

**Efeitos do treinamento funcional no equilíbrio e propriocepção de
pessoas com deficiência visual**

**Effects of functional training on balance and proprioception of visual
impairment people**

Auriane Aparecida Camillo¹; Sara Teresinha Corazza¹

1 Universidade Federal de Santa Maria. Centro de Educação Física e Desportos. Grupo de Estudos em Aprendizagem Motora. Santa Maria, RS. Brasil.

Contato : Auriane Aparecida Camillo.

Universidade Federal de Santa Maria, Laboratório de Biomecânica e
Aprendizagem Motora (1021 – 1052) , Avenida Roraima, 1000 – Bairro Camobi,
Santa Maria, RS, CEP: 97105-900.

Fone: (55) 91362056. E-mail: anecamillo@gmail.com

Universidade Federal de Santa Maria
Centro de Educação Física e Desportos
Programa de Pós-graduação em Educação Física

A Comissão Examinadora, abaixo
assinada, aprova a Monografia de
Especialização

**EFEITO DO TREINAMENTO FUNCIONAL NO EQUILÍBRIO
E PROPRIOCEPÇÃO DE DEFICIENTES VISUAIS**

elaborada por

Auriane Aparecida Camillo

como requisito parcial para a obtenção do grau de
Especialista em Atividade Física, Desempenho Motor e Saúde

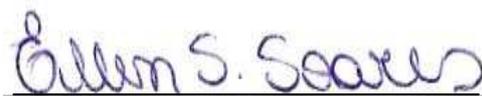
COMISSÃO EXAMINADORA:


Sara Teresinha Corazza, Dr^a.

(presidente/orientadora)



Daniela Lopes dos Santos, Dr^a. (UFSM)



Ellen dos Santos Soares, Me. (UFSM)

Santa Maria, 04 de setembro de 2014.

Resumo: O objetivo desse estudo foi analisar os efeitos do treinamento funcional no equilíbrio e propriocepção de pessoas com deficiência visual. O programa de treinamento teve duração de 12 semanas, com duas sessões semanais e participaram 8 indivíduos, 5 com cegueira total e 3 com baixa visão. O equilíbrio postural foi avaliado em uma plataforma de força, em condição bipodal, com olhos abertos e fechados. A avaliação da propriocepção de membros superiores foi realizada com um cinesiômetro, e a avaliação de membros inferiores foi realizada com a fixação de um flexímetro na articulação do joelho dominante do participante. A normalidade dos dados foi verificada através do teste de Shapiro Wilk, e o teste t foi aplicado para amostras pareadas com o objetivo de verificar a diferença entre os grupos. Foi utilizado um programa estatístico SPSS, versão 14.0 com nível de significância de 5%. Como resultado detectou-se a ausência de diferença significativa na propriocepção antes e após o treinamento. Em relação ao equilíbrio os participantes oscilaram mais com os olhos fechados, porém também não apresentaram valores significativos de amplitude de deslocamento médio-lateral, área de elipse 95% e velocidade de deslocamento ântero-posterior. Não foram observadas diferenças em relação ao equilíbrio e propriocepção dos sujeitos após as doze semanas de treinamento funcional. Estes resultados podem ser atribuídos ao fato de que os indivíduos utilizaram um tempo do treinamento (por volta de três semanas) somente para a familiarização com as aulas, os materiais e o local de aplicação das atividades, além de apresentarem faixa etária bastante diversificada e uma autonomia na realização de muitas tarefas independente dos efeitos do treinamento.

Palavras-chaves: Deficiência Visual; Equilíbrio; Propriocepção.

Abstract: The aim of this study was to analyze the effects of functional training on balance and proprioception of the visually impaired. The training program lasted 12 weeks, with two sessions per week and eight individuals participated, 5 of them were blind and 3 were low vision. Postural balance was assessed on a force platform in bipedal condition, with eyes open and closed. The assessment of proprioception in upper limbs was performed with a

cinesiômetro, and the lower limb assessment was performed by fixing a fleximeter the knee joint of the dominant participant. The normality of the data was verified using the Shapiro-Wilk test, and the t test for paired samples was applied in order to check the difference between the groups. A statistical program SPSS, version 14.0 with a significance level of 5% was used. As a result noted the lack of significant difference in proprioception before and after training Regarding the balance participants swayed more with eyes closed, but not significant values of displacement amplitude mid-lateral, elliptical area 95% and anteroposterior displacement speed. Were observed no differences in relation to balance and proprioception of the subjects after twelve weeks of functional training. These results can be attributed to the fact that the individuals used an time of the training (about three weeks) only for the familiarization with the class, the materials and the application site activities, besides having very diverse age group and a autonomy in performing many tasks independent of training effects.

