

## AVALIAÇÃO DA INSTABILIDADE POSTURAL EM SUJEITOS COM LESÃO NO LIGAMENTO CRUZADO ANTERIOR

M.A.B. Lima\*, F.J. Arantes\*, R.G. Cardoso\*, L.M.Vieira\*, E.L.M. Naves\*.

\* Universidade Federal de Uberlândia, Faculdade de Engenharia Elétrica, Pós Graduação em Engenharia Biomédica, Uberlândia, Brasil.

e-mail: borba.lima@hotmail.com

**Resumo:** A gravidade gera uma desestabilização do corpo em posição ereta e o equilíbrio é o principal responsável para impedir esta instabilidade, tendo como seus fatores principais a visão, o sistema vestibular e o sistema sensorio-motor. O objetivo deste estudo foi mensurar e comparar a instabilidade de indivíduos com lesão no ligamento cruzado anterior (LCA) em relação a indivíduos sem lesão ligamentar em posição uni e bipodal. Foram analisados vinte sujeitos divididos entre grupo controle e grupo experimental. Os voluntários realizaram três condições: apoio bipodal e unipodal em cada membro inferior. As variáveis deslocamento total, velocidade média total, área da elipse, velocidade de deslocamento no eixo x e y foram coletados utilizando uma plataforma de força. Os resultados mostraram não haver qualquer influência significativa no equilíbrio entre o membro lesionado e o membro não lesionado entre o grupo experimental. Conclui-se que os índices de oscilações posturais investigadas não são afetados pela ruptura do LCA quando comparados com a perna não lesionada ou em apoio bipodal.

**Palavras-chave:** Instabilidade, plataforma de força, ligamento cruzado anterior

**Abstract:** Gravity creates a destabilization of the body upright and the balance is primarily responsible for preventing this instability, having as its main factors the vision, the vestibular system and the sensorimotor system. The aim of this study was to measure and compare the instability of individuals with anterior cruciate ligament (ACL) compared to individuals without ligament injury in uni and bipedal position. Twenty subjects divided into control group and experimental group were analyzed. The volunteers performed three conditions: support bipedal and unipedal on each leg. The total displacement variables, total average speed, area of the ellipse, speed displacement in the x and y axis were collected using a force platform. The results showed no significant influence on the balance between the injured and uninjured limb between the experimental group member. We conclude that the investigated postural sway indices are not affected by ACL rupture when compared with the uninjured leg or bipedal support.

**Keywords:** Instability, force plate, anterior cruciate

*ligament*

### Introdução

O equilíbrio é um processo automático e inconsciente pelo qual os indivíduos mantêm e movimentam seus corpos em uma relação específica com o ambiente, permitindo assim ao indivíduo resistir ao efeito desestabilizador da gravidade [1]. Em outras palavras, o equilíbrio é o processo de manutenção do centro de pressão (CP) dentro da área da base de suporte do corpo [4,5].

Três fatores que contribuem para a manutenção do equilíbrio humano: o sistema vestibular, o sistema somatossensorial e a visão [2]. O primeiro é considerado o mais importante para a manutenção da postura ereta, pois o mesmo orienta as informações geradas pela cabeça durante as posturas estáticas e dinâmicas do corpo diante da gravidade, sendo responsável pelas acelerações e desacelerações angulares rápidas [2,3]. O sistema somatossensorial é um sistema proprioceptivo, sendo responsável pelo senso de posição e movimento de uma parte do corpo em relação ao ambiente [3]. E, por fim, a visão que está relacionada à estabilização da oscilação corporal, oferecendo referência para a verticalidade [2,3].

Localizado no centro da articulação do joelho, o Ligamento Cruzado Anterior (LCA), atua como um estabilizador mecânico da mesma, além de ser considerado um importante componente sensorio motor do controle postural [6,7,8]. Este último se deve à presença de mecanorreceptores no LCA que detectam a posição da articulação, além de serem sensíveis à velocidade e aceleração dos movimentos articulares [9,10]. Uma vez que este ligamento é lesado, o controle motor do indivíduo será alterado, já que há um comprometimento dos mecanorreceptores presentes no LCA e, conseqüentemente, perda de informações sensoriais [8,11].

