

EFEITO DE INFORMAÇÃO SENSORIAL ADICIONAL NA PROPRIOCEPÇÃO E EQUILÍBRIO DE INDIVÍDUOS COM LESÃO DO LCA

EFFECT OF ADDITIONAL SENSORY INFORMATION IN THE PROPRICEPTION AND POSTURAL CONTROL OF INDIVIDUALS WITH ACL LESION

THATIA REGINA BONFIM¹, DÉBORA BEVILAQUA GROSSI³, CLEBER ANTONIO JANSEN PACCOLA³, JOSÉ ANGELO BARELA²

RESUMO

Objetivo: Investigar o efeito da utilização de informação sensorial adicional na propriocepção e no equilíbrio de indivíduos com lesão do Ligamento Cruzado Anterior (LCA). **Métodos:** Participaram deste estudo 28 indivíduos com lesão unilateral do LCA e 28 indivíduos com joelhos saudáveis. A propriocepção foi avaliada por meio do limiar para detecção de movimento passivo da articulação do joelho nas posições de 15 e 45 graus, para as direções de flexão e de extensão. O equilíbrio foi avaliado em posição unipodal sem visão, sobre uma plataforma de força e investigado por meio da amplitude e da velocidade média de oscilação do centro de pressão. As condições de informação sensorial utilizadas foram: informação normal, bandagem infra-patelar e faixa infra-patelar. **Resultados:** Indivíduos com lesão do LCA apresentam um prejuízo na propriocepção e no equilíbrio quando comparados a indivíduos com joelhos saudáveis ($p < 0,05$). Entretanto, com adição de informação sensorial, tanto a capacidade proprioceptiva quanto o equilíbrio de indivíduos com lesão do LCA é melhorado ($p < 0,05$). Indivíduos com joelhos saudáveis não apresentam benefício na utilização de informação sensorial adicional ($p > 0,05$). **Conclusão:** A lesão do LCA acarreta um prejuízo da propriocepção e do equilíbrio, porém estes efeitos são minimizados com utilização de informação sensorial adicional.

Descritores: Ligamento cruzado anterior. Propriocepção. Equilíbrio Musculoesquelético. Joelho.

ABSTRACT

Objective: The purpose of this study was to examine the effect of additional sensory information in proprioception and postural balance of individuals with ACL lesion. **Methods:** Participated in this study 28 individuals with ACL unilateral lesion and 28 individuals with healthy knee. Proprioception was evaluated through the threshold to detection of passive knee motion from 15 and 45 degrees, for flexion and extension directions. Postural balance was evaluated in single leg stance without vision, on a plate force and investigated through the mean sway amplitude, mean sway velocity of the center of pressure. The conditions of sensory information used were: normal information, infrapatellar adhesive tape and infrapatellar strap. **Results:** Individuals with ACL lesion show a deficit in proprioception and postural balance when compared with individuals with healthy knee ($p < 0.05$). However, with the use of additional sensory information, proprioception and postural control performance in individuals with ACL lesion improve ($p < 0.05$). Individuals with healthy knee did not show any benefit with the use of additional sensory information ($p > 0.05$). **Conclusion:** ACL lesion causes damage in the proprioception and postural control system. However, these effects are minimized with the use of additional sensory information.

Keywords: Anterior cruciate ligament. Proprioception. Musculoskeletal equilibrium. Knee.

Citação: Bonfim TR, Grossi DB, Paccola CAJ, Barela JA. Efeito de informação sensorial adicional na propriocepção e equilíbrio de indivíduos com lesão do LCA. *Acta Ortop Bras.* [online]. 2009; 17(5):291-6. Disponível em URL: <http://www.scielo.br/aob>.

Citation: Bonfim TR, Grossi DB, Paccola CAJ, Barela JA. Effect of additional sensory information in the proprioception and postural control of individuals with ACL lesion. *Acta Ortop Bras.* [online]. 2009; 17(5):291-6. Available from URL: <http://www.scielo.br/aob>.

INTRODUÇÃO

Indivíduos que sustentam uma lesão do ligamento cruzado anterior (LCA) apresentam mudanças no controle motor, uma vez que, após a lesão, geralmente há um prejuízo das informações sensoriais, em função do comprometimento dos mecanorreceptores presentes no LCA. A diminuição das informações sensoriais após a lesão do LCA faz com que o relacionamento entre informação sensorial e ação

motora seja alterado, podendo acarretar alterações e desempenho inferior no controle motor destes indivíduos.

Vários autores vêm investigando diversos aspectos do comportamento sensorial e motor de indivíduos com lesão do LCA, como por exemplo, a propriocepção e o controle postural.¹⁻⁹ No entanto, apesar destes aspectos envolvendo a propriocepção e o controle postural estarem sendo estudados em indivíduos com lesão do LCA há

Todos os autores declaram não haver nenhum potencial conflito de interesses referente a este artigo.

1 – Curso de Fisioterapia - Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais – Poços de Caldas

2 – Instituto de Ciências da Atividade Física e Esporte – Universidade Cruzeiro do Sul – São Paulo

3 – Departamento de Biomecânica, Medicina e Reabilitação do Aparelho Locomotor da FMRP-USP- Ribeirão Preto.

