

**Escola Superior de Saúde
Instituto Politécnico do Porto**

Bárbara Daniela Rodrigues Goulart

barbaradrgoulart@outlook.com

**Efeitos imediato e a longo prazo da adaptação do
ballon-blowing exercise na mecânica ventilatória**

Dissertação submetida à Escola Superior de Saúde para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Fisioterapia – Opção Cardiorrespiratória, realizada sob a orientação científica Professor Doutor António Mesquita Montes, Professor Adjunto, da Área Técnico-Científica de Fisioterapia.

Setembro de 2018

Efeitos imediato e a longo prazo da adaptação do *ballon-blowing exercise* na mecânica ventilatória

Bárbara Goulart¹, António Mesquita Montes², Andreia Noites², Ágata Vieira²
Paulo Carvalho², Rita Santos², Rui Vilarinho²

¹ESS-P.Porto – Escola Superior de Saúde, Politécnico do Porto

²ATCFT – Área Técnico-Científica da Fisioterapia

Resumo

Introdução: Durante a inspiração, a contração sinérgica dos músculos do soalho pélvico e transversal abdominal proporciona a estabilização da base do tórax promovendo a sustentação das vísceras para suporte do diafragma. De facto, a adaptação do *ballon-blowing exercise*, como um exercício específico de controlo motor do *core* abdominal, otimiza a contração do diafragma com o potencial aprimoramento do padrão ventilatório. **Objetivo:** Analisar os efeitos imediato e a longo prazo da adaptação do *ballon-blowing exercise*, como um exercício específico de controlo motor do *core* abdominal, no movimento toraco-abdominal, em jovens saudáveis. **Métodos:** *Randomized controlled trial*, composto por dois estudos: A (efeito imediato) e B (efeito a longo prazo). O estudo A teve uma amostra constituída por 42 voluntários saudáveis, alocados aleatoriamente em grupo experimental (n=21; 21,33±1,88 anos), que realizou a adaptação do *ballon-blowing exercise*, e em grupo placebo (n=21; 21,62±1,56 anos) que se manteve em decúbito dorsal em tripla flexão, durante o período do exercício. O estudo B teve uma amostra constituída por 16 voluntários que pertenceram ao estudo A, alocados aleatoriamente em grupo experimental (n=8; 21,00 [21,00;22,00]anos), que realizaram treino do exercício específico referido anteriormente durante sete semanas e em grupo placebo (n=8; 22,00 [21,00;22,00]anos), que não realizaram qualquer treino específico durante o mesmo período. Antes, imediatamente após a execução do exercício e sete semanas após o treino foi avaliado o movimento toraco-abdominal durante a ventilação a volume corrente, com recurso ao sistema *Qualisys Motion Capture*. Com um nível de significância de 0,05, para o estudo A, recorreu-se ao teste *t-Student* para amostras independentes (comparação entre grupos) e para amostras emparelhadas (comparação entre momentos de avaliação). Para o estudo B, recorreu-se ao teste de *Mann-Whitney* (comparação entre grupos) e ao teste de *Wilcoxon Signed Rank Test* (comparação entre momentos de avaliação). **Resultados:** No estudo A, verificou-se que, em M1, o movimento médio-lateral do tórax inferior foi significativamente maior no grupo experimental, comparativamente ao grupo placebo ($p=0,025$). No mesmo estudo verificou-se que, apesar de não existirem diferenças significativas entre grupos, no grupo experimental, o movimento médio-lateral do tronco superior aumentou significativamente de M0 para M1 ($p=0,024$). No estudo B, verificou-se que, em M2, os movimentos médio-laterais do tórax superior e inferior foram significativamente maiores no grupo experimental, comparativamente ao grupo placebo ($p=0,002$ e $p=0,001$, respetivamente). A taxa de adesão ao treino dos participantes incluídos no estudo B foi, em média, 95,25%. **Conclusão:** A adaptação do *ballon-blowing exercise*, como um exercício específico de controlo motor do *core* abdominal, repetida no tempo demonstrou ter impacto ao nível do movimento toraco-abdominal, nomeadamente, no aumento do diâmetro transversal (médio-lateral), o que pressupõe uma alteração positiva do padrão ventilatório.

Palavras-chave: Controlo postural, Ventilação, *Ballon-blowing exercise*, *90/90 bridge with ball and ballon*, Movimento toraco-abdominal

Abstract

Background: During the inspiration, the synergic contraction of the pelvic floor and transverse abdominal muscles provides the stabilization of the base of the chest, promoting the support of the viscera to hold the diaphragm. In fact, the adaptation of the abdominal core motor control as one specific exercise of the abdominal core motor control, optimizes the contraction of the diaphragm and promotes the improvement of the ventilatory pattern. **Aim(s):** To analyze the immediate and long-term effects related to the adaptation of *ballon-blowing exercise* as one specific abdominal motor control exercise on the thoracoabdominal movement in healthy youngsters. **Methods:** “*Randomized controlled trial*”, consisting on two studies: A (immediate effect) and B (long-term effect). Study A had a sample consisting of 42 healthy volunteers, randomly assigned to an experimental group (n=21, 21.33±1.88 years), who performed the adaptation of *ballon-blowing exercise* and on a placebo group (n=21, 21.62±1.56 years), who remained in supine position in triple flexion during the exercise period.. Study B had a sample consisting of 16 volunteers also assigned to study A, randomly assigned to an experimental group (n=8; 21.00 [21.00;22.00]years), who performed training of the specific exercise referred to above during seven weeks and on a placebo group (n=8; 22.00 [21.00;22.00]years) who did not perform any specific training during the same period. Before, immediately after the execution of the exercise, and seven weeks after the training, the thoracoabdominal movement was evaluated during ventilation at tidal volume, using the Qualisys Motion Capture system. With a significance level of 0.05, for the Study A, was used the *t-Student* test for independent samples (comparison between groups) and for paired samples (comparison between moments of evaluation). For Study B, was used the *Mann-Whitney* test (comparison between groups) and the *Wilcoxon Signed Rank Test* (comparison between moments of evaluation) were used. **Results:** In the Study A, it was observed that, in M1, the mid-lateral movement of the lower thorax was significantly higher in the experimental group, compared to the placebo group ($p=0,025$). In the same study it was observed that, although there were no significant differences between groups, in the experimental group, the mid-lateral movement of the upper trunk increased significantly from M0 to M1 ($p=0,024$). In the Study B, it was observed that, in M2, the mid-lateral movements of the upper and lower thorax were significantly higher in the experimental group, compared to the placebo group ($p=0,002$ and $p=0,001$, respectively) The training adherence rate of participants included in study B was, on average, 95,25%. **Conclusion:** The adaptation of the “*ballon blowing exercise*” as a specific exercise of the motor control of the abdominal core, repeated over time has been shown to have an impact on the level of thoracoabdominal movement, namely, in the increase of the transverse diameter (medial-lateral), which presupposes a positive alteration of the ventilatory pattern.

