



ESTeSC

Escola Superior de
Tecnologia da Saúde de Coimbra



Politécnico de Coimbra

COMPARAÇÃO DA EFICÁCIA DE DOIS PROTOCOLOS DE EXERCÍCIO NA MELHORIA DO EQUILÍBRIO EM INDIVÍDUOS ADULTOS SAUDÁVEIS

Laura Patrícia Conde Pais

Coimbra, 30 de Janeiro de 2020



Laboratório ROBOCORP cofinanciado pelo QREN, no âmbito do Programa Mais Centro, da Comissão de Coordenação da Região Centro e da União Europeia através do Fundo Europeu de Desenvolvimento Regional



ESTeSC

Escola Superior de
Tecnologia da Saúde de Coimbra

Laura Patrícia Conde Pais

Comparação da eficácia de dois protocolos de exercício na melhoria do equilíbrio em indivíduos adultos saudáveis

Orientador: Professor Doutor Luís Manuel Neves Silva Cavalheiro

Coorientadora: Professora Doutora Maria António Ferreira De Castro

Mestrado em Fisioterapia na área de especialização de Avaliação e Aplicação Clínica do Movimento

Departamento de Fisioterapia

Coimbra, 2020



ESTeSC

Escola Superior de
Tecnologia da Saúde de Coimbra

Dissertação submetida à Escola Superior de Tecnologia da Saúde de Coimbra para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Fisioterapia na área de especialização de Avaliação e Aplicação Clínica do Movimento, realizada sob a orientação científica do Professor Doutor Luís Manuel Neves Silva Cavalheiro e da Professora Doutora Maria António Ferreira De Castro.

Constituição do Júri:

Presidente _____

Vogal _____

Vogal _____

Coimbra, 30 de Janeiro de 2020

Índice

Índice de Tabelas	IX
Índice de Ilustrações	XI
Lista de Abreviaturas e Acrónimos.....	XIII
Unidades de Medida.....	XV
Resumo.....	17
Abstract.....	19
Introdução	21
Capítulo I - Revisão da Literatura	23
Objetivo	32
Hipóteses	32
Capítulo II - Metodologia.....	33
Desenho de Estudo.....	33
Amostra.....	33
Instrumentação.....	34
Protocolo de Avaliação e de Intervenção.....	35
Processamento dos Dados e Análise Estatística	37
Capítulo III - Resultados.....	39
Capítulo IV - Discussão de Resultados	43
Conclusão.....	47
Referências Bibliográficas.....	49
Anexo.....	53

Índice de Tabelas

<i>Tabela 1 - Característica da amostra</i>	33
<i>Tabela 2 - Características da amostra por grupo</i>	33
<i>Tabela 3 - Comparação dos grupos no momento T0</i>	39
<i>Tabela 4 - Comparação dos grupos no momento T1</i>	39
<i>Tabela 5 - Comparação entre grupos: rácio da média das repetições e basal em T0.....</i>	40
<i>Tabela 6 - Comparação entre grupos: rácio da média das repetições e basal em T1.....</i>	40
<i>Tabela 7 - Comparação intragrupo</i>	41

Índice de Ilustrações

<i>Ilustração 1 - Representação da avaliação</i>	35
<i>Ilustração 2 - Representação do Protocolo 1 - Atirar bola medicinal</i>	35
<i>Ilustração 3 - Representação do Protocolo 2 - Da esquerda para a direita: Agachar no BOSU; Alcance imprevisto e Equilíbrio no BOSU</i>	36

Lista de Abreviaturas e Acrónimos

ABC – Activity-specific balance confidence scale

ANOVA – Teste estatístico da análise de variância

AP – Ântero-posterior

AVC – Acidente vascular cerebral

CAIT – Cumberland ankle instability tool

FAAM – Foot and ankle ability measure

FAAM-S – Foot and ankle ability measure sport subscale

FADI – Foot and ankle disability index

FADI-S – Foot and ankle disability index sport subscale

FET – Figure of 8 hop test

FLT – Foot lift test

F_x – Força na direção ântero-posterior

F_y – Força na direção médio-lateral

F_z – Força na direção vertical

H₀₁ – Primeira hipótese nula

H₀₂ – Segunda hipótese nula

IMC – Índice de massa corporal

ML – Medio-lateral

M_x – Momento de força na direção ântero-posterior

M_y – Momento de força na direção médio-lateral

M_z – Momento de força na direção vertical

n – Número da amostra

p – P-value

POMA - Performance Oriented Mobility Assessment

SEBT – Star excursion balance test

SHT – Side-hop test

t – Tamanho do efeito

T0 – Avaliação inicial

T1 – Avaliação final/ reavaliação

TAF – Teste de alcance funcional

TBT – Time-in-balance test

t-test – T de Student

TUG – Timed up-and-go

Unidades de Medida

% – Percentagem

cm – Centímetros

Kg – Quilograma

Kg/m² – Quilograma por metro quadrado

m – Metros

mm – Milímetros

mm/s – Milímetros por segundo

Resumo

Introdução: O controle da postura e do equilíbrio é fundamental no cotidiano para realizar com segurança qualquer tipo de movimento e tarefa motora que envolva o deslocamento de segmentos corporais ou de todo o corpo. Na fisioterapia o treino de equilíbrio é constantemente utilizado porque este é de extrema importância tanto na reabilitação de inúmeras patologias como na prevenção de lesões, diminuição do risco de queda e melhoria do desempenho desportivo.

Objetivo: Investigar os efeitos no equilíbrio, comparando dois protocolos numa única sessão de treino em indivíduos adultos saudáveis.

Métodos: Efetuou-se um estudo randomizado controlado com 20 jovens adultos saudáveis. Estes foram divididos em 2 grupos: Um consistia em atirar uma bola medicinal (n=10) e outro consistia em 3 exercícios no *BOSU* (n=10). Realizou-se apenas uma sessão. Na avaliação utilizou-se uma perturbação externa, o pêndulo, e uma plataforma de forças onde se obteve o deslocamento do centro de pressão.

Resultados: Não foram observadas diferenças estatisticamente significativas ($p > 0,05$), quer dentro de cada grupo quer entre grupos, para todas as variáveis analisadas, distância total, distância total ântero-posterior, distância total medio-lateral, velocidade média total, velocidade média ântero-posterior e velocidade média medio-lateral.

Conclusão: Quanto aos ajustes posturais compensatórios, o treino de equilíbrio numa única sessão não apresenta resultados significativos em jovens adultos saudáveis. São necessários mais estudos sobre o equilíbrio visto que parâmetros como a frequência, intensidade e duração do treino mais vantajosos ainda são desconhecidos.

Palavras-chave: Equilíbrio; Centro de pressão; Ajustes compensatórios; *BOSU*; Bola medicinal.

Abstract

Introduction: Control of posture and balance is essential in daily life to safely perform any type of movement and motor task that involves the displacement of body segments or the entire body. In physical therapy, balance training is constantly used because it is extremely important in the rehabilitation of several pathologies, in the prevention of injuries, decreased risk of falling and improved sports performance.

Objective: To investigate the effects on balance, comparing two protocols, in a single training session in healthy adult individuals.

Methods: A randomized controlled study was carried out with 20 healthy young adults. These were divided into 2 groups: One consisted of throwing a medicine ball (n = 10) and the other consisted of 3 exercises in BOSU (n = 10). There was only one session. The evaluation used an external disturbance, the pendulum, and a force platform where the displacement of the pressure center was obtained.

Results: There were no statistically significant differences ($p > 0,05$), either within each group or between groups, for all variables analyzed, total distance, total anteroposterior distance, total mediolateral distance, total average speed, mean anteroposterior speed and mean mediolateral speed.

Conclusion: As for compensatory postural adjustments, balance training in a single session does not show significant results in healthy young adults. Further studies on balance are needed, as parameters such as frequency, intensity and duration of the most advantageous training are still unknown.

Keywords: Balance; Center of pressure; Compensatory adjustments; BOSU; Medicinal ball.

Introdução

O equilíbrio é essencial para realizar atividades da vida diária e para a prática de atividade física e desportiva. Ter um bom controlo do equilíbrio reduz o risco de queda, previne lesões e também contribui para a otimização do desempenho motor em diversas áreas desportivas. Assim, tornou-se prática comum incorporar exercícios de equilíbrio em vários programas tais como treino para atletas, prevenção de quedas para idosos e reabilitação. No entanto, o tipo de treino mais eficiente ainda permanece incerto e a frequência, intensidade e duração do exercício que seriam mais benéficas ainda não foram determinadas. (1)

No âmbito do mestrado em Fisioterapia na área de especialização de Avaliação e Aplicação Clínica do Movimento foi realizada esta dissertação, que tem como objetivo investigar os efeitos no equilíbrio, comparando dois protocolos numa única sessão de treino em indivíduos adultos saudáveis, avaliando o deslocamento do centro de pressão através de uma plataforma de forças.

Na fisioterapia o treino de equilíbrio é constantemente utilizado pois este é de extrema importância tanto na reabilitação de inúmeras patologias como na prevenção de lesões e diminuição do risco de queda. Por vezes os protocolos de exercícios dos estudos realizados não são fáceis de transpor para a prática clínica. Assim sendo, neste estudo vão ser aplicados dois protocolos de exercícios onde um deles será mais exequível e parecido com o que se realiza na prática clínica.

Geralmente na prática clínica são realizadas em média quinze sessões de tratamento mas, por vezes, nos casos de acidentados enviados pelos médicos das companhias de seguros, são prescritas menos sessões. Além disso, dependendo do caso, o treino de equilíbrio pode não ser introduzido na primeira sessão, por isso neste trabalho o treino foi realizado apenas numa única sessão para verificar se houve diferenças estatisticamente significativas, tendo em conta que não se sabe o número mínimo necessário de sessões para obter um aumento do controlo do equilíbrio.

Em relação à população escolhida, jovens adultos saudáveis, recorreu-se a alunos de duas turmas de Fisioterapia da Escola Superior de Tecnologia da Saúde de Coimbra, no pressuposto de que, se o programa de treino for eficaz, também poderá sê-lo em indivíduos com alguma patologia ou problemas neuromusculares, uma vez que foi observado num estudo que as intervenções foram mais eficazes em atletas com histórico de lesão desportiva do que naqueles sem registo de lesões. (2) Do mesmo modo que o treino de equilíbrio contribui para a otimização do desempenho motor no desporto também é possível que melhore o equilíbrio nas atividades diárias em indivíduos saudáveis. (1)(3)

Esta dissertação é composta por quatro capítulos: Revisão da Literatura, Metodologia, Resultados e Discussão de Resultados que inclui a Conclusão.

