

Avaliação isocinética no joelho do atleta

Antonio Sérgio A.P. Terreri, Júlia M.D. Greve e Marco M. AmatuZZi

Laboratório de Estudos do Movimento – Grupo de Medicina Esportiva - Instituto de Ortopedia e Traumatologia do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo

RESUMO

A avaliação isocinética tem sido usada nas últimas três décadas como método para se determinar o padrão funcional da força e do equilíbrio muscular. No nosso meio cresceu nos últimos 10 anos. É possível quantificar valores absolutos do torque, do trabalho e da potência de grupos musculares, bem como valores relativos, ou seja, da proporção agonista/antagonista de tais grupos. Outro recurso valioso consiste em ser método auxiliar na reabilitação das lesões esportivas. O exame é realizado com velocidade angular constante e predeterminada, seja lenta, intermediária e/ou rápida. O joelho é a articulação em que se observa maior aplicação e estudos isocinéticos. Na prática esportiva, temos por um lado a importância da proporção do equilíbrio muscular agonista/antagonista, ou seja, do equilíbrio flexor/extensor representado, respectivamente, pelos isquiotibiais/quadríceps. De outro, a comparação dos valores absolutos da função muscular entre os lados direito e esquerdo, quer seja para o quadríceps, ou para os isquiotibiais. Resultados alterados estão relacionados, geralmente, às lesões esportivas ou suas seqüelas. De interesse para o atleta e para a equipe multidisciplinar é poder dispor de um método de avaliação funcional muscular objetivo e seguro, que forneça dados confiáveis e reprodutíveis. Aspecto relevante reside no fato do resultado do teste isocinético poder ser útil nos critérios de retorno à atividade esportiva pós-lesão.

Este artigo de revisão consiste em abordar alguns aspectos práticos da avaliação isocinética no joelho e sua utilização para os indivíduos que realizam atividade física.

Palavras-chave: Isocinético. Avaliação isocinética. Joelho. Medicina esportiva. Equilíbrio muscular.

ABSTRACT

Isokinetic evaluation of athletes' knees

The isokinetic evaluation has been used in the last three decades as a method to determine the functional standard of strength and muscular balance. In Sports Medicine, its use has grown in the last ten years. It is possible to quantify absolute values of the torque, power, and potency of muscular groups as well as to determine relative values, that is, the agonist/antagonist ratio in such groups. The isokinetic evaluation may also be used as an ancillary method in the rehabilitation of sports lesions. The examination is performed at a constant and preset angular speed, be it slow, intermediate and/or fast. Most isokinetic studies and applications relate to the knee. On the one hand, in sports practice, it is important to establish the proportion of the agonist/antagonist muscular balance, that is, the flexor/extensor balance represented by the ischiotibial muscles/quadriceps, respectively. On the other hand, it is also important to compare the absolute values of the muscular function of right and left side for the quadriceps or the ischiotibial muscles. Altered results are usually related to sports lesions or their sequels. It would be interesting for athletes and the multidisciplinary team to have an objective and safe method of evaluation of the muscular function that provides reliable and reproducible data. It is also relevant that the isokinetic tests may be one additional criteria to consider resumption of sport activity after lesions. This review article aims at addressing some practical aspects of the knee isokinetic evaluation and its application to individuals who practice physical activities.

Key words: *Isokinetic. Isokinetic evaluation. Knee. Sports Medicine. Muscular balance.*

INTRODUÇÃO

O conceito de equilíbrio funcional musculotendíneo reflete um parâmetro importante na adequada realização da prática de esportes. A avaliação isocinética tem sido usada



Fig. 1 – Dinamômetro isocinético modelo Cybex 6000

nas últimas três décadas como método para se determinar o padrão funcional da força e do equilíbrio muscular. Embora o termo isocinético tenha sido já definido em 1967¹, seu uso tornou-se mais expressivo nas últimas duas décadas. No nosso meio, a experiência tem sido crescente nos últimos 10 anos²⁻⁵.