Key words: Postural control, Ventilation, Ballon-blowing exercise, 90/90 bridge with ball and ballon, Thoracoabdominal movement

1. Introdução

O padrão ventilatório é, essencialmente, condicionado pela expansão médio-lateral do tórax inferior sendo, por conseguinte, influenciado pela posição e relação anatómica da zona de aposição (ZOA) – área de contacto entre o diafragma e a caixa torácica – com a caixa torácica inferior. De facto, o comprimento da ZOA é controlado pelos músculos que compõem o *core* abdominal, nomeadamente, os músculos do soalho pélvico, transverso abdominal e diafragma (Boyle, Olinick, & Lewis, 2010; De Troyer & Estenne, 1988).

Durante a fase inspiratória, enquanto a cúpula do diafragma desce e cria uma pressão negativa no tórax, forçando a entrada de ar nos pulmões, uma posição adequada da ZOA promove um movimento de elevação e rotação externa das costelas (De Troyer & Estenne, 1988), verificando-se uma expansão vertical e médio-lateral da caixa torácica (Hodges & Gandevia, 2000).

A ineficiência da ZOA compromete tanto a ventilação como a postura (Boyle et al., 2010; De Troyer & Estenne, 1988). Se, por um lado, a ventilação torna-se ineficiente devido à ineficácia do diafragma na fase inspiratória pela diminuição da pressão transdiafragmática (Loring & Mead, 1982), por outro lado, a diminuição da ativação do músculo transverso abdominal compromete não só a ventilação como a estabilidade da coluna lombar (Bye, Esau, Walley, Macklem, & Pardy, 1984; Loring & Mead, 1982). A dessincronização das funções postural e ventilatória dos músculos do *core* abdominal é uma das principais causas de alteração do padrão ventilatório.

Posto isto, torna-se clara a necessidade de criar planos de treino que promovam a contração dos músculos do soalho pélvico, transverso abdominal e diafragma (Richardson, Hodges, & Hides, 2004) pelas suas funções no controlo/estabilização postural e na ventilação (Hodges, Butler, McKenzie, & Gandevia, 1997; Hodges, 1999; Hodges, Gandevia, & Richardson, 1997; Hodges, Heijnen, & Gandevia, 2001; Hodges & Richardson, 1997; Sapsford et al., 2001). De facto, Seo (2012), citado por Jun, Kim, Nam, e Kim (2016), e Kandare et al. (2002) sugerem que o fortalecimento do músculo transverso abdominal irá potencialmente melhorar o padrão ventilatório.

O *ballon-blowing exercise* é, segundo Boyle et al. (2010), um exemplo específico de um exercício que integra a co-ativação dos músculos abdominais profundos com os músculos do soalho pélvico e diafragma. Os mesmos autores descrevem o exercício com recurso a um balão, tal como o nome indica, que deve ser colocado na boca posteriormente a uma inspiração, a 75% do máximo, pelo nariz e previamente a uma expiração para dentro do objeto. Os tempos de inspiração e expiração são lentos (3-4 segundos e 5-8 segundos,

respetivamente) para promover o relaxamento do sistema neuromuscular e do sistema nervoso parassimpático (Boyle et al., 2010).

No sentido de otimizar a contração da ZOA e de incluir os músculos responsáveis pela estabilização da coluna, Boyle et al. (2010) sugeriram o posicionamento “*90/90 bridge with ball and ballon*”, desenvolvido pelo *Postural Restoration Institute*TM, para a realização do *ballon-blowing exercise*. Esta técnica foi projetada com o objetivo de otimizar o diafragma nas suas funções posturais e respiratórias, segundo Ebmeier e Hruska (2010), citado por Boyle et al. (2010). O “*90/90 bridge with ball and ballon*” utiliza a contração de diversos músculos, nomeadamente, dos abdominais, originando um movimento caudal e posterior das costelas que, por conseguinte, favorece o relaxamento dos músculos paravertebrais e que, por sua vez, através da inibição recíproca, ajuda a diminuir a lordose. A ativação dos músculos isquiotibiais e glúteo máximo, devido à orientação oblíqua das fibras deste último (Moore, Dalley, & Agur, 2013), promove a retroversão da pélvis e depressão e rotação interna das costelas. Esta posição da pélvis e das costelas ajuda a diminuir o comprimento abdominal e a aumentar o comprimento do diafragma. Para além disso, este procedimento serve-se de uma bola entre os joelhos com o objetivo de promover a ativação dos músculos adutores e a co-contracção dos músculos do soalho pélvico. Todas estas alterações posturais impostas pelo posicionamento favorecem a contração da ZOA, criando, segundo Boyle et al. (2010), um vínculo direto entre a estabilidade lombo-pélvica e a mecânica ventilatória.

Desta forma, torna-se pertinente a concretização do presente estudo, na medida em que, o principal objetivo será testar experimentalmente um exercício adaptado do *ballon-blowing exercise*, que foi apenas descrito (não tendo ainda sido verificada a sua validade), com recurso ao posicionamento desenvolvido pelo *Postural Restoration Institute*TM. E, especificamente, pretende-se verificar a sua eficácia imediatamente após a realização do exercício e a longo prazo (após sete semanas de treino) na mecânica ventilatória, de jovens saudáveis.

2. Métodos

2.1. Desenho de estudo

A metodologia de investigação foi quantitativa, com desenho de estudo do tipo *Randomized controlled trial*.