Trabalho realizado no Departamento de Educação Física - UNESP / Rio Claro. Departamento de Biomecânica, Medicina e Reabilitação do Aparelho Locomotor da FMRP-USP. Endereço de correspondência: Curso de Fisioterapia, PUC Minas / Campus Poços de Caldas. Av. Padre Francis Cletus Cox, 1661-MG, Brasil. Email: thatiarb@pucpcaldas.br

Trabalho recebido em 17/04/08 aprovado em 23/07/08

pelo menos 20 anos, muitas divergências e contradições ainda permanecem. Um ponto crucial é a real restrição sensorial decorrente da lesão do LCA e as consequências sobre o comportamento motor. Portanto, um dos desafios dos profissionais envolvidos na reabilitação destes indivíduos é buscar uma maneira de suprir esta possível restrição sensorial decorrente da lesão do LCA, favorecendo assim a realização de um comportamento motor apropriado.

Nas últimas décadas, alguns estudos têm investigado o efeito da informação somatossensorial no controle postural utilizando a estratégia do toque suave em uma superfície rígida.^{10,11} Nestes estudos, indivíduos adultos apresentaram uma redução significativa da oscilação corporal na posição em pé ao tocarem a ponta do dedo indicador em uma superfície rígida e estacionária. Como a força aplicada na superfície era insuficiente para fornecer suporte mecânico significativo¹², foi sugerido que a melhora no desempenho do controle postural foi decorrente do estímulo sensorial adicional proveniente do toque do dedo na superfície estacionária.^{10,11} Estes estudos indicam que informação sensorial e ação motora estão relacionadas na tarefa de manter o corpo em uma determinada posição e que informação sensorial adicional pode ser utilizada de forma contínua, provocando redução da oscilação corporal.

Isto indica a possibilidade de utilização destes pressupostos na área de reabilitação, uma vez que, o fornecimento de um estímulo sensorial adicional pode melhorar o controle motor, como verificado na oscilação corporal. Porém, parece razoável a investigação da adição de outras fontes de informação sensorial adicional, uma vez que, a barra de toque indica uma direção favorável, mas é uma condição experimental que não pode ser replicada em situações dinâmicas. Neste sentido, determinadas órteses podem indicar uma opção de estímulo sensorial adicional mais funcional para indivíduos com lesão do LCA. Alguns estudos apontam um efeito positivo da utilização de órteses funcionais de joelho e de bandagens sobre a capacidade proprioceptiva de indivíduos com joelhos saudáveis, com lesão do LCA e com síndromes fêmuro-patelares.¹³⁻¹⁶ No entanto, não há uma relação entre esta melhora de aferência sensorial e determinados comportamentos motores, como o controle postural. Levando em consideração estes aspectos, o objetivo deste estudo foi investigar o efeito da utilização de informação sensorial adicional no limiar para detecção de movimento passivo da articulação do joelho e no controle postural de indivíduos com lesão do LCA e com joelhos saudáveis.

MATERIAL E MÉTODO

Participantes

Participaram deste estudo 28 adultos jovens com lesão unilateral do LCA (Idade: 23±4 anos; Estatura: 1,71±0,08 m; Massa: 70±10 Kg), formando o grupo lesado (GL) e 28 adultos jovens com joelhos saudáveis (Idade: 22±2 anos; Estatura: 1,73±0,08 m; Massa: 72±11 Kg), sem qualquer comprometimento neurológico, musculoesquelético e/ou do sistema vestibular, formando o grupo controle (GC). Foram excluídos deste grupo os indivíduos que apresentassem qualquer sintoma ou lesão nos membros inferiores, assim como, história prévia de cirurgia nos pés, tornozelos, joelhos e quadris. Os grupos foram pareados por gênero, idade, estatura e massa para posterior comparação.

Os indivíduos do GL foram selecionados no Ambulatório de Ortopedia do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo (HCFMRP – USP). Para padronizar o GL, os critérios de exclusão foram os mesmos do GC e os critérios de inclusão foram: 1) ter diagnóstico de lesão unilateral do LCA, confirmado por exame de Ressonância Magnética e ter sustentado a mesma por não mais que três anos; 2) não apresentar

história de lesão dos ligamentos colaterais e posterior, de fratura, ou déficit neurológico; 3) apresentar amplitude de movimento completa da articulação do joelho, nenhum edema articular e nenhuma dor para deambulação. Os indivíduos com lesões meniscais e lesões condrais não foram excluídos.

Dos participantes incluídos no GL, quatorze tinham lesão do LCA no joelho direito e quatorze no joelho esquerdo, sendo o tempo médio de lesão, ou seja, o período da data do trauma até a avaliação, de 20 meses (±10 meses). Destes participantes, 14 tinham lesão meniscal associada, sendo 10 somente lesão de menisco medial e 4 lesão de menisco medial e menisco lateral e 14 tinham lesão isolada de LCA.

PROCEDIMENTOS

A participação dos indivíduos foi condicionada a assinatura de um termo de consentimento livre e esclarecido, aprovado pelo Comitê de Ética do Instituto de Biociências da UNESP – Campus Rio Claro. Cada participante foi avaliado no Ambulatório de Ortopedia do HCFMRP – USP e submetido a dois experimentos específicos. Previamente aos mesmos, foi realizada uma breve avaliação para assegurar os critérios de inclusão e exclusão deste estudo. Em todos os experimentos, o participante permaneceu vestido com short e camiseta, descalço e sem meias, sendo avaliados ambos os joelhos dos participantes, classificando-os como joelho lesado (JL) e joelho não lesado (JNL), no caso do GL, e como joelho direito (JD) e joelho esquerdo (JE), no caso do GC.