Key words: Visual Impairment; balance; Proprioception.

INTRODUÇÃO

O equilíbrio postural é base para todo movimento, ele é uma função complexa que requer a integração dos sistemas sensoriais visual, vestibular e proprioceptivo, bem como a organização dessas informações pelo sistema nervoso central¹. A manutenção do equilíbrio depende da ação coordenada do sistema nervoso central para gerar respostas musculares capazes de regular a relação entre o centro de massa e a base de suporte. Em equilíbrio, o corpo permanece em uma posição desejada ou move-se de forma controlada, dependendo para isso de um relacionamento complexo entre os sistemas sensoriais e motores².

Enquanto o indivíduo possui sua visão intacta, juntamente com o sistema proprioceptivo e vestibular, teoricamente, segundo a neurofisiologia da função do equilíbrio, esta se encontra preservada. A partir do momento em que ele perde um dos três sistemas envolvidos na função do equilíbrio, no caso, a visão, há uma perda funcional dos mecanismos visuais envolvidos no controle

do equilíbrio³. As características dos indivíduos com deficiências visuais podem ser influenciadas com facilidade por outros fatores, como por exemplo, a quantidade de visão disponível e a idade com que o mesmo perdeu a visão e a prática de atividade física se apresenta como uma importante forma de estimulação para os mesmos. A ausência ou diminuição da visão torna-se um obstáculo relevante para o aprendizado, desenvolvimento motor e também no âmbito da orientação e mobilidade, a qual é estabelecida em pontos de referência. Em virtude da carência da visão, o indivíduo pode mostrar-se inseguro em relação aos movimentos do corpo e privar-se de explorar o ambiente. Por este motivo, quando o sujeito apresenta algum tipo de limitação nesses sistemas, o equilíbrio postural e a propriocepção podem sofrer efeitos que afetarão a interpretação dos sinais sensoriais gerados pelos próprios movimentos⁴. Em decorrência de alguma falha nos sistemas vestibular, visual ou somatossensorial, podem surgir alterações no equilíbrio e propriocepção, fazendo com que o mesmo apresente fragilidades na estruturação do corpo no espaço e desequilíbrio corporal. Os efeitos potenciais de perda sensorial, que coordena as estratégias posturais podem afetar não só a detecção de deslocamentos posturais, mas também a interpretação dos sinais sensoriais auto-iniciados gerados por movimentos posturais⁵.

Existe uma interação estreita entre os processos sensoriais e motores no controle postural, pois o tipo de movimento utilizado necessariamente afeta os tipos de informações sensoriais disponíveis durante o controle postural. Assim, o tipo de movimento postural utilizado pode depender não só das restrições mecânicas da tarefa, mas também da disponibilidade de informações sensoriais⁶. Desse modo, o objetivo desse estudo foi analisar os efeitos do treinamento funcional no equilíbrio e propriocepção de deficientes visuais.

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Esse estudo caracteriza-se como experimental. Teve como local de coleta, o Laboratório de Biomecânica (LABIOMECA) do Centro de Educação Física e Desportos (CEFD), da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM).

Foi explicado para cada um dos sujeitos o objetivo do projeto, tempo de duração e instrumentos de coleta de dados. Após as avaliações foram realizadas a leitura e assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido pelos participantes, permitindo a utilização dos dados coletados, para os fins científicos. A leitura de cada Termo foi feita de forma individual e por uma pessoa de confiança de cada participante.

Programa de treinamento funcional

A prática de exercícios que podem manter ou recuperar a capacidade funcional é fundamental para todo ser humano independente da fase da vida em que se encontram. O treinamento funcional é importante ferramenta para melhorar o condicionamento físico e a saúde geral com ênfase no aprimoramento da capacidade funcional do corpo humano, e um dos métodos de treinamento que mais vem crescendo no país e no mundo⁷.

