

Determinação do senso de posição articular do joelho em indivíduos saudáveis**Determination of the knee joint position sense in healthy subjects**

Autor: Frederic Mallrich Junior

Instituições/Formação do autor: Afiliado da Universidade Federal do Rio de Janeiro.

Resumo: O objetivo do estudo foi comparar a acurácia proprioceptiva da articulação do joelho próxima ao limite da amplitude articular e posição articular intermediária em sujeitos saudáveis. **Materiais e métodos:** O estudo avaliou 26 sujeitos saudáveis com idade entre 18 e 40 anos, sem lesão no joelho, sem histórico de cirurgia ou doença neurológica. A habilidade dos sujeitos de replicar duas posições alvo foi examinada no joelho dominante dos sujeitos utilizando um dinamômetro isocinético. As duas posições alvo foram 20 e 50% da amplitude articular máxima (AAM) de cada participante. O teste de reprodução da posição articular ativo indicou a diferença em graus entre a posição meta e a posição de reposição. O desempenho proprioceptivo foi avaliado pelo cálculo do erro absoluto (EA) e erro variável (EV). **Resultados:** Não foram encontradas diferenças significativas na acurácia proprioceptiva entre as posições 20 e 50% da AAM para o EA ($2,9 \pm 1,25^\circ$ e $3,4 \pm 1,65^\circ$ respectivamente). O EV demonstrou menores erros com diferença significativa na acurácia proprioceptiva para a posição 20% da AAM ($1,9 \pm 0,68^\circ$) comparado com 50% da AAM ($2,5 \pm 0,83^\circ$). **Conclusão:** O presente estudo concluiu que, a posição 20% da AAM (mais próxima do limite da amplitude articular), não favoreceu melhor acurácia proprioceptiva, apesar de apresentar mais consistência nas medidas.

Palavras-chave: Propriocepção, senso de posição articular, joelho, amplitude do movimento.

Abstract: The purpose of this study was to compare the proprioceptive knee accuracy near the end range and middle range joint position in healthy subjects. **Materials and methods:** The present study evaluated 26 healthy individuals, ranging from 18 to 40 years old, with no knee injury as well as no history of surgery nor neurological condition. The subjects' ability to reproduce 2 target positions was tested on the dominant knee with the assistance of an isokinetic dynamometer. The target positions corresponded to 20 and 50% of each subject's range of motion (ROM). The active repositioning test indicated, within degree scale, the difference between the target position and the replacement position. The proprioceptive performance was assessed through the absolute error (AE) and variable error (VE). **Results:** No significant differences were found between positions 20 and 50% of ROM to the AE ($2,9 \pm 1,25^\circ$ and $3,4 \pm 1,65^\circ$ respectively). The VE showed lower errors with significant difference in the proprioceptive accuracy to position 20% of the ROM ($1.9 \pm 0.68^\circ$) compared with 50% of the ROM ($2.5 \pm 0.83^\circ$). **Conclusion:** The present study concluded that, the position 20% of the ROM (near the end range), not favored better accuracy proprioceptive, despite having more consistency in the errors.

Keywords: Proprioception, joint position sense, maximal range of motion, knee.

Introdução

A propriocepção é definida como a capacidade consciente de perceber a posição articular, o movimento e as forças produzidas pelos segmentos corporais¹⁷. Este processo ocorre em função da integração de informações aferentes sensoriais dos mecanorreceptores periféricos (fusos musculares, órgãos tendinosos de Golgi, articulares e cutâneos) e do processamento central¹⁶. Entre as submodalidades da propriocepção, o senso de posição articular (SPA) está entre os mais investigados para avaliar o desempenho proprioceptivo através do teste de reprodução da posição articular (RPA). O teste de RPA consiste na tarefa de reproduzir uma posição articular previamente vivenciada sem auxílio da visão. Não existe padronização sobre a posição articular ideal que deve ser utilizada no teste de RPA. O examinador estabelece, de acordo com suas convicções, as posições articulares que deseja avaliar, caracterizando diferentes protocolos de testes proprioceptivos.