Avaliação do limiar para detecção de movimento passivo da articulação do joelho: Para avaliar os indivíduos foi utilizado um aparelho de movimentação passiva contínua, um CPM (Continuous Passive Motion System – Modelo Leg Exerciser – Stryker Ltda), incluindo neste aparelho um controle manual “Liga-Desliga” que permaneceu com o participante. Para este experimento, a velocidade do aparelho foi ajustada em 0,5 grau/segundo. Foi afixado neste aparelho um sistema para aferição da variação de voltagem do mesmo, conectado a uma placa analógico/digital que, por intermédio do software LabVIEW (Versão 8.0 - National Instruments), registrava estes dados. Este sistema foi utilizado para a aquisição da variação de voltagem no início e no fim do movimento do aparelho de CPM, possibilitando o cálculo do tempo em que o aparelho permaneceu ligado e deslocando, sendo possível estimar de forma precisa o deslocamento angular. A frequência de aquisição deste sistema foi de 100 Hz.

O experimento foi realizado com o participante deitado sobre uma maca, com o membro inferior a ser testado apoiado na braçadeira do aparelho. Aproximadamente ao nível da linha umbilical do participante foi mantido um anteparo, o qual evitou qualquer informação visual do posicionamento dos membros inferiores durante o experimento. De posse do controle manual “liga-desliga” do aparelho de CPM, os participantes foram instruídos a pressionar o botão do controle manual assim que percebessem o movimento do joelho, desta forma parando o movimento do aparelho. A avaliação do limiar para detecção de movimento passivo da articulação do joelho foi realizada nas amplitudes de 15 e 45 graus, para as direções de flexão e de extensão. Nesta avaliação houve a inclusão de duas fontes diferentes de informação sensorial adicional: bandagem infra-patelar e faixa infra-patelar. Deste modo, a avaliação nas duas amplitudes pré-determinadas foi realizada em três condições sensoriais, sendo elas: 1) condição de informação normal (IN), ou seja, os testes foram realizados sem a inclusão de informação sensorial adicional; 2) condição de bandagem infra-patelar (BI), onde foi afixada à pele do participante uma tira de esparadrapo impermeável (Cremer®), com uma largura de 2,5 cm, logo abaixo da patela e

com comprimento abrangendo a região anterior do joelho, com fixação realizada da face medial para a face lateral do joelho; e 3) condição de faixa infra-patelar (FI), onde a avaliação foi realizada com a inclusão de uma tira sub-patelar com almofada (Salvapê®) logo abaixo da patela da perna do participante, sendo esta confeccionada em elástico de 2,5 cm de largura, com almofada anterior de microespuma e fecho aderente de velcro. Foram realizadas três tentativas para cada condição sensorial, em cada direção (flexão e extensão), nas duas posições pré-determinadas (15 e 45 graus), para cada membro inferior, sendo que a ordem das direções e das posições foi aleatória, totalizando 72 tentativas.

Para análise dos dados, foi utilizada uma função escrita na linguagem MATLAB (versão 5.3 – Math Works, Inc.), a qual exibiu em formato gráfico os dois momentos de variação de voltagem que correspondiam ao início e ao fim do movimento do aparelho. Em seguida, calculava a diferença temporal entre estes dois eventos e então convertia o valor em segundos para graus, determinando o deslocamento angular. O deslocamento angular foi o fator de medida da avaliação do limiar para detecção de movimento passivo articular do joelho, sendo este, a diferença da posição angular entre o início do movimento e o momento em que o indivíduo interrompeu o movimento do aparelho.

Para análise estatística deste experimento, duas análises de variância (ANOVAs) foram realizadas, tendo como fatores os 2 grupos (GC e GL), os 2 joelhos (relação padronizada: JD/JL e JE/JNL), as 2 posições articulares iniciais (15 e 45 graus) e as 3 condições sensoriais (IN, BI e FI), sendo que os três últimos fatores foram tratados como medidas repetidas. As variáveis dependentes das duas ANOVAs foram: o deslocamento angular para flexão e o deslocamento angular para extensão.

Avaliação do controle postural: O controle postural foi examinado utilizando uma plataforma de força (AMTI-OR6-7-1000). O participante foi instruído a realizar a situação experimental de apoio monopodal direito (D) e apoio monopodal esquerdo (E), permanecendo o mais estático possível, sobre o centro da plataforma de força. O membro contralateral deveria manter-se elevado durante toda a tarefa, com o quadril numa posição neutra, o joelho flexionado a 90° e com os braços ao longo do corpo.¹⁷ Nesta tarefa houve a inclusão de dois diferentes tipos de informação sensorial adicional (bandagem infra-patelar e faixa infra-patelar). Deste modo, a tarefa foi realizada em três condições sensoriais, sendo as mesmas descritas para a avaliação do limiar para detecção de movimento passivo.

