

A Utilização da Dinamometria Isocinética nas Ciências do Esporte e Reabilitação

Isokinetic Dynamometry in Sports and Rehabilitation Sciences

AQUINO, C.F. VAZ, D. V. BRÍCIO, R. S. SILVA, P.L.P. OCARINO, J.M. FONSECA, S.T. A
Utilização da Dinamometria Isocinética nas Ciências do Esporte e Reabilitação. *R. bras. Ci e Mov.* 2007; 15(1): 93-100.

RESUMO: Aspectos relativos à qualidade dos testes e instrumentos de medida utilizados na prática e pesquisa de profissionais da área de esportes e reabilitação têm ganhado crescente importância. Ao mesmo tempo, os avanços tecnológicos no desenvolvimento de dinamômetros eletromecânicos para a medida da função muscular têm permitido mensurações mais precisas de diversos parâmetros musculares. O objetivo desse trabalho foi descrever as contribuições da dinamometria isocinética para a avaliação do desempenho muscular, bem como considerar fatores importantes para a adequada utilização dessa tecnologia e interpretação dos resultados. Foram revisados e discutidos aspectos referentes ao funcionamento do dinamômetro isocinético, os protocolos de avaliação utilizados, os parâmetros musculares avaliados, a análise dos dados isocinéticos e a interpretação de resultados, considerando questões relativas à confiabilidade e validade dos métodos. Foram ainda discutidas outras possibilidades de teste oferecidas pela dinamometria isocinética além das convencionais e foram feitas considerações sobre o treinamento isocinético. De acordo com a revisão realizada, para interpretação adequada dos resultados, a escolha de protocolos deve ser respaldada pelos dados de confiabilidade relatados na literatura. Adicionalmente, a realização de testes isocinéticos e a utilização dos dados devem levar em consideração os métodos apropriados de análise e fatores que podem influenciar os resultados. Em relação ao treinamento isocinético, também devem ser consideradas questões funcionais. Quando esses fatores são levados em consideração, a utilização do dinamômetro isocinético é adequada para os propósitos de avaliação, treinamento e pesquisa nas ciências do esporte e reabilitação.

Palavras-chave: Reabilitação, dinamometria, desempenho muscular.

AQUINO, C.F. VAZ, D. V. BRÍCIO, R. S. SILVA, P.L.P. OCARINO, J.M. FONSECA, S.T.
Isokinetic Dynamometry in Sports and Rehabilitation Sciences. *R. bras. Ci e Mov.* 2007; 15(1): 93-100.

ABSTRACT: During the last years, aspects relative to the quality of the tests and instruments used by professionals of sports and rehabilitation in practice and research have gained increased importance. Meanwhile, technological advances in the development of electromechanical dynamometers for muscle performance testing have permitted more precise measures of several muscular parameters. The objective of this paper was to describe the contributions of isokinetic dynamometry for assessment of muscle performance, as well as to consider important factors for the adequate utilization of this technology and interpretation of results. Several factors which include functioning of the isokinetic dynamometer, assessment protocols, muscle performance parameters obtained by dynamometry and data analysis and interpretation of results were revised and discussed, considering issues of reliability and validity. Additionally, other possibilities of use for assessment as well as isokinetic training were also discussed. According to the review of the literature, for the adequate interpretation of results, the choice of protocols should be guided by available evidence of reliability. Moreover, isokinetic testing and data utilization should consider the appropriate methods of analysis and the factors that could influence the results. In regard to isokinetic training, functional issues should also be taken into account. Provided that these factors are considered, the utilization of the isokinetic dynamometer is adequate for the purposes of assessment, training and research in the field of sports and rehabilitation sciences.

Keywords: Rehabilitation, dynametry, muscle performance.

AQUINO, C.F., - FT, MSc.¹

VAZ, D. V., - FT, MSc.²

BRÍCIO, R. S., - FT, MSc.

SILVA, P.L.P., - FT, MSc.³

OCARINO, J.M., - FT, MSc.⁴

FONSECA, S.T., - FT, ScD⁵

¹ Professora Assistente da Fundação Educacional de Divinópolis (FUNEDI/UEMG).

