


# Efeitos do treinamento sensório-motor na estabilidade pélvica e no equilíbrio de corredores

*Effects of sensorimotor training on pelvic stability and balance in runners*

Letícia Jonas de Freitas 

Sharon Moreira Ignácio 

Thatia Regina Bonfim 

Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (PUC Minas),  
Poços de Caldas, MG, Brasil

Data da primeira submissão: Abril 30, 2021

Última revisão: Julho 20, 2021

Aceito: Setembro 21, 2021

Editora associada: Ana Paula Cunha Loureiro

\* Correspondência: leticiajfreitas@hotmail.com

## Resumo

**Introdução:** A prática de corrida aumentou significativamente nos últimos anos devido aos seus benefícios e sua praticidade. Como qualquer esporte, no entanto, a corrida de rua oferece risco de lesões, que podem acarretar a necessidade de intervenção clínica e até mesmo o afastamento de seus praticantes. Dessa forma, tornam-se essenciais estratégias preventivas que busquem minimizar a ocorrência e as consequências de tais fatores de riscos nestes atletas. **Objetivo:** Investigar o efeito preventivo de um protocolo de treinamento sensório-motor no equilíbrio e na estabilidade pélvica de atletas corredores de rua. **Métodos:** A amostra deste estudo foi composta por 14 atletas corredores de rua de 10 km, de ambos os sexos, divididos em dois grupos: grupo controle (GC) e grupo treinamento sensório-motor (GTSM). Ambos os grupos foram avaliados por meio do teste de apoio unipodal (equilíbrio estático), teste de Trendelenburg (estabilidade pélvica) e *hop test* simples (equilíbrio dinâmico). O GTSM foi submetido a 16 intervenções, enquanto o GC não recebeu nenhuma. **Resultados:** O GTSM apresentou aumento significativo no tempo de permanência do teste de apoio unipodal ( $p < 0,05$ ) e redução do valgo de joelho durante os momentos de impulso e de aterrissagem do *hop test* simples somente no membro inferior direito ( $p < 0,05$ ). O GC não apresentou diferença significativa em nenhum dos testes aplicados ( $p > 0,05$ ). Em relação à estabilidade pélvica, não houve diferença significativa em nenhum dos grupos. **Conclusão:** O protocolo proposto promoveu melhora sobretudo do equilíbrio estático dos atletas do GTSM, mas não na estabilidade pélvica.

**Palavras-chave:** Lesões em atletas. Prevenção. Propriocepção. Corrida.

## Abstract

**Introduction:** Running has increased significantly in recent years due to its benefits and practicality. However, like any sport, running poses a risk of injury, leading to the need for clinical intervention and even its practitioners quitting the sport. Therefore, preventive strategies seeking to minimize the occurrence and consequences of such risk factors in these athletes are pivotal. **Objective:** To investigate the preventive effects of a sensorimotor training protocol on the balance and pelvic stability of runners. **Methods:** The study sample consisted of fourteen 10-km runners of both genders divided into two groups: the control group (CG) and the sensorimotor training group (SMTG). Both groups were evaluated using the single-leg stance test (static balance), Trendelenburg test (pelvic stability), and hop test (dynamic balance). The SMTG underwent 16 interventions, while the CG did not receive any intervention. **Results:** The SMTG showed a significant increase in the permanence time of the single-leg stance test ( $p < 0.05$ ) and a reduction in knee valgus during impulse and landing moments of the single hop test only in the right lower limb ( $p < 0.05$ ), while the CG showed no significant difference in all tests applied ( $p > 0.05$ ). Regarding pelvic stability, there was no significant difference in any of the groups. **Conclusion:** The proposed protocol significantly improved the static balance of the SMTG, but not the pelvic stability.

**Keywords:** Injuries in athletes. Prevention. Proprioception. Running.

## Introdução

A busca por um estilo de vida saudável e uma melhor qualidade de vida são objetivos presentes na realidade de muitos indivíduos. Por essas razões, há um crescimento na procura pela prática regular do exercício físico, sobretudo dos exercícios aeróbicos, dentre os quais se destaca a corrida de rua. Esse fato deve-se à facilidade da prática, baixo custo e múltiplos benefícios corporais gerados como, por exemplo, a redução do risco de doenças cardiovasculares.<sup>1</sup>

Como qualquer outra modalidade esportiva, no entanto, a corrida de rua expõe os praticantes ao risco de lesões. De 19,4% a 92,4% das alterações musculoesqueléticas em praticantes de corrida de rua ocorrem nos membros inferiores,<sup>2,3</sup> especialmente nas articulações de tornozelo/pé, joelho e quadril.<sup>2-4</sup> Tais alterações podem contribuir para a instalação de

lesões nesses locais, principalmente se houver déficits sensório-motores como uma maior oscilação postural e/ou um desalinhamento articular.<sup>5</sup>

Tais lesões podem ser suficientemente graves para causar diminuição ou afastamento da prática esportiva, além de poderem acarretar a necessidade de gastos com cuidados médicos.<sup>1</sup> Dessa forma, torna-se indispensável a utilização de intervenções preventivas a fim de reduzir a incidência e o impacto dessas lesões entre os corredores de rua. Nesse âmbito, a fisioterapia lança mão de um importante recurso utilizado no ambiente esportivo: o treinamento sensório-motor, que tem por objetivo aperfeiçoar a propriocepção e a resposta muscular, permitindo a melhora da estabilidade articular dinâmica e, conseqüentemente, a redução do risco de lesões.<sup>6</sup>

Dessa forma, devido ao risco de lesões no âmbito esportivo e à necessidade de medidas preventivas que busquem não somente reduzir o impacto dessas, mas também possibilitar a melhora do desempenho de atletas corredores de rua, o objetivo deste estudo foi investigar o efeito de um protocolo de treinamento sensório-motor no equilíbrio dinâmico e estático e na estabilidade pélvica de corredores de rua.