O pêndulo invertido é o modelo mais utilizado para caracterizar o controle postural (CP) a partir de uma postura estática, que é definido a partir da relação entre o centro de gravidade (CG) e o CP [12]. O CP é definido como o ponto de aplicação das forças de reação do solo sob os pés, isto é, uma projeção do CG no solo e, sendo assim, deve-se mover continuamente de acordo com o

deslocamento do CG [4,12,13]. Essas forças de reação são mensuradas por uma plataforma de força, correspondendo ao resultado da força de inércia do corpo e da restauração das forças de equilíbrio do sistema de controle postural [12,13]. Indivíduos com desvios do CP de alta magnitude ou velocidade sugerem prejuízo no controle postural [11,13].

Desta forma este estudo visa mensurar e comparar a instabilidade de indivíduos com lesão no ligamento cruzado anterior em relação a indivíduos sem lesão ligamentar em posição uni e bipodal.

## Materiais e métodos

### Amostra

Participaram deste estudo vinte voluntários alocados em dois grupos (Experimental e Controle). O grupo experimental foi composto por nove indivíduos (idade  $33,44 \pm 9,56$ ) com lesão no ligamento cruzado anterior diagnosticado por meio de exames clínicos (tempo de lesão  $31,22 \pm 7,31$  meses) e o grupo controle foi composto por onze indivíduos (idade  $27,9 \pm 7,32$ ) sem nenhum tipo de lesão no joelho, quadril ou tornozelo.

Como critério de inclusão para o grupo experimental, os voluntários deveriam apresentar diagnóstico de lesão em nível de joelho em apenas um dos membros inferiores, não utilizar equipamentos que auxiliem a deambulação (muletas e andadores), não possuir qualquer tipo de prótese em nível de quadril, joelho ou tornozelo e conseguir permanecer por 30 segundos em posição bi e unipodal em cima da plataforma.

Como critério de inclusão para o grupo controle, os voluntários não deveriam apresentar qualquer diagnóstico de lesão em nível articular em quadril, joelho e tornozelo, apresentar deambulação independente e conseguir permanecer durante 30 segundos em posição uni e bipodal em cima da plataforma.

Para a coleta dos dados, todos voluntários do grupo experimental compareceram na sala de ortopedia do hospital de clínicas da Universidade Federal de Uberlândia e para o grupo controle os indivíduos compareceram ao Laboratório de Engenharia Biomédica – BioLab, todas abordagens foram realizadas em um único dia para cada grupo. Antecedendo o período experimental, todos os voluntários foram orientados quanto aos procedimentos e aceitaram participar voluntariamente do experimento, procedimentos que foram aprovados pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Uberlândia (protocolo CEP-UFU é 354/06), respeitando os procedimentos éticos vigentes do Conselho Nacional de Saúde.

### Protocolo do estudo

Os dados, foram coletados por meio de uma plataforma de força analisados pelo programa BioDynamics BR do sistema Labview (DataHomini,

MG/Brasil), onde o sinal coletado corresponde a valores de forças verticais, sendo calculada a área de deslocamento total, a velocidades média total, área da elipse, velocidade de deslocamento no eixo x e velocidade média de deslocamento no eixo y. Toda rotina, para análise do sinal proveniente do equipamento, foi desenvolvida em ambiente MatLab®.

Inicialmente, os indivíduos foram orientados a permanecer descalços em apoio bipodal em cima da plataforma de força olhando para um ponto fixado na parede, a cerca de dois metros de distância da plataforma, permanecendo durante 30 segundos enquanto os dados eram coletados. Ademais, cerca de um a dois minutos após esta primeira abordagem o mesmo voluntário foi indicado a permanecer em cima da plataforma em apoio unipodal com as mesmas abordagens supracitadas, logo, a mesma abordagem foi realizada com o outro membro inferior. Vale a pena ressaltar que em ambos os grupos foram respeitadas as ordens de membro inferior direito e depois o membro inferior esquerdo.

Previamente, os voluntários foram orientados a evitar a colocação do outro membro inferior na plataforma, quando sentissem o desequilíbrio proporcionado pela posição unipodal, outra indicação foi em relação aos membros superiores serem mantidos paralelos ao corpo.

Todos os dados foram processados via software SPSS versão 20.0 (SPSS, Chigago, IL, EUA). O teste de normalidade de Shapiro Wilk foi utilizado para testar todas as condições e grupos. Como as análises rejeitaram a hipótese, o teste de U Mann-Whitney foi utilizado. Para as análises entre os lados (dominante vs não dominante e lado lesionado vs lado não lesionado) foi aplicado o teste “t” pareado e o teste de Wilcoxon respectivamente. Em todas as análises o nível de significância adotado foi de 5% ( $\alpha < 0,05$ ).