² Professora Assistente do Departamento de Fisioterapia da Universidade Federal de Minas Gerais

³ Doutoranda em Psicologia Ecológica, University of Connecticut

⁴ Professora Assistente do Centro Universitário de Belo Horizonte (UNI-BH). Doutoranda em Ciências da Reabilitação pela UFMG,

⁵ Professor Adjunto do Departamento de Fisioterapia da Universidade Federal de Minas Gerais

Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional, Departamento de Fisioterapia, Laboratório de Performance Humana

Recebimento: 12/2005

Aceite: 07/2006

Introdução

Os aspectos relativos à qualidade dos testes e instrumentos de medida utilizados na prática e pesquisa de profissionais da área de esportes e reabilitação tem ganhado crescente importância⁶. A credibilidade científica das atividades profissionais passa pela escolha de métodos de avaliação que sejam válidos e confiáveis. A utilização de instrumentos que não satisfazem esses critérios impossibilita a justificativa das decisões clínicas e a demonstração da eficácia das intervenções⁴⁵. A grande demanda atual por uma prática que seja embasada em evidências científicas exige que profissionais e pesquisadores busquem conhecimento para uma adequada interpretação dos dados obtidos pelos instrumentos utilizados⁴⁸.

Avanços tecnológicos no desenvolvimento de dinamômetros eletromecânicos para a medida da função muscular possibilitaram mensurações mais precisas de diversos parâmetros musculares³⁹. A avaliação da performance muscular é de grande importância para fins diagnósticos, para corrigir preventivamente déficits específicos, avaliar resultados da intervenção e determinar se o indivíduo tem condições de retornar às suas atividades esportivas ou ocupacionais⁵². Os dinamômetros eletromecânicos permitem a quantificação de parâmetros como capacidade de produção de torque, potência muscular, fadiga e capacidade de gerar trabalho para diversas musculaturas. A importância e popularidade do uso desses aparelhos são evidenciadas pelo grande número de referências ao uso da dinamometria na literatura^{27,39,52}. Os dados obtidos com a utilização desses dinamômetros tem tido impacto importante na tomada de decisões clínicas⁴⁹.

O objetivo desse trabalho foi descrever as contribuições da dinamometria isocinética para a avaliação do desempenho muscular, bem como considerar fatores importantes para a adequada utilização dessa tecnologia e interpretação dos resultados.

1- O dinamômetro eletromecânico

Dinamômetros eletromecânicos fornecem resistência ao movimento articular ao longo de uma determinada amplitude, possibilitando a avaliação de parâmetros relacionados à força muscular de forma dinâmica⁷. A resistência oferecida pelo aparelho varia de forma a ser sempre igual a força exercida pelo

indivíduo. Assim o dinamômetro impede que a velocidade do movimento exceda o valor pré-determinado e faz com que essa se mantenha constante³⁸. Tal modo de teste é chamado isocinético⁵¹. Essa tecnologia permite que a musculatura produza força muscular máxima em todos os pontos da amplitude de movimento (tanto em contrações concêntricas quanto excêntricas), o que não pode ser obtido com testes isotônicos (com carga constante)⁷. Teoricamente, os valores obtidos no teste isocinético são mais realistas em relação à capacidade funcional muscular máxima⁵². Os aparelhos disponíveis no mercado geralmente permitem também testes musculares nos modos isotônico e isométrico.

Esses aparelhos foram inicialmente utilizados nos anos 70 e seu uso se difundiu para avaliação da função muscular na década de 80⁴⁹. A validade do dinamômetro para a quantificação de torque e medidas relacionadas é estabelecida pelo fabricante. Ao adicionar pesos conhecidos ao braço do aparelho (comprimento conhecido) e observar o torque registrado é possível verificar se o aparelho realmente registra valores de torque adequados³⁷.

Um grande número de trabalhos na literatura utiliza a dinamometria isocinética para avaliar e intervir em populações de atletas das mais diversas modalidades esportivas^{12,26,33,34}. No entanto, a dinamometria não é de uso único para essa população. Alterações na função muscular têm sido caracterizadas em populações específicas como indivíduos que sofreram acidente vascular cerebral¹⁷ ou portadores de paralisia cerebral⁴ em comparação com amostras de indivíduos típicos. Também foi avaliado o uso da dinamometria isocinética para indivíduos com lesão medular³⁵, osteoartrite⁵⁵, insuficiência cardíaca⁴³, e para crianças¹⁰ e idosos³. Vários estudos têm sido conduzidos para avaliar a confiabilidade das medidas feitas com dinamômetros eletromecânicos e têm demonstrado que a confiabilidade varia amplamente de acordo com as populações, os parâmetros analisados, a musculatura testada e o protocolo utilizado^{5,16,24,41,42}.