Foram realizados dois estudos, sendo que, o estudo A teve como objetivo avaliar os efeitos imediatos após a execução de um exercício específico, baseado no *ballon-blowing exercise*, e o estudo B avaliar os efeitos a longo prazo (após sete semanas de treino do exercício).

Os participantes, voluntários saudáveis, foram divididos de forma aleatória em dois grupos: grupo experimental (GE) e grupo placebo (GP). Para ambos os estudos, o GE realizou o exercício específico no posicionamento “*90/90 bridge with ball and ballon*”, por sua vez, o GP realizou o exercício em decúbito dorsal com tripla flexão dos membros inferiores, durante o mesmo período.

Os indivíduos pertencentes ao GE do estudo B foram instruídos de forma a efetuarem o treino três vezes por semana, durante sete semanas, perfazendo um total de 21 vezes de realização do exercício. Esta informação foi registada, semanalmente, numa folha de registo de treino fornecida aos participantes (Anexo 1).

2.2. Amostra

A população-alvo deste estudo foi constituída por estudantes da Escola Superior de Saúde (ESS) – Instituto Politécnico do Porto (P.Porto), de ambos os sexos, com idades compreendidas entre os 18 e os 25 anos de idade.

Como critérios de inclusão para o estudo B foram admitidos os indivíduos do GE que, através da análise da folha de registo de treino, tivessem executado pelo menos 14 vezes o exercício de um total de 21, ou seja, cuja taxa de adesão fosse igual ou superior a 67%.

Por outro lado, foram excluídos: indivíduos que tivessem realizado exercício físico vigoroso, ou seja, 30 minutos por dia, em cinco ou mais dias por semana, por um período de tempo semanal igual a 150 minutos, a moderado, isto é, 20 minutos por dia, três ou mais dias por semana, por um período de tempo semanal igual a 75 minutos (Pescatello, 2014); indivíduos que apresentassem sintomas gripais ou infeção respiratória (da Silva et al., 2012), até uma semana antes da recolha dos dados (Almeida et al., 2007); indivíduos com fraturas recentes nas costelas e dor (Duarte & Helfstein, 2011); indivíduos sujeitos a cirurgias no último ano; indivíduos com dor lombo-pélvica crónica não especificada (Lee, Chang, Coppieters, & Hodges, 2010) por um período superior a três meses; indivíduos com patologias pulmonares (Ambrozin & Cataneo, 2005; Caldeira et al., 2007; Lee et al., 2010;

Monteiro, 2008) e da caixa torácica prévia (da Silva et al., 2012; Duarte & Helfstein, 2011); e indivíduos com diminuição do comprimento dos membros inferiores e outras assimetrias posturais.

2.3. Instrumentos

2.3.1. Seleção e caracterização da amostra

Criado a partir do *Google Forms* (Google LLC, Estados Unidos da América), o questionário de seleção e caracterização da amostra incluiu 10 questões principais para verificar os critérios de participação de estudo, para além de perguntas acerca dos dados pessoais do inquirido (idade e sexo).

Neste sentido, com este questionário pretendeu-se obter informações acerca dos hábitos de vida (hábitos tabágicos, hábitos etílicos e prática de exercício físico) e de saúde (sintomas gripais/infeção respiratória recente, fraturas nos últimos três meses, dores e/ou cirurgias nos últimos doze meses, dor lombo-pélvica por um período superior a três meses, doença do foro respiratório e dismetria de membros ou outras assimetrias posturais conhecidas).

A identificação do participante foi definida pelas iniciais do nome completo do indivíduo, seguidas da idade do mesmo. Esta informação permitiu manter os dados adquiridos em anonimato.

Os dados relativos à massa corporal, massa muscular e percentagem de massa gorda total foram obtidos através de uma balança de impedância bioelétrica – *Tanita BC-543 InnerScan™* (*Tanita Corporation of America, Inc., Arlington Heights, Estados Unidos da América*), com precisão de 0,1 Kg e 0,1%.

Para obtenção da altura recorreu-se ao estadiómetro *seca 222*, com precisão de 0,1 cm (*seca – Medical Scales and Measuring Systems®*, *Birmingham, Reino Unido*) e para obtenção do perímetro da cintura e da anca recorreu-se a uma fita métrica inelástica *SECA203* (*seca – Medical Scales and Measuring Systems®*, *Birmingham, Reino Unido*), com uma faixa de medição de 0-205 cm e uma precisão de 0,1 cm.

2.3.2. Movimento toraco-abdominal

O *Qualisys Motion Capture System* (*Qualisys AB, Gothenburg, Suécia*), composto por sete câmaras de infravermelhos *Oqus 1*, com uma frequência de aquisição de 100Hz, permitiu identificar as fases do ciclo ventilatório e avaliar a magnitude do movimento toraco-abdominal, através da aplicação de dez marcadores refletivos na região anterior, lateral e posterior do tórax e abdominal do participante avaliado, através da captação, e posterior

conversão, em imagem a três dimensões. A calibração do instrumento foi efetuada previamente à utilização do mesmo e teve uma duração de 60 segundos, sendo que, a captação do sinal só poderia decorrer quando o desvio-padrão fosse inferior a 0,50mm.

Os dados recolhidos foram processados no programa *Qualisys Track Manager*, integrado no *Qualisys Motion Capture System*.

2.4. Procedimentos

2.4.1. Estudo-piloto

Previamente à seleção da amostra e à recolha de dados, realizou-se um estudo-piloto que teve como objetivo testar a metodologia e, por conseguinte, avaliar a viabilidade do protocolo definido. Assim sendo, foram aplicados os procedimentos previamente definidos, inclusive os questionários, a seis indivíduos, que apresentavam características semelhantes à amostra final, mas não pertencentes a esta.

2.4.2. Seleção e caracterização da amostra

Redigida a versão final, após realização do estudo-piloto, foi pedida autorização a docentes da ESS-P.Porto para que os investigadores deste estudo, nos últimos 15 minutos de aula, pudessem entrar nas salas-de-aula e pudessem explicar aos alunos os objetivos do estudo, bem como, os direitos e deveres, tanto dos participantes como dos investigadores para, de seguida, convidá-los a participar no projeto. Foram ainda esclarecidas todas as dúvidas que surgiram no decorrer da apresentação. Os indivíduos que revelaram interesse em participar no estudo assinaram a declaração de consentimento informado, segundo a Declaração de Helsínquia (Anexo 2), e foi-lhes fornecido o *link* para preencherem um questionário de seleção e caracterização da amostra (Anexo 3) e que, posteriormente, permitiu selecionar a potencial amostra final, através da aplicação dos critérios de participação do estudo estabelecidos previamente.