O aparelho isocinético é um dinamômetro eletromecânico com sistema servomotor, que atualmente se apresenta todo computadorizado. O indivíduo realiza um esforço muscular máximo ou submáximo que se acomoda à resistência do aparelho. Este se caracteriza por possuir velocidade angular constante, permitindo realizar movimento na sua amplitude articular. A força exercida pelos grupos musculares varia durante o arco de movimento, devido ao seu braço de alavanca que se altera conforme a amplitude do movimento. Tem-se, então, o chamado momento angular de força ou torque. A resistência oferecida também é variável conforme a força realizada em cada ponto da amplitude articular. Mas a velocidade angular é sempre constante, em graus por segundo ($^{\circ}/\text{seg}$), definida previamente pelo examinador⁶.

O aparelho isocinético é um recurso valioso, podendo ser indicado tanto para a avaliação do equilíbrio funcional muscular, como também para a reabilitação das lesões do aparelho locomotor⁶. As articulações incluídas no exame são ombros, joelhos, tornozelos, quadris, cotovelos, punhos e também a coluna vertebral.

As vantagens existentes com esse método referem-se à resistência oferecida, que favorece o paciente a trabalhar num valor submáximo ao arco de movimento doloroso e num valor máximo nas amplitudes não dolorosas; não há carga externa ao membro avaliado. É possível o desenvolvimento de velocidades de contração muscular mais rápidas semelhantes a algumas atividades esportivas, embora não atinjam velocidades como no saque de um tenista ($1.500^{\circ}/\text{seg}$) ou do arremessador de beisebol ($4.000^{\circ}/\text{seg}$);

as mensurações são confiáveis, seguras, precisas, objetivas e reproduzíveis^{7,8}.

As desvantagens estão ainda no preço elevado. Outro aspecto está no fato de que o aparelho isocinético não realiza o gesto ou o movimento específico de uma determinada modalidade esportiva. Portanto, o esforço realizado não envolve a energia cinética nas várias articulações, e sim numa única articulação, estando o restante do corpo sem deslocamento. O indivíduo realiza um teste ou fisioterapia monoarticular. Os movimentos são realizados normalmente sob a forma de exercício de cadeia cinética aberta.

As indicações para o exame referem-se ao estudo da proporção do equilíbrio muscular agonista/antagonista e na diferença entre os grupos musculares agonistas de um lado comparado ao seu lado contralateral. Avaliações pré-temporadas permitem determinação do adequado equilíbrio muscular. É possível avaliação do desempenho muscular do atleta sadio e frente a eventuais patologias do aparelho locomotor, sua recuperação pós-lesão ou possíveis seqüelas. O teste não tem como objetivo fornecer diagnóstico etiológico, mas permite adequada avaliação funcional do aparelho locomotor. Útil no estudo comparativo dos microtraumas de repetição e macrotraumas que ocasionaram lesões, tais como tendinopatias, entorses, rupturas musculotendíneas, contusões, fraturas, sinovites, miosites e síndromes neurovasculares. Será possível a orientação objetiva cinesioterápica em função do eventual déficit que o grupo muscular possa apresentar⁶. Nas afecções do joelho temos como interesse a avaliação nas lesões meniscais, ligamentares, capsulares, femoropatelares e musculotendíneas. É necessário um critério na indicação do exame. Havendo, portanto, patologia ou doença associada, torna-se prudente uma avaliação médica prévia, dando respaldo à responsabilidade para a indicação do exame.

Nas contra-indicações para sua realização encontram-se os acometimentos dolorosos com ou sem processo inflamatório clínico evidente, tempo insuficiente para um processo de reparação tecidual, e descompensações do sistema cardiorrespiratório, como hipertensão arterial não controlada, angina, arritmia. A limitação da amplitude de movimento torna-se uma contra-indicação relativa, pois não se obtêm resultados ideais comparando-se lados com amplitudes de movimento diferentes.