Para o desenvolvimento do estudo e facilitação na aplicação do treinamento, os indivíduos foram divididos em dois grupos, com aulas duas vezes por semana. As atividades trabalhadas foram exercícios livres (com sobrecarga corporal), com elástico, sobre plataformas instáveis, no BOSU, *medicine ball*, bola suíça, exercícios com Suspenso e Slide (que trata de superfície lisa, para movimentos de deslize lateral) entre outros: bicicleta, esteira, deslocamentos com mudanças de direção, os quais faziam parte dos aquecimentos. Enfatizou-se a importância da respiração durante a execução da atividade e sua influência dos músculos que compõe o *core*. Os exercícios foram simples e de fácil compreensão pelos participantes. Após a primeira etapa do treinamento que foi a familiarização com o ambiente e materiais, as aulas transcorreram sempre no mesmo plano: aquecimento (feito nos aparelhos: bicicleta, esteira e elíptico), exercícios funcionais, os quais foram realizados em forma de circuito e parte final com relaxamento e alongamento. O circuito foi organizado em estações, alternadas em exercícios aeróbicos e

neuromusculares. Essa forma possibilitou um melhor auxílio aos sujeitos, pois enquanto uns faziam o exercício aeróbico (aos quais não precisavam de auxílio direto), outros faziam os exercícios funcionais propostos, o que possibilitou um melhor auxílio dos instrutores a cada um. Cada estação tinha duração de um minuto com intervalo de dez segundos, com uma volta no circuito para conhecimento dos exercícios (pois eram variados a cada aula) e a segunda volta os participantes já realizavam com mais autonomia (pois já sabiam o que precisavam fazer), recebendo orientações sobre a postura e respiração durante a atividade e eram sempre estimulados com desafios durante a aula, como por exemplo, tentar fazer mais repetições do exercício ou realizá-lo de uma forma que o exigisse mais. Porém, devido a diversidade do grupo em relação à idade, cada indivíduo recebia um estímulo diferente respeitando a sua individualidade.

Indivíduos

Participaram deste estudo 8 deficientes visuais, 3 mulheres e 5 homens, com idades entre 20 e 62 anos ($47,2 \pm 6,87$) integrantes da Associação de Cegos e Deficientes Visuais da cidade de Santa Maria, RS. O grupo apresentava indivíduos cegos e com baixa visão, alguns de causas adquiridas, entre elas, deslocamento de retina, retinose pigmentar e diabetes. Apresentava dois casos de causas congênitas, entre elas o glaucoma. Somente 3 dos indivíduos necessitavam de ajuda para ir até o local do treinamento, os demais após a primeira semana de treinamento, deslocavam-se sozinho até o espaço das atividades no mesmo grupo, onde os que utilizavam a guia eram auxiliados pelos outros com baixa visão. O grupo foi assíduo e interessado e todos possuíam tarefas, cinco deles trabalhavam e os outros três que passavam a maior parte de seus tempos em casa, realizavam as tarefas cotidianas com o máximo de autonomia possível.

Tabela 1: Características da amostra.

Sujeito	Sexo	Idade	Tipo da deficiência	Causa	Mobilidade
1	F	48	Baixa visão	Glaucoma	Sozinho
2	F	62	Baixa visão	Deslocamento de Retina	Pessoa Vidente
3	F	55	Adquirida	Retirada do nervo óptico	Bengala
4	M	20	Cegueira	Glaucoma e deslocamento	Bengala
5	M	39	Baixa visão	Acidente Moto	Sozinho
6	M	41	Baixa visão	Retinose Pigmentar	Pessoa Vidente
7	M	51	Cegueira	Desconhecida	Bengala
8	M	62	Cegueira	Diabetes	Pessoa Vidente

Instrumentos

Avaliou-se o equilíbrio postural em condição bipodal, utilizando-se uma plataforma de força OR6-6-2000 AMTI (Advanced Mechanical Technology, INC), na qual os sujeitos foram instruídos a permanecer o mais estático possível, em cima da mesma, na postura habitual, com os pés distanciados seguindo o alinhamento do quadril. Anteriormente ao início da coleta foi demarcado o posicionamento dos pés de cada sujeito em cima da plataforma, para que mantivessem a mesma distância entre os pés na segunda coleta, após as doze semanas de treinamento. Os indivíduos foram conduzidos até a frente da plataforma e após receberam instruções verbais para ficar em cima da superfície e auxílio do avaliador para o posicionamento dos pés na demarcação.