No primeiro capítulo é feita a revisão da literatura que serviu de suporte teórico para a elaboração deste estudo, onde se abordam temas como o que é o equilíbrio, o que o influencia, os mecanismos que o controlam, como se avalia, como se treina e doenças e problemas que com este treino obtêm melhorias, para além disso apresenta-se o objetivo desta dissertação bem como as hipóteses de investigação.

O segundo capítulo refere-se à metodologia na qual é descrito o desenho de estudo, a amostra, a instrumentação, o protocolo de avaliação e de intervenção e o processamento dos dados e análise estatística.

No terceiro capítulo são apresentados os resultados obtidos no estudo sob a forma de tabelas e esclarecidos com texto.

O quarto capítulo visa a discussão dos resultados, confrontando-os com as evidências científicas já existentes e também identificando as suas limitações. Neste capítulo apresenta-se também a conclusão.

Por último são exibidas as referências bibliográficas e em anexo encontra-se o questionário que serviu de base para a seleção da amostra.

Capítulo I - Revisão da Literatura

O controlo da postura e do equilíbrio é fundamental no quotidiano para realizar com segurança qualquer tipo de movimento e tarefa motora que envolva o deslocamento de segmentos corporais ou de todo o corpo. O equilíbrio é o processo de manter o centro de massa do corpo sobre a base de suporte e depende de um *feedback* rápido e contínuo da estrutura visual, somatossensorial e vestibular para a execução de ações neuromusculares coordenadas e suaves, sendo que a contribuição de cada sistema sensorial está relacionada com o ambiente, combinados com os controlos motores conscientes e automáticos ou com os processos cerebrais conscientes e inconscientes. (1)(4)(5)(6)

Mecanicamente, as condições de equilíbrio do corpo dependem das forças e momentos de força aplicados sobre ele. Há dois tipos de forças que podem agir sobre o corpo: as forças externas e as forças internas. As forças externas mais comuns que atuam sobre o corpo humano são a força gravitacional e a força de reação ao solo. As forças internas podem ser perturbações fisiológicas como a respiração ou oscilações geradas pela ativação dos músculos para a manutenção da postura e para a realização dos movimentos. (7)(8)(9)(10)

Teoricamente um corpo está em equilíbrio quando a resultante das forças internas e externas e os momentos dessas forças é zero, tal não acontece no corpo humano sendo que este oscila constantemente mesmo numa postura estática, pode dizer-se que o corpo humano está em constante desequilíbrio numa busca incessante por equilíbrio. (5)(11) Nesse sentido, o termo postura estática embora comumente utilizado é tecnicamente impreciso. Um termo mais adequado seria postura semi-estática. (7)

Pode-se definir o equilíbrio estático como a capacidade de manter uma posição imóvel na qual há uma deslocação mínima do centro de massa dentro da base de suporte, por exemplo permanecer na postura ereta. Enquanto, no equilíbrio dinâmico é a capacidade de executar tarefas mantendo uma posição corporal estável alterando ou não a base de suporte, por exemplo, durante a marcha ou para recuperar a postura depois de uma perturbação externa. (12)(13)(14)

A postura ereta é instável devido a perturbações internas e/ou externas, se não for gerada uma força para anular o efeito dessas perturbações o corpo não voltará à sua posição inicial, dependendo da intensidade destas, poderá ocorrer uma queda. Em condições normais na postura ereta estática as forças e momentos de força são muito pequenos, o que resulta em pequenas oscilações do corpo, estas são quase impercetíveis num adulto saudável. (6)(7)(15)

O ser humano mantém o equilíbrio do corpo através do controlo do equilíbrio, pode até parecer um trocadilho mas é o que torna possível realizar movimentos sem cair. (16) A manutenção de uma postura ereta e equilibrada, seja estática ou dinâmica, exige uma organização precisa do processamento nervoso, do sistema sensorial e da coordenação motora. O sistema sensorial facultas as informações sobre a posição de segmentos corporais em relação a outros segmentos e ao ambiente. Estas informações são integradas no sistema nervoso central para este enviar impulsos

nervosos aos músculos gerando as respostas neuromusculares, sendo que, o sistema motor é o responsável pela ativação correta e adequada dos músculos para a realização dos movimentos. (7)(16)(17)

A postura pode ser descrita como a disposição das articulações de um corpo, isto é, o conjunto de ângulos que expressam o arranjo relativo entre os segmentos deste. Dessa forma, uma infinidade de posturas é adotada pelo ser humano durante as atividades da vida diária, como andar, chegar a um objeto com as mãos ou mesmo ficar em pé. (7)(16)(18)

O termo equilíbrio descreve mais comumente os mecanismos que mantêm a estabilidade durante a realização das atividades da vida diária e na prática de atividade física e desportiva, estando a maioria dos estudos sobre o equilíbrio voltados para os mecanismos de controlo do olhar e estabilização postural. (6)(8)(19)

A manutenção do olhar e da estabilidade postural durante as atividades da vida diária é complexa e envolve as ações coordenadas de múltiplos processos biomecânicos, sensoriais, motores e cerebrais. O controlo do olhar posiciona os olhos em relação a objetos visuais de interesse no ambiente na execução de atividades envolvendo movimentos do corpo, da cabeça e do objeto. Está provado que, em atletas, ao diminuir a dependência visual para o controlo postural permite que dediquem a sua atenção visual para o jogo ou atividade desportiva. A estabilização postural posiciona o centro de massa do corpo em relação à base de apoio durante as atividades envolvendo o corpo, a base de suporte e o ambiente. (4)(6)(8)

O centro de massa do corpo é um ponto teórico sobre o qual as forças da gravidade agem, sendo que esse ponto é aproximadamente localizado na região abdominal inferior do tronco. A posição do centro de massa sobre a base de apoio durante a postura e a caminhada é influenciada pelas posições relativas dos tornozelos, joelhos, ancas, braços e cabeça. (6)(7)(11)

Para haver equilíbrio, o centro de massa do corpo tem que ser mantido verticalmente sobre a base de apoio, todavia se isto não ocorrer o indivíduo cai ou há um rápido reposicionamento da base de suporte. (6)(7)(16)

A expressão “limites da estabilidade” refere-se a um perímetro de posições dentro do qual a projeção vertical do centro de massa está dentro da base de suporte. Um adulto em pé com os pés ligeiramente afastados sobre uma superfície plana e firme pode alterar o centro de massa em torno de doze graus e meio de trás para a frente e dezasseis graus da esquerda para a direita, esta área com forma elíptica representa os limites da estabilidade. Alterações na base de apoio ou superfície alteram os limites da estabilidade, porém, com o envelhecimento a base de suporte não é alterada mas os limites da estabilidade diminuem sensivelmente. (6)(7)

A resposta mais precoce na estabilidade postural são os movimentos automáticos, estes são involuntários, desencadeados por estímulos proprioceptivos musculares e mediados por vias cerebrais e subcorticais. As informações proprioceptivas como a sensação de posição articular dos mecanorreceptores facultam ao corpo evidências relativas ao deslocamento da articulação. Para conservar a estabilidade postural é realizada uma resposta reflexa complexa que aumenta a

rigidez muscular resistindo assim ao deslocamento. O treino de equilíbrio e atividades de coordenação podem diminuir os défices proprioceptivos pela reeducação das vias normais dos mecanorreceptores no corpo e restaurando o funcionamento neuromuscular normal. (6)(20)(21)

Os movimentos automáticos são coordenados em padrões de respostas dos músculos, estes padrões podem diferir entre si, pois dependem da experiência prévia e das expectativas do indivíduo no momento da perturbação. (6)(22)

O sistema nervoso central para responder às perturbações do equilíbrio usa principalmente dois tipos de ajustes: os ajustes posturais antecipatórios e os ajustes posturais compensatórios. (23)(24)(25)(26)

As estratégias de antecipação do controlo postural são principalmente adquiridas com base em experiências e aprendizagens anteriores ao distúrbio postural, sendo geradas antes de uma ação motora intencional e produzidas na preparação de uma perturbação previsível externa com base em informações visuais, garantindo assim uma adequada preparação postural revelando-se um mecanismo essencial do controlo do equilíbrio. Enquanto os ajustes posturais compensatórios são iniciados pelos sinais de *feedback* sensorial e servem como um mecanismo de restauração da posição do centro de massa depois de uma perturbação. (3)(22)(23)(24)

Os ajustes incluem estratégias como a do tornozelo ou da anca. Na estratégia do tornozelo apenas se move a articulação do tornozelo fazendo uma estabilização do joelho e da anca. Esta estratégia só é eficaz quando os movimentos do centro de massa são relativamente lentos e o centro de massa está dentro dos limites de estabilidade. Na estratégia da anca o centro de massa move-se rapidamente utilizando as articulações das ancas, movimentando o tronco. Esta é eficaz quando a base de suporte é estreita e/ou o centro de massa está próximo do limite de estabilidade. (6)(8)(22)

A avaliação do equilíbrio pode ser qualitativa, pela observação, ou quantitativa utilizando instrumentos de medição. Para avaliar o controlo do equilíbrio postural é necessário quantificar a oscilação corporal. A posturografia é a técnica utilizada para medir a oscilação do corpo ou de uma variável associada a essa oscilação. A posturografia é geralmente dividida em estática, quando se avalia a postura ereta quieta do indivíduo e dinâmica, quando é estudada a resposta a uma perturbação aplicada sobre o indivíduo. (5)(10)(17)(27)

A medida posturográfica mais frequentemente utilizada na avaliação do controlo postural é o centro de pressão. O centro de pressão representa o ponto onde está aplicada o somatório das forças verticais que o indivíduo exerce sobre o solo e é possível medi-lo através do uso de plataformas de força que registam as forças e os momentos aplicados nos sensores de carga. (5)(7)(10)(27)

A avaliação do equilíbrio postural, tanto estático como dinâmico, através do centro de pressão tem sido realizada com diferentes intuitos, tais como avaliar possíveis deficiências sensoriais e motoras, verificar os efeitos dos treinos desportivos, estudar os ajustes posturais para manter o controlo do equilíbrio e também como

ferramenta para a reabilitação, por exemplo, de indivíduos com distúrbio vestibular ou neuropatias. Quanto maior for a instabilidade postural maior será o deslocamento do centro de pressão e vice-versa. (3)(5)(17)(24)(25)