PARÂMETROS DE ANÁLISE

Pico de torque

Representa o ponto de maior torque na amplitude de movimento; o torque ou momento de força representa o resultado da força aplicada num ponto multiplicada pela distância do ponto de aplicação dessa força ao centro de

rotação do eixo de movimento, ou seja, $T = F \times d$, medida em newton-metro (Nm). O pico de torque pode, também, ser expresso pela porcentagem do peso corporal do indivíduo, com o objetivo de comparar grupo de indivíduos. O torque e a velocidade angular de movimento são grandezas inversamente proporcionais, ou seja, quanto menor a velocidade angular realizada, maior será o torque; quanto maior a velocidade, menor o torque.

Trabalho

Representa a energia realizada no esforço muscular durante o movimento (produto do torque pelo deslocamento angular); é expresso em joule (J); existe o valor absoluto e em porcentagem do peso corporal. Quanto menor a velocidade angular, maior o trabalho.

Potência

É o resultado do trabalho realizado dividido pelo tempo, expresso em watt (w). A velocidade angular é diretamente proporcional à potência, ou seja, quanto maior a velocidade angular, maior a potência; quanto menor a velocidade angular, menor a potência. Existe também o valor absoluto e o expresso em porcentagem do peso corporal.

Relação de equilíbrio agonista/antagonista

É a divisão entre do valor do agonista dividido pelo antagonista, seja relacionado ao pico de torque, trabalho ou potência, expresso em porcentagem. Portanto, representa a proporção entre tais grupos, existindo para cada articulação. Normalmente é avaliada nas velocidades angulares menores para o pico de torque e trabalho e nas velocidades angulares maiores para a potência. Mostra-se útil nos indivíduos que tiveram lesão do aparelho locomotor. Por exemplo, no joelho a relação entre o pico de torque dos flexores/extensores é por volta de 60%⁵, ou seja, o valor absoluto do pico de torque dos flexores (numerador) dividido pelo dos extensores (denominador) resulta num valor em porcentagem igual a 60. Portanto, a diferença entre os extensores (mais fortes) e os flexores (mais fracos) é de 40%.

Existem outros parâmetros que podem ser avaliados e que podem complementar a avaliação da função muscular:

Índice de resistência: obtido quando o número de repetições for igual ou superior a seis, mostrando-se a proporção (em porcentagem) da metade final sobre a metade inicial do trabalho realizado; se o seu valor for, por exemplo, de 80%, isto expressa que a 2ª metade das repetições representou um valor de 80% comparada à 1ª metade; logo, a diferença de 20% pode ser referida como índice de fadiga da metade final; representa energia que utiliza metabolismo anaeróbio.

Tempo de aceleração: tempo em segundos (normalmente décimos ou centésimos de segundo) necessário para que

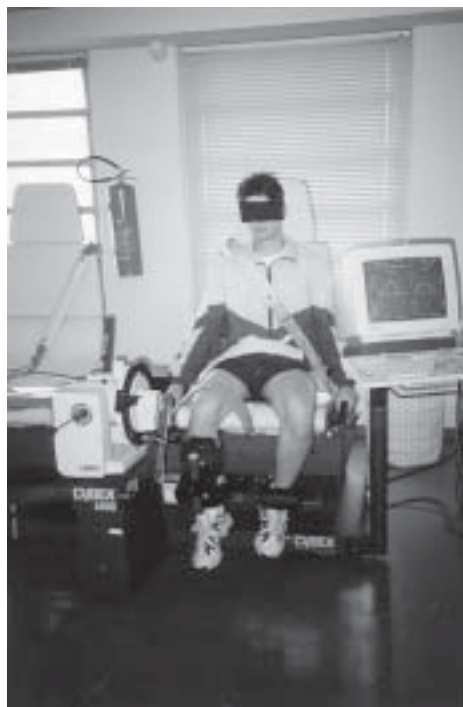


Fig. 2
Avaliação
isocinética
no joelho

a velocidade angular preconizada seja atingida pelo esforço do indivíduo no início do movimento.