## Métodos

### Amostra

A amostra foi composta de 14 corredores de rua de 10 km, sendo oito homens e seis mulheres, que assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE). A pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (CAAE: 7697.1617.9.0000.5137).

Após a seleção inicial de participantes que atendessem aos critérios de inclusão, os primeiros oito participantes foram distribuídos de maneira aleatória, por sorteio simples, nos dois grupos. Na sequência, na tentativa de distribuição homogênea entre os grupos, os demais participantes foram pareados por sexo, idade, massa corporal e estatura aproximadas. Dessa forma, os mesmos foram divididos em dois grupos, ambos compostos por quatro homens e três mulheres: grupo controle (GC), com idade média de 47,1 anos ( $\pm 15,8$ ), média de estatura de 166 cm ( $\pm 9,7$ ) e média de massa corporal de 64,1 kg ( $\pm 9,9$ ); grupo treinamento sensório-motor (GTSM), com idade média de 41,9 anos ( $\pm 12,5$ ),

média de estatura de 171,3 cm ( $\pm 9,3$ ) e média de massa corporal de 74,9 kg ( $\pm 10$ ).

Os critérios de inclusão adotados foram: idade acima de 18 anos, prática regular da modalidade esportiva, comparecer frequentemente aos treinos e concordar com os objetivos e procedimentos do estudo. Os critérios de exclusão foram: lesão recente do sistema musculoesquelético com presença de sinais inflamatórios e distúrbios neurológicos.

Os participantes foram submetidos à anamnese para caracterização da amostra, com abordagem dos seguintes itens: idade, sexo, massa corporal, estatura, prática esportiva e histórico de lesões com base na percepção própria de lesão dos indivíduos. Ambos os grupos foram avaliados igualmente nas avaliações inicial e final, utilizando o teste de apoio unipodal para o equilíbrio estático, Trendelenburg para estabilidade pélvica, e *hop test* simples para o equilíbrio dinâmico. Para o Trendelenburg e o *hop test* simples, marcadores esféricos foram afixados nas espinhas ilíacas ântero-superiores, no ponto medial das patelas e nos maléolos laterais e mediais; esses últimos foram utilizados para identificar a região central da articulação do tornozelo. Realizou-se o registro das imagens por meio de câmera digital de 16 megapixels, do smartphone ASUS ZenFone 4 (ZE554KL). Estas imagens foram analisadas posteriormente por biofotogrametria, fazendo uso do software Kinovea® versão 0.8.15: Windows XP para os subitens "estabilidade pélvica" e/ou "equilíbrio dinâmico".

### Equilíbrio estático

Para a avaliação do equilíbrio estático utilizou-se o teste de apoio unipodal, no qual o atleta permaneceu em apoio unipodal de olhos fechados, com os membros superiores cruzados sobre o tronco. O tempo limite era de 30 segundos e a tarefa era interrompida quando o participante não matinha a postura estável, com registro do tempo máximo atingido.<sup>7</sup> Foram realizadas duas tentativas em cada membro inferior, sendo a média do tempo de permanência nas duas tentativas considerada a variável dependente.

### Estabilidade pélvica

Para a avaliação da estabilidade pélvica utilizou-se o teste de Trendelenburg, realizado na mesma posição do

teste de apoio unipodal, porém com os olhos abertos. Ao final dos 30 segundos, fotografou-se o atleta e observou-se o alinhamento pélvico.<sup>8</sup> O sinal positivo deste teste é definido pela queda pélvica contralateral ao membro inferior de apoio, onde ocorre uma elevação da pelve ipsilateral desse membro,<sup>8,9</sup> por isso foi definida a utilização da medida de angulação entre as espinhas ilíacas. A variável dependente foi o ângulo articular do membro inferior de apoio (espinha ilíaca ântero-superior, ponto medial da patela, e centro dos maléolos), sendo que o mais próximo de 180° indicava maior alinhamento articular.

### Equilíbrio dinâmico

No *hop test* simples, através do salto unipodal horizontal dos membros inferiores,<sup>9</sup> realizou-se uma tentativa para a análise angular do valgo do joelho (espinha ilíaca ântero-superior, ponto medial da patela e ponto medial entre os maléolos), que foi considerada a variável dependente, uma vez que o valgo do joelho é considerado o deslocamento medial do joelho além do alinhamento coxa-pé.<sup>10</sup> A análise foi realizada por vídeo, utilizando dois momentos: momento 1, a impulsão (instante da finalização do agachamento unipodal); e momento 2, a aterrissagem (instante em que toda a planta do pé tocava o solo), sendo maior o alinhamento articular quanto mais próximo de 180°.