Foram realizadas três tentativas de olhos abertos e três tentativas de olhos fechados de forma aleatória para cada sujeito, com 30 segundos cada, sendo a frequência de aquisição da plataforma de força de 100 Hz. Os dados

de força foram utilizados no cálculo das duas coordenadas do centro de força (COP) a cada instante, uma na direção ântero-posterior e outra na direção médio-lateral, de acordo com o sistema de coordenadas da plataforma. A partir das coordenadas do COP as variáveis analisadas foram a amplitude de deslocamento do centro de pressão nas direções ântero-posterior (COPap) e médio-lateral (COPml), área de Elipse contendo 95% dos dados do centro de pressão e velocidade de deslocamento nas direções ântero-posterior (COPvelap) e médio-lateral (COPvelml).

A propriocepção de membros superiores foi realizada com o cinesiômetro, conforme o protocolo de Paixão⁸, no qual o sujeito sentou-se à frente do instrumento, de olhos vendados, com seu braço de domínio sobre o braço móvel do cinesiômetro, estando esse em 0°. Durante a execução, o pesquisador moveu o braço do aparelho junto com o braço do sujeito, em cada um dos ângulos determinados: primeiramente 90° para a direita, após 45° para a esquerda e por último 105° para a direita, retornando a posição inicial 0°. Após, foi solicitado ao sujeito que repetisse na mesma ordem, parando quando percebesse que eram as angulações anteriores, para ser feito o registro. No final, a pontuação se deu por meio do cálculo do erro, resultado da média das três tentativas.

Para verificar a propriocepção dos membros inferiores, foi utilizado um flexímetro, ajustado na articulação do joelho, com os olhos vendados. Partindo-se de 90° de flexão, a perna do avaliado foi movida passivamente em extensão até chegar à angulação de 40°, predeterminada por sorteio e o membro foi mantido por dez segundos nessa posição, retornando então à posição inicial. A seguir, o mesmo movimento passivo foi realizado em flexão até chegar à angulação de 20°. Após cinco segundos o participante foi instruído a efetuar ativamente o mesmo movimento, parando assim que percebesse que a posição alvo tinha sido atingida.

Tratamento estatístico

Primeiramente por meio do teste de Shapiro Wilk, foi verificada a normalidade dos dados. Uma vez que estes se comportaram como normal ($p > .05$) foi aplicado o teste t para amostras pareadas com o objetivo de verificar a diferença entre os grupos antes e após as doze semanas de treinamento

funcional. Foi utilizado um programa estatístico SPSS, versão 14.0 com nível de significância de 5%.

RESULTADOS

Na avaliação do equilíbrio postural com olhos abertos no pré teste, quando comparado com o pós teste, não obteve-se valores estatisticamente significativos de amplitude de deslocamento médio-lateral (COPml), área de elipse 95% e a velocidade de deslocamento ântero-posterior (COPvelap). Da mesma forma que, para o teste de olhos fechados, não houve diferença significativa em nenhuma variável entre as condições olhos abertos e olhos fechados.

Tabela 2: Valores da média e do desvio padrão das variáveis de equilíbrio, nas condições olhos abertos e olhos fechados, bem como o nível de significância de cada variável.