O equipamento mais utilizado para medir o centro de pressão é a plataforma de forças. Comumente, a plataforma de forças consiste numa placa sob a qual alguns (normalmente quatro) sensores de força do tipo célula de carga ou piezoelétrico estão dispostos para medir os três componentes da força nas direções ântero-posterior, médio-lateral e vertical (F_x , F_y e F_z , respetivamente), e os três componentes do momento de força ou binário também nas várias direções (M_x , M_y e M_z). Estas plataformas são geralmente referidas como plataformas de seis componentes por medir seis grandezas físicas. O valor do centro de pressão refere-se a uma medida de posição definida por duas coordenadas na superfície da plataforma dependendo da orientação do avaliado. (7)(10)(28)

As plataformas de força são instrumentos caros, porém se o uso da plataforma é apenas para posturografia pode ser usada uma plataforma mais barata e simples mas suficientemente precisa. Estas podem ser compostas por três ou quatro células de carga que medem apenas a componente vertical da força de reação ao solo e as duas coordenadas do centro de pressão ou os dois momentos de forças nos eixos x e y , por isso, são conhecidas como plataformas de três componentes. No caso da posturografia dinâmica computadorizada um dos equipamentos que pode ser utilizado é a plataforma de forças fixa ou móvel, esta última tem a particularidade de se poder programar para criar perturbações, por exemplo, passar de piso plano para piso inclinado. (7)(17)(19)(25)

Outras medidas podem ser usadas para avaliar e quantificar o equilíbrio. Se nos focarmos no equilíbrio estático temos, por exemplo, o *time-in-balance test* (TBT) e o *foot lift test* (FLT), que são explicados em seguida. (21)(29)(30)

O *time-in-balance test* consiste no indivíduo manter a postura em apoio unipodal com as mãos nas cristas ilíacas, o joelho da perna em apoio aproximadamente a cinco graus de flexão e a contralateral com a anca e o joelho ligeiramente fletidos, mantendo os olhos fechados. As instruções são: “Permaneça o mais imóvel possível pelo maior tempo possível. Vou cronometrar e dizer quando parar. Se sair da posição de teste, a avaliação terminará.” O tempo máximo do teste é de um minuto. São realizados três ensaios e apenas o melhor, o mais longo, é usado para análise. (21)(29)(30)

No *foot lift test* o posicionamento é o mesmo que no teste anterior. As instruções dadas são: “Permaneça o mais imóvel possível por trinta segundos, se sair da posição, regresse o mais rápido possível e continue o teste.” Neste teste avalia-se o número de vezes que o apoio é levantado durante os trinta segundos. O examinador conta o número de elevações do pé, que incluem qualquer parte do pé envolvido levantando-se do chão, com um erro extra por cada segundo fora da posição. Para análise é usada a média de três tentativas. (21)(29)(30)

Também podem ser realizados testes de equilíbrio dinâmico e por ser uma avaliação dinâmica pode-se detetar mais facilmente como está a estabilidade da articulação, a força e a função sensório-motora, podendo isto ajudar na tomada de

decisão para retomo da atividade física. Testes como o *star excursion balance test* (SEBT), o *figure of 8 hop test* (FET) e *side-hop test* (SHT) são usados como medidas clínicas do equilíbrio dinâmico. (21)(29)(30)

No *star excursion balance test* são testadas isoladamente as direções ântero-medial, medial e póstero-medial. Os indivíduos mantêm-se em apoio unipodal com o pé em teste no centro do quadrado, com os olhos abertos e as mãos nas cristas ilíacas enquanto tentam chegar com a perna contralateral o mais longe possível às três fitas métricas colocadas no chão com um ângulo de quarenta e cinco graus entre si e depois voltam à postura inicial. São realizados quatro testes práticos em cada uma das três direções, seguidas de cinco minutos de descanso, depois três ensaios são registados com dez segundos de descanso entre cada tentativa. A média dos três ensaios normalizados para o comprimento da perna é usado para análise. (15)(21)(29)

No *figure of 8 hop test* os indivíduos são informados de que o objetivo é completar o padrão de cinco metros de uma figura do número oito, duas vezes o mais rápido que puder a saltar na perna em teste. É realizada uma familiarização com a tarefa andando pelo percurso e saltando uma vez no percurso a meia velocidade. O tempo total é registado com um cronómetro de mão à centésima de segundo. Os indivíduos completam o teste duas vezes com um período de descanso de pelo menos 60 segundos e o melhor tempo, o mais curto, é usado para análise. (21)(29)(30)

No *side-hop test* os indivíduos saltam em apoio unipodal sobre a perna em teste e são instruídos a pular lateralmente numa linha de trinta centímetros num total de dez repetições, contando como uma repetição saltar para o lado e voltar o mais rápido que puderem. É realizada uma familiarização completando três a quatro repetições numa velocidade reduzida. O tempo total gasto para completar as dez repetições é registado com um cronómetro de mão à centésima de segundo. Os indivíduos completam o teste duas vezes com pelo menos um minuto de descanso entre testes usando para análise o melhor tempo, ou seja, o mais curto. (21)(29)(30)

Na prática clínica os testes apresentados são avaliações ideais de resultados pois são eficientes, rápidos, de fácil execução e não necessitam de equipamentos dispendiosos que podem não estar disponíveis nos locais de tratamento. (21)(29)

Existem muitos testes para avaliar o equilíbrio, como o teste *timed up-and-go* (TUG), o questionário *activity-specific balance confidence* (ABC), escala de equilíbrio de *Berg*, teste de alcance funcional (TAF) e avaliação da marcha e equilíbrio orientada pelo desempenho (POMA). (31)(32) Em indivíduos com lesões no tornozelo também podem ser usados os questionários *cumberland ankle instability tool* (CAIT), *foot and ankle ability measure* (FAAM) e subescala de desporto (FAAM-S), *foot and ankle disability index* (FADI) e subescala de desporto (FADI-S). Na escolha do teste a ser usado é importante saber qual a lesão ou patologia do indivíduo assim como informações pessoais como idade, peso e nível de atividade física. (33)(34)

Apresentar um défice de equilíbrio é um fator significativo para o aumento do risco de queda o que torna o treino de equilíbrio de extrema importância. Este tipo de treino não é usado apenas quando há um mau controlo do equilíbrio, atualmente é habitual incorporar este treino tanto em programas de reabilitação e prevenção de quedas para idosos, como em treinos para atletas de diferentes desportos, com os

objetivos de melhorar o desempenho, diminuir o risco de queda e prevenir lesões. (1)(20)(23)(24)(35)

O envelhecimento influencia o desempenho funcional durante a vida diária, este processo é progressivo e ocasiona modificações morfológicas, funcionais, bioquímicas e psicológicas. As perdas funcionais nos idosos ocorrem nos vários sistemas, nomeadamente cardiorrespiratório, cardiovascular, endócrino, imunológico, sensorial (visão, olfato, gustação, audição e órgão vestibular), músculo-esquelético e neuromuscular. Com a idade, a degeneração do sistema nervoso central diminui o *feedback* sensório-motor e há uma diminuição da força muscular resultando na diminuição da capacidade do controlo postural, resposta tardia e menor potência dos músculos correspondentes, o que aumenta o risco de queda para os idosos principalmente se ocorrer uma perturbação externa inesperada. (16)(17)(27)(32)(36)

Quando há uma perturbação que destabiliza o indivíduo, para este restaurar o equilíbrio e evitar uma queda, é necessário força muscular adequada, tempo de reação rápido e ângulos de rotação articular adequados. (16)(17)(37)

No estudo de *Tsai et al.* (17) foi usada uma plataforma de seis graus de liberdade com um protocolo de controlo do movimento para fornecer uma simulação real de perturbações inesperadas, a fim de discriminar as mudanças relacionadas à idade, do controlo do equilíbrio e da capacidade de recuperação. Participaram quarenta indivíduos saudáveis, vinte jovens adultos e vinte idosos. Os resultados mostraram padrões semelhantes de movimento articular e deslocação do centro de massa nos dois grupos durante a recuperação do equilíbrio, no entanto, houve uma maior rotação articular proximal no grupo dos idosos o que levou a uma maior oscilação do centro de massa e, conseqüentemente, a uma perda da estratégia compensatória de recuperação postural. (17) Os idosos para manter o controlo postural precisaram de um maior tempo para reagir e maior quantidade de ativação muscular para obter ângulos de rotação articular adequados e semelhantes ao grupo jovem, mas esta ativação prolongada pode induzir um efeito de fadiga muscular precoce o que resulta numa diminuição na realimentação propriocetiva, aumentando o risco de queda. (17)(22)

O padrão assimétrico da ativação muscular entre os membros inferiores é significativamente maior em pessoas mais velhas apesar de também poder existir nos jovens, este padrão assimétrico pode ser a principal causa da instabilidade postural nos idosos, estes também apresentaram menor potência muscular provavelmente devido à perda de massa muscular que ocorre no envelhecimento. (17)(38)

O mecanismo de *biofeedback* sensório-motor deve responder rapidamente para evitar que o corpo caia iniciando a rotação articular e as sinergias musculares. Geralmente os músculos e as articulações são ativados numa sequência de distal para proximal, ou seja, a resposta estabilizadora é iniciada na articulação do tornozelo e seguida pela ativação do joelho e da anca, quando há uma maior perturbação. Na restabilização do equilíbrio os jovens tiveram uma recuperação mais rápida e efetiva do que os idosos. (17)(26)(27)

Devido ao medo de cair, os idosos tendem a diminuir gradualmente as atividades diárias, o que leva a uma deterioração na qualidade de vida e bem-estar

mental. Se os idosos realizarem um regime de exercícios regulares, a sua marcha, equilíbrio e força muscular será melhorada, levando a um aumento das habilidades funcionais, aperfeiçoando assim a sua capacidade de realizar exercícios. Assim sendo, o treino de equilíbrio pode melhorar a estabilidade dos idosos e reduzir o risco de quedas. (16)(27)(36)

A maior parte dos estudos mostram que o treino de equilíbrio é eficaz na melhoria do controlo postural.(21)(29)(35)(39)(40) Todavia, em dois estudos analisados, a melhoria do equilíbrio foi apenas observada nos resultados subjetivos sendo que os testes objetivos não apresentaram resultados significativos. (31)(34)

No estudo de *Park et al.* (16) trinta e um idosos foram alocados aleatoriamente, ou para um grupo de exercícios de salto, ou para um grupo de controlo. Ambos os grupos participaram num programa de exercícios terapêuticos por trinta minutos, cinco dias por semana durante quatro semanas. O grupo experimental realizou um exercício adicional de saltos durante vinte minutos por sessão. Após a intervenção houve melhorias significativas em ambos os grupos mas os resultados do grupo de exercícios de salto foram significativamente melhores que os do grupo de controlo, tanto nas habilidades do equilíbrio dinâmico, avaliadas pela escala de equilíbrio de *Berg* e pelo teste *timed up-and-go*, como na força muscular dos membros inferiores. Portanto, o exercício de salto tem efeitos positivos na força muscular e no equilíbrio em idosos, para além disso, o exercício de salto fornece um grande estímulo para a formação óssea, desse modo, melhora a densidade óssea levando à prevenção de fraturas e osteoporose que comumente surgem em idosos. (16)