### Protocolo de treinamento sensório-motor

Após a avaliação inicial, o GC permaneceu oito semanas sem qualquer intervenção, enquanto o GTSM realizou 16 intervenções fisioterapêuticas, duas vezes por semana, com duração de 30 minutos. Cada intervenção foi composta de aquecimento articular e alongamento muscular por 10 minutos e treinamento sensório-motor por 20 minutos. O aquecimento ocorreu por meio de exercícios ativos de alongamentos musculares e movimentos articulares do tronco, quadris, joelhos e tornozelos. Já o treinamento sensório-motor foi dividido em duas estações, com 10 minutos de duração cada.

A estação 1 enfatizou o treino de equilíbrio, propriocepção e estabilidade lombopélvica por meio de exercícios que estimulavam reações de equilíbrio em superfícies instáveis, com diferentes perturbações (Figura 1). Sobre o disco proprioceptivo, os atletas foram orientados a permanecer o mais estável possível (3 x

30 segundos); e sobre a prancha de equilíbrio, com a mesma orientação, os atletas jogavam a bola de 2 kg para o terapeuta (3 x 10 repetições). A estação 2 enfatizou o treino de agilidade, coordenação e aterrissagem no solo por meio de exercícios de velocidade variável, mudanças de direção, paradas bruscas e aterrissagem em superfícies instáveis (Figura 1). Para o treino de agilidade e coordenação, os atletas foram orientados a realizar os exercícios o mais rápido possível, mantendo

os membros inferiores alinhados (3 x 30 segundos). Para o treino de aterrissagem foi orientado que executassem de forma rápida e estável (3 x 10 repetições).

O protocolo de treinamento sensório-motor teve evolução progressiva do nível de dificuldade dos exercícios, a cada quatro intervenções (Tabela 1). Ao final das 16 intervenções, ambos os grupos foram submetidos à avaliação final (idêntica à inicial) para investigar e comparar os efeitos do treinamento.



**Figura 1** - Demonstração da execução do treinamento sensório-motor.

**Tabela 1** - Evolução do treinamento sensório-motor

Estação 1		Estação 2	
Disco proprioceptivo	Bipodal, olhos abertos	Agilidade	Deslocamento anterior e posterior
	Bipodal, olhos fechados		Deslocamento anterior e posterior + cinta elástica
	Unipodal, olhos abertos		Deslocamento multidirecional (AP - ML - LM - PA)
	Unipodal, olhos fechados		Deslocamento multidirecional + cinta elástica
Prancha de equilíbrio	Bipodal, direção AP, bola de 2 kg	Coordenação	Deslocamento anterior entre os cones
	Unipodal, direção AP, bola de 2 kg		Deslocamento lateral entre os cones
	Bipodal, direção ML, bola de 2 kg		Deslocamento anterior + elevação de membro inferior
	Unipodal, direção ML, bola de 2 kg	Aterrissagem (Bosu)	Deslocamento lateral + elevação de membro inferior
			Salto com o apoio unipodal
			Salto com apoio bipodal
			Corrida e aterrissagem em apoio bipodal
			Corrida e aterrissagem em apoio unipodal

Nota: AP = ântero-posterior; ML = médio-lateral; LM = látero-medial; PA = pósterio-anterior.

### Análise dos dados

Para a análise estatística dos dados, realizou-se análise de variância (ANOVA) 2 x 2 com medidas repetidas, tendo como fatores os dois grupos (GC x GTSM) e as duas avaliações (inicial x final), seguida de testes *post hoc* de Bonferroni para identificação de possíveis diferenças entre grupos, avaliações e na interação entre grupos e avaliações. Previamente foram realizados testes de normalidade dos dados por meio do teste de Shapiro-Wilks, e de homogeneidade de variância por meio do teste de Levene. Como variáveis dependentes foram considerados o tempo de permanência, em segundos, no teste de apoio unipodal, e os ângulos articulares no teste de Trendelenburg e *hop test* simples. Todos os procedimentos estatísticos foram realizados utilizando o pacote estatístico SPSS Statistics - versão 22 (IBM SPSS Statistics®), mantendo o nível de significância em 0,05.

### Resultados

A maioria dos atletas desta amostra (35,7%) apresentou média de 1 a 3 anos de prática de corrida de rua, com relato de histórico de lesões relacionado à prática da corrida de rua e de afastamento da prática (Tabela 2).

**Tabela 2** - Tempo de prática e histórico das lesões dos atletas (n = 7) do grupo treinamento sensório-motor (GTSM) e dos atletas (n = 7) do grupo controle (GC)

	GC n (%)	GTSM n (%)
Tempo de prática da modalidade		
1 a 3 anos	1 (14,3)	4 (57,1)
3 a 5 anos	2 (28,6)	1 (14,3)
5 a 8 anos	2 (28,6)	0 (0,0)
8 a 10 anos	1 (14,3)	0 (0,0)
> 10 anos	1 (14,3)	2 (28,6)
Histórico de lesão	5 (71,4)	6 (85,7)
Afastamento devido à lesão	4 (57,1)	6 (85,7)
Afastados e submetidos a tratamento fisioterapêutico	3 (42,9)	4 (57,1)
Melhora pós-tratamento fisioterapêutico	4 (57,1)	6 (85,7)

### Equilíbrio estático - Teste de apoio unipodal

Para a variável tempo de permanência em apoio unipodal sem visão, em segundos, a análise estatística indicou diferença significativa entre avaliações ( $p = 0,001$ ) e interação avaliação e grupo ( $p = 0,001$ ), mas não apontou diferença entre grupos ( $p = 0,186$ ). A interação significativa indica comportamentos distintos nos grupos. Neste caso, o tempo de permanência em apoio unipodal

sem visão aumentou no GTSM em ambos os membros inferiores; no GC, aumentou apenas no membro inferior direito e manteve-se no membro inferior esquerdo. A Figura 2A ilustra o comportamento de ambos os grupos nesse teste, antes e após a intervenção. A Tabela 3 apresenta média e desvio padrão para o tempo de manutenção do apoio unipodal direito e esquerdo, para os dois grupos e as duas avaliações, seguido de valor de *p* nas análises intergrupo e intragrupo, determinado pelo *post hoc* de Bonferroni.

