



Bacharelado em Educação Física

Rogério Bulhões Corvino

Taxa de desenvolvimento de força em
diferentes contrações musculares



Rio Claro
2008

ROGÉRIO BULHÕES CORVINO

Taxa de desenvolvimento de força em diferentes contrações musculares

Orientador: Benedito Sérgio Denadai

Co-orientador: Anderson de Souza Castelo Oliveira

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto de Biociências da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” - Câmpus de Rio Claro, para obtenção do grau de Bacharel em Educação Física

Rio Claro
2008

796.077 Corvino, Rogério Bulhões
C832t Taxa de desenvolvimento de força em diferentes
contrações musculares / Rogério Bulhões Corvino. - Rio
Claro: [s.n.], 2008
20 f. : il., gráfs.

Trabalho de conclusão (bacharelado – Educação Física) –
Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências de
Rio Claro

Orientador: Benedito Sérgio Denadai

Co-orientador: Anderson de Souza Castelo Oliveira

1. Esportes – Treinamento técnico. 2. Isocinético. 3.
Concêntrico. 4. Excêntrico. I. Título.

Ficha Catalográfica elaborada pela STATI - Biblioteca da UNESP
Campus de Rio Claro/SP

AGRADECIMENTOS:

Sou grato a essa magnífica universidade que jamais esquecerei por ter me oferecido todos os obstáculos necessários para que eu saísse daqui formado não só profissionalmente, mas também crescido como pessoa.

Agradeço infinitamente ao BLEF 2005, turma essa que se tornou uma família em minha vida, onde pude conhecer dezenas de pessoas que são pra mim hoje sem duvida inesquecíveis por todos os momentos passados juntos, obrigado aos outros anos pois sem vocês a educação física não seria a mesma.

Não se fazem irmãos por ai, mas essas pessoas eu considero sendo como tal. Teco meu “irmãozaço” aqui. Monica e Cynthia outras irmã que fiz aqui durante esses anos, Marcelão, Caraguas, Cutia. Ao time de futsal, ao qual estive presente esses quatro anos de graduação. Aos moradores da minha república e os ex moradores dela, Leo, Xil, Junior, Colméinha, Tiagão, Fábio, Hugo, Aerte, Marcelão, Gui, e agregados.

Sou grato ao laboratório de avaliação da performance humana – LAPH que participei em minha graduação, foi de fundamental importância para todo meu conhecimento adquirido aqui, e dele seus integrantes, Bola, Bibi, Renato, Jailton e Caputo, não mais aqui, mas que sempre se preocuparam com minha formação.

Agradeço ao meu orientador Denadai, que me orientou em seu laboratório e em meu TCC, deu “missões” quase impossíveis que ao meu modo de ver só me fizeram crescer profissionalmente. A Professora Camila, outra que foi um marco para minha formação, sempre disposta a ajudar seja o que fosse.

Obrigado Anderson de Souza Castelo Oliveira, vulgo Caraguas, meu co-orientador e amigo, um dos caras mais competentes que conheci até hoje e me ajudou em muito em meus trabalhos e na minha aprendizagem sempre disposto a ajudar. Obrigado mesmo fera.

Por fim, aos meus pais e minha família que me apoiaram aqui dando patrocínio, incentivo moral, e que sempre estavam dispostos a me ajudar, passando por cima de qualquer coisa se necessário fosse.

Obrigado a todos, e finalmente Muito Obrigado UNESP – RIO CLARO.