Experimentos foram conduzidos na tentativa de examinar o desempenho proprioceptivo na articulação do joelho^{1,5,8,10} através de diferentes protocolos de avaliação proprioceptiva que adotaram diferentes posições articulares. Não se sabe se essas posições fornecem informações diferenciadas sobre o desempenho proprioceptivo na articulação. Quando a acurácia proprioceptiva foi investigada em diferentes posições articulares pelo teste de reprodução da posição articular e limiar de detecção do movimento passivo no ombro^{2,13}, joelho⁶ e coluna¹⁴, menores erros na tarefa foram encontrados próximo ao limite da amplitude articular. Pesquisadores verificaram que a tensão nos músculos, cápsula, tendões, ligamentos e pele aumenta quando a articulação alcança o limite do movimento. A deformação demasiada dessas estruturas pode aguçar o senso de posição articular¹³. Em contrapartida, na posição intermediária (50% da amplitude articular máxima), as estruturas moles estão menos tensas e teoricamente ofereceriam menos informação proprioceptiva.

Não foram encontrados estudos que comparassem o desempenho proprioceptivo na articulação do joelho saudável em posição próxima ao limite da amplitude articular e outra posição intermediária. Um estudo investigou a posição articular do joelho e sua relação com a propriocepção, mas os sujeitos possuíam lesão no ligamento cruzado anterior⁶. Assim, acredita-se que a posição próxima ao limite da amplitude articular, possui melhor desempenho proprioceptivo comparado com posição articular intermediária. O objetivo do estudo foi comparar a acurácia proprioceptiva da articulação do joelho próxima ao limite da amplitude articular e posição articular intermediária em sujeitos saudáveis.

Materiais e métodos

Sujeitos

Participaram do estudo 26 indivíduos (13 homens e 13 mulheres), com idade entre 20 e 40 anos (idade: $28,9 \pm 4,5$ anos, estatura: $169 \pm 9,0$ cm e peso $68,9 \pm 15,9$ kg, índice de massa corporal

23,80 ± 1,1 Kg/m²). Os critérios de exclusão foram: qualquer histórico de cirurgias e lesões no joelho e qualquer desordem neurológica. Para identificar a dominância lateral do membro inferior, foi perguntado: ‘Qual perna você utilizaria para chutar uma bola?’. Apenas o lado dominante foi avaliado. O estudo foi aprovado pelo comitê de ética do Instituto Nacional de traumatologia e Ortopedia, protocolo SISNEP 0049.0.305.000-11, número do documento aprovado 049/2011. Todos os indivíduos receberam informações a respeito dos procedimentos através do termo de consentimento livre e esclarecido que foi assinado.

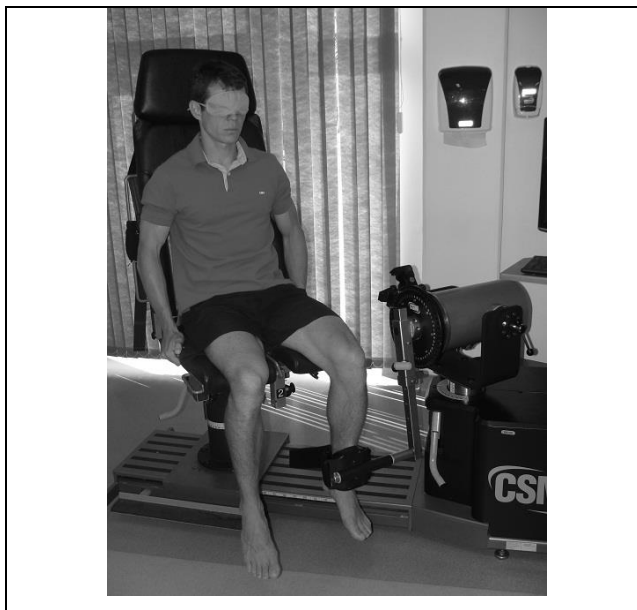
Avaliação do senso de posição articular

Foi utilizado um dinamômetro isocinético (CSMI, HUMAC NORM®) em todos os procedimentos realizados. A acurácia das mensurações angulares do dinamômetro isocinético foi de 1°. Os sujeitos foram posicionados sentados, com o côndilo lateral do fêmur alinhado ao eixo de rotação do aparelho e o tornozelo fixado à haste do acessório de avaliação do joelho por uma tira de velcro (Figura 1). A fossa poplíteia foi posicionada afastada do limite do acento para permitir o completo movimento articular e minimizar as estimulações cutâneas desta região. A amplitude articular máxima (AAM) do movimento de flexo-extensão foi determinada mensurando a amplitude entre a extensão máxima (0°) e a flexão máxima do joelho. Foi utilizado o teste de reprodução da posição articular ativo (RPA). Os comandos para execução da tarefa foram fornecidos verbalmente, e o sentido do movimento foi de flexão para extensão.