APLICAÇÃO PRÁTICA

O exame isocinético no joelho, assim como em outras articulações, seja para avaliação ou para reabilitação, pode utilizar velocidades angulares que variam, normalmente, entre 30°/seg e 300°/seg. Tais velocidades podem ser consideradas lentas (< 180°/seg) ou rápidas (> 180°/seg). A velocidade de 180°/seg pode ser considerada intermediária. Para o melhor estudo do pico de torque e do trabalho, utiliza-se velocidade angular do tipo lenta, pois quanto menor a velocidade angular maior é o torque ou o trabalho. Neste caso, a velocidade mais usada é a de 60°/seg. Já para a avaliação da potência, costuma-se usar velocidades de 180°/seg a 300°/seg, estando esta última voltada, principalmente, para os atletas de alto rendimento.

Portanto, num teste podemos ter:

– Velocidade angular: normalmente preconiza-se a utilização de uma velocidade lenta, que é indicada para a determinação do maior torque; velocidade rápida e/ou intermediária, enfocada para maior potência e índice de fadiga. Normalmente, realiza-se uma avaliação com até três velocidades diferentes, sendo necessária para cada pausa de 30 seg a um minuto. Na cinesioterapia é comum a utilização inicialmente de velocidades mais elevadas, pois são mais toleráveis e, portanto, menos dolorosas nos casos pós-lesão ou pós-operatórios. Não ocorrendo quadro doloroso

ou inflamatório, objetivando o ganho da força muscular, diminui-se, então, a velocidade progressivamente, bem como aumenta-se o número de repetições.

– Número de repetições: na avaliação da função podemos realizar três a cinco repetições para as velocidades lentas ou intermediárias e 20 a 30 para as velocidades intermediárias ou rápidas; para a realização dos exercícios terapêuticos preconiza-se, normalmente, uma ou mais séries de até 10 sessões, entre cinco e 10 repetições, com velocidades predeterminadas.

– Tipo da contração: na avaliação é possível a utilização da contração nas formas concêntrica e/ou excêntrica. Normalmente é realizada a forma concêntrica, por ser mais segura e de fácil compreensão para a execução do atleta. Existem aparelhos que realizam, também, a forma ativa assistida, passiva e isométrica (velocidade angular = zero). Nesse caso, consiste num método auxiliar na cinesioterapia nos indivíduos que se encontram, ainda, com limitação da amplitude de movimento e presença de dor.

Orientações gerais: para a adequada realização e compreensão do teste, o indivíduo deve fazer um aquecimento prévio numa bicicleta ou esteira ergométrica por cinco minutos; é importante a adaptação aos movimentos através da sua realização com esforço submáximo; o corpo, que fica numa posição sentada na avaliação do joelho, deve estar bem estabilizado; o procedimento deve ser bem explicado e, inclusive, estimulado durante a execução para um melhor aproveitamento.

INTERPRETAÇÃO

A relação entre agonista/antagonista é uma forma adequada para saber se existe proporção e conseqüentemente o equilíbrio muscular. Na literatura, os relatos a respeito da relação flexora/extensora nos joelhos sem lesão variam normalmente entre 55% e 77%^{9,10}. Foi descrito que joelhos dominantes sem lesão de jogadores de futebol americano apresentavam relação de 67% e 82% nas velocidades, respectivamente, de 90°/seg e 300°/seg¹¹. A diferença entre o lado dominante e não dominante não foi significativa. Foi mostrado que, nos indivíduos com insuficiência de ligamento cruzado anterior (LCA) com tempo médio de evolução de 2,7 anos, a relação flexora/extensora era de 66% e 82% nas velocidades, respectivamente, de 60°/seg e 180°/seg¹⁰. Alguns estudos mostraram que ocorre desequilíbrio muscular, com déficit de força da musculatura do joelho com insuficiência de LCA¹²⁻¹⁴.