2- Protocolos de avaliação

Os protocolos de teste isocinético para os diversos grupos musculares usualmente são especificados pelos fabricantes. Vários

protocolos específicos para testar determinados parâmetros em diferentes populações são propostos na literatura^{25,26,50,59}. No entanto, existem evidências de que vários fatores, dentre os quais o aquecimento da musculatura, treinamento prévio, posição e estabilização do sujeito, amplitude de movimento, tempo de descanso entre séries, ordem de exercícios no teste, incentivo verbal e especificações do aparelho podem, isoladamente, influenciar a magnitude dos resultados obtidos e levar a erros na sua interpretação^{27,49,52}. Dessa forma, a padronização de protocolos é importante e sua documentação deve ser precisa para possibilitar a reprodução do teste de forma a diminuir erros e artefatos e garantir resultados confiáveis⁵². Essas questões devem ser consideradas tanto na clínica quanto na pesquisa para estabelecer e utilizar dados normativos, razões de equilíbrio entre grupos musculares, comparar resultados entre estudos e correlacioná-los com medidas de outros instrumentos²⁷.

Estudos que utilizam a dinamometria isocinética com diversos propósitos apresentam muitas vezes resultados conflitantes. Tal fato pode ser devido a diferenças nos protocolos utilizados. Diferenças no posicionamento do sujeito no que diz respeito à fixação do braço do aparelho no membro a ser testado, por exemplo, podem causar variações de até 50% na magnitude dos resultados de torque registrados para a articulação do joelho²⁹. Infelizmente a descrição completa do protocolo utilizado dificilmente é reportada nos estudos, tornando difícil comparar ou agrupar resultados²⁷.

3- Parâmetros musculares avaliados pela dinamometria isocinética

Os parâmetros isocinéticos mais comumente relatados na literatura são torque, trabalho, potência e fadiga. **Torque** é o momento de força aplicado em uma alavanca durante o movimento rotacional e é dado pelo produto da força aplicada em um ponto da alavanca pela distância desse ponto ao eixo de rotação³⁸. Esse parâmetro reflete a capacidade da musculatura de gerar força e é reportado em newton-metros ou feet-pounds^{25,59}. O dinamômetro fornece valores de pico de torque (torque máximo) e torque médio. Diferente dos valores de torque, que se referem a um ponto específico da amplitude de movimento, o valor de trabalho reflete a capacidade da

musculatura de gerar força ao longo de toda a amplitude de movimento. O valor de trabalho é dado pela área abaixo da curva de torque por posição angular e é expresso em joules³⁸. A velocidade com que a musculatura é capaz de gerar trabalho é definida como potência e é expressa em watts⁷. O teste isocinético permite avaliar ainda a resistência da musculatura através da quantificação de fadiga³⁸. O decréscimo dos valores de torque e trabalho ao longo de várias repetições de contração da musculatura avaliada é utilizado para essa quantificação²⁶. Podem ser comparadas as primeiras e últimas repetições ou pode-se avaliar a inclinação da curva que representa a perda de torque ou trabalho para obtenção do índice de fadiga³⁴.

4- Análise de dados isocinéticos

4.1- Determinação dos parâmetros de performance

Várias medidas de performance isocinética têm sido apresentadas na literatura. As mais comuns são torque máximo produzido em uma série de repetições, média de torque máximo através de repetições, média de torque produzida durante uma única repetição ou várias repetições, torque em um determinado ângulo, a média ou o valor máximo trabalho e potência. Conclusões experimentais baseadas em um tipo particular de medida podem não ser necessariamente aplicáveis se outros tipos de medidas forem usadas. Para garantir a reprodutibilidade dos procedimentos de teste, portanto, é importante descrever claramente as medidas usadas e como foi feita a sua manipulação²⁷.

4.2- Normalização pelo peso corporal

Há evidências de que o peso corporal exerce influência sobre a magnitude dos parâmetros fornecidos pelo teste isocinético²⁰. Portanto é necessário normalizar os valores de torque e trabalho pelo peso corporal para permitir comparações entre indivíduos.