Várias abordagens estão a ser desenvolvidas para a fisioterapia sendo que a hipoterapia é um método de tratamento e reabilitação que tem obtido bons resultados na melhoria do controlo do equilíbrio. (36)(41) A equitação estimula fortemente a sensação propriocetiva proporcionada pelos movimentos rítmicos e repetitivos do cavalo. Esses movimentos estimulam o sistema do neurónio motor superior e introduzem informações semelhantes aos padrões de movimento da bacia ao caminhar, consequentemente estes movimentos conseguem controlar o tónus muscular anormal e os padrões de movimento, melhorando o equilíbrio e a marcha. (36)(41)

No estudo de *Kim et al.* (36), vinte e dois idosos foram divididos aleatoriamente num grupo de hipoterapia e num grupo de passadeira rolante e realizaram o respetivo exercício durante oito semanas, vinte minutos por sessão. Em ambos os grupos o comprimento do passo aumentou significativamente, para além disso o tempo do passo e a oscilação diminuiu significativamente, porém o grupo da hipoterapia apresentou maiores reduções nas oscilações em equilíbrio estático do que o outro grupo, assim sendo a hipoterapia pode ser utilizada para melhorar o equilíbrio estático e a marcha nos idosos.

A realidade virtual é uma abordagem inovadora e mais interativa podendo assim aumentar a motivação dos indivíduos. Estudos comprovam que a utilização da realidade virtual permite a realização de um treino repetitivo e intenso, com observação e prática de uma tarefa específica que pode promover a recuperação motora melhorando o equilíbrio através de alterações corticais após lesão cerebral, de

modo a facilitar os mecanismos de neuroplasticidade. Estudos demonstram que esta modalidade pode ser usada como complemento de um programa de intervenção convencional no equilíbrio, mobilidade e défices motores na recuperação de indivíduos que sofreram um acidente vascular cerebral (AVC). Normalmente nesta condição de saúde há uma hemiparesia com diminuição da força muscular, alterações da coordenação, apraxia, défice de controlo postural e equilíbrio, entre outras. (42)(43)(44)

Noutro artigo de *Kim et al.* (41), participaram vinte indivíduos que sofreram um AVC, dez foram aleatoriamente designados para o grupo experimental e dez para o grupo de controlo. O grupo experimental participou em exercícios de equitação utilizando equipamentos mecânicos que se assemelham ao movimento de um cavalo real, durante trinta minutos por dia, cinco dias por semana ao longo de seis semanas. O grupo experimental mostrou melhorias significativas no equilíbrio, na marcha e nas atividades da vida diária, portanto a equitação pode ser benéfica em indivíduos que sofreram um AVC. Efeitos positivos da equitação têm sido verificados na recuperação da incapacidade em indivíduos com paralisia cerebral, esclerose múltipla e lesão da espinal medula. (41)

O treino de equilíbrio é importante numa vasta gama de problemas neurológicos e músculo-esqueléticos, por exemplo, a doença de *Parkinson* que é um distúrbio neurológico progressivo caracterizado principalmente por quatro sintomas motores: tremor de repouso, bradicinesia, rigidez e instabilidade postural. Devido a estes sintomas há um aumento do risco de queda, sendo assim o exercício terapêutico incluindo marcha, mobilidade funcional, equilíbrio e atividades da vida diária, possui um papel notável e tem-se mostrado eficaz na melhoria da estabilidade postural em indivíduos com doença de *Parkinson*. (45)(46)

Em cirurgias como a artroplastia total são frequentemente persistentes os défices de equilíbrio e proprioceativos, havendo limitações na funcionalidade, alteração nos padrões do movimento, dificuldades na deambulação e manutenção do controlo postural. As artroplastias mais frequentes são às articulações das ancas e joelhos. Para otimizar os resultados cirúrgicos a fisioterapia é essencial e parte integrante do processo de recuperação. Os protocolos são adaptados para restaurar a mobilidade, melhorar estabilidade da articulação, aumentar a força e o controlo postural. Esta abordagem tem sido aplicada para a recuperação de lesões ortopédicas e desportivas. (46)(47)

Quando há uma história de entorses repetidos e episódios de sensação instável do tornozelo é diagnosticada a instabilidade crónica do tornozelo. Entre vinte a cinquenta por cento dos indivíduos que sofrem de entorse do tornozelo apresentam instabilidade crónica. Evidências indicam que a realização de exercícios terapêuticos como treino de força e equilíbrio aumentam a estabilidade do tornozelo melhorando assim o equilíbrio e reduzindo a incidência de entorse do mesmo. Este treino também se mostra eficaz em programas de prevenção havendo assim menor incidência de lesões no tornozelo. (21)(34)

No estudo de *Hubscher et al.* (2) foi observado que só com o treino de equilíbrio há uma redução significativa do risco de lesões por entorse do tornozelo e

uma redução do risco não significativa para lesões em geral, sendo que o treino multi-intervenção foi eficaz na redução do risco de lesões nos membros inferiores, lesões agudas no joelho e lesões por entorse do tornozelo. Estas intervenções foram mais eficazes em atletas com histórico de lesão desportiva do que naqueles sem registo de lesões.

Na revisão de *Postle et al.* (40) realizado em adultos com entorse, o exercício de propriocepção demonstrou uma redução significativa na instabilidade subjetiva e nos resultados funcionais, mas não houve consenso sobre as vantagens deste treino para o edema, a oscilação postural, a sensação de posição articular, a amplitude de movimento do tornozelo ou o retorno ao desporto.

No artigo de *Verhagen et al.* (48) onde participaram estudantes universitários avaliou-se o equilíbrio estático mas não foram encontradas diferenças no deslocamento do centro de pressão entre grupos depois de cinco semanas e meia de treino de equilíbrio portanto não houve influência no equilíbrio. No entanto noutros três estudos analisados em que apenas se realizou uma sessão de treino, obteve-se uma diminuição da deslocação do centro de pressão aumentando assim o controlo postural porém em dois desses artigos foi avaliado o equilíbrio dinâmico. (3)(23)(24)

No primeiro estudo de *Conceição et al.* (24) participaram quarenta e quatro indivíduos com instabilidade crónica do tornozelo. O grupo de controlo não fez nenhuma intervenção enquanto o outro grupo realizou uma única sessão de treino de trinta minutos que envolveu chutar uma bola em apoio unipodal. Na avaliação estática houve diminuição do deslocamento do centro da pressão aumentando o controlo postural.

No segundo estudo de *Aruin et al.* (23) participaram oito indivíduos com esclerose múltipla que realizaram uma sessão de treino de vinte a vinte e cinco minutos que consistia em atirar uma bola medicinal e como resultado obteve-se um melhor controlo do equilíbrio dinâmico, ou seja, diminuição da deslocação do centro de pressão.

No terceiro artigo de *Kanekar et al.* (3) foi estudado o efeito de uma única sessão de treino de equilíbrio, atirar uma bola medicinal, em trinta indivíduos saudáveis e o resultado foi um aumento nos ajustes posturais antecipatórios o que se refletiu na diminuição do deslocamento do centro de massa após a perturbação indicando maior estabilidade postural.

Nos estudos a duração de cada sessão variou, porém quatro deles realizaram sessões de aproximadamente trinta minutos. Contudo o tipo de treino que é mais eficiente ainda permanece incerto e a frequência, intensidade e duração do exercício que seria mais benéfico ainda não foram determinados. (1)(3)(23)(24)(39)

Os exercícios de equilíbrio realizados nos treinos do equilíbrio são executados de diversas maneiras com ou sem recurso a materiais, estes exercícios podem ser em apoio bipodal ou unipodal, com os olhos abertos ou fechados, atirando uma bola usando a mão ou o pé, criando distúrbios posturais através de pequenos toques gerados pelo fisioterapeuta ou utilizando superfícies instáveis por exemplo, o *BOSU*, o

trampolim, a *DynaDisc*, o tapete de espuma, a almofada de equilíbrio *Airex*, a tábua de *Freeman* circular ou unidirecional. (1)(20)(24)(28)(35)

Um programa de treino de equilíbrio que integre vários tipos de equipamentos pode aumentar a motivação do indivíduo, além de possibilitar um treino progressivo por aumento gradual da instabilidade criando mudanças mais abruptas no centro de massa do corpo, desafiando gradualmente o sistema neuromuscular do indivíduo permitindo assim que o corpo se adapte e responda com uma ação neuromuscular coordenada. A progressão adequada é um meio eficaz para prevenir e tratar lesões. Na prática clínica muitas vezes a intuição, a experiência anterior ou a tentativa e erro ditam como um fisioterapeuta progredirá o programa de equilíbrio para determinado indivíduo. (20)(39)(49)

No artigo de *Staneck et al.* (20) foi avaliado o nível de dificuldade de diferentes equipamentos o que permite auxiliar o profissional na escolha das superfícies instáveis para progressão. Neste estudo foi realizado uma única sessão e avaliados cinquenta e sete indivíduos saudáveis durante uma postura unipodal em quatro dispositivos de reabilitação comumente usados, o *BOSU*, a almofada de equilíbrio *Airex*, o rolo de meia espuma e a *DynaDisc*. Foram encontradas diferenças significativas para a área do centro de pressão e velocidade média de oscilação entre o *BOSU* e os outros três dispositivos. Uma diferença significativa também foi encontrada entre o *DynaDisc* e o meio rolo de espuma. O *BOSU* é o mais difícil de execução seguido do *DynaDisc*.

Na fisioterapia o treino de equilíbrio é constantemente utilizado pois este é de extrema importância tanto na reabilitação de inúmeras patologias como na prevenção de lesões e diminuição do risco de queda. Por vezes os protocolos de exercícios dos estudos realizados não são fáceis de transportar para a prática clínica, por isso, neste estudo vão ser aplicados dois protocolos de exercícios onde um deles será mais exequível e parecido com o que se realiza na prática clínica.

Objetivo

Neste estudo o objetivo é investigar os efeitos no equilíbrio, comparando dois protocolos de uma única sessão de treino em indivíduos adultos saudáveis, avaliando o deslocamento do centro de pressão através de uma plataforma de forças.