Teste de reprodução da posição articular

Os indivíduos tiveram a visão ocluída e foram orientados a estender o joelho voluntariamente até a posição meta (PM) onde permaneceram por 5 segundos e em seguida retornaram a perna para a posição inicial. Logo em seguida, os participantes tiveram que reposicionar a perna na posição vivenciada anteriormente, caracterizando a posição de reposição (PR). Ao identificar a posição que julgou ser a correta, o sujeito verbalizou a palavra “aqui”. Foram utilizadas duas PM’s (20 e 50% da AAM), sendo 0% a extensão completa da articulação do joelho. Foram realizadas 5 tentativas para cada PM (10 no total) randomicamente. O erro proprioceptivo foi determinado pela subtração entre a PM e a PR.

Figura 1. Posicionamento do sujeito para o teste de reprodução da posição articular.



Calculo da acurácia proprioceptiva

O desempenho proprioceptivo foi determinado através da análise dos valores de erro absoluto (EA) e erro variável (EV). Pesquisadores descreveram em detalhes os cálculos de cada erro¹⁸ (Figura 2).

Figura 2. Medidas dos erros do teste de reprodução da posição articular para verificação da acurácia proprioceptiva.

Erro Absoluto	Erro Variável
$EA = \frac{\sum x_i - M }{n}$	EV
xi= posição de reposição; M = posição meta; n= número de repetições das tentativas do teste de reprodução da posição articular.	

Análise Estatística

Foi realizada estatística descritiva (média $\pm$ DP) para os dados. Os dados foram submetidos ao teste de distribuição de Shapiro-Wilk. As variáveis dependentes foram erro absoluto (EA) e erro variável (EV). As variáveis independentes foram os critérios de posição 20 e 50% da AAM. O EA foi comparado nos critérios de posição 20 e 50% da AAM (EA20% x EA50%). A mesma comparação foi realizada para o EV (EV20% x EV50%). Para verificar o EA e EV em cada critério de posição, os dados foram analisados utilizando o teste t para medidas repetidas.

O desvio padrão do erro absoluto das 5 medidas de cada sujeito foi calculado para cada critério de posição. Essa medida, conhecida como erro variável, indica a consistência do sujeito em reproduzir o erro absoluto durante as 5 medidas. É importante ressaltar que o erro absoluto é apresentado em módulo, ou seja, não leva em consideração o sinal, enquanto que o erro variável permite identificar a direção do erro, já que o sinal é levado em consideração. É indicado que ambos, erro absoluto e erro variável, sejam usados a fim de avaliar a acurácia do senso de posição. Tal procedimento evita conclusões falsas acerca do desempenho proprioceptivo. Como exemplo, o sujeito 1 com erro absoluto de 5° para cada uma das 5 medidas. Seu erro absoluto médio foi de 5°. Se o sujeito 2, durante as 5 medidas, obter erros absolutos de 5°, 0°, 5°, 10° e 5°, a média dos erros absolutos também foi de 5°. Entretanto a variabilidade do erro do sujeito 1 foi 0°, enquanto do sujeito 2 foi de aproximadamente 3,16°. Os cálculos foram feitos no software Statistical Package for the Social Sciences (SPSS Inc., Chicago, IL, EUA). A significância estatística estabelecida foi de $p \leq 0,05$.

Resultados

A amplitude articular máxima (AAM) determinada foi de $112,2 \pm 9,9^\circ$. As posições-meta calculadas para 20% AAM e 50% AAM foram $22,4 \pm 1,98^\circ$ e $56,1 \pm 4,95^\circ$, respectivamente. As posições utilizadas no teste de reprodução articular para 20% e 50% AAM foram $22,6 \pm 3,21^\circ$ e $56,0 \pm 5,31^\circ$ respectivamente. Os valores encontrados para os EA e EV para 20% AAM e 50% AAM estão listados na tabela 1. Os resultados demonstram que não foram encontradas diferenças significativas entre os diferentes critérios de posição para EA. Entretanto, no EV o desempenho proprioceptivo foi significativamente melhor na posição 20% da AAM comparado com 50% da AAM.

Tabela 1. Comparação entre o EA e EV determinados para 20% e 50% da AAM. Teste t para medidas repetidas (EA20% x EA50% e EV20% x EV50%) ($p \leq 0,05$).