4.3- Correção pela Gravidade

Outro fator que afeta a produção de torque é a gravidade. Durante testes envolvendo movimento no plano vertical, as forças que agem sobre o sistema de alavanca são a força muscular e a força gravitacional. Assim, o torque registrado pelo dinamômetro não é o torque muscular real, mas o torque gerado pela resultante da força muscular e da força

gravitacional²². O erro quando a força gravitacional não é considerada varia de 26% a 43% na extensão e de 55% a 510% da flexão do joelho⁵⁷. No sentido de controlar esse efeito e obter valores válidos é necessária a correção pela gravidade.

Existem vários métodos de correção pela gravidade⁷ e normalização pelo peso corporal³⁸. No entanto, só podem ser comparadas medidas que foram calculadas de maneiras similares⁵². Por isso tais procedimentos devem ser claramente documentados tanto por pesquisadores quanto por clínicos para permitir comparações entre testes isocinéticos.

5- Interpretação de Resultados

Os parâmetros musculares avaliados pela dinamometria isocinética permitem comparações intra-indivíduo, comparações com dados normativos e análises de curvas.

Avaliações **intra-indivíduo** incluem comparações de capacidade de produção de torque, trabalho e potência entre membros e dos valores de torque máximo entre musculaturas antagonistas (razão agonista/antagonista). Assimetrias e desequilíbrios musculares na produção de torque estão associadas ao aumento da incidência de lesões musculares durante a prática esportiva^{30,44,54,58}. Em indivíduos com assimetria entre membros a incidência de lesões ligamentares e musculares é de 45% comparado a 20% em indivíduos sem assimetrias⁵³. Em atletas com desequilíbrios entre agonistas e antagonistas maiores que 10% o risco de lesão é de 3³⁶ a 20 vezes⁹ maior do que aquele de indivíduos sem desequilíbrios. Potência e trabalho também podem estar associados à incidência de lesões e devem ser usados como parâmetro para definir estratégias de intervenção⁴⁰. Tem sido proposto que programas preventivos para correção dos déficits de força detectados com a dinamometria isocinética sejam eficazes para a redução da incidência dessas lesões⁴⁴.

Comparações **inter-indivíduos** são feitas com dados normativos determinados para populações específicas. Os parâmetros isocinéticos têm sido usados para estabelecer dados normativos para várias musculaturas em diversas populações^{14,50} e podem ser utilizados para identificar indivíduos que apresentam déficits na função muscular. É importante ressaltar que comparações com dados normativos somente são adequadas quando

o equipamento utilizado, as condições de teste (fatores relacionados ao protocolo), as características do indivíduo (faixa etária, nível de atividade, sexo, dados clínicos) são equivalentes aos do estudo que forneceu os dados de referência²⁷. A identificação de deficiências em comparação com valores esperados pode ser utilizada para definir critérios de correção de déficits específicos⁴⁰. Diversos estudos têm demonstrado associação entre a função muscular e desempenho funcional em diferentes populações clínicas^{1,11,28}.

O dinamômetro isocinético fornece ainda a possibilidade de **análise das curvas de torque por posição angular**. As curvas permitem a avaliação da capacidade muscular em cada ponto da amplitude, possibilitando a identificação de déficits focais. Alterações específicas nessas curvas podem indicar a presença de patologias diversas, sendo as do joelho as mais comumente estudadas^{8,23,56}. O controle neuromuscular, ou a capacidade de manter contrações estáveis pode ser avaliado pela análise de curvas sucessivas⁵⁶. Pode-se analisar o impacto de fatores como dor, inibição e nível funcional, geralmente associados a alterações do controle neuromuscular²³. Entretanto, alguns autores questionam a qualidade e utilidade das curvas geradas nos testes isocinéticos. Alterações no formato da curva podem estar relacionados com artefatos do equipamento e não refletir a performance do paciente⁴⁶.