RESUMO

O objetivo deste estudo foi comparar a taxa de desenvolvimento de força (TDF) nas contrações isométrica e isocinéticas concêntrica a $60^{\circ}.\text{s}^{-1}$ e $180^{\circ}.\text{s}^{-1}$. Quatorze indivíduos do gênero masculino (idade = $23,1 \pm 2,8$ anos; estatura = $174 \pm 31,3$ cm e; massa corporal = 81 ± 12 kg) participaram deste estudo. Na primeira visita foi realizada uma familiarização ao equipamento isocinético. Posteriormente, os indivíduos realizaram em ordem randômica 5 contrações isocinéticas máximas para os extensores do joelho em $60^{\circ}.\text{s}^{-1}$ e $180^{\circ}.\text{s}^{-1}$ para determinar o torque máximo concêntrico (TMC) e 2 contrações isométricas máximas de 3 s para determinar o torque máximo isométrico (TMI). O TMI ($301,4 \pm 56,0$ N.m) foi maior do que o TMC a $60^{\circ}.\text{s}^{-1}$ ($239,8 \pm 42,2$ N.m) e $180^{\circ}.\text{s}^{-1}$ ($175,0 \pm 32,5$ N.m). O TMC a $60^{\circ}.\text{s}^{-1}$ foi maior do que o TMC a $180^{\circ}.\text{s}^{-1}$. Para os intervalos de 0-30ms e 0-50ms, a TDF na condição isométrica ($1196,6 \pm 464,6$ e $1326,5 \pm 514,2$ N.m.s⁻¹, respectivamente) foi similar à TDF a $60^{\circ}.\text{s}^{-1}$ ($1035,4 \pm 446,2$ e $1134,3 \pm 448,4$ N.m.s⁻¹) e maior do que a $180^{\circ}.\text{s}^{-1}$ ($656,7 \pm 246,6$ e $475,2 \pm 197,9$ N.m.s⁻¹), sendo ainda que a TDF na contração concêntrica rápida foi menor do que na lenta. No intervalo 0-100ms, a TDF da contração isométrica ($1248,8 \pm 417,4$ N.m.s⁻¹) foi significativamente maior que a obtida na contração isocinética rápida ($909,2 \pm 283,4$ N.m.s⁻¹). A TDF obtida na contração isocinética lenta ($1005,4 \pm 247,7$ N.m.s⁻¹) foi similar à obtida na contração isométrica e na concêntrica isocinética rápida. No intervalo 0-150ms, a TDF isométrica ($1084,2 \pm 332,1$ N.m.s⁻¹) foi maior do que as concêntricas ($60^{\circ}.\text{s}^{-1}$ e $180^{\circ}.\text{s}^{-1}$) ($834,8 \pm 184,2$ e $767,6 \pm 201,8$ N.m.s⁻¹, respectivamente), não existindo diferenças entre estas duas últimas. Conclui-se que a TDF é dependente do tipo e da velocidade de contração, suportando a hipótese de que maiores velocidades de contração acarretam uma maior inibição do *drive* neural no início do movimento.

Palavras-chave: contração concêntrica, velocidade angular, isocinética.

ABSTRACT

The objective of this study was to compare the maximal rate of force development (RFD) at maximal isometric and isokinetic concentric contraction at $60^{\circ} \cdot s^{-1}$ and $180^{\circ} \cdot s^{-1}$. Fourteen active male (Age = 23.1 ± 2.8 years; Height = 174 ± 31.3 cm and Body mass = 81 ± 12 kg) volunteered to participate in this study. During the first visit, subjects performed a familiarization to the isokinetic equipment. During the second visit, subjects performed in random order 5 maximal isokinetic concentric contractions for knee extensors at each angular velocity (60 and $180^{\circ} \cdot s^{-1}$) to determine maximal concentric torque (MCT) and two maximal isometric contraction for 3 s to determine maximal isometric torque (MIT). The MIT (301.4 ± 56.0 N.m) was higher than MCT at $60^{\circ} \cdot s^{-1}$ (239.8 ± 42.2 N.m) and $180^{\circ} \cdot s^{-1}$ (175.0 ± 32.5 N.m). The MCT at $60^{\circ} \cdot s^{-1}$ was higher than MCT at $180^{\circ} \cdot s^{-1}$. At intervals of 0-30ms and 0-50ms, the RFD at isometric contraction (1196.6 ± 464.6 e 1326.5 ± 514.2 N.m.s⁻¹, respectively) was similar with that obtained during concentric contraction at $60^{\circ} \cdot s^{-1}$ (1035.4 ± 446.2 N.m.s⁻¹ e $1134,3 \pm 448,4$ N.m.s⁻¹, respectively) and higher than that obtained during concentric contraction at $180^{\circ} \cdot s^{-1}$ ($656,7 \pm 246,6$ N.m.s⁻¹ e $475,2 \pm 197,9$ N.m.s⁻¹, respectively). For the interval of 0-100ms, RFD at isometric contraction (1248.7 ± 417.4 N.m.s⁻¹) was higher than that obtained during concentric contractions at $180^{\circ} \cdot s^{-1}$ (909.2 ± 283.4 N.m.s⁻¹), and similar to concentric contractions at $60^{\circ} \cdot s^{-1}$ (1005.4 ± 247.7 N.m.s⁻¹). However, for the interval of 0-150ms, RFD at isometric contraction (1084.2 ± 332.1 N.m.s⁻¹) was higher than at $60^{\circ} \cdot s^{-1}$ ($834,8 \pm 184,2$ N.m.s⁻¹) and $180^{\circ} \cdot s^{-1}$ ($767,6 \pm 767,6$ N.m.s⁻¹). It can be concluded that RFD is dependent of type and speed of contraction, supporting the hypothesis that higher speed of contraction generate higher neural drive inhibition at the beginning of the movement.