Conhecidos os participantes que poderiam integrar o estudo procedeu-se à randomização aleatória, efetuada por um investigador não envolvido no estudo, por amostragem simples, em dois grupos (GE e GP). Posteriormente, os participantes foram contactados para comparecerem num laboratório de biomecânica e dar início à recolha de dados.

2.4.3. Recolha de dados

A fase seguinte visou a recolha de dados no Centro de Estudos do Movimento e Atividade Humana (CEMAH), localizado nas imediações da ESS-P.Porto. De forma a evitar o erro inter-observador, a recolha de dados foi efetuada sempre pelo mesmo investigador.

Numa primeira fase, solicitou-se aos participantes que permanecessem na posição ortostática, que olhassem para o horizonte, com os membros superiores ao longo do corpo e descalços. Os pés foram colocados à largura dos ombros, no caso dos indivíduos do sexo masculino, e das coxo-femorais, no caso dos indivíduos do sexo feminino (Martins & Marinho, 2003). De seguida, avaliou-se a postura dos indivíduos, com o objetivo de verificar possíveis assimetrias posturais e, para descartar possíveis dismetrias, com recurso a uma fita métrica, mediu-se os membros inferiores, em decúbito dorsal, tendo como pontos de referência a espinha ílica ântero-superior (proximal) e o maléolo interno (distal) (Santili, Waisberg, Akkari, Fávaro, & Prado, 1998).

Para avaliar a estatura dos indivíduos, estes colocaram-se novamente na posição ortostática, com os calcâneos, os glúteos e a parte posterior da cabeça encostados a uma parede, recorrendo-se a um estadiómetro fixo numa parede. De seguida, com o auxílio de uma fita métrica e no final da expiração a volume corrente, obteve-se o perímetro da cintura, tendo como ponto de referência as cristas ilíacas e o perímetro da anca, tendo como ponto de referência o grande trocânter (Pescatello, 2014). De seguida, calculou-se a média, em cm, das três medições (não consecutivas) efetuadas em cada uma das regiões (Martins & Marinho, 2003).

Obtidos os valores da estatura e dos perímetros da cintura e da anca, calculou-se os rácios cintura-estatura e cintura-anca através das seguintes fórmulas: $\frac{\text{perímetro da cintura}}{\text{estatura}}$ e $\frac{\text{perímetro da cintura}}{\text{perímetro da anca}}$, respetivamente (World Health Organization, 2008).

Por fim, através de uma balança de impedância foram obtidos os valores relativos à massa muscular e à percentagem de massa gorda total (TANITA, 2011). Para esta medição, informou-se previamente os participantes de que não poderiam beber água até duas horas antes nem poderiam comer nas oito horas prévias à recolha. Cumpridos todos os cuidados, solicitou-se aos indivíduos que se descalçassem para se proceder à desinfeção de ambos os pés e que, após a igual desinfeção do instrumento de medida, subissem para a balança e olhassem para o horizonte, não efetuando nenhum movimento durante a medição.

Para obtenção do índice de massa corporal (IMC) utilizou-se, segundo a World Health Organization (2008), a seguinte fórmula: $IMC \left(\frac{Kg}{m^2} \right) = \frac{\text{massa corporal (Kg)}}{\text{estatura}^2(m^2)}$.

Seguiu-se a colocação de dez pontos refletores nos pontos descritos na Tabela 1, em todos os indivíduos. A magnitude do movimento ântero-posterior da costal superior (APTS) foi definida pela distância entre o ponto aplicado no manúbrio e o ponto colocado na primeira vértebra torácica. A magnitude do movimento ântero-posterior da costal média (APTI) foi definida pela distância entre o ponto aplicado na apófise xifóide e o ponto colocado na sétima vértebra torácica. A magnitude do movimento ântero-posterior abdominal (APA) pela distância entre o ponto aplicado no umbigo e o ponto colocado na terceira vértebra lombar. A magnitude do movimento médio-lateral da grade costal superior (MLTS) pela distância entre os dois pontos localizados ao nível da quarta costela, localizados em pontos opostos, ligeiramente anteriores à linha axilar e a magnitude do movimento médio-lateral da grade costal inferior (MLTI) pela distância entre os dois pontos localizados ao nível da nona costela, localizados em pontos opostos, ao nível da linha axilar (Figura 1).

A magnitude dos cinco movimentos foi recolhida pelo programa *Qualisys Track Manager* e, cada movimento, teve duração de 60 segundos. O movimento ventilatório foi avaliado com o indivíduo sentado num banco regulável e adaptado à sua altura, com os membros superiores relaxados e apoiados na mesma superfície e com um clip nasal colocado de forma a garantir o mesmo padrão respiratório de todos os participantes.

Após a preparação do instrumento e do indivíduo fez-se uma pausa de 10 minutos com o objetivo de diminuir os níveis de ansiedade do avaliado, o que poderia influenciar a leitura do movimento toraco-abdominal.

Tabela 1 – Pontos de referência para colocação dos pontos refletores para análise cinemática, adaptado de Lee et al. (2010) e Romei et al. (2010)

| Movimento | Pontos de referência |
|--|---|
| Ântero-posterior da grade costal superior (APTS) | Anteriormente: manúbrio Posteriormente: primeira vértebra torácica |
| Ântero-posterior da grade costal média (APTI) | Anteriormente: apófise xifóide Posteriormente: sétima vértebra torácica |
| Ântero-posterior abdominal (APA) | Anteriormente: umbigo Posteriormente: terceira vértebra lombar |
| Médio-lateral da grade costal superior (MLTS) | Transposição horizontal e bilateral, ligeiramente anterior à linha axilar, da 4 ^a costela. |
| Médio-lateral da grade costal média (MLTI) | Transposição horizontal e bilateral, ao nível da linha axilar, da 9 ^a costela. |