A plataforma de força forneceu informações sobre as forças e momentos dos eixos vertical e horizontal, a partir dos quais foi calculado o centro de pressão (CP) nas direções ântero-posterior e médio-lateral. Os sinais da plataforma de força foram adquiridos numa frequência de 100 Hz. Foram realizadas três tentativas para cada condição sensorial em cada apoio unilateral, distribuídas aleatoriamente em blocos, para um total de 18 tentativas. O registro para cada tentativa ocorreu durante 30 segundos.

Os dados provenientes da plataforma de força foram analisados através de uma função escrita na linguagem MATLAB (Versão 5.3), a qual processava os dados referentes as forças exercidas sobre a plataforma: Fx (força exercida sobre a plataforma na direção ântero-posterior), a Fy (força exercida na direção médio-lateral) e a Fz (força exercida na direção vertical), assim como, os momentos para as mesmas direções. A partir destes dados, foi calculado o centro de pressão (CP) nas direções ântero-posterior e médio-lateral e, a partir do CP, foram calculadas as seguintes variáveis: amplitude média de oscilação e velocidade média do deslocamento, para as direções ântero-posterior (AP) e médio-lateral (ML). Para o cálculo da amplitude média de oscilação (AMO), um polinômio de primeira ordem foi calculado e subtraído dos sinais de cada tentativa. Em

seguida, a média foi subtraída de todos os valores e, então, o desvio padrão para estes valores foi calculado, obtendo um valor que corresponde à variância dos valores referentes à oscilação corporal. A velocidade média foi calculada pela divisão do somatório dos deslocamentos em cada eixo pelo tempo de cada tentativa.

Na análise estatística deste experimento, foram realizadas duas Análises de Multivariância (MANOVA), tendo como fatores os 2 grupos, os 2 apoios e as 3 condições sensoriais (IN, BI e FI), sendo estes dois últimos fatores tratados como medidas repetidas. Para estas MANOVAs as variáveis dependentes foram: a amplitude média de oscilação na direção AP e ML e a velocidade média do deslocamento na direção AP e ML. Todos os procedimentos estatísticos foram realizados utilizando o programa SPSS (SPSS para Windows - Versão 10.0 - SPSS, Inc.), mantendo o nível de significância em 0,05. Quando necessário, foram conduzidos testes post-hoc de Tuckey para identificar possíveis diferenças entre as condições sensoriais.

RESULTADOS

Os resultados apontaram que indivíduos com lesão do LCA apresentam um prejuízo na propriocepção e no controle postural quando comparados a indivíduos com joelhos saudáveis. No entanto, a adição de informação sensorial reduziu o limiar para detecção de movimento passivo e a oscilação corporal de indivíduos com lesão unilateral do LCA.

Limiar para detecção de movimento passivo da articulação do joelho

As Figuras 1 e 2 apresentam as médias e os desvios padrão do limiar para detecção de movimento passivo para flexão e para extensão. O GL apresentou um limiar maior para detecção de movimento passivo para flexão e para extensão, do que o verificado para o GC, nas duas posições articulares pré-determinadas. No entanto, em ambos os grupos os resultados foram similares entre o JD e o JE e entre o JL e o JNL. Para a direção de flexão, não houve diferença no limiar para detecção de movimento passivo, em função da posição inicial do teste. No entanto, para a direção de extensão, o limiar para detecção de movimento passivo foi maior na posição de 45°. Além disto, os resultados apontaram que o limiar para detecção de movimento passivo para flexão e para extensão no GL é reduzido em função da adição de informação sensorial adicional. (Figura 1)

Para o LDMP para flexão, a ANOVA revelou diferença significativa apenas entre os grupos, $F(1,54)=9,373$, $p<0,01$ e entre as condições, $F(2,108)=6,041$, $p<0,05$. Testes post-hoc para as condições sensoriais revelaram diferença entre a condição de informação normal e de bandagem infra-patelar, $F(1,54)=10,01$, $p<0,01$; e entre a condição de informação normal e de faixa infra-patelar, $F(1,54)=7,29$, $p<0,01$. (Figura 2)

Para o LDMP para extensão, a ANOVA revelou diferença significativa entre os grupos, $F(1,54)=11,44$, $p<0,01$, entre as posições, $F(1,54)=26,49$, $p<0,01$ e entre as condições, $F(2,108)=3,93$, $p<0,05$. Testes post-hoc para as condições sensoriais revelaram apenas diferença entre a condição de informação normal e de faixa infra-patelar, $F(1,54)=6,82$, $p<0,01$.

Controle Postural

De modo geral, os resultados obtidos revelaram um prejuízo no controle postural de indivíduos com lesão do LCA quando comparados a indivíduos com joelhos saudáveis. No entanto, em indivíduos com lesão do LCA ocorre uma melhora do controle postural quando há inclusão de informação sensorial adicional, enquanto que, em indivíduos com joelhos saudáveis isto não é observado.