Keywords: concentric contraction, angular speed, isokinetic.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1. Valores médios $\pm$ DP do torque máximo isométrico (TMI) e do torque máximo concêntrico (TMC) obtido em 60 e 180°.s⁻¹. * P < 0,05 em relação às condições concêntrica a 60°.s⁻¹ e concêntrica a 180°.s⁻¹. + p < 0,05 em relação à condição concêntrica a 180°.s⁻¹. N = 14..... 6
- Figura 2. Valores médios $\pm$ DP da taxa de desenvolvimento de força (TDF) obtida nas condições isométrica, concêntrica a 60°.s⁻¹ e concêntrica a 180°.s⁻¹. * p < 0,05 em relação às condições concêntrica a 60°/s e concêntrica a 180°.s⁻¹. + < 0,05 em relação à condição concêntrica a 180°.s⁻¹. N = 14..... 7

SUMÁRIO	Página
1. INTRODUÇÃO.....	7
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	8
2.1. Sujeitos.....	8
2.2. Delineamento experimental.....	8
2.3. Contrações isométricas.....	8
2.4. Contrações isocinéticas concêntricas.....	9
2.5. Determinação da taxa de desenvolvimento de força.....	9
2.6. Análise estatística.....	10
3. RESULTADOS.....	11
4. DISCUSSÃO.....	13
5. CONCLUSÃO.....	17
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	18

1. INTRODUÇÃO

No âmbito esportivo, existem muitas modalidades, ou mais especificamente componentes técnicos que não utilizam em seus movimentos todo o potencial de força (i.e., pico de força) existente na musculatura recrutada (p.ex., chute no karatê, saída do bloco no 100m rasos e na natação, soco no boxe, entre outros). Isso ocorre em função dessas atividades serem compostas de movimentos muito rápidos (1 – 200ms), ou seja, “movimentos explosivos”, não existindo o tempo necessário para se obter o pico de força existente na musculatura recrutada, que é atingido por volta de 200-300 ms (KOMI, 2006).

A força explosiva muscular pode ser definida como a taxa de aumento da força muscular em um dado intervalo de tempo no início da contração muscular, sendo os valores máximos desta taxa, alcançados em um período de tempo entre 100-300 ms (AAGAARD *et al.*, 2002). Esta taxa é conhecida como taxa de desenvolvimento de força (TDF) e é obtida através da razão entre a variação da força (N.m) e a variação do tempo (s).

A TDF medida em condições isométricas tem sido considerada como um importante parâmetro para quantificar a habilidade do sistema neuromuscular de exercer ações musculares explosivas (THORSTENSSON *et al.*, 1976; VITASALO; KOMI, 1978; BAKER; WILSON; CARLYON, 1994; HAKKINEN; KOMI; ALLEN, 1985; AAGAARD *et al.*, 2002). Particularmente em atletas que utilizam em suas modalidades contrações explosivas, a TDF também tem sido considerada um importante parâmetro para mensurar o desempenho neuromuscular.

A TDF é influenciada por diferentes fatores, como as propriedades musculares (tamanho muscular, área relativa das fibras rápidas e a composição da isoforma da miosina de cadeia pesada) (HAKKINEN; ALLEN; KOMI, 1985; HARRIDGE *et al.*, 1996), distribuição das fibras musculares (THORSTENSSON; GRIMBY; KARLSSON, 1976; HARRIDGE *et*

al., 1996; AAGAARD; ANDERSEN, 1998) e fatores neurais, como a magnitude de produção eferente do motoneurônio na fase inicial de contração (AAGAARD, 2003; AAGAARD *et al.*, 2002; HAKKINEN; KOMI; ALLEN, 1985; VAN CUTSEM; DUCHATEAU; HAINAUT, 1998), a frequência de disparos e o recrutamento dos motoneurônios (AAGAARD *et al.*, 2002; AAGAARD, 2003; HORSTENSSON *et al.*, 1976; SALE, 1988; VAN CUTSEM; DUCHATEAU; HAINAUT, 1998). Além destes fatores, o nível de complacência das estruturas relacionadas à transmissão da força também são importantes para esta variável (WILKIE, 1950). Em movimentos como o salto vertical, a contribuição deste fator pode chegar a 30% (BOJSEN-MØLLER *et al.*, 2005).