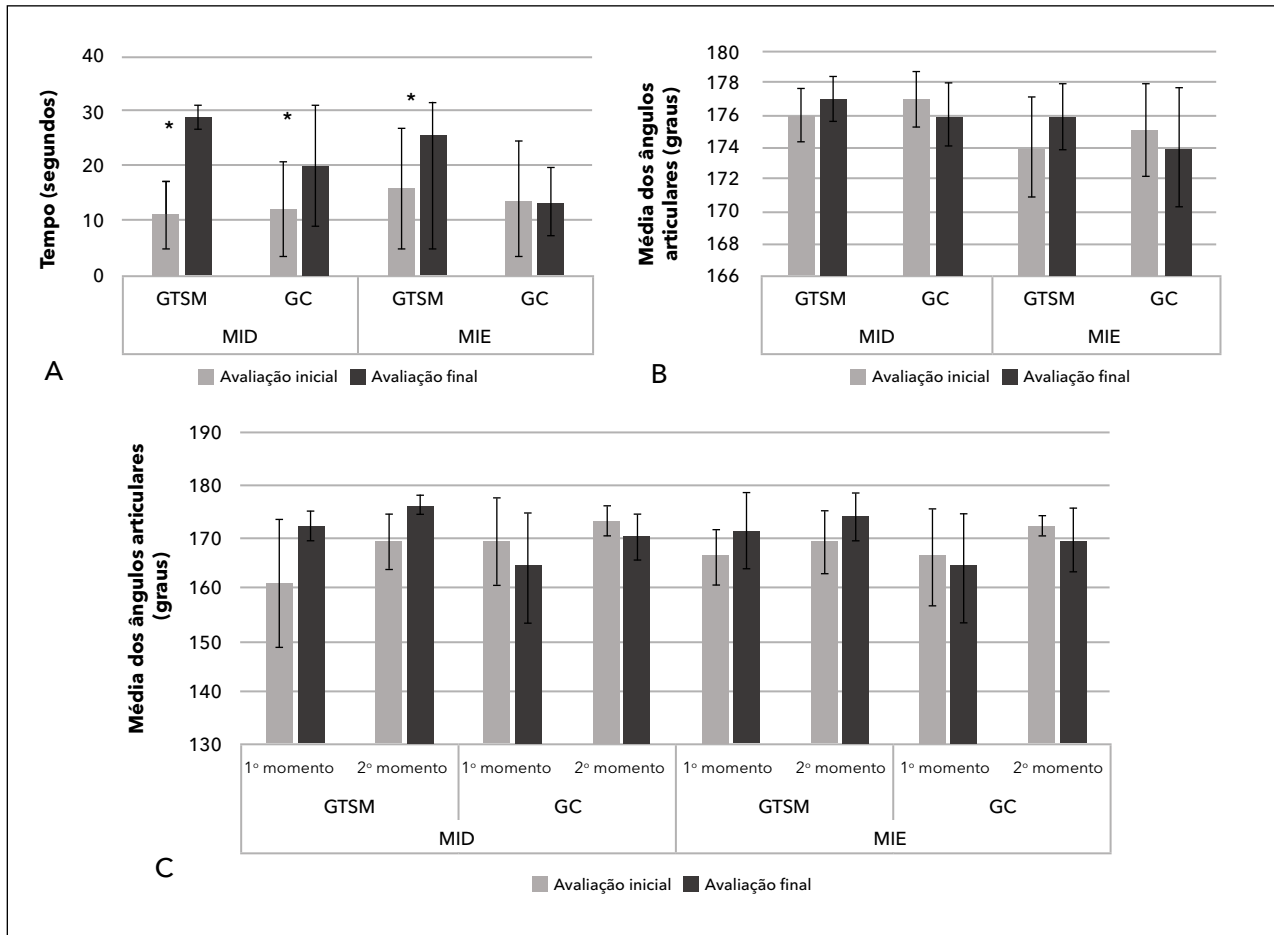
Em específico, testes *post hoc* indicaram que na avaliação inicial GC e GTSM não apresentaram diferença significativa para o tempo de manutenção do apoio unipodal direito ( $p = 0,728$ ) e esquerdo ( $p = 0,700$ ). Na avaliação final, entretanto, os testes *post hoc* apontaram diferença significativa entre GC e GTSM para o tempo

de manutenção do apoio unipodal direito ( $p = 0,05$ ) e esquerdo ( $p = 0,019$ ). Adicionalmente, testes *post hoc* indicaram que o GTSM apresentou aumento significativo do tempo de manutenção do equilíbrio estático em apoio unipodal direito ( $p = 0,001$ ) e esquerdo ( $p = 0,012$ ) após a realização de oito semanas do protocolo de treinamento sensório-motor, o que demonstra que tal protocolo proporcionou efeito positivo no equilíbrio estático de corredores de rua. Para o GC, os testes *post hoc* não apontaram diferença significativa para o tempo de manutenção do apoio unipodal esquerdo ( $p = 0,798$ ), mas indicaram um aumento significativo do tempo de permanência em apoio unipodal direito ( $p = 0,026$ ), possivelmente pelo efeito de aprendizagem da tarefa proposta no teste ou pela dominância em membro inferior direito.