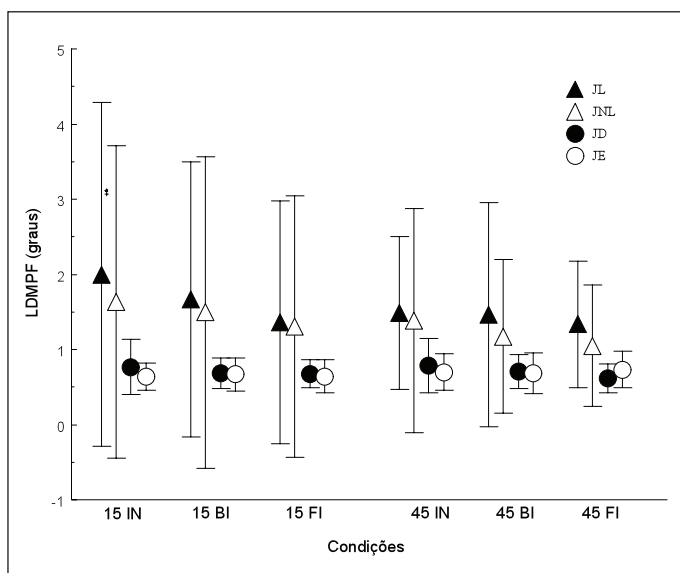


Figura 1 – Médias e desvios padrão do limiar para detecção de movimento passivo para flexão (LDMPF), nas posições iniciais de 15 e 45 graus, nas condições de informação sensorial normal (IN), com bandagem infra-patelar (BI) e com faixa infra-patelar (FI).

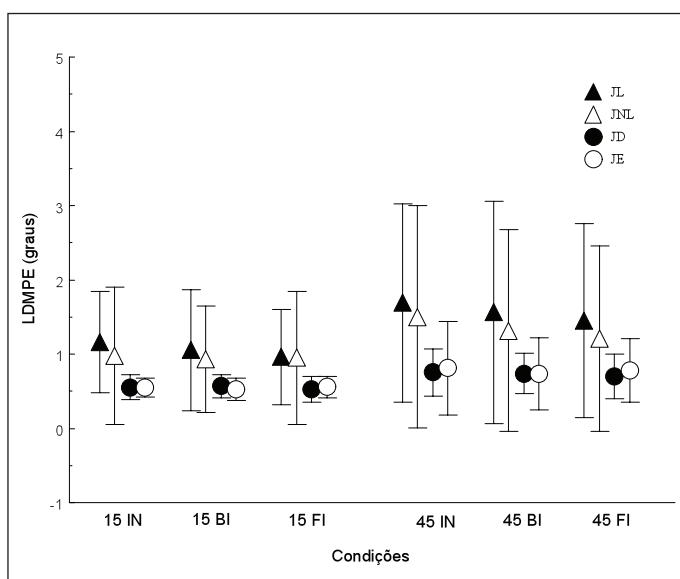


Figura 2 – Médias e desvios padrão do limiar para detecção de movimento passivo para extensão (LDMPE), nas posições iniciais de 15 e 45 graus, nas condições de informação sensorial normal (IN), com bandagem infra-patelar (BI) e com faixa infra-patelar (FI).

Amplitude Média de Oscilação

A Figura 3 apresenta as médias e os desvios padrão da amplitude média de oscilação do CP, para o GC e GL, nas direções ântero-posterior (A) e médio-lateral (B). A amplitude média de oscilação do CP, nas direções AP e ML, é maior no GL do que no GC. No GC, os resultados são similares entre o apoio em JD e JE. No entanto, no GL a amplitude média de oscilação do CP é maior no apoio em JL do que em JNL e, o JNL apresenta valores maiores aos observados para o apoio em JD e JE do GC. Além disto, os resultados apontaram que a amplitude média de oscilação do CP no GL é reduzida em todas as condições em que há adição de uma informação sensorial adicional. (Figura 3)

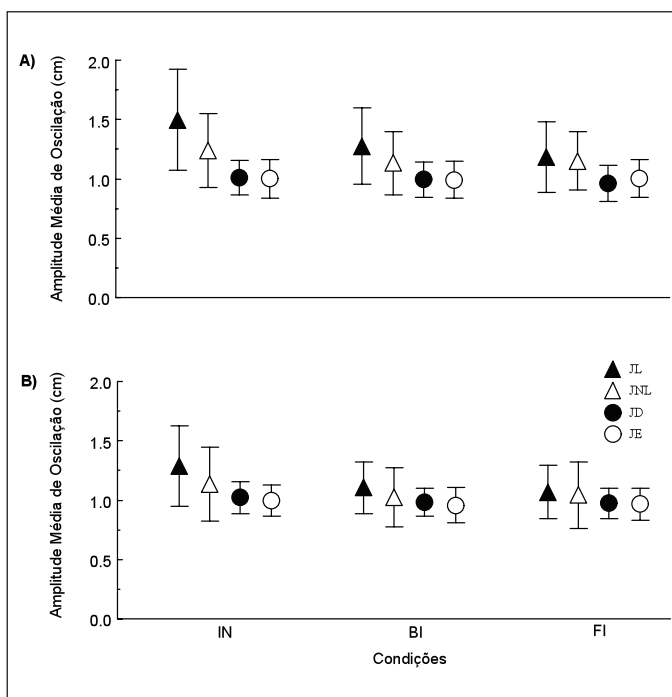


Figura 3 – Médias e desvios padrão da amplitude média de oscilação nas direções ântero-posterior (A) e médio-lateral (B), nos joelhos lesado (JL) e não-lesado (JNL) do GL e joelhos direito (JD) e esquerdo (JE) do GC, nas condições de informação sensorial normal (IN), bandagem infra-patelar (BI) e faixa infra-patelar (FI).