6- Outras possibilidades de teste oferecidas pela dinamometria isocinética

Além dos parâmetros musculares tradicionalmente avaliados com a testagem isocinética, novos recursos desses aparelhos tem possibilitado a quantificação de outras variáveis. Registros da resistência da articulação ao deslocamento angular passivo têm sido utilizados para obter medidas da rigidez de grupos musculares, tanto em condições de repouso ou contração (rigidez muscular passiva e ativa). Essas medidas têm sido usadas para investigar a relação da rigidez muscular com outros fatores tais como força, comprimento muscular^{19,47} e performance na marcha³² e para caracterizar populações com alterações de tônus³¹. Nessas populações a espasticidade também pode ser avaliada com o uso do dinamômetro em associação com a eletromiografia¹⁹. A excitabilidade do reflexo

de estiramento à movimentação passiva pode ser verificada em várias velocidades.

O dinamômetro isocinético pode ainda ser usado para avaliar a acuidade proprioceptiva de indivíduos saudáveis ou com lesão de estruturas articulares. É possível através do modo de teste passivo de alguns equipamentos, avaliar a capacidade do indivíduo de reproduzir um ângulo articular (avaliação do senso posicional) e detectar o movimento causado pelo braço de alavanca do dinamômetro (avaliação do limiar de percepção do movimento)¹⁸.

7- Treinamento Isocinético

Finalmente, o dinamômetro isocinético tem sido usado para treinamento¹³ e avaliação de resultados de programas de fortalecimento muscular²¹.

A vantagem do treinamento isocinético é a possibilidade de demanda máxima sobre a musculatura em todos os pontos da amplitude de movimento. Podem ser realizados treinos máximos e submáximos de acordo com o paciente, em várias velocidades e com o máximo de controle. A carga imposta pelo aparelho pode se acomodar a variações de força conseqüentes a dor, fadiga e alavancagem do músculo. O treinamento pode ser específico para ganho de torque, potência ou resistência muscular. Há evidências de de ganho de força em diferentes populações após protocolos de treinamento isocinético^{2,21}.

Entretanto, muitas vezes as velocidades desenvolvidas por articulações em movimentos funcionais é muito maior do que a velocidade máxima alcançada pelo dinamômetro.

Em movimentos de arremesso, por exemplo, o ombro pode alcançar velocidades de até 9.000 graus por segundo¹⁵. Além disso, o conceito de movimento ocorrendo em velocidade fixa é artificial^{38,49}. Em situações reais não há movimentação de articulações em velocidade constante⁵². Exercícios isocinéticos não são funcionais e nem sempre se relacionam com o esporte ou atividade do indivíduo. O ambiente controlado, a extrema estabilização e a demanda específica sobre determinados grupos musculares se afastam bastante das condições enfrentadas pelos indivíduos em situações típicas de desempenho. Portanto, o treinamento isocinético é somente uma forma adjunta de tratamento e não substitui o treinamento funcional.

Conclusão

A tecnologia da dinamometria pode trazer contribuições importantes para área de esportes e reabilitação, possibilitando a obtenção de medidas objetivas de parâmetros relacionados à função muscular. Para interpretação adequada dos resultados, a escolha de protocolos, seja para fins clínicos ou de pesquisa, deve ser respaldada pelos dados de confiabilidade relatados na literatura. Adicionalmente, a realização de testes isocinéticos e a utilização dos dados devem levar em consideração os métodos apropriados de análise e fatores que podem influenciar os resultados. Em relação ao treinamento isocinético, também devem ser consideradas questões funcionais. Respeitando-se esses critérios, a utilização do dinamômetro é adequada para os propósitos de avaliação, treinamento e pesquisa nas ciências do esporte e reabilitação.

Referências Bibliográficas

1. AARGAARD, P.; BEYER, N. SIMONSEN, E.B. Isokinetic muscle strength and hiking performance in elite sailors. **Scandinavian Journal of Medicine Science in Sports**, v.8, n.3, p.138-144, 1998.
2. ALACA, R.; YILMAZ, B.; GOKTEPE, A.S.; MOHUR, H. Efficacy of isokinetic exercise on functional capacity and pain in patellofemoral pain syndrome. **American Journal of Physical Medicine and Rehabilitation**, v.81, n.11, p.807-813, 2002.
3. AMORIM, A.M.; LEME, L.E. Isokinetic dynamometry in elderly women undergoing total knee arthroplasty: a comparative study. **Clinics**, v.61, n.3, p.215-222, 2006.
4. ANDERSSON C, GROOTEN W, HELLSTEN M, KAPING K, MATTSSON E. Adults with cerebral palsy: walking ability after progressive strength training. **Developmental Medicine and Child Neurology**, v.45, n.4, p. 2200-228, 2003.
5. AYALON, M.; BEN-SIRA, D.; HUTZLER, Y.; GILAD, T. Reliability of isokinetic strength measurements of the knee in children with cerebral palsy. **Developmental Medicine and Child Neurology**, v.42, n.6, p.398-402, 2000.
6. BALMER, S.; JUDY, K. Linking clinical practice and evidence. **Physiotherapy**, p.181-183, 1998.
7. BALZOPoulos, V. BRODIE, D.A. Isokinetic dynamometry: applications and limitations. **Sports Medicine**, v.8, n.2, 101-116, 1989.