**Tabela 3** - Média e desvio padrão dos atletas do grupo treinamento sensório-motor (GTSM) e do grupo controle (GC) na avaliação inicial (AI) e na avaliação final (AF) para os testes de apoio unipodal, Trendelenburg e *hop test* simples para os membros inferiores direito (MID) e esquerdo (MIE) e no primeiro (M1; impulso) e segundo momentos (M2, aterrissagem) no *hop test* simples

Equilíbrio estático (Teste de apoio unipodal) - em segundos												
	MID			MIE								
	Avaliação inicial	Avaliação final	valor-p	Avaliação inicial	Avaliação final	valor-p						
GTSM	10,9 (± 6,1)	28,9 (± 2,0)	0,001‡*	15,7 (± 10,9)	25,3 (± 6,1)	0,012‡*						
GC	12,6 (± 8,7)	19,9 (± 11,1)	0,026‡*	15,4 (± 10,3)	13,1 (± 6,2)	0,798‡*						
Valor-p	0,728†	0,050†*		0,700†	0,019†*							
Estabilidade pélvica (Teste de Trendelenburg) - em graus												
	MID			MIE								
	Avaliação inicial	Avaliação final	valor-p	Avaliação inicial	Avaliação final	valor-p						
GTSM	176 (± 1,6)	177 (± 1,4)	0,012‡*	174 (± 3,1)	176 (± 2,1)	0,015‡*						
GC	177 (± 1,7)	176 (± 1,9)	0,094‡	175 (± 2,9)	174 (± 3,6)	0,038‡*						
Valor-p	0,301†	0,383†		0,049†*	0,102†							
Equilíbrio dinâmico (Hop test simples) - em graus												
	MID						MIE					
	M1 - Impulso			M2 - Aterrissagem			M1 - Impulso			M2 - Aterrissagem		
	AI	AF	valor-p	AI	AF	valor-p	AI	AF	valor-p	AI	AF	valor-p
GTSM	161 (± 12,2)	172 (± 2,8)	0,036‡*	169 (± 5,5)	176 (± 1,8)	0,050‡*	166 (± 5,3)	171 (± 7,2)	0,047‡*	169 (± 5,9)	174 (± 4,5)	0,050‡*
GC	169 (± 8,3)	164 (± 10,4)	0,167‡	173 (± 2,8)	170 (± 4,3)	0,122‡	166 (± 9,2)	164 (± 10,6)	0,314‡	172 (± 1,9)	169 (± 6,1)	0,139‡
Valor-p	0,223†	0,093†					1,000†	0,119†		0,334†	0,168†	

Nota: Valor de *p* para teste *post hoc* de Bonferroni: intergrupo (†) e intragrupo (‡). \*Indica diferença significante.



**Figura 2 - A:** Média (M) e desvio padrão (DP) do tempo de permanência em apoio unipodal, em segundos, para o grupo treinamento sensório-motor (GTSM) e grupo controle (GC) na avaliação inicial e final dos membros inferiores direito (MID) e esquerdo (MIE). \*Indica diferença significativa. **B:** M e DP das medidas dos ângulos articulares (alinhamento pélvico) na execução do teste de Trendelenburg para o GTSM e GC na avaliação inicial e final do MID e MIE. **C:** M e DP das medidas dos ângulos articulares (valgo do joelho) na execução do hop test simples no primeiro momento (impulsão) e no segundo (aterrissagem) para GTSM e GC na avaliação inicial e final do MID e MIE.

### Estabilidade pélvica - Teste de Trendelenburg

Para o ângulo articular que representa o alinhamento pélvico, a análise estatística não indicou diferença significativa para grupo ( $p = 0,474$ ) e para avaliação ( $p = 0,110$ ), porém indicou diferença significativa para interação entre grupo e avaliação ( $p = 0,005$ ). A interação ocorreu devido ao comportamento diferente entre os grupos, sendo que no GC ocorreu redução do ângulo articular entre as avaliações e no GTSM ocorreu aumento deste ângulo articular, indicando um melhor alinhamento pélvico neste grupo após a intervenção proposta (Figura 2B). Adicionalmente, a Tabela 3

apresenta média e desvio padrão para os ângulos articulares de alinhamento pélvico durante o teste de Trendelenburg nos dois grupos e nas duas avaliações, seguido de valor de  $p$  das análises intergrupo e intragrupo por meio de teste *post hoc* de Bonferroni.