Poucos estudos analisaram o comportamento da TDF em contrações musculares realizadas em diferentes velocidades (WILSON *et al.*, 1995). O estudo da TDF nestas condições pode ter importantes implicações práticas, particularmente quando se considera as velocidades nas quais são realizados os movimentos esportivos de várias modalidades. Dados na literatura sugerem que maiores velocidades de contração acarretam inibição do *drive* neural e, possivelmente, a quantidade de torque gerado nos primeiros momentos da contração pode ser diminuída sob condições dinâmicas, particularmente as realizadas em alta velocidade (KOMI, 2006).

Com base nestes dados, é possível hipotetizar que a TDF será maior na condição isométrica, quando comparada à condição dinâmica. Com isso, o objetivo deste estudo foi comparar a TDF nas contrações isométrica e isocinéticas concêntrica a $60^{\circ} \cdot s^{-1}$ e $180^{\circ} \cdot s^{-1}$.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Sujeitos

Participaram deste estudo 14 voluntários do sexo masculino, aparentemente saudáveis, sem prática regular de atividades físicas, com as seguintes características: idade = $23,1 \pm 2,8$ anos; estatura = $174 \pm 31,3$ cm e; massa corporal = 81 ± 12 kg. Após serem informados textual e verbalmente sobre os objetivos e a metodologia desse estudo, assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido. O protocolo deste estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa do IB – UNESP – Rio Claro (144/2008).

2.2. Delineamento experimental

Os indivíduos compareceram ao laboratório em duas diferentes ocasiões. Na primeira visita os indivíduos realizaram uma familiarização ao teste e foram realizadas as medidas antropométricas. Na segunda visita os voluntários realizaram os testes máximos no dinamômetro isocinético para a determinação do torque máximo isométrico (TMI) e concêntrico (TMC) nas velocidades de 60 e $180^\circ \cdot s^{-1}$ e da TDF nas condições isométrica e concêntricas nas velocidades em 60 e $180^\circ \cdot s^{-1}$. Os testes para determinação do TMC e da TDF nas contrações isométricas e isocinéticas foram realizados em ordem aleatória.

2.3. Contrações isométricas

Foram feitas duas contrações isométricas máximas de extensão do joelho em um dinamômetro isocinético (Biodex System 3, Biodex Medical Systems, Shirley, N.Y.). A articulação do joelho foi fixada a 75° para a realização da contração isométrica por um período de 3 s, com o sujeito sentado e seu quadril fixado numa angulação de 90° . Houve um

período de 3 minutos de recuperação entre as contrações isométricas. Foi considerado o maior valor como sendo o TMI.

2.4. Contrações isocinéticas concêntricas

Para a determinação do TMC e da TDF foram realizadas 5 contrações máximas concêntricas dos extensores do joelho no dinamômetro isocinético (System 3 PRO, BIODEX Medical Systems, Nova York, Estados Unidos) nas duas velocidades analisadas (60 e 180°.s⁻¹). A amplitude de movimento foi de 10° a 90°, considerando que 0° corresponde à extensão completa do joelho. Ocorreu um período de 3 minutos de recuperação entre as contrações realizadas nas diferentes velocidades. Foi utilizado somente o membro dominante para a mensuração do torque e a ordem de realização das contrações nas diferentes velocidades foi randômica. O dinamômetro isocinético foi calibrado antes de cada sessão de teste de acordo com os procedimentos prescritos pelo fabricante. O TMC correspondeu ao maior valor de torque produzido a partir dos cinco esforços.

2.5. Determinação da taxa de desenvolvimento de força

Os dados de torque das contrações isométricas e isocinéticas foram coletados a partir do *software* do dinamômetro isocinético e analisados no *software* MatLab 6.5. Os dados de torque de todas as contrações válidas foram filtrados (filtro Butterworth, quarta ordem), e a partir do início da contração (estipulado como sendo o valor de torque acima de 8 N.m (AAGAARD *et al.*, 2002) foram calculados os valores de taxa de desenvolvimento de força (TDF) (N.m.s⁻¹) nos intervalos de 1ms até 30ms, 50ms, 100ms e 150ms. A TDF foi considerada como a inclinação média da curva momento-tempo nos intervalos de tempo de 0-30, 0-50 e 0-100 ms relativos ao início da contração (AAGAARD *et al.*, 2002).