Hipóteses

A hipótese experimental é que a aplicação de protocolos de treino de equilíbrio de sessão única possam provocar o aumento do controlo do equilíbrio em jovens adultos saudáveis, e de que um dos protocolos seja mais eficaz.

H₀₁ A aplicação de protocolos de treino de equilíbrio de sessão única não aumentam o controlo do equilíbrio em jovens adultos saudáveis.

H₀₂ A aplicação do protocolo de treino de equilíbrio 1 não aumenta mais o controlo do equilíbrio em jovens adultos saudáveis do que o protocolo 2.

Capítulo II - Metodologia

Desenho de Estudo

O presente estudo é um estudo randomizado controlado e foi realizado na Escola Superior de Tecnologia da Saúde de Coimbra com autorização da Comissão de Ética do Politécnico de Coimbra, parecer número 27/2019.

Amostra

A amostra foi selecionada aleatoriamente de duas turmas de fisioterapia desta escola. Como podemos observar na tabela 1, no total participaram vinte indivíduos, dezoito do género feminino e dois do masculino, com uma média de idade de 19,65 anos. A média do índice de massa corporal (IMC) dos indivíduos encontra-se dentro dos valores normais. A perna dominante foi a direita, esta característica foi encontrada em dezoito indivíduos.

Tabela 1 - Característica da amostra (média, desvio padrão, mínimo e máximo)

Características da amostra (n=20)	
Género	18 Feminino; 2 Masculino
Idade (anos)	19,65 ± 1,53 (18 – 24)
Altura (m)	1,65 ± 0,08 (1,53 – 1,85)
Peso (Kg)	61,05 ± 6,23 (51 – 77)
IMC (Kg/m ²)	22,32 ± 1,89 (18,96 – 25,89)
Perna dominante	18 Direita; 2 Esquerda
Prática desportiva	11 Sim; 9 Não
Horas de desporto /semana	4,73 ± 2,77 (2 – 12)

Em relação à prática desportiva, esta é realizada por onze indivíduos, destes três fazem ginásio, três natação, dois jogam voleibol, um futebol, um ginástica acrobática e um badminton, sendo que três indivíduos praticam a sua atividade durante duas horas por semana, quatro durante quatro horas por semana e os restantes quatro praticam cada um, cinco, seis, sete e doze horas por semana.

Na tabela 2 podemos observar as características de cada grupo, o valor de p e o teste estatístico realizado, teste da ANOVA de um fator ou teste t de *student* para amostras independentes. Estatisticamente os dois grupos não apresentam diferenças significativas relativamente às suas características portanto são homogéneos.

Tabela 2 - Características da amostra por grupo (média, desvio padrão, mínimo e máximo)

Características da amostra	Grupo 1 (n=10)	Grupo 2 (n=10)	P-value	Teste
Género	10 Feminino	8 Feminino; 2 Masculino	0,151	ANOVA
Idade (anos)	19,9 ± 1,92 (18 – 24)	19,4 ± 0,8 (19 – 21)	0,071	T-test
Altura (m)	1,64 ± 0,07 (1,53 – 1,75)	1,67 ± 0,08 (1,56 – 1,85)	0,894	T-test
Peso (Kg)	60,2 ± 6,72 (51 – 77)	61,9 ± 5,2 (56 – 73)	0,852	T-test
IMC (Kg/m ²)	22,36 ± 2,07 (18,96 – 25,14)	22,28 ± 1,59 (19,72 – 25,89)	0,125	T-test
Perna dominante	9 Direita; 1 Esquerda	9 Direita; 1 Esquerda	1,000	ANOVA
Prática desportiva	5 Sim; 5 Não	6 Sim; 4 Não	0,673	ANOVA
Horas de desporto /semana	5,8 ± 3,12 (4 – 12)	3,83 ± 2,03 (2 – 7)	0,518	T-test

Os critérios de inclusão foram indivíduos adultos saudáveis, excluindo assim história de fratura, problemas reumáticos, desordens musculoesqueléticas ou neurológicas que afetem o equilíbrio ou não permitam a realização da avaliação ou treino.

Instrumentação

Neste estudo as variáveis foram o equilíbrio e os protocolos de intervenções, sendo o primeiro a variável quantitativa dependente e os segundos a variável independente.

Para verificar a elegibilidade dos indivíduos foi realizado um questionário apenas para recolha de informação que se encontra em anexo, onde se registou o género, a idade, as medidas antropométricas (altura e peso), a perna dominante, ou seja, o membro preferido para chutar uma bola, a prática desportiva e o respetivo número de horas por semana e algumas questões para verificar se respeitavam os critérios de inclusão.

O fisioterapeuta que determinou a elegibilidade do indivíduo para colaborar no estudo desconhecia a que grupo o indivíduo ia pertencer, sendo que estes foram distribuídos aleatoriamente e cegamente pelos dois grupos de intervenção, cada grupo com dez indivíduos. No total compareceram vinte indivíduos, não tendo havido desistências.

Todos os sujeitos participaram de forma cega no estudo. O avaliador e o fisioterapeuta foi o mesmo em todo o processo, não tendo sido ocultada a informação sobre os treinos aplicados aos diferentes grupos. Todos os participantes receberam tratamento conforme o grupo em que estavam inseridos.

Para além do questionário, o instrumento utilizado foi a plataforma de forças de onde se obteve o deslocamento do centro de pressão que serviu para avaliar o equilíbrio.

A plataforma de forças usada foi a *Bertec*® de 40x60 cm modelo FP4060-07-1000. Esta apresenta uma placa altamente sensível indicada especialmente para estudos da marcha e posturografia. Mede simultaneamente três componentes de força e três componentes de momento sobre os eixos x, y e z, portanto esta é uma plataforma de seis componentes. Os dados foram obtidos através do *software* do *Qualisys Track Manager*.

O *Qualisys Track Manager* é um *software* de aquisição de dados para o Windows com uma interface que permite ao utilizador realizar a captura de movimento em duas e três dimensões. Juntamente com o sistema de câmeras *Oqus* são exibidas em tempo real informações em duas, três e seis dimensões, permitindo a confirmação instantânea da aquisição precisa dos dados. Os dados individuais da câmara de duas dimensões são processados e convertidos rapidamente em dados de três ou seis dimensões por algoritmos avançados, adaptáveis a diferentes características do movimento. As câmeras utilizam luz infravermelha para detetar os marcadores.

Na avaliação, para criar uma perturbação recorreu-se a um pêndulo, neste foi colocado um acelerómetro da *Bio Signals Flux* com o *software OpenSignals (r)evolution* que serviu para identificar o momento do impacto do pêndulo com as mãos dos participantes, esse foi considerado o momento inicial. Previamente o acelerómetro foi sincronizado com o *software* do *Qualisys Track Manager*.

Protocolo de Avaliação e de Intervenção

Os indivíduos realizaram uma única sessão de treino de equilíbrio e foram avaliados duas vezes, antes e imediatamente após o treino. Primeiramente recolheu-se o equilíbrio estático basal durante um minuto com os indivíduos em pé sobre a plataforma de forças com os pés descalços afastados à largura dos ombros e com os braços ao longo do corpo.

Dois ensaios foram executados antes da avaliação inicial. Na avaliação, representada na ilustração 1, foram realizados cinco ensaios. Os indivíduos foram instruídos a manter a posição vertical sobre a plataforma de forças com os pés descalços e afastados à largura dos ombros, permanecendo de olhos abertos e em noventa graus de flexão dos ombros mantendo os cotovelos, punhos e dedos em extensão para receber o impacto do pêndulo com as mãos tentando manter o equilíbrio após a perturbação externa. (3)(23)

O mesmo avaliador lançou o pêndulo e os indivíduos apenas receberam o impacto deste, não o agarraram nem o enviaram. O impacto foi induzido no plano sagital com direção posterior por um pêndulo de três quilos e oitocentas gramas. Ao criar esta perturbação externa avalia-se o equilíbrio dinâmico.

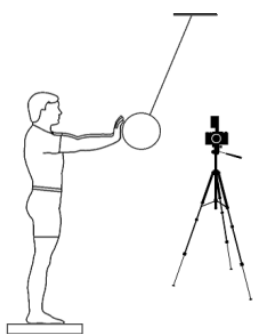


Ilustração 1 - Representação da avaliação

As forças de reação ao solo e os momentos de força foram registados usando a plataforma de forças. O momento da perturbação (impacto do pêndulo) foi identificado usando um acelerómetro e também câmaras que detetam os marcadores presentes no pêndulo e no pulso dos indivíduos.

Depois dos participantes executarem o respetivo protocolo de intervenção fizeram a reavaliação mantendo os mesmos parâmetros da avaliação. Durante todo o procedimento o fisioterapeuta esteve atento para manter a integridade física dos participantes e interveio quando se justificava para evitar quedas.

Protocolo de intervenção 1 – Atirar bola medicinal

O protocolo 1, apresentado na ilustração 2, consistiu em cento e vinte capturas de uma bola medicinal de três quilos jogada ao nível do ombro lançada a uma distância de três metros, três series de quarenta repetições com dois minutos de descanso entre series, com uma duração aproximada de quinze minutos. (3)(23)

Os indivíduos jogaram a bola para o fisioterapeuta na posição de pé com os pés afastados à largura dos ombros com os olhos abertos. A bola era atirada diretamente para a linha média dos indivíduos ou ligeiramente à direita ou à esquerda. No final do treino descansaram dois minutos e efetuaram a reavaliação. (3)(23)

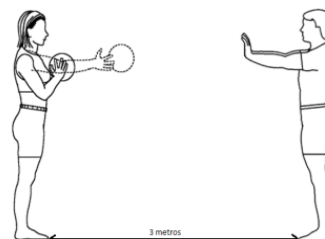


Ilustração 2 - Representação do Protocolo 1 - Atirar bola medicinal

Protocolo de intervenção 2 - BOSU

Este protocolo, retratado na ilustração 3, é constituído por três exercícios: Agachar, alcançar e equilibrar no *BOSU* com uma duração aproximada de quinze minutos. O apoio unipodal foi feito sempre na perna dominante e os exercícios realizados com os olhos abertos. (39)

◆ Agachar no *BOSU*

Os indivíduos equilibraram-se no *BOSU* em apoio unipodal e realizaram um agachamento durante três segundos até ao seu máximo de flexão do joelho conseguindo manter o equilíbrio. Foram realizados seis agachamentos. No fim foi permitido um descanso de um minuto e trinta segundos.