Testes *post hoc* indicaram que na avaliação inicial GC e GTSM não apresentaram diferença significativa para o ângulo articular em apoio em MID ( $p = 0,301$ ) e em MIE ( $p = 0,059$ ). Na avaliação final, GC e GTSM também não apresentaram diferença significativa para o ângulo articular em apoio em MID ( $p = 0,383$ ) e em MIE ( $p = 0,102$ ). Adicionalmente, testes *post hoc* indicaram que o GTSM apresentou aumento do ângulo articular em

apoio em MID ( $p = 0,012$ ) e em MIE ( $p = 0,015$ ) após a realização de oito semanas do protocolo de treinamento sensório-motor, indicando um melhor alinhamento pélvico. Para o GC, os testes *post hoc* não apontaram diferença significativa para o ângulo articular em MID ( $p = 0,094$ ) e indicaram uma redução significativa do ângulo articular em MIE ( $p = 0,038$ ), sugerindo um pior alinhamento pélvico.

### Equilíbrio dinâmico - Hop test simples

Para o ângulo articular que representa o valgo de joelho, a análise estatística não apontou diferença significativa entre grupos ( $p = 0,923$ ) e entre avaliações ( $p = 0,725$ ); entretanto, indicou diferença significativa para interação entre grupo e avaliação ( $p = 0,008$ ). Esta interação indica comportamentos distintos nos grupos, mais especificamente um aumento dos ângulos articulares no GTSM, demonstrando maior alinhamento dos membros inferiores durante o impulso e na aterrissagem do salto. O GC apresentou manutenção de ângulos articulares reduzidos, o que indica menor alinhamento de ambos os membros inferiores durante o impulso e na aterrissagem do salto. A Figura 2C ilustra o comportamento de ambos os grupos nesse teste, antes e após a intervenção. A Tabela 3 apresenta média e desvio padrão para os ângulos articulares nos momentos 1 (impulsão) e 2 (aterrissagem) durante o *hop test simples*, nos dois grupos e nas duas avaliações, seguidos do valor de  $p$  das análises intergrupo e intragrupo por meio de teste *post hoc* de Bonferroni.

Na avaliação inicial, testes *post hoc* não indicaram diferença significativa entre GC e GTSM para o ângulo articular do MID e do MIE no momento da impulsão ( $p = 0,223$  e  $p = 1,000$ , respectivamente) e no momento da aterrissagem ( $p = 0,163$  e  $p = 0,334$ , respectivamente). No entanto, na avaliação final, testes *post hoc* indicaram diferença significativa entre GC e GTSM para o ângulo articular do MID no momento da aterrissagem ( $p = 0,012$ ), mas não apontaram diferença significativa em MID no momento da impulsão ( $p = 0,093$ ) e nem para o MIE no momento do impulso ( $p = 0,119$ ) e de aterrissagem ( $p = 0,168$ ). Adicionalmente, os testes *post hoc* indicaram diferença significativa para o GTSM entre as avaliações inicial e final para o ângulo articular do MID e do MIE no momento da impulsão ( $p = 0,036$ ,  $p = 0,047$ , respectivamente) e da aterrissagem ( $p = 0,05$  para ambos). Para o GC, porém, os testes *post hoc* não

apontaram diferença significativa entre as avaliações inicial e final para o ângulo articular do MID e do MIE no momento da impulsão ( $p = 0,167$  e  $p = 0,314$ , respectivamente) e no momento da aterrissagem ( $p = 0,122$  e  $p = 0,139$ , respectivamente).

### Discussão

O presente estudo se propôs investigar o efeito do treinamento sensório-motor em corredores de rua de 10 km. Após as 16 intervenções do treinamento proposto, os atletas apresentaram melhora no equilíbrio estático, somente em um dos membros inferiores no equilíbrio dinâmico e nenhuma melhora na estabilidade lombopélvica. Tais fatos podem ser observados, respectivamente, no aumento da manutenção da postura unipodal, no aumento dos ângulos articulares, que se aproximaram do valor de  $180^\circ$  no membro inferior direito, indicando maior alinhamento articular no momento do impulso e da aterrissagem no solo, e, por fim, na não alteração angular da pelve na postura unipodal. Além da diferença significativa que ocorreu somente no equilíbrio estático, o tamanho de efeito neste item nos membros inferiores direito e esquerdo foi, respectivamente, grande e acima da média. No equilíbrio dinâmico, no momento da aterrissagem, tal efeito também foi considerado grande, indicando a relevância do ganho dos resultados do estudo em questão.

Não há dúvidas sobre a alta prevalência de lesões nos membros inferiores em praticantes de corrida de rua, pois, durante a prática, a força de impacto nesse local pode chegar até três vezes a massa corporal.<sup>2,11,12</sup> Tal impacto pode contribuir para a instalação de lesões, sobretudo quando este é associado a fatores intrínsecos como a articulação do joelho. Esta é comumente acometida por lesões em corredores<sup>2,3,11,13,14</sup> devido a sua complexidade anatômica, a qual propicia uma instabilidade natural.<sup>15,16</sup> Além disso, fatores como fraqueza da musculatura local e excesso de treinamento podem favorecer a instalação de lesões na articulação do quadril, como a tendinopatia do glúteo médio.<sup>12</sup> Essa condição pode afetar o ganho de funcionalidade e o nível de atividade dos indivíduos e, conseqüentemente, sua qualidade de vida.<sup>17</sup> Dessa forma, a fim de evitar não somente o afastamento da prática esportiva, mas também os futuros gastos médicos e o impacto na qualidade de



vida decorrentes da instalação de lesões, é indispensável identificar os déficits que esses atletas apresentam para que seja possível a elaboração de intervenções preventivas a essa população.