2.6. Análise estatística

Os dados estão expressos como média $\pm$ DP. Após verificação da normalidade dos dados foram utilizadas a ANOVA ONE-WAY, complementada pelo teste de Tuckey. As correlações foram determinadas através do teste de correlação de Pearson. O nível de significância foi estabelecido em $p \leq 0,05$.

3. RESULTADOS

A figura 1 apresenta os valores médios $\pm$ DP do TMI e do TMC obtido em 60 e 180°.s⁻¹.¹. O TMI foi significativamente maior do que o TMC em 60 e 180°.s⁻¹ ($p < 0,05$). O TMC em 60°.s⁻¹ foi significativamente maior do que o TMC em 180°.s⁻¹ ($p < 0,05$).

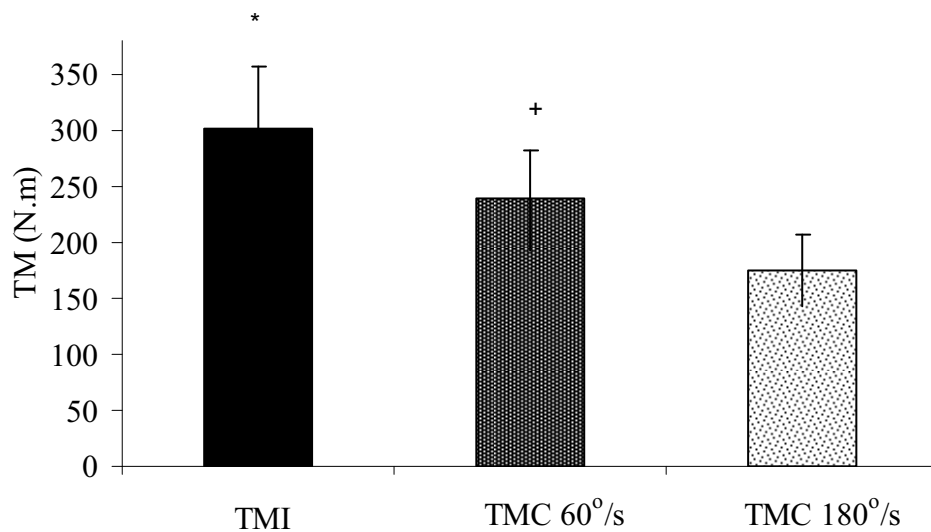


Figura 1. Valores médios $\pm$ DP do torque máximo isométrico (TMI) e do torque máximo concêntrico (TMC) obtido em 60 e 180°.s⁻¹. * $P < 0,05$ em relação às condições concêntrica a 60°.s⁻¹ e concêntrica a 180°.s⁻¹. + $p < 0,05$ em relação à condição concêntrica a 180°.s⁻¹. N = 14

A figura 2 apresenta os valores médios $\pm$ DP da TDF obtidos nas condições isométrica, concêntrica a 60°.s⁻¹ e concêntrica a 180°.s⁻¹. Para os intervalos de 0-30ms e 0-50ms, a TDF na condição isométrica foi similar à TDF a 60°.s⁻¹ ($p > 0,05$) e maior do que a 180°.s⁻¹ ($p < 0,05$), sendo ainda que a TDF na contração concêntrica rápida (180°.s⁻¹) foi menor do que na lenta (60°.s⁻¹) ($p < 0,05$). No intervalo 0-100ms, a TDF obtida na contração isométrica foi significativamente maior que a obtida na contração isocinética rápida (180°.s⁻¹) ($p < 0,05$). A TDF obtida na contração isocinética lenta (60°.s⁻¹) foi similar à obtida na

contração isométrica e na concêntrica isocinética rápida ($180^{\circ} \cdot s^{-1}$) ($p > 0,05$). No intervalo de 0-150ms, a TDF isométrica foi maior do que as concêntricas ($60^{\circ} \cdot s^{-1}$ e $180^{\circ} \cdot s^{-1}$), não existindo diferenças entre estas duas últimas ($p > 0,05$).