Um estudo realizado com atletas com ruptura total de LCA num dos joelhos mostrou valores do equilíbrio flexor/extensor semelhantes na velocidade de 60°/seg entre os lados acometido (60%) e não acometido (57%), apesar da ruptura completa do LCA⁵. O mesmo não ocorreu na velo-

cidade rápida de 240°/seg, que no lado acometido mostrou relação de 75% e no lado não acometido 65%, havendo diferença estatisticamente significativa. Portanto, à medida que ocorreu aumento para esta velocidade, ocorreu também aumento da relação flexora/extensora do joelho, indicando leve tendência do grupo muscular flexor se aproximar do extensor, mais pronunciada no lado com lesão. No entanto, nos indivíduos que realizaram reabilitação e atingiram graus adequados de equilíbrio muscular, existe a possibilidade de ocorrer episódios de falseios e perpetuação da instabilidade em joelhos com LCA insuficiente^{10,12}. Para os esportistas que necessitam ser submetidos à reconstrução do LCA, pois é a forma que há para se ter novamente um joelho estável e em condições adequadas para realizar prática de esporte competitivo, o teste com aparelho isocinético poderá servir como parâmetro pré-operatório para avaliação do equilíbrio muscular, bem como na sua evolução durante o período da reabilitação pós-operatória. No nosso laboratório o teste isocinético para os casos de pós-operatório de LCA realizado com enxerto do tendão patelar é indicado no 4º mês. A possibilidade da execução do exame isocinético deve ser considerada nos indivíduos atletas, mesmo apresentando diagnóstico de ruptura do LCA, lesão meniscal ou acometimentos femoropatellares, desde que o médico indique e que não exista impedimento do exame, principalmente devido a dor, bloqueios ou limitação da amplitude de movimento. Estudos de avaliações isocinéticas nos pós-operatórios de LCA mostraram no lado operado valores que podem ser iguais ou apresentar um déficit pequeno comparado ao lado não operado^{12,15,16}. Em alguns casos, ocorreu déficit em algum ângulo de movimento específico, tanto para o quadríceps (30° e 60° de flexão), como para os isquiotibiais (30° de flexão)¹².

Na interpretação dos resultados admite-se que o valor de um grupo muscular sem acometimento pode ser considerado normal, desde que seja igual ou apresente diferença de até 10% comparado ao grupo muscular contralateral. Para a realização das atividades esportivas, diferenças de até 20% podem ser aceitas. Nesse caso, pode ser utilizado para servir como parâmetro dentro dos critérios de retorno à atividade esportiva¹⁷. Deve ser respeitado o valor absoluto no que se refere ao sexo, pois normalmente o sexo masculino apresenta torque 40% a 50% maior. A proporção agonista/antagonista tende a ser semelhante¹⁸.

A atividade esportiva e o nível de condicionamento físico podem constituir fatores determinantes na adequada interpretação dos resultados.

CONCLUSÃO

É na avaliação funcional e na reabilitação do joelho, como em todo aparelho locomotor, que o aparelho isocinético

apresenta seu ponto estratégico de aplicação, constituindo-se num importante método auxiliar para tal investigação. Nesse contexto, o equilíbrio muscular agonista/antagonista, a manutenção de força entre os lados direito e esquerdo e a necessidade do retorno adequado à atividade esportiva pós-lesão ou no pós-operatório, com níveis se-

melhantes ou superiores de condicionamento e aptidão física, são objetivos do atleta e de sua equipe multidisciplinar para serem atingidos. Eventuais déficits musculares poderão ser avaliados e quantificados de forma objetiva, facilitando e orientando o valioso trabalho do reequilíbrio muscular.