	EA20%xEA50% ($p=0,300$)	EV20%xEV50% ($p=0,02$)
20% AAM	$2,9 \pm 1,56^\circ$	$1,9 \pm 0,68^\circ$
50% AAM	$3,4 \pm 2,71^\circ$	$2,5 \pm 0,83^\circ$

Valores descritos (média $\pm$ DP). EA = erro absoluto. EV = erro variável. AAM = amplitude articular máxima

Discussão

O principal resultado do presente estudo demonstra que, embora maior erro tenha sido verificado para EA50% ($3,4 \pm 2,71^\circ$) comparado com EA20% ($2,9 \pm 1,56^\circ$) essa diferença não foi significativa ($p=0,300$). O EV demonstrou maior inconsistência nos erros para EV50%AAM ($2,5 \pm 0,83^\circ$) comparado com EV20%AAM ($1,9 \pm 0,68^\circ$) apresentando diferença significativa ($p=0,02$). Os resultados não corroboram com outras pesquisas^{2,13,14,4}, que encontraram menor acurácia proprioceptiva em posições próximas ao limite da amplitude articular utilizando o EA, provavelmente devido aos fatores: método escolhido para avaliar a propriocepção, protocolo do teste proprioceptivo, articulação escolhida e grupos musculares envolvidos. Durante o estudo atual, o teste de RPA ativo (com contração muscular) foi adotado em detrimento ao passivo (sem contração muscular), devido à contribuição primária dos receptores musculares para a informação proprioceptiva⁴, uma vez que nas tarefas motoras do cotidiano a contração muscular está presente. Além disso, tanto no teste adotado no presente estudo como nas tarefas motoras de rotina, a contração muscular voluntária ocorre simultaneamente ao acionamento inconsciente dos músculos atuantes no controle neuromuscular através de informações provenientes do sistema proprioceptivo.

O estudo utilizou o percentual da amplitude articular máxima (AAM), ao invés de valores absolutos para determinar a posição articular estudada. Esse método foi adotado por outros pesquisadores por ser uma forma eficaz de expor os indivíduos testados ao mesmo grau de tensão articular, o que torna a comparação entre os sujeitos relativizada¹³. O presente estudo adotou apenas dois critérios de posição, sendo um próximo ao limite da extensão do joelho (20% da AAM) e outro em posição intermediária (50% da AAM). A avaliação de três ou mais critérios de posição no teste de reprodução da posição articular pode favorecer o aprendizado da tarefa e comprometer os resultados. O presente estudo hipotetizou encontrar maior acurácia proprioceptiva no critério de posição 20% da AAM, visto que a articulação do joelho posicionada próximo ao limite da extensão poderia induzir maior percepção sensorial. Os resultados apontaram para essa hipótese ser verdadeira, mas a significância estatística não foi atingida. Estudos anteriores justificaram o melhor desempenho proprioceptivo próximo ao limite da amplitude articular devido ao aumento da tensão nos músculos, na cápsula articular, nos tendões, ligamentos e na pele, quando a articulação alcançou o limite do movimento¹³. O aumento na tensão ou deformidade da cápsula articular provoca maior atividade dos mecanorreceptores e, conseqüentemente, estimula *feedback* proveniente dos receptores articulares informando a posição da articulação^{3,2}. Isso pode explicar a menor inconsistência do EV20% comparado com EV50%. Acerca dos fusos musculares e sua relação com o desempenho proprioceptivo, estudos apontam evidências da importância dos fusos musculares como principais mediadores do SPA na espinha lombossacra⁷, no cotovelo¹¹ e nas falanges¹⁵.

Entre as limitações do estudo, está a estratégia adotada por alguns sujeitos para tentar acertar a posição meta (PM). Houveram relatos de que alguns criaram artifícios como contar os segundos que a perna demorou para atingir a PM. Embora tenha sido explicado que o objetivo era utilizar a percepção sensorial, dois sujeitos não executaram a tarefa dessa forma. Outras formas de

análise podem trazer respostas mais consistentes como investigar separadamente os gêneros e medir o lado não dominante, assim como aumentar o n amostral.

No sistema sensório-motor íntegro, as informações sensoriais provenientes dos tendões, músculos, da pele e cápsula articular são suficientes para determinar a posição articular do joelho, sem diferenças significativas entre os critérios de posição 20 e 50% da AAM. Futuros estudos são necessários para investigar o desempenho proprioceptivo em diferentes posições articulares utilizando outros métodos de avaliação como cinestesia e senso de tensão. O entendimento do comportamento do sistema proprioceptor pode ser útil para traçar estratégias de reabilitação e comparar com sujeitos submetidos à cirurgia ortopédica ou lesionados. A atual pesquisa servirá de embasamento para investigar, futuramente, as mesmas variáveis em indivíduos com lesão na articulação do joelho.