8. BLACKBURN, T.A.; EILAND, W.G.; BANLY, W.D. An introduction to plica. **Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy**, v.3, p.171-176, 1982
9. BURKETT, L. N. Causative factors in hamstring strains. **Medicine Science in Sports**, v.2, n.1, p.39-42, 1970.
10. BURNETT, C.N.; BETTS, E.F.; KING, W.M. Isokinetic profile of wrist and forearm strength in elite female junior tennis players. **British Journal of Sports Medicine**, v.40, n.5, p.411-414, 2006.
11. CARMELY, E.; REZNICK, A.Z.; COLEMAN, R. Muscle strength and mass of lower extremities in relation to functional abilities in elderly adults. **Gerontology**, v. 46, n.5, p.249-257, 2000.
12. COMETTI, G.; MAFFIULETTI, N.A.; POUSSON, M.; CHATARD, J.C.; MAFFULLI, N. Isokinetic strength and anaerobic power of elite, subelite and amateur french soccer players. **International Journal of Sports Medicine**, v.22, p.45-51, 2001.
13. CONNELLY, D.M.; VANDERVOOT, A.A. Effects of isokinetic strength training on concentric and eccentric torque development in the ankle dorsiflexors of older adults. **Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences**, v.55, n.10, p.465-472, 2000.
14. DIBREZZO, R.; GENCH, B.E.; HINSON, M.M.; KING, J. Peak torque values of the knee extensor and flexor muscles of females. **Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy**, v.7, n.2, p.65-68, 1985.
15. DILLMAN, C.J. FLEISIG, G.S.; ANDREWS, J.R. Biomechanics of pitching with emphasis upon shoulder kinematics. **Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy**, v.18, p.402-408, 1993.
16. ENG, J.J.; KIM, C.M.; MACINTYRE, D.L. Reliability of lower extremity strength measures in persons with chronic stroke. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, v.83, n.3, p.322-328, 2002.
17. FLANSBJER, U.B.; HOLMBACK, A.M.; DOWNHAM, D.; LEXELL, J. What change in isokinetic knee muscle strength can be detected in men and women with hemiparesis after stroke? **Clinical Rehabilitation**, v.19, n.5, p.514-522, 2005.
18. FONSECA, S.T.; OCARINO, J.M.; SILVA, P.L.P.; GUIMARÃES, R.B.; OLIVEIRA, M.C.; LAGE, C.A. Proprioception in individuals with ACL-deficient knee and good muscular and functional performance. **Research in Sports Medicine**, v.13, n.1, p.47-61, 2005.
19. GAJDOSIK, R.L. Relationship between passive properties of the calf muscles and plantarflexion concentric isokinetic torque characteristics. **European Journal of Applied Physiology**, v.87, n.3, p.220-227, 2002.
20. HALD, R.D.; BOTJEN, E.J. Effect of visual feedback on maximal and submaximal isokinetic test measurement of normal quadriceps and hamstrings. **Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy**, v.9, p.86-93, 1988.
21. HEITKAMP, H.C.; HORSTMANN, T.; MAYER, F.; WELLER, J. Gin in strength and muscular balance after balance training. **International Journal of Sports Medicine**, v.22, n.4, p.285-290, 2001
22. HERZOG, W. The relation between the resultant moments at a joint and the moments measured by na isokinetic dynamometer. **Journal of Biomechanics**, v.21, p.5-12, 1988.
23. HOKE, B. The relationship between isokinetic testing and dynamic patellofemoral compression. **Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy**, v.4, p.150-155, 1983
24. HSU, A.L.; TANG, P.F.; JAN, M.H. Test-retest reliability of isokinetic muscle strength of the muscle lower extremities in patients with stroke. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, v.83, n.8, p.1130-1137, 2002.
25. IOSSFIDOU, A.; BALTZOPOULOS, V.; GIAKAS, G. Isokinetic knee extension and vertical jumping: are they related? **Journal of Sports Science**, v.23, n.10, p.1121-1127, 2005.
26. KAWABATA, Y.; SENDA, M.; OKA, T.; YAGATA, Y. Measurement of fatigue in knee flexor and extensor muscles. **Acta Medica Okayama**, v.54, n.2, p.85-90, 2000.
27. KEATING, J.L.; MATYAS, T.A. The influence of subject and test design on dynamometric measurements of extremity muscles. **Physical Therapy**, v.76, n.8, p.866-889, 1996.
28. KIM, C.M.; ENG, J.J. The relationship of lower-extremity muscle torque to locomotor performance in people with stroke. **Physical Therapy**, v.83, n.1, p.49-57, 2003
29. KRAMER, J.F.; MacDERMID, J. Isokinetic measures during concentric-eccentric cycles of the knee estensors. **Australian Journal of Physiotherapy**, v.35, p.9-14, 1989.
30. LADEIRA, C.E.; MAGEE, D.J. Fatores de risco no futebol: desproporção flexores/extensores de torque no joelho e encurtamento muscular. **Revista Brasileira de Fisioterapia**, v.4, n.2, p.65-74, 2000.
31. LAMONTAGNE A, MALOUIN F, RICHARDS CL.; DUMAS, F. Impaired viscoelastic behavior of spastic plantarflexors during passive stretch at different velocities. **Clinical Biomechanics**, v.12, n.7, p.508-515, 1997.
32. LAMONTAGNE A, MALOUIN F, RICHARDS CL. Contribution of passive stiffness to ankle plantarflexor moment during gait after stroke. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, v.81, n.3, p.351-358, 2000.