◆ Alcance imprevisto sobre o *BOSU*

Os indivíduos estabilizaram-se em apoio unipodal no *BOSU* que estava no meio de uma meia-lua constituída por cinco cones, numerados individualmente, e tocaram o mais rápido que conseguiram no cone do número atribuído com o membro inferior que não estava em apoio. Os cones estavam a quinze centímetros do *BOSU* e dispostos em meia-lua no lado esquerdo do indivíduo se a perna dominante fosse a direita e vice-versa.

Seis sequências de seis alcances foram realizadas com um descanso de cinco segundos entre elas. A sequência foi sendo ditada pelo fisioterapeuta. Se os indivíduos apoiassem o pé no chão tinham que repetir o último número da sequência que estava a realizar. No fim deste exercício descansaram durante um minuto e trinta segundos.

◆ Equilíbrio no *BOSU*

Os indivíduos foram instruídos a manterem-se em apoio unipodal sobre o *BOSU* durante três minutos. Se saíssem da posição tinham que voltar a ela o mais rapidamente possível. No fim do exercício descansaram dois minutos e realizaram a reavaliação.

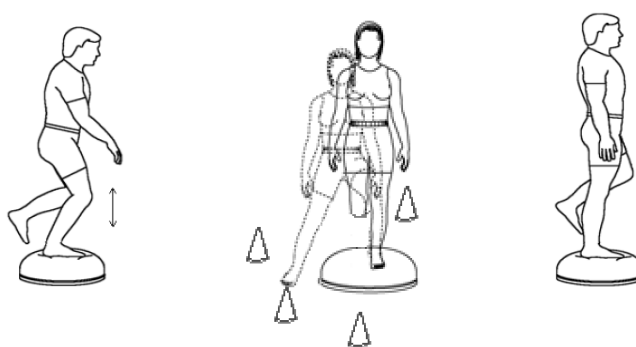


Ilustração 3 - Representação do Protocolo 2 - Da esquerda para a direita: Agachar no *BOSU*; Alcance imprevisto e Equilíbrio no *BOSU*

Processamento dos Dados e Análise Estatística

No pêndulo foi acoplado um acelerómetro da *Bio signals plux* com o *software OpenSignals (r)evolution*. Através deste programa retirou-se o pico da aceleração que correspondia ao momento de impacto do pêndulo com o indivíduo, ou seja, o momento inicial. Este programa foi sincronizado com *Qualisys Track Manager*.

O *software* do *Qualisys Track Manager*, para além de obter os dados da plataforma de forças *Bertec* recolhidos a 1000Hz de onde se obteve o deslocamento do centro de pressão, incorpora câmeras que captam os marcadores que foram colocados no punho dos participantes e no pêndulo conseguindo assim confirmar o momento inicial. Posteriormente os dados recolhidos pelo *Qualisys Track Manager* foram exportados e analisados desde o momento inicial até primeiro segundo. Ao analisar a partir do impacto do pêndulo os resultados referem-se apenas aos ajustes posturais compensatórios.

Para a análise foi utilizada a média das cinco repetições com o recurso a rotinas construídas para o efeito pelo Professor Doutor Orlando Fernandes em *software MATLAB* versão R2018a que permitiram a aplicação de um filtro passa baixo de segunda ordem e a extração dos valores de oscilação ântero-posterior e medio-lateral do centro de pressão.

A análise estatística dos dados extraídos foi efetuada com recurso ao *IBM SPSS Statistics 21.0* e realizou-se a estatística descritiva, verificou-se a normalidade das variáveis, efetuou-se o teste *t* de *Student (t-test)* para amostras independentes e para amostras emparelhadas. O nível de significância adotado neste estudo foi de 5%.

Capítulo III - Resultados

Os grupos na avaliação inicial (T0) exibem as mesmas características, isto é, não apresentam diferenças estatisticamente significativas, o valor de p é maior que 0,05 mostrando assim que são homogêneos, como podemos verificar na tabela 3.

Tabela 3 - Comparação dos grupos no momento T0

Comparação dos grupos no momento T0 (t-test)			
	Média	Desvio-padrão	P-value
Distância total (mm)			
Protocolo 1	1193,98	298,61	0,129
Protocolo 2	1004,01	230,23	
Distância total AP (mm)			
Protocolo 1	367,71	160,29	0,062
Protocolo 2	256,91	73,58	
Distância total ML (mm)			
Protocolo 1	1121,33	277,29	0,181
Protocolo 2	963,89	225,95	
Velocidade média total (mm/s)			
Protocolo 1	1,19	0,30	0,129
Protocolo 2	1,00	0,23	
Velocidade média AP (mm/s)			
Protocolo 1	0,37	0,16	0,062
Protocolo 2	0,26	0,07	
Velocidade média ML (mm/s)			
Protocolo 1	1,12	0,28	0,181
Protocolo 2	0,96	0,23	

Como mostra a tabela 4, em relação a avaliação final (T1) a comparação dos dois grupos manteve-se sem diferenças significativas.

Tabela 4 - Comparação dos grupos no momento T1

Comparação dos grupos no momento T1 (t-test)			
	Média	Desvio-padrão	P-value
Distância total (mm)			
Protocolo 1	1206,11	265	0,078
Protocolo 2	977,66	280,69	
Distância total AP (mm)			
Protocolo 1	386,07	128,34	0,218
Protocolo 2	307,71	145,66	
Distância total ML (mm)			
Protocolo 1	1126,84	265,52	0,086
Protocolo 2	913,95	258,83	
Velocidade média total (mm/s)			
Protocolo 1	1,21	0,26	0,078
Protocolo 2	0,98	0,28	
Velocidade média AP (mm/s)			
Protocolo 1	0,39	0,13	0,218
Protocolo 2	0,31	0,15	
Velocidade média ML (mm/s)			
Protocolo 1	1,13	0,27	0,086
Protocolo 2	0,91	0,26	

A diferença entre grupos relativamente ao rácio entre médias das repetições das variáveis e o basal não apresentou diferenças estatísticas tanto na avaliação inicial como na final, como podemos confirmar na tabela 5 e 6. Comparando a avaliação inicial com a final, verificou-se que no protocolo 1 houve sempre um ligeiro aumento das médias em todos os parâmetros. Também, no protocolo 2 houve um aumento exceto na variável distância total medio-lateral e velocidade média medio-lateral.

Tabela 5 - Comparação entre grupos: rácio da média das repetições e basal em T0

Comparação entre grupos das variáveis relativamente ao rácio entre a média das repetições e o basal em T0 (t-test)			
	Média	Desvio-padrão	P-value
Distância total (mm)			
Protocolo 1	10,39	6,34	
Protocolo 2	8,76	4,72	0,540
Distância total AP (mm)			
Protocolo 1	6,82	3,79	
Protocolo 2	4,87	2,12	0,221
Distância total ML (mm)			
Protocolo 1	12,53	8,41	
Protocolo 2	9,58	5,43	0,380
Velocidade média total (mm/s)			
Protocolo 1	10,39	6,34	
Protocolo 2	8,76	4,72	0,540
Velocidade média AP (mm/s)			
Protocolo 1	6,82	3,79	
Protocolo 2	4,87	2,12	0,221
Velocidade média ML (mm/s)			
Protocolo 1	12,53	8,41	
Protocolo 2	9,58	5,43	0,380

Tabela 6 - Comparação entre grupos: rácio da média das repetições e basal em T1

Comparação entre grupos das variáveis relativamente ao rácio entre a média das repetições e o basal em T1 (t-test)			
	Média	Desvio-padrão	P-value
Distância total (mm)			
Protocolo 1	10,97	7,23	
Protocolo 2	8,79	5,23	0,469
Distância total AP (mm)			
Protocolo 1	7,13	5,70	
Protocolo 2	6,24	4,84	0,726
Distância total ML (mm)			
Protocolo 1	13,36	9,28	
Protocolo 2	9,32	5,69	0,272
Velocidade média total (mm/s)			
Protocolo 1	10,97	7,23	
Protocolo 2	8,79	5,23	0,469
Velocidade média AP (mm/s)			
Protocolo 1	7,13	5,70	
Protocolo 2	6,24	4,84	0,726
Velocidade média ML (mm/s)			
Protocolo 1	13,36	9,28	
Protocolo 2	9,32	5,69	0,272

A tabela 7 mostra que dentro de cada grupo não houve diferenças estatisticamente significativas para todas as variáveis analisadas, distância total, distância total ântero-posterior (AP), distância total medio-lateral (ML), velocidade média total, velocidade média ântero-posterior (AP) e velocidade média medio-lateral (ML).

No protocolo 1 constatou-se que houve sempre um pequeno aumento das médias, enquanto, no protocolo 2 houve uma notável diminuição das médias na distância total e na distância médio-lateral e uma diminuição mínima na velocidade média total e na velocidade média médio-lateral. Em todos os parâmetros relativos à velocidade, as médias de ambos os grupos, mantiveram-se semelhantes antes e depois do treino.

Observou-se que as médias, tanto na avaliação inicial como na final, foram sempre maiores no protocolo 1 em relação ao protocolo 2.

Tabela 7 - Comparação intragrupo

Comparação inicial e final em cada grupo				
	Protocolo 1		Protocolo 2	
	Média ± desvio-padrão	P-value	Média ± desvio-padrão	P-value
Distância total (mm)				
T0	1193,98 ± 298,61		1004,01 ± 230,23	
T1	1206,11 ± 265		977,66 ± 280,70	
Diferença	-12,14 ± 299,46	0,901	26,35 ± 155,71	0,605
Distância total AP (mm)				
T0	367,71 ± 160,29		256,91 ± 73,58	
T1	386,07 ± 128,34		307,71 ± 145,66	
Diferença	-18,36 ± 219,90	0,798	-50,80 ± 146,93	0,303
Distância total ML (mm)				
T0	1121,33 ± 277,29		963,89 ± 225,95	
T1	1126,84 ± 265,52		913,95 ± 258,83	
Diferença	-5,51 ± 246,24	0,945	49,93 ± 119,37	0,219
Velocidade média total (mm/s)				
T0	1,19 ± 0,30		1,00 ± 0,23	
T1	1,21 ± 0,27		0,98 ± 0,28	
Diferença	-0,01 ± 0,30	0,901	0,03 ± 0,16	0,605
Velocidade média AP (mm/s)				
T0	0,37 ± 0,16		0,26 ± 0,07	
T1	0,39 ± 0,13		0,31 ± 0,15	
Diferença	-0,02 ± 0,22	0,798	-0,05 ± 0,15	0,303
Velocidade média ML (mm/s)				
T0	1,12 ± 0,28		0,96 ± 0,23	
T1	1,13 ± 0,27		0,91 ± 0,26	
Diferença	-0,01 ± 0,25	0,945	0,05 ± 0,12	0,219

Capítulo IV - Discussão de Resultados

Este estudo teve como objetivo examinar os efeitos imediatos no equilíbrio após uma única sessão, confrontando dois protocolos de treino, em indivíduos jovens adultos saudáveis, contudo não foi observado nenhum resultado significativo. Estes resultados podem estar relacionados com duração do treino, a população escolhida, a realização de apenas uma sessão, ao tamanho da amostra e à fadiga muscular pós treino.