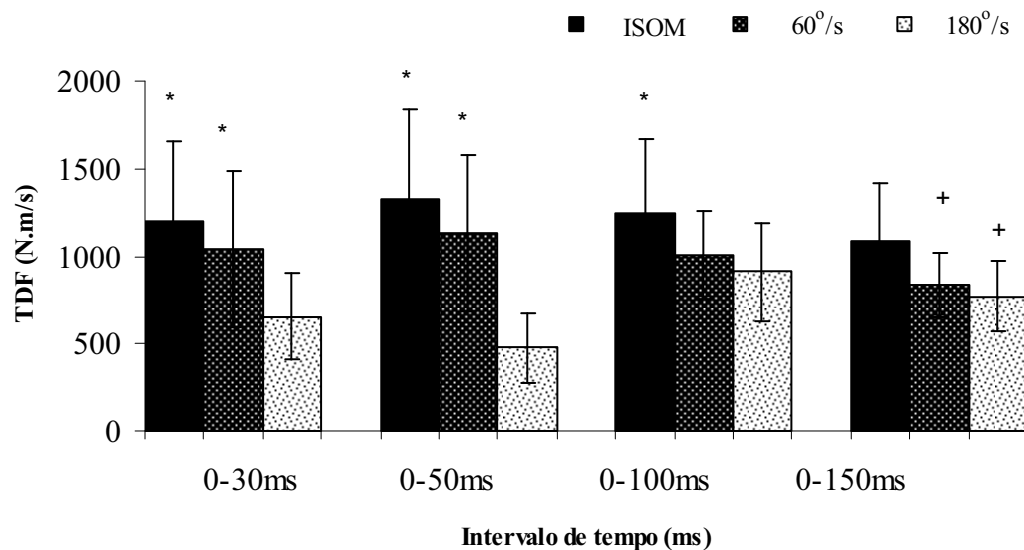


Figura 2. Valores médios $\pm$ DP da taxa de desenvolvimento de força (TDF) obtida nas condições isométrica, concêntrica a $60^{\circ} \cdot s^{-1}$ e concêntrica a $180^{\circ} \cdot s^{-1}$. * $p < 0,05$ em relação à condição concêntrica a $180^{\circ} \cdot s^{-1}$. + $p < 0,05$ em relação à condição isométrica. N = 14

Houve correlação significativa da TDF obtida na condição isométrica com a TDF obtida nas condições concêntrica a $60^{\circ} \cdot s^{-1}$ ($r = 0,88$) e $180^{\circ} \cdot s^{-1}$ ($r = 0,60$) ($p < 0,05$). Da mesma forma, houve correlação significativa da TDF obtida nas condições concêntrica a $60^{\circ} \cdot s^{-1}$ e $180^{\circ} \cdot s^{-1}$ ($r = 0,78$) ($p < 0,05$). Não houve correlação significativa da TDF obtida na condição isométrica com o TMI ($r = 0,31$) e da TDF obtida nas condições concêntrica a $60^{\circ} \cdot s^{-1}$ e $180^{\circ} \cdot s^{-1}$ com o TMC obtido a $60^{\circ} \cdot s^{-1}$ ($r = 0,61$) e $180^{\circ} \cdot s^{-1}$ ($r = 0,48$) ($p > 0,05$).

4. DISCUSSÃO

O principal achado deste estudo foi que, de maneira geral, os valores de TDF são dependentes do tipo e da velocidade de contração utilizados. Estes dados confirmam a hipótese inicial do estudo, sugerindo que altas velocidades de contração inibem o *drive* neural, podendo também influenciar nos valores máximos de torque obtidos.

No presente estudo, os valores de TMI foram maiores do que o TMC ($60^{\circ} \cdot s^{-1}$ e $180^{\circ} \cdot s^{-1}$). Além disto, o maior TMC foi obtido na menor velocidade de contração ($60^{\circ} \cdot s^{-1}$). Estes dados estão de acordo com os observados na literatura, que compararam o torque máximo em condições similares (SALE, 1988; WESTING; SEGER, 1989; WESTING; CRESSWELL; THORSTENSSON, 1991), reforçando que a existência de movimento articular determina valores diferentes de torque, como também que, para contrações concêntricas, a relação entre torque máximo e velocidade de contração é inversa (DVIR, 2002).

Com relação aos valores de TDF, em geral esta variável também foi maior nas condições de ausência de movimento articular ou de menor velocidade de contração. Estes dados diferem dos obtidos por Wilson *et al.* (1995), que analisaram o exercício de saltos em diferentes condições. Neste estudo, os autores utilizaram um equipamento que permitia a mensuração da força utilizando-se contração isométrica e saltos com e sem contramovimento. Os autores verificaram que a força isométrica (1989 N) foi maior do que a concêntrica (1707 N). No entanto, a TDF foi maior na contração concêntrica do que na isométrica, tanto a 110° ($19266 \text{ N} \cdot s^{-1}$ e $14059 \text{ N} \cdot s^{-1}$, respectivamente) quanto a 150° ($23949 \text{ N} \cdot s^{-1}$ e $11662 \text{ N} \cdot s^{-1}$, respectivamente). Assim, ao se comparar as condições isométrica e concêntrica, os maiores valores de TDF foram produzidos na condição de menor produção de força.