33. MAFFIULETTI, N.A.; COMETTI, G.; AMIRIDIS, I.G.; MARTIN, A. The effects of electromyostimulation training and basketball practice on muscle strength and jumping ability. **International Journal of Sports Medicine**, v.21, n.6, p.437-443, 2000.
34. MASUDA, K.; KIKUHARA, N.; DEMURA, S.; KATSUTA, S.; YAMANAKA, K. Relationship between muscle strength in various isokinetic movements and kick performance among soccer players. **Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**, v.45, n.1, p.44-52, 2005
35. MAY, L.A.; BURNHAM, R.S.; STEADWART, R.D. Assessment of isokinetic and hand-held dynamometer measures of shoulder rotator strength among individuals with spinal cord injury. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, v.78, n.3, p.251-255, 1997.
36. MERRIFIELD, H.H.; COWAN, R.F. Groin strain injuries in ice hockey. **Journal of Sports Medicine**, v.1, n.2, p.41-42, 1973.
37. MOFFROID, M.; WHIPPLE, R.; HOFKOSH, J. A study of isokinetic exercise. **Physical Therapy**, v.49, p.735-738, 1969.
38. OMAN, J. Isokinetics in rehabilitation. In: PRENTICE, W.E. **Rehabilitation Techniques in Sports Medicine**, 3. ed. WCB/McGraw-Hill, 1999. cap.9, p.146-156.
39. OSKACAR, L.; INANICI, F.; KAYMAK, B.; ABALI, G.; CETIN, A.; HASCELİK, Z. Quantification of the weakness and fatigue in the thoracic outlet syndrome with isokinetic measurements. **British Journal of Sports Medicine**, v.39, n.3, p.178-181, 2005.
40. PERRIN, D.H.; ROBERTSON, T.J.; RAY, R.L. Bilateral isokinetic peak torque, torque acceleration energy, power and work relationships in athletes and non-athletes. **Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy**, v.9, n.11, p.184-189, 1987.
41. PIERCE, S.R.; LAUER, R.T.; SHEWOKIS, P.A.; RUBERTONE, J.A.; ORLIN, M.N. Test-retest reliability of isokinetic dynamometry for the assessment of spasticity of the knee flexors and knee extensors in children with cerebral palsy. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, v.87, n.5, p.697-702, 2006
42. POHL, P.S.; STARTZELL, J.K.; DUNCAN, P.W.; WALLACE, D. Reliability of lower extremity strength testing in persons with stroke. **Clinical Rehabilitation**, v.14, n.6, p.601-607, 2000.
43. QUITTAN, M.; WIESINGER, G.F.; MOSER, V. Isokinetic strength testing in patients with chronic heart failure: a reliability study. **International Journal of Sports Medicine**, v.22, n.1, p.40-44, 2001.
44. RAHNAMA, N.; LEES, A.; BAMBAECICHI, E. Comparison of muscle strength and flexibility between the preferred and non-preferred leg in English soccer players. **Ergonomics**, v.48, n.11, p.1568-1575, 2005.
45. ROTHSTEIN, J.M. Measurement and clinical practice: theory and application. In: ROTHSTEIN, J.M. **Measurement in Physical Therapy**, 1ª ed. New York: Churchill Livingstone, 1985. Cap.1, p.1-46.
46. ROTHSTEIN, J.; LAMB, L.; MAYHEW, T. Clinical uses of isokinetic measurements. **Physical Therapy**, v.67, n.12, p.1840-1844, 1987.