O protocolo 1, do presente estudo, que consistia em atirar uma bola medicinal foi baseado nos artigos *Aruin et al. (23)* e *Kanekar et al. (3)*, servindo assim, este protocolo como controlo. Nestes dois artigos foi realizada uma sessão de treino atirando a bola medicinal e avaliando, antes e após o treino, o centro de pressão usando a plataforma de forças e um pêndulo para criar uma perturbação. Participando num estudo indivíduos com esclerose múltipla e no outro, jovens adultos saudáveis.

Ao contrário do presente estudo, o de *Aruin et al. (23)* obteve nos ajustes posturais compensatórios, ou seja, no pico do deslocamento, um menor deslocamento ântero-posterior após o treino com um $p = 0,015$ passando de $0,180 \pm 0,008$ m para $0,155 \pm 0,005$ m.

No artigo de *Kanekar et al. (3)* verificou-se que o deslocamento ântero-posterior do centro de pressão no momento inicial da avaliação (T_0) após o treino ($24,53 \pm 1,57$ mm) foi significativamente maior do que antes do treino ($20,99 \pm 1,25$ mm) ($t = -2,834$, $p = 0,020$), mostrando assim um aumento dos ajustes posturais antecipatórios. Mas em relação aos ajustes compensatórios estes foram semelhantes antes e após o treino. Neste artigo também utilizaram o centro de massa, este no momento inicial não foi significativa mas o pico do deslocamento ântero-posterior após o treino ($16,18 \pm 2,30$ mm) foi significativamente menor que o pico do deslocamento antes do treino ($20,04 \pm 1,79$ mm) ($t = 3,873$, $p = 0,003$). (3) Estes resultados fazem-nos refletir uma vez que os ajustes compensatórios apresentam resultados significativos no centro de massa mas não no centro de pressão, o que levanta a hipótese se no presente estudo fosse estudado o deslocamento do centro de massa este teria ou não resultados significativos.

Nos valores acima de ambos os estudos mencionados podemos verificar que apresentam valores do desvio padrão mais pequenos, ao contrário dos resultados do presente estudo onde, por exemplo, no rácio entre a média das repetições e o basal no deslocamento ântero-posterior no protocolo 1 antes do treino os valores obtidos foram $6,82 \pm 3,79$ mm e após $7,13 \pm 5,70$ mm. Estes valores podem dever-se à maior variabilidade dos participantes.

No presente trabalho não foram obtidos efeitos imediatos provavelmente por ser ter realizado apenas uma única sessão de treino de equilíbrio. Em apenas três artigos analisados obtiveram-se resultados significativos numa única sessão. Na maioria dos estudos eram realizadas mais sessões, nomeadamente no artigo de *Cug et al. (39)* onde foram realizadas doze sessões. Este artigo tem semelhanças com o protocolo 2 em que o treino é efetuado com o *BOSU*. Sendo assim é necessário

investigar se os protocolos do presente estudo fossem realizados mais vezes se resultaria em uma melhoria do equilíbrio.

Na prática clínica na maioria dos casos são realizadas quinze sessões contínuas de tratamento, no entanto em casos de acidentados das companhias de seguros podem ser só cinco sessões. Dependendo do caso o treino de equilíbrio pode não ser introduzido na primeira sessão, o que levanta a seguinte questão: qual o número mínimo de sessões em que deve ser feito o treino de equilíbrio para se verificarem melhorias.

O tamanho da amostra e a população escolhida podem ter contribuído para os resultados do presente trabalho. A amostra utilizada era homogênea porém de pequena dimensão, no total de vinte indivíduos, dez em cada grupo sendo estes jovens adultos saudáveis, todavia no artigo de *Kanekar et al.* (3) onde a amostra era composta por trinta indivíduos jovens adultos saudáveis houve resultados significativos mas só havia um grupo que foi avaliado antes e depois da intervenção. Já no estudo de *Aruin et al.* (23) apenas oito indivíduos participaram mas estes apresentavam esclerose múltipla. Devido a essa condição, os participantes tem uma diminuição do controlo postural.

A evidência tem mostrado que um indivíduo apresentando um défice do equilíbrio depois de um protocolo de treino de equilíbrio poderá obter melhores resultados do que um indivíduo saudável. (2) Por exemplo, no estudo de *Hubscher et al.* (2) a execução de um treino só de equilíbrio e outro multi-intervenção foram mais eficazes em atletas com histórico de lesão desportiva do que naqueles sem registo de lesões. Por essa razão, se o presente estudo fosse realizado com uma amostra de indivíduos que apresentassem diminuição do equilíbrio poder-se-iam obter melhores resultados. Para além de os indivíduos serem saudáveis também eram jovens, no estudo de *Tsai et al.* (17) provou-se que a re-estabilização do equilíbrio nos jovens era mais rápida e efetiva do que nos idosos.

Estudos analisados mostram grande diversidade relativamente à duração de cada sessão de treino por isso deveria ser estudado qual o tempo mínimo necessário de treino para obter resultados significativos. No artigo de *Aruin et al.* (23) e *Kanekar et al.* (3) realizaram sessões de vinte a vinte e cinco minutos, apesar de um dos protocolos ser semelhante ao usado neste estudo o tempo de treino foi de quinze minutos, o que pode ter contribuído para a sua ineficácia. O tempo de descanso entre o treino e a avaliação final foi apenas de dois minutos, sendo que a fadiga muscular poderá ter afetado também os resultados.

Na avaliação, a postura para receber o impacto do pêndulo incluía manter os cotovelos esticados, contudo houve dificuldade por parte de alguns participantes em manter os cotovelos esticados depois do impacto apesar de se ter corrigido tanto nos dois ensaios como durante a avaliação, porém permitiu-se fletir ligeiramente os mesmos. Ao fletir excessivamente os cotovelos estes puderam absorver o impacto conseguindo assim diminuir o deslocamento do centro de pressão. Por serem chamados a atenção possivelmente as últimas avaliações foram melhor desempenhadas.

As limitações deste estudo foram devidas à realização de apenas uma sessão de treino, participação de indivíduos jovens saudáveis, amostra pequena, desvio-padrão grande, influência da postura na avaliação, o insuficiente tempo de treino e o pouco tempo de descanso pós-treino.

Observou-se que entre os dois protocolos realizados o protocolo 2 em que se fazia diferentes exercícios com o *BOSU* tornou-se mais desafiante e divertido para os indivíduos podendo ser importante para a motivação e adesão dos indivíduos na prática clínica.

Conclusão

O estudo do equilíbrio é fundamental e necessário visto que parâmetros como a frequência, intensidade e duração do treino mais vantajosos ainda são desconhecidos, diante disso é necessária a realização de um maior número de estudos sobre a temática do equilíbrio. Além disso, os estudos existentes tornam-se difíceis de comparar por serem muito heterogêneos.

Através deste estudo podemos concluir que, em relação aos ajustes posturais compensatórios avaliados com recurso ao deslocamento e velocidade do centro de pressão, o treino de equilíbrio numa única sessão não apresenta resultados significativos nos jovens adultos saudáveis avaliados. No presente estudo a aplicação de protocolos de treino de equilíbrio de sessão única não aumentaram o controlo do equilíbrio em jovens adultos saudáveis. De igual forma, também não se verificou maior eficácia de um protocolo relativamente ao outro na amostra estudada.

Referências Bibliográficas

1. Brachma A, Kamienia A. Balance Training Programs in Athletes – A Systematic Review. *J Hum Kinetics*. 2017;58:45–64.
2. HUBSCHER M, ZECH A, PFEIFER K, HANSEL F, VOGT L, BANZER W. Neuromuscular Training for Sports Injury Prevention: A Systematic Review. *Am Coll Sport Med*. 2010;42(3):413–21.
3. Kanekar N, Aruin AS. Improvement of anticipatory postural adjustments for balance control: effect of a single training session. *J Electromyogr Kinesiol*. 2015;25(2):400–5.
4. Lubetzky-Vilnai A, McCoy SW, Price R, Ciol MA. Young adults largely depend on vision for postural control when standing on a bosu ball but not on foam. *J Strength Cond Res*. 2015;29(10):2907–18.
5. Silveira MC, Lemos LFC, Pranke GI, Mota CB. Correlações entre centro de massa e centro de pressão. *Rev Bras Ciência e Mov*. 2013;21(1):36–40.
6. Nashner LM. Balance and Posture Control. *Encyclopedia of Neuroscience*. 2010. p. 21–9.
7. Duarte M, Freitas SMSF. Revision of posturography based on force plate for balance evaluation. *Rev Bras Fisioter [Internet]*. 2010;14(3):183–92. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20730361>
8. Nashner LM. Balance and Posture Control. Elsevier Ltd. 2009. p. 21–9.
9. Oh SE, Choi A, Hwan J. Prediction of ground reaction forces during gait based on kinematics and a neural network model. *J Biomech [Internet]*. Elsevier; 2013;46(14):2372–80. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jbiomech.2013.07.036>
10. Maria A, Barela F, Duarte M, Biofísica L De, Educação E De, Paulo UDS. Utilização da plataforma de força para aquisição de dados cinéticos durante a marcha humana. *Brazilian J Mot Behav*. 2011;6(1):56–61.
11. Santos DA, Fukuchi CA, Fukuchi RK, Duarte M. A data set with kinematic and ground reaction forces of human balance. *PeerJ*. 2017;1–17.
12. Aoki H, Demura S, Hirai H. Laterality of Static and Dynamic Balance Abilities during One-leg Standing. *Am J Sport Sci Med*. 2018;6(1):11–4.
13. Gonçalves GA, Kamonseki DH, Martinez BR, Nascimento MA, Junior IL, Yi LC. Static, dynamic balance and functional performance in subjects with and without plantar fasciitis. *Fisioter Mov*. 2017;30(1):19–27.
14. Bressel E, Yonker JC, Kras J, Heath EM. Comparison of Static and Dynamic Balance in Female Collegiate Soccer, Basketball, and Gymnastics Athletes. *J Athl Train*. 2007;42(1):42–6.
15. Gribble PA, Hertel J, Facsm A, Plisky P. Using the Star Excursion Balance Test to Assess Dynamic Postural-Control Deficits and Outcomes in Lower Extremity Injury: A Literature and Systematic Review. *J Athl Train*. 2012;47(3):339–57.
16. Park J, Cho K, Lee W. Effect of Jumping Exercise on Muscle Strength and Balance of Elderly People: a Randomized Controlled Trial. *J Phys Ther Sci [Internet]*. 2012;24(12):1345–8. Available from: <http://japanlinkcenter.org/DN/JST.JSTAGE/jpts/24.1345?lang=en&from=CrossRef&type=abstract>
17. Tsai Y-C, Hsieh L-F, Yang S. Age-related changes in posture response under a continuous and unexpected perturbation. *J Biomech [Internet]*. Elsevier; 2014