Conclusão

O presente estudo concluiu que, em avaliações do senso de posição articular através do teste de RPA ativo, a posição próxima ao limite da amplitude articular não apresentou melhor acurácia proprioceptiva comparado com a posição intermediária em joelho saudável, embora a posição EV20% tenha apresentado maior consistência nos erros.

Conflito de interesses

No atual estudo não existem relações, condições ou circunstâncias que caracterizem potencial conflito de interesses de ordem pessoal, comercial, acadêmica, política ou financeira.

Referências

1. AGEBERG E, FLENHAGEN J, LJUNG J. Test-retest reliability of knee kinesthesia in healthy adults. **BMC Musculoskelet Disord**. 2007;3:8-57.
2. ALLEGRUCCI M, WHITNEY SL, LEPHART SM, IRRGANG JJ, FU FH. Shoulder kinesthesia in healthy unilateral athlete participating in upper extremity sport. **J Orthop Sports Phys Ther**. 1995;21(4):220-6.
3. BALKE M, LIEM D, DEDY N, et al. The laser-pointer assisted angle reproduction test for evaluation of proprioceptive shoulder function in patients with instability. **Arch Orthop Trauma Surg**. 2011;131(8):1077-84.
4. BENNELL K, WEE E, CROSSLEY K, STILLMAN B, HODGES P. Effects off experimentally-induced anterior knee pain on knee joint position sense in healthy individuals. **J Orthop Res**. 2005;23(1):46-53.
5. BOERBOOM AL, HUIZINGA MR, KAAAN WA, et al. Validation of a method to measure the proprioception of the knee. **Gait Posture**. 2008;28(4):610–4.

6. BORSA PA, LEPHART SM, IRRGANG JJ, SAFRAN MR, FU FH. The effects of joint position and direction of joint motion on proprioceptive sensibility in anterior cruciate ligament-deficient athletes. **Am J Sports Med.** 1997;25(3):336-40.
7. BRUMAGNE S, LYSSENS R, SWINNEN S, VERSCHUEREN S. Effect of paraspinal muscle vibration on position sense of the lumbosacral spine. **Spine** (Phila Pa 1976). 1999;24(13):1328-31.
8. CARTER ND, JENKINSON TR, WILSON D, JONES DW, TORODE AS. Joint position sense and rehabilitation in the anterior cruciate ligament deficient knee. **Br J Sports Med.** 1997;31(3):209-12.
9. FISCHER-RASMUSSEN T, JENSEN PE. Proprioceptive sensitivity and performance in anterior cruciate ligament-deficient knee joints. **Scand J Med Sci Sports.** 2000;10(2):85-9.
10. FREMEREY RW, LOBENHOFFER P, ZEICHEN J, SKUTEK M, BOSCH U, TSCHERNE H. Proprioception after rehabilitation and reconstruction in knees with deficiency of the anterior cruciate ligament: a prospective, longitudinal study. **J Bone Joint Surg Br.** 2000;82(6):801-6.
11. GOODWIN GM, MCCLOSKEY DI, MATTHEWS PB. The contribution of muscle afferents to kinaesthesia shown by vibration induced illusions of movement and by the effects of paralysing joint afferents. **Brain.** 1972;95(4):705-48.
12. HOPPER DM, CREAGH MJ, FORMBY PA, GOH SC, BOYLE JJ, STRAUSS GR. Functional measurement of knee joint position sense after anterior cruciate ligament reconstruction. **Arch Phys Med Rehabil** 2003;84(6):868-72.
13. JANWANTANAKUL P, MAGAREY ME, JONES MA, DANSIE, BR. Variation in shoulder position sense at mid and extreme range of motion. **Arch Phys Med Rehabil.** 2001;82(6):840-4.
14. MADURI A, WILSON SE. Lumbar position sense with extreme lumbar angle. **J Electromyogr Kinesiol.** 2009;19(4):607-13
15. MCCLOSKEY DI, CROSS MJ, HONNER R, POTTER EK. Sensory effects of pulling or vibration exposed in man. **Brain.** 1983;106(Pt 1):21-37.
16. MYERS JB, WASSINGER CA, LEPHART SM. Sensorimotor contribution to shoulder stability: effect of injury and rehabilitation. **Man Ther.** 2006;11(3):197-201.
17. RIEMANN BL, MYERS JB, LEPHART SM. Sensorimotor system measurement techniques. **J Athl Train.** 2002;37(1):85-98.
18. SCHMIDT R, LEE T, Motor control and learning: a behavioral emphasis, 5th ed. **Champaign, IL: Human Kinetics; 2011.**