Para a amplitude média de oscilação, a MANOVA revelou diferença significativa entre os grupos, Wilks' Lambda=0,728, $F(2,53)=9,91$, $p<0,01$; entre os apoios, Wilks' Lambda=0,793, $F(2,53)=6,92$, $p<0,01$; entre as condições, Wilks' Lambda=0,586, $F(4,51)=9,00$, $p<0,01$; e para as interações: grupo e apoio, Wilks' Lambda=0,800, $F(2,53)=6,63$, $p<0,01$; grupo e condição, Wilks' Lambda=0,686, $F(4,51)=5,83$, $p<0,01$; apoio e condição, Wilks' Lambda=0,791, $F(4,51)=3,37$, $p<0,01$. Testes post-hoc indicaram diferença entre todas as condições sensoriais, para a direção AP e ML.

Velocidade Média de Oscilação

A Figura 4 apresenta as médias e os desvios padrão da velocidade média de deslocamento do CP nas direções AP e ML, para os GC e GL. Os resultados demonstraram que a velocidade média de oscilação do CP, nas direções AP e ML, é maior no GL do que no GC. No GC, os resultados são similares entre o apoio em JD e JE. No entanto, no GL a velocidade média de oscilação do CP é maior no apoio no JL do que no JNL e, o JNL apresenta valores maiores aos observados para o apoio em JD e JE do GC. Além disto, os resultados apontaram que a velocidade média de oscilação do CP no GL é reduzida em todas as condições em que há adição de uma informação sensorial adicional, enquanto que, no GC esta redução não ocorre. (Figura 4)

Para a velocidade média de oscilação, a MANOVA indicou diferença significativa apenas entre os grupos, Wilks' Lambda=0,843, $F(2,53)=4,93$, $p<0,05$; entre os apoios, Wilks' Lambda=0,837, $F(2,53)=5,17$, $p<0,01$; entre as condições, Wilks' Lambda=0,579, $F(4,51)=9,27$, $p<0,01$; e para a interação: grupo e condição, Wilks' Lambda=0,742, $F(4,51)=4,43$, $p<0,01$. Testes post hoc indicaram que a velocidade média de oscilação do CP para a condição de TS foi menor que as demais condições (IN, BI e FI), tanto para a direção ML quanto AP.

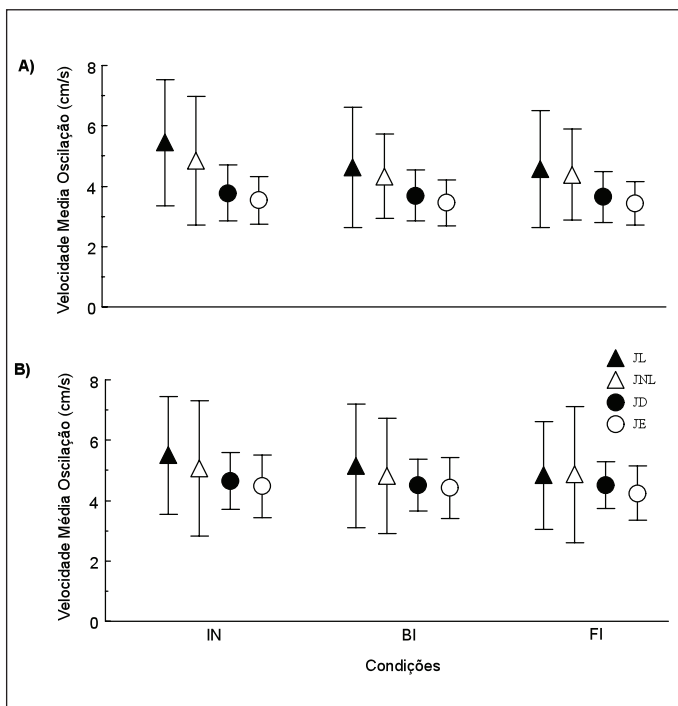


Figura 4 – Médias e desvios padrão da velocidade média de oscilação nas direções ântero-posterior (A) e médio-lateral (B), nos joelhos lesado (JL) e não-lesado (JNL) do grupo lesado e joelhos direito (JD) e esquerdo (JE) do grupo controle, nas condições de informação sensorial normal (IN), bandagem infra-patelar (BI) e faixa infra-patelar (FI).

DISCUSSÃO

Este estudo investigou o efeito da utilização de informação sensorial adicional no limiar para detecção de movimento passivo e no controle postural de indivíduos com lesão do LCA e de indivíduos com joelhos saudáveis. Primeiramente, os resultados obtidos demonstraram que indivíduos com lesão do LCA apresentam um prejuízo no limiar para detecção de movimento passivo e no controle postural, em condição de informação sensorial normal quando comparados a indivíduos com joelhos saudáveis. É interessante destacar que o prejuízo verificado no joelho lesado é também observado no joelho não lesado de indivíduos do GL. Porém, o desempenho do JNL é diferente em relação aos outros joelhos analisados, sendo superior ao do JL e inferior ao JD e JE do grupo controle.