Jan;47(2):482–90. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jbiomech.2013.10.047>

18. Woollacott M, Shumway-cook A. Attention and the control of posture and gait : a review of an emerging area of research. *Gait Posture* 16. 2002;16:1–14.
19. Ben Moussa Zouita A, Majdoub O, Ferchichi H, Grandy K, Dziri C, Ben Salah FZ. The effect of 8-weeks proprioceptive exercise program in postural sway and isokinetic strength of ankle sprains of Tunisian athletes. *Ann Phys Rehabil Med* [Internet]. Elsevier Masson SAS; 2013 Dec;56(9–10):634–43. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.rehab.2013.08.003>
20. Stanek JM, Meyer J, Lynall R. Single-Limb-Balance Difficulty on 4 Commonly Used Rehabilitation Devices. *J Sport Rehabil*. 2012;(21):288–95.
21. Linens SW, Ross SE, Arnold BL. Wobble Board Rehabilitation for Improving Balance in Ankles With Chronic Instability. *Clin J Sport Med*. 2016. 76-82 p.
22. Kanekar N, Aruin AS. Aging and balance control in response to external perturbations : Role of anticipatory and compensatory postural mechanisms. *Am Aging Assoc*. 2014;(36):1067–77.
23. Aruin AS, Ganesan M, Lee Y. Improvement of postural control in individuals with multiple sclerosis after a single-session of ball throwing exercise ☆. *Mult Scler Relat Disord* [Internet]. Elsevier B.V.; 2017;17:224–9. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.msard.2017.08.013>
24. Conceição JS, Araújo FGS de, Santos GM, Keighley J, Santos MJ dos. Changes in Postural Control After a Ball-Kicking Balance Exercise in Individuals With Chronic Ankle Instability. *J Athl Train*. 2016;51(6):480–90.
25. Lee P, Tsai Y, Liao Y, Yang Y, Lu F, Lin S. Reactive balance control in older adults with diabetes. *Gait Posture* [Internet]. Elsevier; 2018;61(1):67–72. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2017.12.030>
26. Santos MJ, Kanekar N, Aruin AS. The Role of Anticipatory Postural Adjustments in Compensatory Control of Posture: 2. Biomechanical Analysis Article. *J Electromyogr Kinesiol*. 2010;20(3):398–405.
27. Qiu H, Xiong S. Center-of-pressure based postural sway measures: Reliability and ability to distinguish between age , fear of falling and fall history. *Int J Ind Ergon* [Internet]. Elsevier Ltd; 2015;47:37–44. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ergon.2015.02.004>
28. Zech A, Hubscher M, Vogt L, Banzer W, Hansel F, Pfeifer K. Balance Training for Neuromuscular Control and Performance Enhancement: A Systematic Review. *J Athl Train*. 2010;45(4):392–403.
29. Wright CJ, Linens SW, Cain MS. A Randomized Controlled Trial Comparing Rehabilitation Efficacy in Chronic Ankle Instability. *J Sport Rehabil*. 2016;0.
30. Linens SW, Ross SE, Arnold BL, Gayle R, Pidcoe P. Postural-Stability Tests That Identify Individuals With Chronic Ankle Instability. *J Athl Train*. 2014;49(1):15–23.
31. SCHILLING BK, FALVO MJ, KARLAGE RE, WEISS LWCAL, CHIU LZ. EFFECTS OF UNSTABLE SURFACE TRAINING ON MEASURES OF BALANCE IN OLDER ADULTS. *J Strength Cond Res*. 2009;23(4):1211–6.
32. Woellner SS, Araujo AG dos S, Martins JS. Protocolos de equilíbrio e quedas em idosos. *Neurociencias* [Internet]. 2014;10(2):104–17. Available from: http://www.ace.br/documentos/fisioterapia/2014/artigo_protocolos_de_equilibrio_alisson.pdf

33. Figueiredo KMOB de, Lima KC De, Guerra RO. Instrumentos de avaliação do equilíbrio corporal em idosos. *Rev Bras Cineantropometria Desempenho Hum.* 2007;4(9):408–13.
34. Ridder R De, Willems TM, Vanrenterghem J, Roosen P. Effect of a Home-based Balance Training Protocol on Dynamic Postural Control in Subjects with Chronic Ankle Instability. *Int J Sport Med.* 2015;36:596–602.
35. Lesinski M, Hortobagyi T, Muehlbauer T, Gollhofer A, Granacher U. Dose-Response Relationships of Balance Training in Healthy Young Adults : A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sport Med.* 2014;20.
36. Kim SG, Lee C-W. The Effects of Hippotherapy on Elderly Persons' Static Balance and Gait. *J Phys Ther Sci [Internet].* 2014;26(1):25–7. Available from: <http://jlc.jst.go.jp/DN/JST.JSTAGE/jpts/26.25?lang=en&from=CrossRef&type=abstract>
37. Rispens SM, Schooten KS Van, Pijnappels M, Daffertshofer A, Beek PJ. Identification of Fall Risk Predictors in Daily Life Measurements: Gait Characteristics' Reliability and Association With Self-reported Fall History. *Neurorehabil Neural Repair.* 2014;
38. Rogers ME, Rogers NL, Takeshima N, Islam MM. Methods to assess and improve the physical parameters associated with fall risk in older adults. *Prev Med (Baltim).* 2003;36:255–64.
39. Cug M, Duncan A, Wikstrom E. Comparative Effects of Different Balance-Training–Progression Styles on Postural Control and Ankle Force Production: A Randomized Controlled Trial. *J Athl Train.* 2016;51(2):101–10.
40. Postle K, Pak D, Smith TO. Effectiveness of proprioceptive exercises for ankle ligament injury in adults : A systematic literature and meta-analysis. *Man Ther [Internet]. Elsevier Ltd;* 2012;17(4):285–91. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.math.2012.02.016>
41. Kim Y-N, Lee D-K. Effects of horse-riding exercise on balance, gait, and activities of daily living in stroke patients. *J Phys Ther Sci [Internet].* 2015;27(3):607–9. Available from: <http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=4395674&tool=pmcentrez&rendertype=abstract>
42. Bermúdez i Badia S, Fluét GG, Llorens R, Deutsch JE. Virtual Reality for Sensorimotor Rehabilitation Post Stroke: Design Principles and Evidence. *Neurorehabilitation Technology [Internet]. Cham: Springer International Publishing;* 2016. p. 573–603. Available from: http://link.springer.com/10.1007/978-3-319-28603-7_28
43. Silveira ABG, Oliveira Dos Passos J, Paiva de Brito D, Campos TF. Comparison of the immediate effect of the training with a virtual reality game in stroke patients according side brain injury. *NeuroRehabilitation [Internet].* 2014;35:1–7. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24990008>
44. da Silva Ribeiro NM, Ferraz DD, Pedreira É, Pinheiro Í, da Silva Pinto AC, Neto MG, et al. Virtual rehabilitation via Nintendo Wii® and conventional physical therapy effectively treat post-stroke hemiparetic patients. *Top Stroke Rehabil [Internet].* 2015 Aug 25;22(4):299–305. Available from: <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=cmedm&AN=26258455&site=ehost-live>
45. Klamroth S, Steib S, Devan S, Pfeifer K. Effects of Exercise Therapy on Postural Instability in Parkinson Disease. *J Neurol Phys Ther [Internet].* 2016 Jan;40(1):3–14. Available from: <http://content.wkhealth.com/linkback/openurl?sid=WKPTLP:landingpage&an=01253086-201601000-00002>
46. Mhatre P V, Vilares I, Stibb SM, Albert M V, Pickering L, Marciniak CM, et al. Wii Fit Balance Board Playing Improves Balance and Gait in Parkinson Disease. *Am Acad Phys*

Med Rehabil [Internet]. American Academy of Physical Medicine and Rehabilitation; 2013;1–9. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.pmrj.2013.05.019>

47. Domínguez-Navarro F, Igual-Camacho C, Silvestre-Muñoz A, Roig-Casasús S, Blasco JM. Effects of balance and proprioceptive training on total hip and knee replacement rehabilitation: A systematic review and meta-analysis. *Gait Posture* [Internet]. Elsevier B.V.; 2018 May;62:68–74. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2018.03.003>
48. Verhagen E, Bobbert M, Inklaar M, Kalken M Van, Beek A van der, Bouter L, et al. The effect of a balance training programme on centre of pressure excursion in one-leg stance. *Clin Biomech*. 2005;20:1094–100.
49. Diest M Van, Lamoth CJC, Stegenga J, Verkerke GJ, Postema K. Exergaming for balance training of elderly : state of the art and future developments. *J Neuroeng Rehabil* [Internet]. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*; 2013;10(101):1–12. Available from: *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*

Anexo

Questionário

O seguinte questionário serve para verificar os critérios de inclusão para um estudo cujo objetivo é investigar os efeitos de dois protocolos de exercício numa única sessão de treino na melhoria do equilíbrio em indivíduos adultos saudáveis no âmbito do mestrado em Fisioterapia. Se estiver interessado em participar pedimos-lhe que o preencha. Os dados de identificação aqui recolhidos apenas servem para o contactarmos no futuro caso sejam cumpridos os critérios de elegibilidade, não sendo usados para qualquer outro fim.

Nome: _____	Género: _____
Altura: _____	Idade: _____
Peso: _____	
Perna dominante (a que utiliza para chutar uma bola): _____	
Pratica desporto? Se sim, qual e com que frequência (nº de horas por semana)? _____	

	Não	Sim	Se sim, quais? E há quanto tempo?
Alguma vez sofreu fractura?			
Sofre de problemas reumáticos (artrose, osteoporose, etc.)?			
Sofre de desordens neurológicas (Parkinson, AVC, etc.)?			
Tem problemas de equilíbrio?			
Nos últimos 6 meses sofreu alguma desordem musculoesquelética (entorse, ruptura muscular, etc.)?			
Tem algum problema de visão não corrigido?			
Está a tomar alguma medicação?			