Ao se comparar os valores de força e de TDF com os obtidos no presente estudo, nota-se que os obtidos por Wilson *et al.* (1995) são bem maiores. Isto em parte pode ser explicado

pelas diferentes condições de realização das contrações. Enquanto que no estudo de Wilson *et al.* (1995) as condições permitiam aceleração do movimento, no presente estudo a contração utilizada foi realizada em velocidade constante. Da mesma forma, a condição de realização da contração isométrica foi diferente também entre os estudos, em termos de angulação e posição corporal. Assim, a comparação direta entre os estudos deve ser feita com cautela. De qualquer forma, os maiores valores de TDF encontrados na condição concêntrica no estudo de Wilson *et al.* (1995) podem estar relacionados à possibilidade de aceleração do movimento. Além disso, a magnitude da diferença nos valores de torque do estudo de Wilson *et al.* (1995) (14%) é inferior à do presente estudo (20-50%).

Entre os principais fatores que influenciam a TDF estão os musculares como o tamanho, a área e a distribuição das fibras musculares, como também os neurais como os estímulos eferentes do motoneurônio na fase inicial de contração, a frequência de disparos e o recrutamento dos motoneurônios. Além da importância para a TDF, estes fatores também são importantes para a produção de força muscular. No entanto, os valores máximos de TDF podem ser atingidos antes que os níveis máximos de força muscular sejam produzidos. Assim, um aumento na TDF pode ser bastante importante para um maior nível de força produzido no início da contração (AAGAARD *et al.*, 2002). Entretanto, a ausência de correlação significativa entre a TDF e o TM confirma que os fatores neuromusculares que determinam estas duas variáveis podem ser diferentes.

Estudos sugerem que, a quantidade máxima de torque produzida pode ser menor em maiores velocidades de contração em função da inibição do *drive* neural (KOMI, 2006). Assim, como a TDF também é influenciada por mecanismos neurais relacionados aos estímulos elétricos, esta inibição pode auxiliar na explicação dos menores valores de TDF encontrados nas contrações dinâmicas e nas maiores velocidades. Interessantemente, a

correlação entre a TDF isométrica e a concêntrica em baixa velocidade ($60^{\circ} \cdot s^{-1}$; $r = 0,88$) foi maior do que obtida entre a isométrica e a concêntrica em alta velocidade ($180^{\circ} \cdot s^{-1}$; $r = 0,60$) e também entre as duas concêntricas ($r = 0,78$). Este comportamento concorda com dados obtidos anteriormente, quando se analisou a relação entre o torque máximo isométrico e o isocinético medido em diferentes velocidades. Knapik e Ramos (1980) verificaram uma relação elevada entre o teste isométrico com testes realizados em baixas velocidades. No entanto, quanto maior foi a diferença entre as velocidades, menores foram os níveis de correlação encontrados. Os autores sugerem que, quanto maior a diferença entre as velocidades, mais diferentes serão os padrões de recrutamento neural e coordenação. Assim, estes dados juntamente com os do presente estudo, sugerem que a velocidade de contração além de influenciar nos valores de TDF, pode também modificar os fatores que a determinam.

5. CONCLUSÃO

Podemos concluir que a TDF é dependente do tipo e da velocidade de contração utilizados. Os maiores valores de TDF são obtidos quando não há movimento articular ou quando a velocidade de contração é baixa. Estes dados suportam a hipótese de que maiores velocidades de contração acarretam uma maior inibição do *drive* neural no início do movimento, diminuindo o torque e a TDF principalmente nos primeiros 50ms de contração.