Variável	Olhos Abertos				Olhos Fechados			
	Média	Desvio Padrão	t	p	Média	Desvio Padrão	t	p
1- COPap (cm)	2,05	,506			2,29	,454		
2- COPap (cm)	2,58	,555	-3,894	*,006	2,31	,586	-,115	,912
1- COPml (cm)	1,09	,366			1,26	,432		
2- COPml (cm)	1,31	,393	-2,244	,060	1,20	,469	,366	,725
1- Área de elipse 95% (cm ²)	1,68	,916			1,94	,791		
2- Área de elipse 95% (cm ²)	2,09	,959	-1,564	,162	2,15	1,249	-,564	,591
1- COPvelap (cm/s)	0,89	,373			0,98	,243		
2- COPvelap (cm/s)	1,04	,531	-1,834	,109	,9609	,451	,236	,820
1- COPvelml (cm/s)	0,52	,126			,5020	,158		
2- COPvelml (cm/s)	0,57	,244	-,778	,462	,5006	,182	,038	,971

Legenda: 1 = Pré-teste; 2 = Pós-teste.

No que se refere aos resultados da propriocepção, não foram encontradas diferenças significativas.

Tabela 3: Valores descritivos e de significância para as variáveis de propriocepção.

Variável	Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão	t	p
PréPMS	1,66°	10,66°	6,49°	3,42°	-0,58	0,57
PósPMS	1,66°	16,00°	7,66°	5,24°		
PréPMI	0,00°	9,00°	5,25°	2,69°	0,97	0,36
PósPMI	2,50°	7,00°	4,12°	1,55°		

Legenda: PMI= Propriocepção de Membros Inferiores; PMS= Propriocepção de Membros Superiores

DISCUSSÃO

Este estudo teve como objetivo expandir as pesquisas sobre os efeitos do treinamento funcional no equilíbrio e propriocepção de deficientes visuais. Os resultados do estudo corroboram com o estudo realizado por Nakata 2001, que examinou os efeitos da ausência de visão em respostas posturais para deslocamentos na plataforma durante a postura, nas mesmas condições desta pesquisa: cegos e deficientes visuais com os olhos abertos e fechados. O estudo não demonstrou diferenças significativas ($p < 0,006$) na oscilação postural entre os sujeitos cegos na plataforma de força. Embora neste, os indivíduos cegos oscilaram mais para trás, o autor sugere que a capacidade de controlar o equilíbrio durante perturbações não foi afetado pela perda da visão desde o nascimento, ou seja, o sistema de respostas posturais automáticas não são afetados pela falta de visão total ou parcial⁹. Isto pode ser devido à causa de que os indivíduos, independente de serem cegos ou deficientes visuais têm estratégias de controle posturais que podem ser ajustadas para ambientes em mudança¹⁰.

A grande variação na faixa etária dos indivíduos foi outro fator que pode ter influenciado nos resultados obtidos. Estudo de Howe et.al. (2011), que também examinou os efeitos da intervenção do exercício no equilíbrio de pessoas idosas (acima de 60 anos) não concluiu nenhuma melhora imediata

após o processo e por isso não houve evidências de que algum tipo de exercício fosse mais eficaz e da mesma forma a falta de dados significa que novas pesquisas são necessárias nesta área¹¹.

Como em estudos anteriores^{12,13,14}, diferenças claras e conclusivas entre a deficiência visual e o equilíbrio não foram encontradas na presente pesquisa. A acuidade proprioceptiva depende de informações sensoriais precisas e de integração central para o qual as informações sensoriais dos fusos musculares é vital. Portanto, fatores que afetam negativamente a sensibilidade do fuso muscular vão diminuir a acuidade proprioceptiva. A diferença de idade entre os sujeitos pode ter influenciado nos resultados dos testes de propriocepção, avigorando os achados em estudo, onde a propriocepção foi mais precisa em jovens e diminuiu nos indivíduos de idade mais avançada. Entre os sujeitos, 20 eram jovens com faixa etária entre 23 anos, 10 indivíduos de meia idade com 56 anos e 15 idosos com idades entre 72 anos. Esta deterioração relacionada à idade pode ser parcialmente devido à diminuição da sensibilidade do fuso muscular¹⁵.