Uma possível explicação para esta diferença de desempenho do JNL em relação aos joelhos do GC é que indivíduos com lesão do LCA, em função do prejuízo evidenciado no membro lesado, sobrecarregam o membro contralateral sadio. Esta sobrecarga pode levar a uma superestimulação e conseqüente fadiga do membro contralateral sadio, diminuindo o desempenho deste, quando comparado a um grupo controle formado por indivíduos com joelhos saudáveis. Parece que esta sobrecarga ocorre apesar da redução das atividades da vida diária e do desuso decorrente da lesão do LCA⁽¹⁸⁾, fazendo com que o membro contralateral sadio seja mais solicitado que o membro lesado. Outra possível explicação é que os indivíduos que apresentam uma lesão do LCA seriam propensos a uma recidiva de lesão ou a uma nova lesão no membro contralateral, em função de uma redução do feedback sensorial. Deste modo, esta redução de feedback sensorial poderia acarretar desempenho inferior do membro contralateral sadio, quando comparado a indivíduos com joelhos saudáveis. Além disto, a redução do desempenho observado no membro inferior contralateral sadio

pode representar uma tentativa do sistema de controle em manter um relacionamento o mais harmônico possível entre os membros inferiores. Enfim, em função do prejuízo de desempenho observado no membro contralateral sadio, definitivamente, o mesmo não deve ser utilizado como membro controle em experimentos que investiguem alterações decorrentes da lesão do LCA.

Entretanto, verificou-se que a adição de informação sensorial promoveu melhora tanto no limiar para detecção de movimento passivo da articulação do joelho quanto no desempenho durante a manutenção da postura em pé em apoio unipodal em indivíduos com lesão do LCA. Na avaliação do limiar para detecção de movimento passivo foi observado que a inclusão de informação sensorial adicional, como a bandagem e a faixa infra-patelar, provoca uma melhora na detecção deste tipo de movimento, em indivíduos com lesão do LCA. Este resultado é similar ao de alguns estudos prévios¹³⁻¹⁵, em que foi observada uma melhora na capacidade proprioceptiva com a utilização de órteses funcionais em indivíduos com diferentes lesões de joelho. Entretanto, no presente estudo, os recursos utilizados apresentavam uma área de cobertura do joelho menor do que a dos estudos citados. Especificamente, a bandagem infra-patelar foi afixada abaixo da patela e apenas na face anterior do joelho, enquanto que, a faixa infra-patelar tinha o mesmo posicionamento e largura da bandagem, no entanto, abrangia a face anterior e posterior do joelho. Apesar desta área reduzida de estímulo sensorial, foi possível verificar uma diminuição do limiar para detecção de movimento passivo, tanto para flexão quanto para extensão. Sendo que, para a direção de extensão, apenas a faixa infra-patelar foi efetiva para a melhora da detecção de movimento passivo. De qualquer forma, os resultados deste estudo indicam que a adição de informação sensorial pode propiciar melhora na discriminação sensorial na articulação do joelho em indivíduos com lesão do LCA.

Diferentemente, nos indivíduos sem qualquer tipo de lesão nos joelhos, nenhuma diferença foi observada com o acréscimo de informação sensorial, no limiar para detecção de movimento passivo. Uma possível explicação pode ser pelo fato destes participantes não apresentarem déficit proprioceptivo, fato este comprovado ao comparar os valores encontrados neste estudo com os resultados de estudos anteriores.^{7,8} Parece que neste grupo, a adição de informação sensorial não propicia qualquer alteração, pois o sistema por estar intacto já consegue este tipo de informação por meio das estruturas intactas existentes. Neste sentido, pode ser que apenas indivíduos com algum déficit proprioceptivo sejam beneficiados com o uso destes recursos, obtendo assim uma melhora da capacidade proprioceptiva. Por exemplo, em indivíduos com lesão e reconstrução do LCA^{7,8} e com síndromes fêmuro-patelares¹³⁻¹⁶, esta adição de informação sensorial é crucial para melhora no funcionamento do sistema.

Da mesma forma que no caso do limiar para detecção de movimento passivo, indivíduos com lesão do LCA se beneficiaram da adição de informação sensorial, melhorando o desempenho do sistema de controle postural, durante a manutenção da postura ereta. A redução da oscilação corporal com a utilização de informação sensorial adicional já tinha sido observada em situação de toque suave em indivíduos sem comprometimento muscular ou sensorial^{10,11} e até mesmo em situações de conflito sensorial.¹⁹ Entretanto, é interessante ressaltar que este estudo demonstrou que no caso de indivíduos com lesão do LCA, outras fontes de informação sensorial adicional também propiciam um melhor desempenho do sistema de controle postural. O uso de bandagem e de faixa infra-patelar propiciou condições para que estes indivíduos apresentassem menor oscilação corporal quando compara-

do com ao desempenho deles sem o uso de informação sensorial adicional. Estas duas fontes de informação sensorial adicional, provavelmente pelo estímulo aos receptores superficiais da pele e pelo aumento da pressão nos receptores locais²⁰, propiciam meios para um melhor desempenho do sistema de controle postural e, conseqüente, redução da oscilação corporal. Deste modo, estes resultados indicam a possibilidade de utilização destas fontes de informação sensorial adicional em situações de reabilitação e até mesmo de readaptação à prática esportiva.

Interessante que as informações sensoriais adicionais, bandagem e faixa infra-patelar, não apresentaram efeito no controle postural de indivíduos com joelhos saudáveis. Este resultado reforça ainda mais a importância da disponibilidade de informação adicional em indivíduos que apresentem algum decréscimo na aquisição de informação sensorial. Nestes casos, qualquer incremento de informação sensorial pode ser útil e ser utilizado pelo sistema. Mais ainda, o uso desta informação adicional pode ser utilizado nas diversas situações em que informação sensorial é requerida, no presente estudo, tanto no limiar para detecção de movimento passivo quanto em tarefas mais complexas, envolvendo um relacionamento mais intrincado entre informação sensorial e ação motora, como na manutenção da postura ereta.