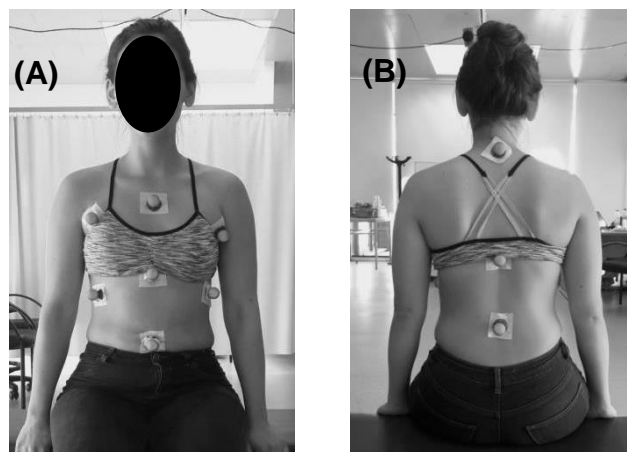


Figura 1 – Colocação dos pontos refletores: vista anterior (A) e vista posterior (B).

De seguida, os indivíduos de ambos os grupos foram instruídos no sentido de efetuarem o exercício adaptado do *ballon-blowing exercise* e, para isso, foram retirados os refletores colocados previamente na região posterior. Enquanto o GE adotou a posição “*90/90 Bridge with Ball and Ballon*” (Boyle et al., 2010), o GP adotou o decúbito dorsal em tripla flexão dos membros inferiores, durante o mesmo período.

Assim, os indivíduos do GE posicionaram-se em decúbito dorsal, numa superfície semi-rígida, com os pés apoiados numa parede e com os joelhos e as coxo-femorais a 90° de flexão – mantendo o *pelvic lift* (corrigido passivamente pelo investigador). Para verificação das amplitudes articulares recorreu-se a um goniómetro universal – *Baseline® Goniometer 360 Degree Head* (Fabrication Enterprises Inc., White Plains NY, EUA), com uma precisão de 1°. Colocou-se ainda um cubo (22cmX12cm), com dois esfigmomanómetros colocados em cada extremidade, entre os joelhos e solicitou-se ao participante que efetuasse contração dos adutores, mantendo uma pressão bilateral e simétrica entre os 10 e os 15 mmHg. Os membros superiores foram colocados acima do nível da cabeça e em repouso na superfície semi-rígida e a cervical colocada na posição neutra pelo investigador. O *Threshold®*, com uma resistência mínima de 5 cmH₂O, foi introduzido entre os dentes do participante, cerrando os lábios posteriormente em redor do bocal (Figura 2). A resistência do instrumento sofreu alterações durante as sete semanas de treino, cujo havia sido explicado aos participantes e enunciado na folha de registo de treino entregue (Anexo 1).



Figura 2 – “90/90 Bridge with Ball and Ballon” (Boyle et al., 2010)

Por outro lado, os indivíduos do GP posicionaram-se em decúbito dorsal, igualmente numa superfície semi-rígida, com a diferença de que os membros superiores se mantiveram ao longo do corpo e os joelhos e as coxo-femorais fletidas a 45°. O *Threshold*[®] foi substituído por um simples bocal com o qual realizaram o exercício (Figura 3).



Figura 3 – Posicionamento adotado pelos indivíduos do GP.

Para iniciar o exercício específico, os indivíduos foram instruídos no sentido de o realizar corretamente e, desta forma, foram informados de que o ritmo respiratório seria controlado por um marca-passo (monómetro) fornecido pelo investigador. Nesse sentido, pediu-se aos participantes que, com o bocal do *Threshold*[®] introduzido, efetuassem uma inspiração pelo nariz, a cerca de 75% do máximo, durante dois segundos e, posteriormente, uma expiração máxima pela boca e para dentro do *Threshold*[®] durante três segundos. Como procedimento preparatório, os participantes efetuaram um treino de cinco ciclos ventilatórios.

Os participantes efetuaram 12 repetições, seguidas de uma pausa entre séries de um minuto a volume corrente. Repetiram o exercício, perfazendo um total de duas séries de 12 repetições.

Concluído o exercício, o participante pôde colocar-se na posição ortostática, foram novamente colocados todos os refletores e, retornando à plataforma, procedeu-se ao segundo momento de avaliação do movimento toraco-abdominal.

Por fim, retiraram-se todos os refletores e forneceu-se creme hidratante aos participantes para aplicação nas respetivas zonas.

No término da primeira fase do estudo (estudo A), todos os participantes foram convidados a continuar e a seguirem para a segunda fase (estudo B). Àqueles que aceitaram, foi-lhes explicado o treino que deveriam fazer durante sete semanas, com uma frequência trissemanal, e foi-lhes fornecida uma folha de registo de treino (Anexo 1). Para realização do terceiro e último momento de avaliação, analisou-se a folha de registo de treino e, posteriormente, todos os indivíduos que efetuaram, no mínimo, 14 das 21 sessões, foram contactados para comparecerem novamente no CEMAH. Nesta altura, foram tidos, mais uma vez, todos os cuidados previamente descritos.

2.4.4. *Processamento de dados*

As distâncias APTS, APTI, MLTS, MLTI e APA foram exportadas pelo *Qualisys Track Manager*, no qual foi aplicado o filtro *Moving Average*.

Para análise dos dados obtidos e determinação da magnitude do movimento toraco-abdominal, desde o final da expiração até ao final da inspiração subsequente, utilizou-se o *software Acqknowledge* versão 3.9 (*Biopac Systems Inc., Goleta CA, Estados Unidos da América*). Neste *software* foram avaliados os cinco ciclos centrais, com posterior análise da média dos mesmos.

2.5. **Ética**

Para utilização das instalações e equipamentos necessários, obteve-se a autorização dos diretores da ESS-P.Porto e do CEMAH, bem como, a aprovação para a realização do estudo à Comissão de Ética da ESS-P.Porto.

Os participantes consentiram a sua integração no presente estudo através da assinatura da declaração de consentimento informado, segundo o modelo de Helsínquia da Associação Médica Mundial (Helsínquia, 1964; Tóquio, 1975; Veneza, 1983; Hong Kong, 1989; Somerset West, 1996; Edimburgo, 2000; Seul, 2008; Fortaleza, 2013) (Anexo 2) e de um questionário para seleção da amostra (Anexo 3).