O sistema de equilíbrio tem por objetivo permitir o mínimo de deslocamento do centro de gravidade corporal, para assim oferecer uma melhora do controle postural.<sup>18</sup> O controle postural, por sua vez, permite uma postura adequada para a realização de movimentos específicos exigidos pela modalidade esportiva.<sup>19</sup> Indivíduos com maior oscilação postural, portanto um pior equilíbrio, demonstraram sete vezes mais possibilidades de sofrer entorse de tornozelo quando comparados a indivíduos sem essa oscilação.<sup>4</sup> Isso ocorre porque é indispensável a conformidade de diversos fatores, sobretudo da propriocepção, para o equilíbrio estar adequado. A propriocepção significa consciência de posição, de movimento e resistência dos objetos relacionados ao corpo,<sup>20</sup> e é essencial para a estabilização articular.<sup>21</sup> As informações proprioceptivas são oriundas dos receptores musculares (fuso muscular) e tendíneos (órgão tendinoso de Golgi) e receptores de diferentes estruturas musculoesqueléticas.<sup>5</sup> Essas informações geradas pelos mecanorreceptores são processadas no sistema nervoso central e geram formas de ativação muscular para a estabilização articular, o que otimiza a estabilização articular dinâmica e o controle postural.<sup>5</sup> Quando esse mecanismo está alterado, como no caso de lesões, o processamento não ocorre de forma adequada e, portanto, a estabilização articular pode ocorrer de forma não eficaz, intensificando o risco de lesões durante a prática esportiva.<sup>5</sup> Dessa forma, ao avaliar o equilíbrio estático e o dinâmico, sobretudo durante o salto unipodal, movimento constante na prática da corrida, é possível identificar déficits no controle postural e na estabilização articular dinâmica, respectivamente.

Além disso, durante a prática da corrida as articulações do membro inferior são constantemente recrutadas. Para que esses movimentos ocorram de forma adequada, o complexo lombopélvico tem a função de gerar estabilidade.<sup>21</sup> Tal fato ocorre uma vez que, durante a corrida, essa região atua como local de transmissão das forças geradas no membro inferior para o tronco e por isso necessita de uma boa estabilidade para não favorecer a instalação de lesões.<sup>11</sup> Alterações posturais nesses locais, como a anterversão pélvica e a hiperlordose lombar, podem sobrecarregar as articulações facetárias

posteriores da coluna lombar e, quando somadas à sobrecarga advinda do impacto repetitivo da corrida, ocasionar artrose nesta região.<sup>22,23</sup> Dessa forma, torna-se indispensável a avaliação da estabilidade do complexo lombopélvico e de intervenções que busquem otimizar a função dessa região.

Diante da importância de corrigir os déficits identificados, o presente estudo utilizou o treinamento sensório-motor devido a sua eficácia em melhorar a função sensório-motora.<sup>24</sup> Este treinamento tem por objetivo facilitar a aferência das informações proprioceptivas ao sistema nervoso central para que a resposta ocorra de forma mais rápida e adequada, melhorando a estabilização articular e a coordenação.<sup>25,26</sup> Hübscher et al.<sup>5</sup> constaram que o treinamento sensório-motor com exercícios de equilíbrio e específicos da modalidade foi eficaz para reduzir o risco de lesões dos membros inferiores, fato esse que corroborou os achados do presente estudo, que utilizou no treinamento exercícios que replicassem movimentos exigidos durante a prática da corrida.

Dessa forma, o presente estudo propôs uma avaliação utilizando testes de fácil aplicação, que permitem avaliar o controle neuromuscular mesmo em situação estática e em condições laboratoriais experimentais, associados à utilização de um software disponível para os profissionais de saúde. Ademais, a proposta de um treinamento sensório-motor utilizando recursos geralmente de fácil acesso aos profissionais foi atendida neste estudo. Entretanto, o estudo apresenta como principal limitação o número de participantes, que possibilitou a inclusão de sete pessoas em cada grupo do estudo. Por essa razão, apesar do conhecimento do efeito do treinamento sensório-motor no equilíbrio dinâmico e estático dos atletas corredores de rua, sugere-se a realização de novos estudos, com maior número de atletas e maior período de intervenção com treinamento sensório-motor para verificar o efeito no equilíbrio estático e na estabilidade lombopélvica.

## Conclusão

O treinamento sensório-motor proposto propiciou melhora sobretudo no equilíbrio estático dos atletas do grupo GTSM. O grupo controle, por sua vez, não apresentou alterações nem no equilíbrio estático e dinâmico, nem na estabilidade pélvica.

## Agradecimentos

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) (PIBIC 2018/22153), ao Fundo de Incentivo à Pesquisa da PUC Minas (FIP 2019/22398) e ao Gabriel Signori por toda a ajuda nos textos.

## Contribuição dos autores

Todos os autores contribuíram com a concepção e delineamento do estudo, análise e interpretação dos resultados, redação e revisão crítica do manuscrito e aprovação da versão final, sendo responsáveis por todos os aspectos do estudo, incluindo sua precisão e integridade.