6. REFERÊNCIAS

- AAGAARD, P.; ANDERSEN, J.L. Correlation between contractile strength and myosin heavy chain isoform composition in human skeletal muscle. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.30, p.1217–1222, 1998.
- AAGAARD, P.; SIMONSEN, E.B.; ANDERSEN, J.L.; MAGNUSSON, P.; DYHRE-POULSEN, P. Increased rate of force development and neural drive of human skeletal muscle following resistance training. **Journal of Applied Physiology**, v.93, p.1318–1326, 2002.
- AAGAARD, P. Training-induced changes in neural function. **Exercise Sport Science Reviews**, v.31, p.61–67, 2003.
- BAKER, D.; WILSON, G.; CARLYON, B. Generality versus specificity: a comparison of dynamic and isometric measures of strength and speed strength. **European Journal of Applied Physiology**, v.68, p.350–355, 1994.
- DVIR, Z. **Isocinética. Avaliações musculares, interpretações e aplicações clínicas**. 1ª Ed. Manole: São Paulo, 2002.
- HAKKINEN, K.; ALEN, M.; KOMI, P.V. Changes in isometric force- and relaxation-time, electromyographic and muscle fibre characteristics of human skeletal muscle during strength training and detraining. **Acta Physiological Scandinavia**, v.125, p.573–585, 1985.
- HAKKINEN, K.; KOMI, P.V.; ALEN, M. Effect of explosive type strength training on isometric force- and relaxation-time, electromyographic and muscle fibre characteristics of leg extensor muscles. **Acta Physiological Scandinavia**, v.125, p.587–600, 1985.
- HARRIDGE, S.D.; BOTTINELLI, R.; CANEPARI, M.; PELLEGRINO, M.A.; REGGIANI, C.; ESBJORNSSON, M.; SALTIN, B. Whole-muscle and single-fibre contractile properties and myosin heavy chain isoforms in humans. **Pflügers Archives**, v.432, p.913–920, 1996.
- JENS BOJSEN-MØLLER, S.; MAGNUSSON, P.; RASMUSSEN, L.R.; KJAER, M.; AAGAARD, P. Muscle performance during maximal isometric and dynamic contractions is influenced by the stiffness of the tendinous structures. **Journal of Applied Physiology**, v.99, p.986–994, 2005.
- KNAPIK, J.; RAMOS, M. Isometric and isokinetic torque relationships in the human body. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, v.61, p.64-67, 1980.
- KOMI, P.V. **Força e potência no esporte**. 2ª ed. Artmed: Porto Alegre, 2006.
- SALE, D.G. Neural adaptation to resistance training. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.20, S135–S145, 1988.
- SUKOP, J.; NELSON, R.C. **Effects of isometrical training on the force-time characteristics of muscle contractions**. In: Biomechanics IV. Champaign, IL: Human Kinetics, 1974, p. 440–447.

THORSTENSSON, A.; GRIMBY, G.; KARLSSON, J. Force-velocity relations and fiber composition in human knee extensor muscles. **Journal of Applied Physiology**, v.40, p.12–16, 1976.

THORSTENSSON, A.; KARLSSON, J.; VIITASALO, H.T.; LUHTANEN, P.; KOMI, P.V. Effect of strength training on EMG of human skeletal muscle. **Acta Physiological Scandinavia**, v.98, p.232–236, 1976.

THORSTENSSON, A.; KARLSSON, J.; VIITASALO, J.H.; LUHTANEN, P.; KOMI, P.V. Effect of strength training on EMG of human skeletal muscle. **Acta Physiological Scandinavia**, v.98, p.232–236, 1976.

VAN CUTSEM, M.; DUCHATEAU, J.; HAINAUT, K. Changes in single motor unit behavior contributes to the increase in contraction speed after dynamic training in humans. **Journal of Physiology**, v.513, p.295–305, 1998.

VIITASALO, J.T.; KOMI, P.V. Force-time characteristics and fiber composition in human leg extensor muscles. **European Journal of Applied Physiology**, v.40, p.7-15, 1978.

YOUNG, W.B.; BILBY, G.E. The effect of voluntary effort to influence speed of contraction on strength, muscular power, and hypertrophy development. **Journal of Strength Conditioning Research**, v.7, p.172-178, 1993.

WESTING, S.H.; SEGER, J.Y. Eccentric and concentric torque-velocity characteristics, torque output comparisons, and gravity effect torque corrections for the quadriceps and hamstring muscles in females. **International Journal of Sports Medicine**, v.10, p.175-180, 1989.

WESTING, S.H.; CRESSWELL, A.G.; THORSTENSSON, A. Muscle activation during maximal voluntary eccentric and concentric knee extension. **European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology**, v.62, p.104-108, 1991.

WILSON, G.J.; LYTTLE, A.D.; OSTROWSKI, K.J.; MURPHY, A.J. Assessing dynamic performance: a comparison of rate of force development tests. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.9, p.176-181, 1995.

Orientador: Benedito Sérgio Denadai

Co-orientador: Anderson de Souza Castelo Oliveira

Aluno: Rogério Bulhões Corvino