Todos os participantes tiveram conhecimento acerca dos procedimentos e objetivos da presente investigação, tendo, de igual forma, sido informados de que, a qualquer momento,

poderiam desistir do estudo e de que os seus dados seriam mantidos em total sigilo sendo, por isso, apenas usados para fins académicos.

Na fase final do estudo, os resultados das avaliações foram facultados a todos os participantes que assim o desejassem.

2.6. Procedimentos estatísticos

Os dados recolhidos foram informatizados com recurso ao *software Statistical Package for the Social Sciences*, versão 23 (IBM® SPSS Statistics 23,0 Chicago, Estados Unidos da América), com o qual foi efetuada a análise e a validação dos resultados obtidos, com nível de significância de 0,05 (Marôco, 2018).

A normalidade das variáveis foi testada através do teste *Shapiro-Wilk*. Ao contrário do estudo B, as variáveis do estudo A seguiam a distribuição normal. Assim, enquanto para o estudo A recorreu-se à média como medida de tendência central e ao desvio-padrão como medida de dispersão, para o estudo B, utilizou-se a mediana como medida de tendência central e percentis 25 e 75 como medidas de dispersão.

No que respeita à estatística inferencial, para o estudo A utilizou-se o teste *t-Student* para amostras independentes, para a comparação do movimento toraco-abdominal entre grupos e o teste *t-Student* para amostras emparelhadas, para comparação entre momentos. Por outro lado, para o estudo B, utilizou-se o teste de *Mann-Whitney* para a comparação do movimento toraco-abdominal entre grupos e o teste *Wilcoxon Signed Rank Test* para comparação entre momentos de avaliação.

3. Resultados

3.1. Seleção da amostra

Dos estudantes da ESS-P.Porto obtiveram-se 146 respostas ao questionário de seleção e caracterização da amostra, dos quais foram excluídos 104 indivíduos por não cumprirem os critérios de participação do estudo. Deste modo, para o estudo A, a amostra final foi constituída por 42 participantes aleatoriamente divididos em dois grupos: GE (n=21) e GP (n=21). Após realização do estudo A, voluntariaram-se 18 indivíduos para o estudo B, dos quais, dois não cumpriam os critérios de participação para este. Desta forma, a amostra final para o estudo B foi constituída por 16 participantes, divididos aleatoriamente pelos GE (n=8) e GP (n=8) (Figura 4).

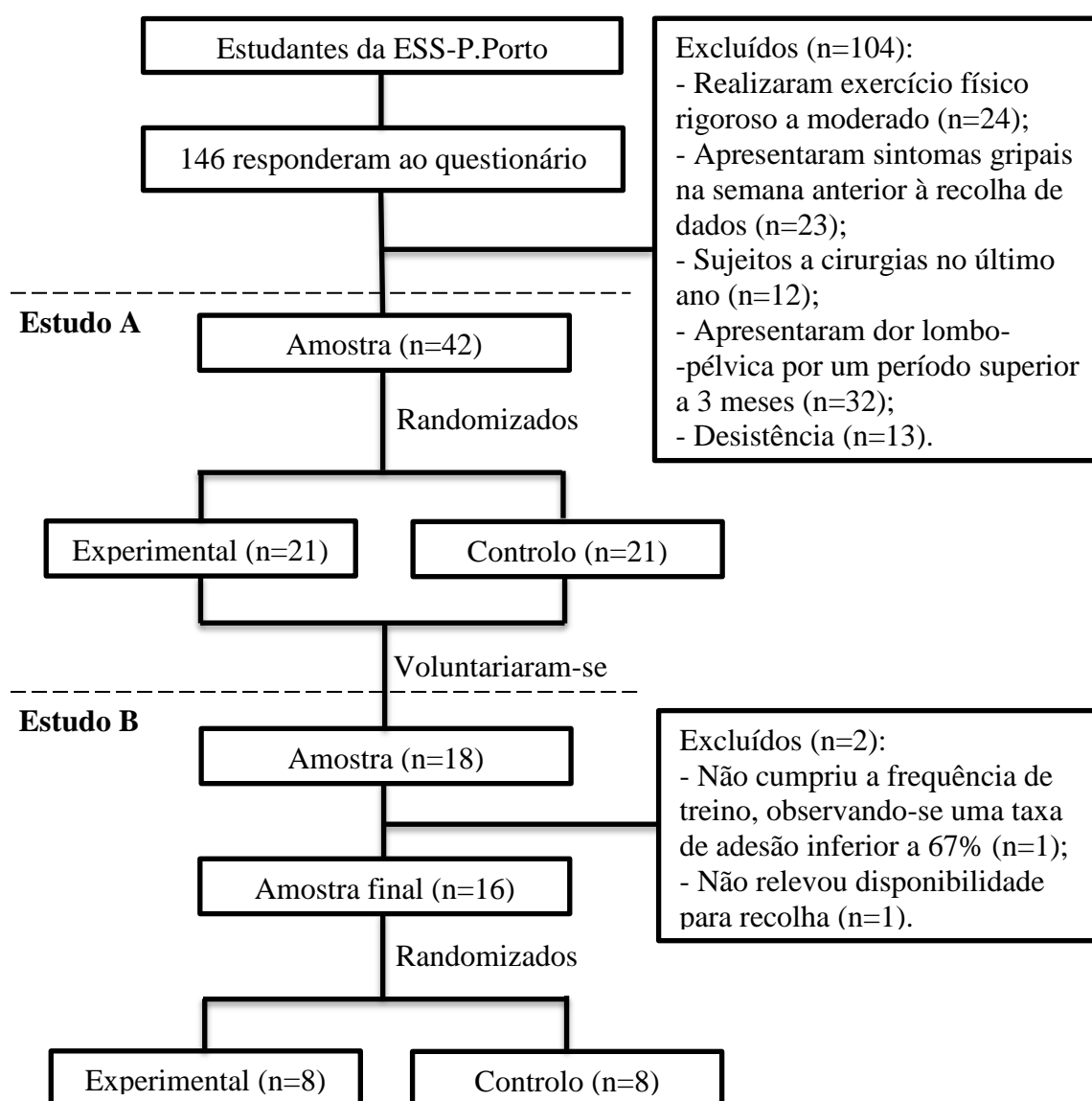


Figura 4 – Diagrama de constituição da amostra dos estudos A e B.