CONCLUSÃO

Indivíduos com lesão unilateral do LCA apresentam um prejuízo na detecção de movimento passivo da articulação do joelho e no controle postural. No entanto, a utilização de informação sensorial adicional, como a bandagem ou a faixa infra-patelar, propicia uma melhora na detecção de movimento passivo da articulação do joelho e no desempenho do sistema de controle postural em indivíduos com lesão do LCA. Estes resultados são bastante animadores, pois indicam que o fornecimento de fontes adicionais de informação sensorial pode ser decisivo em indivíduos que apresentam algum comprometimento na aquisição de estímulos sensoriais.

AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pelo apoio financeiro durante a execução deste projeto – Processo 2003/13719-1.

À PUC Minas pelo auxílio concedido a 1ª. autora, por meio do Programa Permanente de Capacitação Docente (PPCD).

Aos alunos de graduação do Curso de Fisioterapia da Universidade de São Paulo – Ribeirão Preto, Cátia Masullo, Felipe Summa, Gabriela Borin e Luiz Eduardo Tasso, pela ajuda na coleta de dados.

REFERÊNCIAS

1. Barrack RL, Skinner HB, Buckley, SL. Proprioception in the cruciate deficient Knee. *Am J Sports Med.* 1989;17:1-6.
2. 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;25:336-40.
3. Lysholm M, Ledin T, Odkvist LM, Good L. Postural control - a comparison between patients with chronic anterior cruciate ligament insufficiency and healthy individuals. *Scand J Med Sci Sports.* 1998;8:432-8.
4. Shiraiishi M, Mizuta H, Kubota K, Otsuka Y, Nagamoto N, Takagi K. Stabilometric assessment in the anterior cruciate ligament-reconstructed knee. *Clin J Sport Med.* 1996;6:32-9.
5. MacDonald PB, Hedden D, Pacin O, Sutherland K. Proprioception in anterior cruciate ligament-deficient and reconstructed Knees. *Am J Sports Med.* 1996;24:774-8.
6. Fridén T, Roberts D, Zätterström R, Lindstrand A, Moritz U. Proprioception after an acute knee ligament injury: A longitudinal study on 16 consecutive patients. *J Orthop Res.* 1997;15:637-44.
7. Bonfim TR, Paccola CAJ, Barela JA. Proprioceptive and behavior impairment in individuals with anterior cruciate ligament reconstructed knees. *Arch Phys Med Rehabil.* 2003;84:1117-23.
8. Bonfim TR, Barela JA. Controle postural após a reconstrução do ligamento cruzado anterior. *Fisioter Pesq.* 2005;11:11-8.
9. Tookuni KS, Bolliger Neto R, Pereira CAM, Souza, DR, Greve, JMD, Ayala AD. Análise comparativa do controle postural de indivíduos com e sem lesão do ligamento cruzado anterior do joelho. *Acta Ortop Bras.* 2005;13:115-9.
10. Jeka JJ, Lackner JR. Fingertip contact influences human postural control. *Exp Brain Res.* 1994;100:495-502.
11. Jeka JJ, Lackner JR. The role of haptic cues from rough and slippery surfaces in human postural control. *Exp Brain Res.* 1995;103:267-76.
12. Holden M, Ventura J, Lackner JR. Stabilization of posture by precision contact of the index finger. *J Vest Res.* 1994;4:285-301.
13. Beynnon BD, Ryder SH, Konradson L, Johnson RJ, Johnson K, Renström PA. The effect of anterior cruciate ligament trauma and bracing on knee proprioception. *Am J Sports Med.* 1999;27:150-5.
14. Birmingham TB, Kramer JF, Inglis JT, Mooney CA, Murray LJ, Fowler PJ, Kirkley S. Effect of a neoprene sleeve on knee joint position sense during open kinetic chain and supine closed kinetic chain test. *Am J Sports Med.* 1998;26:562-6.
15. Callaghan MJ, Selfe J, Bagley PJ, Oldham JA. The effects of patellar tapping on knee joint proprioception. *J Athl Train.* 2002;37:19-24.
16. Jerosh J, Prymka M. Knee joint proprioception in normal volunteers and patients with anterior cruciate ligament tears taking special account of the effect of knee bandage. *Arch Orthop Trauma Surg.* 1996;115:162-6.
17. Tropp H, Odenrick P, Gillquist J. Stabilometry recordings in functional mechanical stability of the ankle joint. *Int J Sports Med.* 1985;6:180-2.
18. Lephart SM, Pincivero DM, Giraldo JL, Fu FH. The role of proprioception in the management and rehabilitation of athletic injuries. *Am J Sports Med.* 1997;25:130-7.
19. Bonfim TR, Polastri PF, Barela JA. Efeito do toque suave e da informação visual no controle da posição em pé em adultos. *Rev Bras Educ Fis Esp.* 2006;20:15-25.
20. Prymka M, Schmidt, K, Jerosh, J. Proprioception in patients suffering from chondropathia patellae. *Int J Sports Med.* 1998;19:560.