47. SALSICH, G.B.; BROWN, M.; MUELLER, M.J. Relationships between plantar flexor muscle stiffness, strength, and range of motion in subjects with diabetes- neuropathy compared to age-matched controls. **Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy**, v.30, n.8, p.473-483, 2000.
48. SAMPAIO, R.F.; MANCINI, M.C.; FONSECA, S.T. Produção científica e atuação profissional: aspectos que limitam essa integração na Fisioterapia e na Terapia Ocupacional. **Revista Brasileira de Fisioterapia**, v.6, n.3, p.113-118, 2002.
49. SAPEGA, A.A. Muscle performance evaluation in orthopedic practice. **The Journal of Bone and Joint Surgery**, v.72-A, n.10, 1990.
50. SILVA, R.T.; GRACITELLI, G.C.; SACCOL, M.F.; LAURINO, C.F.; SILVA, A.C.; BRAGA-SILVA, J.L. Shoulder strength profile in elite junior tennis players: horizontal adduction and abduction isokinetic evaluation. **British Journal of Sports Medicine**, v.40, n.5, p.411-414, 2006.
51. THISTLE, H.; HISLOP, H.; MOFFROID, M.; HOFKOSH, J.; LOWMAN, E. Isokinetic contraction: a new concept of exercise. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, v.48, p.279-282, 1967.
52. TUNSTALL, H.; MULLINEAUX, D.R.; VERNON, T. Criterion validity of an isokinetic dynamometer to assess shoulder function in tennis players. **Sports Biomechanics**, v.4, n.1, p.101-111, 2005.
53. TURBEVILLE, S.D.; COWAN, L.D.; ASAL, N.R. OWEN, W.L.; ANDERSON, M.A. Risk factors for injury in middle school football players. **The American Journal of Sports Medicine**, v.31, n.2, p.276-281, 2003.
54. YILDIZ, Y.; AYDIN, T.; SEKIR, U.; KIRALP, M.Z.; HAZNECI, B.; KALYON, T.A. Shoulder terminal range eccentric antagonist/concentric agonist strength ratios in overhead athletes. **Scandinavian Journal of Medicine Science in Sports**, v.16, n.3, p.174-180, 2006.

55. WESSEL, J. Isometric strength measurements of knee extensors in women with osteoarthritis of the knee. **Journal of Rheumatology**, v.23, n. 2, p.328-331, 1996.
56. WILK, K.E.; KEIRNS, M.A.; ANDREWS, J.R. Anterior cruciate ligament reconstruction rehabilitation: a six month follow up of isokinetic testing in recreational athletes. **Isokinetics and Exercise Science**, v.1, p.2-9, 1991.
57. WINTER, D.A.; WELLS, R.P.; ORR, G.W. Errors in the use of isokinetic dynamometers. **European Journal of Applied Physiology**, v.46, p.394-408, 1981.
58. ZAKAS, A.; MANDROUKAS, K.; VAMVAKOUDIS, E. Peak torque of quadriceps and hamstring muscles in basketball and soccer players of different divisions. **Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**, v.35, n.3, p.199-205, 1995.
59. ZAKAS, A. Bilateral isokinetic peak torque of quadriceps and hamstring muscles in professional soccer players with dominance on one or both two sides. **Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**, v.46, n.1, p.28-35, 2006.