3.2. Estudo A – Efeito imediato do exercício específico

3.2.1. Caracterização da amostra

O GE (n=21) foi constituído por 18 participantes do sexo feminino e apresentava uma média de idades de $21,33 \pm 1,88$ anos, enquanto o GP (n=21) foi constituído por 16 participantes do sexo feminino e apresentava uma média de idades de $21,62 \pm 1,56$ anos. Os dados sociodemográficos, antropométricos e de composição corporal encontram-se descritos na Tabela 2. Relativamente aos dados sociodemográficos, antropométricos e de composição corporal, não foram verificadas diferenças significativas entre os grupos, pelo que, os grupos foram considerados comparáveis (Tabela 2).

Tabela 2 – Caracterização da amostra: dados sociodemográficos, antropométricos e de composição corporal dos grupos, experimental e placebo, com os respetivos valores de média e desvio-padrão. O valor de prova (p) e o referente teste estatístico apresentam-se também para as diferenças entre grupos (teste *t-Student* para amostras independentes - t).

| | Experimental n=21 | Placebo n=21 | Comparação entre grupos p (t) |
|--|----------------------|------------------|---------------------------------------|
| Dados sociodemográficos e antropométricos | | | |
| Sexo (n feminino) | 18 | 16 | 0,444 (-0,773) |
| Idade (anos) | $21,33 \pm 1,88$ | $21,62 \pm 1,56$ | 0,595 (-0,535) |
| Massa corporal (Kg) | $62,17 \pm 9,89$ | $62,22 \pm 9,44$ | 0,985 (-0,019) |
| Altura (m) | $1,67 \pm 0,07$ | $1,67 \pm 0,09$ | 1,000 (0,001) |
| IMC (kg/m^2) | $22,48 \pm 3,50$ | $22,30 \pm 2,65$ | 0,851 (0,189) |
| Dados de composição corporal | | | |
| Massa gorda (%) | $24,69 \pm 7,53$ | $22,58 \pm 8,11$ | 0,387 (0,875) |
| Massa muscular (Kg) | $44,05 \pm 6,94$ | $45,40 \pm 6,54$ | 0,521 (-0,648) |
| Rácio cintura/ estatura (cm) | $0,46 \pm 0,04$ | $0,44 \pm 0,05$ | 0,318 (1,011) |
| Rácio cintura/ anca (cm) | $0,77 \pm 0,04$ | $0,78 \pm 0,058$ | 0,688 (-0,404) |

3.2.2. Movimento toraco-abdominal

Não foram verificadas diferenças significativas entre o GE e o GP nas variáveis em estudo, em M0, pelo que os grupos foram considerados comparáveis (Tabela 3).

No MLTS verificou-se um aumento significativo no GE de M0 ($2,78 \pm 1,33\text{mm}$) para M1 ($3,35 \pm 1,51\text{mm}$) ($p=0,024$), ainda que não existam diferenças significativas entre os dois grupos.

Imediatamente após a realização do exercício específico, em M1, o MLTI foi significativamente maior no GE ($6,89 \pm 3,44\text{mm}$) comparativamente ao GP ($4,67 \pm 2,03\text{mm}$) ($p=0,025$). De facto, no GE, verificou-se um aumento significativo de M0 ($5,14 \pm 1,48\text{mm}$) para M1 ($6,89 \pm 3,44\text{mm}$) ($p=0,025$).

Relativamente às restantes variáveis em estudo (APTS, APTI e APA), não foram verificadas diferenças significativas entre o GE e o GP em M1, nem entre momentos de avaliação (M0 vs. M1) em ambos os grupos (Tabela 3).

Tabela 3 – Movimentos ântero-posterior do tórax superior (APTS), médio-lateral do tórax superior (MLTS), ântero-posterior do tórax inferior (APTI), médio-lateral do tórax inferior (MLTI) e ântero-posterior do abdómen (APA), expresso em milímetros (mm), antes (M0) e após (M2) a realização de sete semanas do exercício específico, nos grupos experimental e placebo, com os respetivos valores de média e desvio-padrão. Os valores de prova (*p*) e do respetivo teste estatístico também estão apresentados para a comparação entre momentos de avaliação em cada um dos grupos – M0 vs. M1 (*t*) –, e entre grupos – experimental vs. placebo (*t*).

| Movimento toraco-abdominal | Grupo | M0 | M1 | Comparação entre momentos (M0 vs. M1) | Comparação entre grupos (experimental vs. placebo) | |
|----------------------------|---------------------|-----------------------|-----------------------|---------------------------------------|--|----------------|
| | | Média ± Desvio Padrão | Média ± Desvio Padrão | <i>p</i> (<i>t</i>) | M0 | M1 |
| APTS (mm) | Experimental (n=21) | 1,46 ± 0,68 | 1,60 ± 1,22 | 0,534 (-6,33) | 0,256 (1,155) | 0,387 (0,876) |
| | Placebo (n=17) | 1,20 ± 0,71 | 1,31 ± 0,74 | 0,144 (-1,537) | | |
| MLTS (mm) | Experimental (n=21) | 2,78 ± 1,33 | 3,35 ± 1,51 | 0,024* (-2,450) | 0,739 (-0,336) | 0,610 (0,514) |
| | Placebo (n=21) | 2,92 ± 1,31 | 3,13 ± 1,20 | 0,323 (-1,014) | | |
| APTI (mm) | Experimental (n=21) | 3,11 ± 1,67 | 3,60 ± 2,65 | 0,202 (-1,320) | 0,545 (-0,610) | 0,679 (-0,416) |
| | Placebo (n=21) | 3,40 ± 1,45 | 3,87 ± 1,53 | 0,116 (-1,643) | | |
| MLTI (mm) | Experimental (n=21) | 5,14 ± 1,48 | 6,89 ± 3,44 | 0,025* (-2,422) | 0,583 (0,553) | 0,015* (2,546) |
| | Placebo (n=21) | 4,85 ± 1,89 | 4,67 ± 2,03 | 0,663 (0,442) | | |
| APA (mm) | Experimental (n=21) | 5,33 ± 2,14 | 5,76 ± 2,90 | 0,468 (-0,740) | 0,872 (-0,162) | 0,718 (-0,364) |
| | Placebo (n=21) | 5,43 ± 2,16 | 6,10 ± 3,19 | 0,163 (-1,449) | | |

* $p < 0,05$ – diferenças significativas

3.3. Estudo B – Efeito a longo prazo do exercício específico

A taxa de adesão ao treino dos participantes deste estudo foi, em média, 95,25%.