## Referências

- Yeung SS, Yeung EW, Gillespie LD. Interventions for preventing lower limb soft-tissue running injuries. *Cochrane Database Syst Rev.* 2011;(7):CD001256. [DOI](#)
- Rangel GMM, Farias JM. Incidência de lesões em praticantes de corrida de rua no município de Criciúma, Brasil. *Rev Bras Med Esporte.* 2016;22(6):496-500. [DOI](#)
- Pileggi P, Gualano B, Souza M, Caparbo VF, Pereira RMR, Pinto ALS, et al. Incidência e fatores de risco de lesões osteomioarticulares em corredores: um estudo de coorte prospectivo. *Rev Bras Educ Fis Esporte.* 2010;24(4):453-62. [DOI](#)
- McGuine TA, Greene JJ, Best T, Levenson G. Balance as a predictor of ankle injuries in high school basketball players. *Clin J Sport Med.* 2000;10(4):239-44. [DOI](#)
- Hübscher M, Zech A, Pfieffer K, Hänsel F, Vogt L, Banzer W. Neuromuscular training for sports injury prevention: a systematic review. *Med Sci Sports Exerc.* 2010;42(3):413-21. [DOI](#)
- Baldaço FO, Cadó VP, Souza J, Mota CB, Lemos JC. Análise do treinamento proprioceptivo no equilíbrio de atletas de futsal feminino. *Fisioter Mov.* 2010;23(2):183-92. [DOI](#)
- Springer BA, Marin R, Cyhan T, Roberts H, Gill NW. Normative values for the unipedal stance test with eyes open and closed. *J Geriatr Phys Ther.* 2007;30(1):8-15. [DOI](#)
- Hardcastle P, Nade S. The significance of the Trendelenburg test. *J Bone Joint Surg Br.* 1985;67(5):741-6. [PubMed](#)
- Gogu S, Gandbhir VN. Trendelenburg Sign. In: *StatPearls*. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2021. [Link de acesso](#)
- Noyes FR, Barber SD, Mangine RE. Abnormal lower limb symmetry determined by function hop tests after anterior cruciate ligament rupture. *Am J Sports Med.* 1991;19(5):513-8. [DOI](#)
- Borel WP, Elias Filho J, Diz JBM, Moreira PF, Veras PM, Catharino LL, et al. Prevalence of injuries in Brazilian recreational street runners: Meta-analysis. *Rev Bras Med Esporte.* 2019;25(2):161-7. [DOI](#)
- Geraci Jr MC, Brown W. Evidence-based treatment of hip and pelvic injuries in runners. *Phys Med Rehabil Clin N Am.* 2005;16(3):711-47. [DOI](#)
- Silva LR, Pimentel MPBS, Silva VM, Nascimento LL. Qualidade de vida e incidência de lesões musculoesqueléticas em corredores de rua. *Movimenta.* 2019;2(2):238-46. [Link de acesso](#)
- van Gent RN, Siem D, van Middelkoop M, van Os AG, Bierma-Zeinstra SM, Koes BW. Incidence and determinants of lower extremity running injuries in long distance runners: a systematic review. *Br J Sports Med.* 2007;41(8):469-80. [DOI](#)
- Bulla HA. Aplicação da baropodometria na avaliação da correlação entre os tipos de pés e a incidência de lesões nos joelhos [dissertação]. São José dos Campos: Universidade do Vale do Paraíba; 2010.
- Majewski M, Susanne H, Klaus S. Epidemiology of athletic knee injuries: A 10-year study. *Knee.* 2006;13(3):184-8. [DOI](#)
- Grimaldi A, Fearon A. Gluteal tendinopathy: integrating pathomechanics and clinical features in its management. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2015;45(11):910-22. [DOI](#)
- Pollock AS, Durward BR, Rowe PJ, Paul JP. What is balance? *Clin Rehabil.* 2000;14(4):402-6. [DOI](#)
- Bednarczuk G, Wiszomirska I, Rutkowska I, Skowroński W. Effects of sport on static balance in athletes with visual impairments. *J Sports Med Phys Fitness.* 2019;59(8):1319-27. [DOI](#)

20. Botelhos DC, Bonfim TR. Influência da informação sensorial adicional no treinamento sensório-motor. *Fisioter Pesqui.* 2012;19(3):268-74. [DOI](#)
21. Rivera CE. Core and lumbopelvic stabilization in runners. *Phys Med Rehabil Clin N Am.* 2016;27(1):319-37. [DOI](#)
22. Miranda SF, Corotti VGP, Menegaz P, Ueda W, Vialle EN, Vialle LR. Influência da artroplastia total de quadril sobre o equilíbrio sagital lombopélvico: Avaliação dos parâmetros radiográficos. *Rev Bras Ortop (Sao Paulo).* 2019;54(6):657-64. [DOI](#)
23. Schache AG, Blanch PD, Murphy AT. Relation of anterior pelvic tilt during running to clinical and kinematic measures of hip extension. *Br J Sports Med.* 2000;34(4):279-83. [DOI](#)
24. Aman JE, Elangovan N, Yeh IL, Konczak J. The effectiveness of proprioceptive training for improving motor function: a systematic review. *Front Hum Neurosci.* 2015;8:1075. [DOI](#)
25. Ahmad I, Noohu MM, Verma S, Singla D, Hussain ME. Effect of sensorimotor training on balance measures and proprioception among middle and older age adults with diabetic peripheral neuropathy. *Gait Posture.* 2019;74:114-20. [DOI](#)
26. Cohen M, Abdalla RJ. Lesões nos esportes: diagnóstico, prevenção, tratamento. Rio de Janeiro: Revinter; 2003.