## Resultados

A tabela 1 descreve os resultados em mediana, mínimo e máximo para as variáveis investigadas. Nota-se que não foram encontradas diferenças estatísticas entre os grupos (experimental e controle) em apoio bipodal.

Já na tabela 2 é exibido a comparação entre apoio unipodal entre os indivíduos do grupo controle para os membros inferiores dominantes e não dominantes. Em nenhuma das variáveis foi possível notar diferença entre as situações

Tabela 1. Comparação entre apoio bipodal entre grupo experimental e grupo controle.

Variáveis	Grupo Experimental (n = 9)		Grupo Controle (n = 11)		p
	Mediana	Mínimo - Máximo	Mediana	Mínimo - Máximo	
Deslocamento Total	22,09	16,87 – 27,77	20,53	14,18 – 179,40	0,97
Velocidade Média Total	0,73	0,56 – 0,92	0,68	0,47 – 5,97	0,97
Área da Elipse	0,21	0,13 – 0,82	0,32	0,12 – 2,43	0,67
Velocidade Média em X	0,35	0,25 – 0,47	0,31	0,21 – 2,52	0,84
Velocidade Média em Y	0,62	0,49 – 0,77	0,59	0,41 – 5,40	0,84

Tabela 2. Comparação entre apoio unipodal entre os membros inferiores dominantes e não dominantes do grupo controle. Valores expressos em média e desvio padrão.

Variáveis	Membro dominante (n = 11)		Membro não dominante (n = 11)		p
	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	
Deslocamento Total	57,82	± 17,02	51	± 20,44	0,43
Velocidade Média Total	1,92	± 0,56	2	± 0,68	0,43
Área da Elipse	0,62	± 0,39	1	± 0,32	0,72
Velocidade Média em X	1,00	± 0,30	1	± 0,37	0,45
Velocidade Média em Y	1,61	± 0,48	1	± 0,56	0,41

As tabelas 3 e 4 exibem a comparação entre o lado lesionado do grupo experimental com os lados dominante e não dominante do grupo controle. Nota-se, diferenças entre todas as variáveis entre os grupos nas diferentes situações.

Tabela 3. Comparação entre apoio unipodal entre o grupo experimental e o membro dominante do grupo controle. Valores expressos em mediana, mínimo e máximo.

Variáveis	Experimental (n = 9)		Membro dominante Controle (n = 11)		p
	Mediana	Mínimo - Máximo	Mediana	Mínimo - Máximo	
Deslocamento Total	78,22	54,40 – 274,99	58,87	31,42 – 79,03	0,02
Velocidade Média Total	2,60	1,81 – 9,16	1,96	2,66 – 1,04	0,02
Área da Elipse	1,17	0,46 – 9,39	0,55	1,60 – 0,23	0,03
Velocidade Média em X	1,30	1,03 – 4,46	0,87	1,43 – 0,58	0,01
Velocidade Média em Y	2,29	1,44 – 7,96	1,64	2,22 – 0,84	0,02

Tabela 4. Comparação entre apoio unipodal entre o grupo experimental e o membro não dominante do grupo controle. Valores expressos em mediana, mínimo e máximo.

Variáveis	Experimental (n = 9)		Membro não dominante Controle (n = 11)		p
	Mediana	Mínimo - Máximo	Mediana	Mínimo - Máximo	
Deslocamento Total	78,22	54,40 – 274,99	46,20	27,29 – 93,20	0,00
Velocidade Média Total	2,60	1,81 – 9,16	1,53	0,90 – 3,10	0,00
Área da Elipse	1,17	0,46 – 9,39	0,53	1,16 – 0,15	0,01
Velocidade Média em X	1,30	1,03 – 4,46	0,78	0,48 – 1,69	0,00
Velocidade Média em Y	2,29	1,44 – 7,96	1,30	0,74 – 2,54	0,00

Tabela 5. Comparação entre membro lesionado e membro não lesionado para o grupo experimental. Valores expressos em mediana, mínimo e máximo.