Em relação a inexistência de diferenças significativas, tanto para as variáveis de equilíbrio, quanto para a propriocepção, faz-se necessário ressaltar que no presente trabalho, o treinamento funcional não teve exclusividade para aplicação de exercícios que apenas abrangessem o desenvolvimento de equilíbrio e propriocepção, pois se fez necessário o trabalho conjunto de outras qualidades como a resistência aeróbica, resistência muscular localizada e flexibilidade, uma vez que os exercícios característicos do treinamento, o empenho exigido e a diversidade dos materiais usados foi novidade para todos os integrantes do grupo. A acessibilidade à atividade física para o cego tem maiores restrições, devido a dificuldades arquitetônicas ou a falta de pessoas especializadas no assunto. A ausência ou diminuição da visão torna-se um obstáculo relevante para o aprendizado, desenvolvimento motor e também no âmbito da orientação e mobilidade, a qual é estabelecida em pontos de referência^{11,16}.

Nesse contexto, a partir dos resultados do presente estudo, sugere-se que estudos posteriores invistam na discussão dos fatores que possuem um papel chave para melhor adequação dos programas de exercícios físicos para pessoas cegas e com baixa visão. Estudos sobre este assunto são de

fundamental importância para um melhor entendimento do controle motor em portadores de deficiência visual, pois os mesmos necessitam de suporte para que adotem uma postura independente e segura para que avancem na qualidade de vida e tenham base para melhoria da autoconfiança e habilidades gerais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Meereis E.C.W.; et al. Deficiência visual: uma revisão focada no equilíbrio postural, desenvolvimento psicomotor e intervenções. *Revista Brasileira de Ciência e Movimento*. 2011;19(1):108-113.
2. Sabchuk, Renata Alyne Czajka; Bento, Paulo Cesar Barauce and Rodacki, André Luiz Félix. Comparação entre testes de equilíbrio de campo e plataforma de força. *Rev Bras Med Esporte* [online]. 2012, vol.18, n.6 [cited 2013-05-14], pp. 404-408.
3. Oliveira DN, Barreto RR. Avaliação do equilíbrio estático em deficientes visuais adquiridos. *Rev Neurociencias* 2005, 13(3): 122-127.
4. Wright, T., Harris, B. & Sticken, E. (2010). A best-evidence synthesis of research on orientation and mobility involving tactile maps and models. *Journal of visual impairment & blindness*, (February), 95-106.
5. Barcellos, C; Imbiriba, LA. Alterações posturais e do equilíbrio corporal na primeira posição em ponta do balé clássico. *Revista Paulista de Educação Física*. 2002; 16(1): 43-52.
6. Horak FB, Nashner L.M, Diener H.C. Postural strategies associated with somatosensory and vestibular loss. *Experimental Brain Research*, 1990.
7. Evangelista, A.L., Macedo, J. Treinamento funcional e core training: exercícios práticos aplicados.
8. Paixão JS. Efeitos do Plano na Aquisição, Retenção e Transferência de uma Destreza Fechada – Dissertação de Mestrado, UFSM, 1981.
9. Nakata, H. et al. Automatic postural response systems in individuals with congenital total blindness. *Gait & Posture*, Volume 14 ,Issue 1,36 – 43.

10. Horak FB, Nashnet LM. Central programming of postural movements: adaptation to altered support-surface configurations. *J Neurophysiol.* 1986 Jun;55(6):1369-81.
11. Howe TE, Rochester L, Neil F, Skelton DA, Ballinger C. Exercise for improving balance in older people. *Cochrane Database Syst Rev.* 2011 Nov 9.
12. Houwen, S Visscher, C Hartmen, E & Lemmick, K.A.P.M. (2007). Gross motor skills and sports participation of children with visual impairments. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 78, 16-23.
13. Howen, S Visscher, C Lemmick, K.A.P.M & Hartmen, E. (2008). Motor skill performance of school-age children with visual impairments. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 50, 139-145.
14. Oliveira, Daniela Cristina Silveira de et al . Análise eletromiográfica de músculos do membro inferior em exercícios proprioceptivos realizados com olhos abertos e fechados. *Rev Bras Med Esporte*, São Paulo , v. 18, n. 4, Aug. 2012.
15. Hurley MV, Rees J, Newham DJ. Quadriceps function, proprioceptive acuity and functional performance in healthy young, middle-aged and elderly subjects. *Age Ageing.* 1998 Jan;27(1):55-62.
16. Wright, T., Harris, B. & Sticken, E. (2010). A best-evidence synthesis of research on orientation and mobility involving tactile maps and models. *Journal of visual impairment & blindness*, (February), 95-106.