REFERÊNCIAS

1. Hislop HJ, Perrine JJ. The isokinetic concept of exercise. *Phys Ther* 1967;47:114-7.
2. Greve JMD, Terreri AST, Plapler PG. Avaliação do torque isocinético flexor e extensor do tronco em atletas e sedentários normais. *Rev Hosp Clin Fac Med S Paulo* 1997;52:154-7.
3. Nery CAS, Alloza JFM, Laurino CFS, Tanaka GS. Avaliação da força muscular isocinética do pé e tornozelo após tratamento cirúrgico das lesões do tendão de Aquiles, utilizando a transferência do tendão fibular curto. *Rev Bras Ortop* 1997;32:503-12.
4. Shinzato GT, Vasconcelos JCP, Ogawa CT, Sampaio ICSP, Gonçalves A, Neves EM. Protocolo de Avaliação Funcional de Joelho em Patologias Ortopédicas. *Acta Fisiátrica* 1996;3:30-6.
5. Terreri AS, Ambrósio MA, Pedrinelli A, Albuquerque RFM, Andrusaitis F, Greve JMD, Carazzato JG, Amatuzzi MM. Isokinetic assessment of the flexor-extensor balance in athletes with total rupture of the anterior cruciate ligament. *Rev Hosp Clin Fac Med S Paulo* 1999;54:53-60.
6. Puhl W, Noack W, Scharf HP, Sedunko F. *Isokinetisches Muskeltraining in Sport und Rehabilitation*. Perimed Fachbuch – Verlagsgesellschaft mbH. Erlangen, 1988.
7. Davies GJ. *A compendium of isokinetics in clinical usage and rehabilitation techniques*. 4th ed. Onalaska, WI S & Publishers, 1992.
8. Osternig LR. Isokinetic dynamometry: implications for muscle testing and rehabilitation. *Exerc Sport Sci Ver* 1986;14:45-80.
9. Grace TG, Sweetser ER, Nelson MA, Ydens LR, Skipper BJ. Isokinetic muscle imbalance and knee joint injuries. *J Bone Joint Surg [Am]* 1984;66:734-40.
10. Harilainen A, Alaranta H, Sandelin J, Vanhanen I. Good muscle performance does not compensate instability symptoms in chronic anterior cruciate ligament deficiency. *Knee Surg Sports Traumatol Arthroscopy* 1995;3:135-7.
11. Stafford MG, Grana WA. Hamstrings/quadriceps ratios in college football players: a high velocity evaluation. *Am J Sports Med* 1984;12:209-11.
12. Murray SM, Warren RF, Otis JC, Kroll M, Wickiewicz TL. Torque-velocity relationships of the knee extensor and flexor muscles in individuals sustaining injuries of the anterior cruciate ligament. *Am J Sports Med* 1984;12:436-40.
13. Shirakura K, Kato K, Udagawa E. Characteristics of the isokinetic performance of patients with injured cruciate ligaments. *Am J Sports Med* 1992;20:754-60.
14. Tibone JE, Antich TJ, Fanton GS, Moynes DR, Perry J. Functional analysis of anterior cruciate ligament instability. *Am J Sports Med* 1988;14:276-84.
15. Seto JL, Orofino AS, Morrissey MC, Medeiros JM, Mason WJ. Assessment of quadriceps/hamstring strength, knee ligament stability, functional and sports activity levels five years after anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med* 1988;16:170-80.
16. Yasuda K, Ohkoshi Y, Tanabe Y, Kaneda Kiyoshi. Quantitative evaluation of knee instability and muscle strength after anterior cruciate ligament reconstruction using patellar and quadriceps tendon. *Am J Sports Med* 1992;20:471-5.
17. Reid DC. *Sports injury, assessment and rehabilitation*. New York: Churchill Livingstone, 1992.
18. Frontera WR, Hughes VA, Dallal GE, Evans WJ. Reliability of isokinetic muscle strength testing in 45 to 78 year old men and women. *Arch Phys Med Rehabil* 1993;74:1181-5.