the force training for athletes of throwing activities are discussed.

Key Words: EMG; Throwing skills; Neuromuscular coordination.

Referências Bibliográficas

- ANDERSON, M. Comparison of muscle patterning in the overarm throw and tennis serve. *Research Quarterly*, v. 50, p. 541-553, 1979.
- BEILLOT, J. et al. Tennis: étude cinématographique et électromyographique d'un geste: le service. *Médecine du Sport*, v. 52, p. 199-204, 1977.
- BLOOMFIELD, J.; ACKLAND, T.; ELLIOTT, B. *Applied anatomy and biomechanics in sport*. Melbourne: Blackwell, 1994.
- BRADLEY, J.; TIBONE, J. Electromyographic analysis of muscle action about the shoulder. *Clinics in Sports Medicine*, v. 10, p. 789-804, 1991.
- BUCKLEY, J.; KERWIN, D. The role of the biceps and triceps brachii during tennis serving. *Ergonomics*, v. 31, p. 1621-1629, 1988.

CORCOS, D.; GOTTLIEB, G.; AGARWAL, G. Organizing principles for single joint movements: a speed-sensitive strategy. *Journal of Neurophysiology*, v. 62, p. 358-68, 1989.

CORCOS, D. et al. Organizing principles underlying skill acquisition. In: WINTERS, J. M.; WOO, SL-Y. (Eds.). *Multiple muscle systems. Biomechanics and movement organization*. New York: Springer-Verlag, 1990. p. 251-256.

DILLMAN, C.; FLEISIG, G.; ANDREWS, J. Biomechanics of pitching with emphasis upon shoulder kinematics. *Journal of Orthopaedic Sports Physical Therapy*, v. 18, p. 402-408, 1993.

ELLIOTT, B.; MARSHALL, R.; NOFFAL, G. Contribution of upper limb segment rotations during the power serve in tennis. *Journal of Applied Biomechanics*, v. 11, p. 433-442, 1995.

GOWAN, I. et al. D. A comparative electromyographic analysis of the shoulder during pitching. *American Journal of Sports Medicine*, v. 15, p. 586-590, 1987.

ITO, A.; TANAB, S.; FUCHIMOTO, T. Three dimensional kinematic analysis of the upper limb joint in tennis flat serving. In: CONGRESS OF THE INTERNATIONAL SOCIETY OF BIOMECHANICS, 15. *Book of Abstracts...* Jyvaskyla: University of Jyvaskyla. 1995. p. 424-425.

MORRISON, S.; ANSON, J. Natural goal-directed movements and the triphasic EMG. *Motor Control*, n. 3, p. 346-371, 1999.

MIYASHITA, M. et al. Muscular activities in the tennis serve and overhand throwing. *Scandinavian Journal of Sports Sciences*, n. 2, p. 52-58, 1980.

PEZARAT-CORREIA, P. et al. The triphasic EMG pattern on elbow ballistic extension during a throwing task. In: CONGRESS OF THE EUROPEAN ASSOCIATION OF SPORTS MEDICINE (EURASM). *Book of Abstracts...* Bruxelas: Vrije Universiteit Brussel, 1995a. p. 39.

_____. The modulation of the initial agonist activation (AG1) on the elbow extension of a throwing task performed at different speeds. In: CONGRESS OF THE INTERNATIONAL SOCIETY OF BIOMECHANICS, 15. *Book of Abstracts...* Jyvaskyla: University of Jyvaskyla, 1995b. p. 730-731.

PEZARAT-CORREIA, P. et al. The muscular pattern in elbow ballistic extension during shot at the goal in the handball. In: ANNUAL CONGRESS FRONTIERS IN SPORT SCIENCE. *Book of Abstracts...* Nice: University of Sophia-Antilopis, 1996. p. 464-465.

_____. Differences in the agonist/antagonist EMG pattern during a throwing task performed by experimented dart throwers and untrained subjects. *Medicine & Science in Sports and Exercise*, v. 33, n. 5 Suppl., S216, 2001.

SPRIGINGS, E. et al. A three-dimensional kinematic method for determining the effectiveness of arm segment rotations in producing racquet-head speed. *Journal of Biomechanics*, v. 27, p. 245-254, 1994.

RASH, G.; SHAPIRO, R. A three-dimensional dynamic analysis of the quarterback's throwing motion in american football. *Journal of Applied Biomechanics*, v. 11, p. 443-459, 1995.

TOYOSHIMA, S. et al. Contribution of the body parts to throwing performance. In: NELSON, R. C.; MOREHOUSE, C. A. (Ed.). *Biomechanics IV*. Baltimore: University Park, 1974. p. 169-174.