Variáveis	Grupo Experimental (Lesão) (n = 9)		Grupo Experimental (Não lesão) (n = 9)		p
	Mediana	Mínimo - Máximo	Mediana	Mínimo - Máximo	
Deslocamento Total	78,22	54,40 – 274,99	66,25	31,14 – 165,87	0,05
Velocidade Média Total	2,60	1,81 – 9,16	22,0	1,03 – 5,52	0,05
Área da Elipse	1,17	0,46 – 9,39	0,81	0,24 – 1,83	0,10
Velocidade Média em X	1,30	1,03 – 4,46	1,15	0,45 – 2,93	0,05
Velocidade Média em Y	2,29	1,44 – 7,96	1,84	0,94 – 4,64	0,05

A tabela 5 apresenta os valores comparativos entre o lado lesionado e o lado não lesionado do grupo experimental. Em nenhuma das variáveis foi possível identificar diferenças entre as situações.

Gráfico 1. Elipse de confiança de indivíduo do Grupo Controle

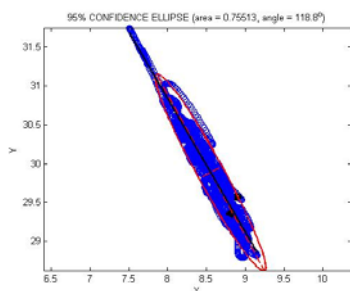
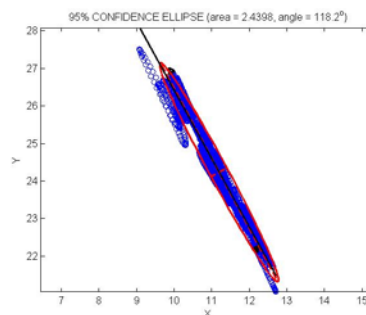


Gráfico 2. Elipse de confiança de indivíduo do Grupo Experimental



## Discussão

A hipótese que norteava o estudo era que indivíduos com rompimento do ligamento cruzado anterior – LCA apresentariam maior grau de instabilidades em comparação com aqueles sem nenhum prejuízo articular em nível de joelho e comparado entre si, entre membro inferior afetado e o sem comprometimento.

Porém o que foi observado vem de encontro com relatos publicados [16,17] que afirmam não haver diferenças significativas visualizado nas tabelas 1, 2 e 5, e outros relatos [18,19] afirmam ter observado diferenças significativas em seus experimentos, mesmo que com grupos diferentes, em relação à instabilidade postural de pessoas com rompimento de LCA.

Quando comparado as diferenças no equilíbrio em uma postura bipodal, os grupos controle e experimental não apresentaram diferenças significativas corroborando com Oliveira et. al. [16], que analisaram o controle postural de crianças praticantes de atividade física e não praticantes afirmando ter observado baixo valor de amplitude de oscilação do centro de equilíbrio nos eixos médio lateral e anteroposterior, para os dois grupos, com apoio bipodal.

Ao analisar o grupo controle utilizando o equilíbrio do membro dominante e o não dominante também não foram observadas diferenças significativas, o que vem de encontro com Alonso et. al. [17] que analisaram o equilíbrio postural entre atletas de judô e indivíduos sedentários onde eles afirmaram que não houve diferenças entre o lado dominante e não dominante na comparação intragrupo em ambos os grupos exceto no índice de estabilidade médio-lateral nos sedentários, onde o lado não dominante foi mais estável. Já Castro [18] ao analisar crianças de 7 e 8 anos, afirma ter observado variações significativas entre as posições bipodal e unipodal não dominante e dominante, com maior estabilidade do deslocamento do centro de pressão na posição bipodal. Na posição unipodal (não dominante e dominante), a média do sexo masculino apresentou valores significativamente maiores que a do feminino.

No que tange à comparação unipodal entre o grupo com LCA e o grupo controle com apoio do membro dominante e não dominante também não foram observadas diferenças significativas divergindo de Tookuni et.al.[19] que afirmaram ter observado

diferenças significativas em todos os parâmetros quando comparado o grupo controle com o membro lesado do grupo experimental.

### Conclusão

Podemos concluir a partir do corrente estudo, que os índices de oscilações posturais investigadas não são afetados pela ruptura do LCA quando comparados com a perna não lesionada ou em apoio bipodal. Sendo assim, a perda da função proprioceptiva pode ser insignificante em testes de equilíbrio estacionário ou o teste utilizado não foi sensível o suficiente para identificar estas oscilações.

### Agradecimentos

Os autores agradecem ao CNPq, à CAPES e a FAPEMIG pelo apoio financeiro para esta pesquisa.

### Referências

- [1] Hobeika C.P. Equilibrium and balance in the elderly. *Ear, Nose and Throat Journal*, v.78, n.8, p. 558-566, Ago. 1999.
- [2] Wolff F., Krebs R.J., Detânico R.C., Keulen G.E.V., Braga R.K. Estudo do Equilíbrio Plantar do Iniciante de Tiro com Arco Recurvo. *Revista da Educação Física*, Maringá, v.19, n.1 p. 1-9, 1. trim. 2008.
- [3] Kleiner A.F.R., Schlittler D.X.C., Sánchez-Arias, M. del R. O papel dos sistemas visual, vestibular, somatosensorial e auditivo para o controle postural. *Rev Neurocienc*, v.19, n.2, p.349-357, 2011.
- [4] Tookuni K.S., Bolliger Neto, R., Pereira C.A.M., Souza D.R. de, Greve J.M.D., Ayala A.D. Análise Comparativa do Controle Postural de Indivíduos com e sem Lesão do Ligamento Cruzado Anterior do Joelho. *Acta Ortop Bras*, v.13, n.3, p. 115-119, 2005.
- [5] Nashner L. Practical biomechanics and physiology of balance. In: Jacobson G, Newman C, Kartush J. eds. *Handbook of balance function and testing*. St. Louis: Mosby Year Book; 1993. p.261-79.
- [6] Moore, K. L.; Dalley, A. F. *Anatomia orientada para a clínica*. 5. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2007.
- [7] Johansson, H; Sjolander, P; Sojka, P. Receptors in the knee joint ligaments and their role in the biomechanics of the joint. *Crit Rev Biomed Eng*, v.18, p. 341-368, 1991.
- [8] Bonfim, T.R.; Paccola, C.A.J.; Barela, J.A. Proprioceptive and behavior impairments in individuals with anterior cruciate ligament reconstructed knees. *Arch Phys Med Rehabil*, v. 84, p. 1217-1223, ago. 2003.
- [9] Schultz, R.A.; Miller, D.C.; Kerr, C.S.; Micheli, L. Mechanoreceptors in human cruciate ligaments. *J Bone Joint Surg Am*, v. 66, p. 1072-1076, 1984.
- [10] Baldo, M. V. C. Propriocepção. In: AIRES, M. de

M. *Fisiologia*. 3. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2008. Cap. 17. p. 258-265.

[11] Bonfim, T.R.; Grossi, D.B.; Paccola, C.A.J.; Barela, J.A. Efeito de informação sensorial adicional na propriocepção e equilíbrio de indivíduos com lesão do LCA. *Acta Ortop Bras*. v.17, n.5, p.291-296, 2009.

[12] Lafonda, D.; Duarteb, M.; Princea, F. Comparison of three methods to estimate the center of mass during balance assessment. *Journal of Biomechanics*, v.37, p. 1421-1426, 2004.

[13] Borin, G.; Masullo, C. de L.; Bonfim, T.R.; Oliveira, A.S. de; Paccola, C.A.J.; Barela, J.A.; Bevilaqua-Grossi, D. Controle postural em pacientes com lesão do ligamento cruzado anterior. *Fisioter Pesq*, 2011, v.17, n.4, p.342-345, 2010.

[14] Cruz A., Oliveira E.M.de, Melo S.I.L.. Análise biomecânica do equilíbrio do idoso. *Acta Ortop Bras*, v.18, n.2, p. 96-99, 2010.

[15] Behm, D. G. et al. The use of instability to train the core musculature. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, Ottawa, v. 35, n. 1, p. 91-108, Feb. 2010.

[16] Oliveira, T.P., Santos, A.M.C., Andrade, M.C., Avila, A.O.V. Avaliação do controle postural de crianças praticantes e não praticantes de atividade física regular. *Brazilian Journal of Biomechanics*, Year 9, n.16, May 2008.

[17] Alonso, A. C. et al. The influence of lower-limb dominance on postural balance. *Sao Paulo Medical Journal*, v. 129, p. 410-413, 2011. ISSN 1516-3180.

[18] Castro, O.G. Deslocamento do centro de pressão nas posições bipodal e unipodal em crianças. 20/03/2013, 52 p. Dissertação de mestrado, Universidade Federal de Brasília- Brasília, 2013.

[19] Tookuni, K. S. et al. Análise comparativa do controle postural de indivíduos com e sem lesão do ligamento cruzado anterior do joelho. *Acta Ortopédica Brasileira*, v. 13, p. 115-119, 2005. ISSN 1413-7852.