3.3.1. Caracterização da amostra

O grupo experimental (n=8) foi constituído por sete participantes do sexo feminino e apresentava uma média de idades de 21,00 [21,00; 22,00]anos, enquanto o grupo placebo (n=8) foi constituído por sete participantes do sexo feminino e apresentava uma média de idades de 22,00 [21,00; 22,00]anos. Os dados sociodemográficos, antropométricos e de composição corporal encontram-se descritos na Tabela 4. Relativamente aos dados sociodemográficos, antropométricos e de composição corporal, não foram verificadas

diferenças significativas entre o GE e o GP, pelo que os grupos foram considerados comparáveis (Tabela 4).

Tabela 4 – Caracterização da amostra: dados sociodemográficos, antropométricos e de composição corporal dos grupos experimental e placebo, com os respetivos valores de mediana (Md) e percentis 25 (P25) e 75 (P75). Os valores de prova (*p*) e do respetivo teste estatístico (U) também estão apresentados para a comparação entre os grupos – experimental vs. placebo.

| | Experimental n=8 | Placebo n=8 | Comparação entre grupos <i>p</i> (U) |
|--|-------------------------|-------------------------|--|
| Dados sociodemográficos e antropométricos | | | |
| Sexo (n feminino) | 7 | 7 | 1,000 (<0,001) |
| Idade (anos) | 21,00 [21,00; 22,00] | 22,00 [21,00; 22,00] | 0,573 (25,000) |
| Massa corporal (Kg) | 65,55 [56,95; 72,88] | 57,85 [50,78; 66,85] | 0,352 (19,500) |
| Altura (m) | 1,70 [1,58; 1,75] | 1,64 [1,56; 1,70] | 0,374 (24,500) |
| IMC (kg/m ²) | 23,53 [21,68; 24,09] | 20,96 [19,42; 23,87] | 0,489 (18,000) |
| Dados de composição corporal | | | |
| Massa gorda (%) | 30,80 [22,60; 33,58] | 24,15 [16,65; 26,80] | 0,063 (14,000) |
| Massa muscular (Kg) | 43,65 [39,33; 52,18] | 41,45 [39,43; 45,95] | 0,931 (27,000) |
| Rácio cintura/ estatura (cm) | 0,47 [0,45; 0,52] | 0,45 [0,39; 0,49] | 0,328 (18,000) |
| Rácio cintura/ anca (cm) | 0,80 [0,73; 0,82] | 0,79 [0,70; 0,83] | 0,880 (32,000) |

3.3.2. Movimento toraco-abdominal

Em M0, não foram verificadas diferenças significativas entre o GE e o GP nas variáveis em estudo, pelo que os grupos foram considerados comparáveis (Tabela 5 e Figura 5).

Após a realização das sete semanas do exercício específico (M2), o MLTS e o MLTI foram significativamente maiores no GE (MLTS: 4,73 [3,52; 5,30]mm e MLTI: 6,86 [5,75; 9,80]mm), comparativamente ao GP (MLTS: 2,42 [1,95; 3,38]mm e MLTI: 3,10 [2,35; 4,73]mm). De facto, no GE, os movimentos referidos aumentaram significativamente de M0 (MLTS: 3,05 [1,77; 3,31]mm e MLTI: 5,28 [4,96; 5,85]mm) para M2 (MLTS: 4,73 [3,52; 5,30]mm e MLTI: 6,86 [5,75; 9,80]mm). Por sua vez, no GP, não foram verificadas diferenças significativas entre momentos de avaliação (M0 vs. M2) em MLTS e MLTI (Figura 5).

Relativamente às restantes variáveis em estudo (APTS, APTI e APA), não foram verificadas diferenças significativas entre o GE e o GP em M2, nem entre momentos de avaliação (M0 vs. M2) em ambos os grupos (Tabela 5).

Tabela 5 – Movimentos ântero-posterior do tórax superior (APTS), do tórax inferior (APTI) e do abdómen (APA), expresso em milímetros (mm), antes (M0) e após (M2) a realização das sete semanas do exercício específico, nos grupos experimental e placebo, com os respectivos valores de mediana (Md) e percentis 25 (P25) e 75 (P75). Os valores de prova (*p*) e do respetivo teste estatístico também estão apresentados para a comparação entre momentos de avaliação em cada um dos grupos – M0 vs. M2 (*Z*), e entre grupos – experimental vs. placebo (*U*).

| Movimento toraco-abdominal | Grupo | M0 | | M2 | | Comparação entre momentos (M0 vs. M2) <i>p</i> (<i>Z</i>) | Comparação entre grupos (experimental vs. placebo) <i>p</i> (<i>U</i>) | |
|----------------------------|--------------------|----------------------|--|----------------------|--|--|---|----------------|
| | | Md (P25; P75) | | Md (P25; P75) | | | M0 | M2 |
| APTS (mm) | Experimental (n=8) | 0,95 [0,63; 1,32] | | 1,27 [0,72; 1,63] | | 0,148 (-1,540) | 0,195 (19,000) | 0,234 (20,000) |
| | Placebo (n=8) | 1,27 [0,94; 1,65] | | 0,87 [0,53; 1,39] | | | | |
| APTI (mm) | Experimental (n=8) | 3,20 [2,45; 3,86] | | 3,53 [2,33; 4,84] | | 0,250 (-1,260) | 0,574 (26,000) | 0,105 (16,000) |
| | Placebo (n=8) | 3,49 [2,48; 5,02] | | 2,31 [1,67; 3,19] | | | | |
| APA (mm) | Experimental (n=8) | 4,67 [3,12; 7,00] | | 5,13 [3,56; 5,75] | | 0,945 (-0,140) | 0,574 (26,000) | 0,959 (31,000) |
| | Placebo (n=8) | 5,81 [3,53; 8,31] | | 4,38 [3,62; 8,73] | | | | |

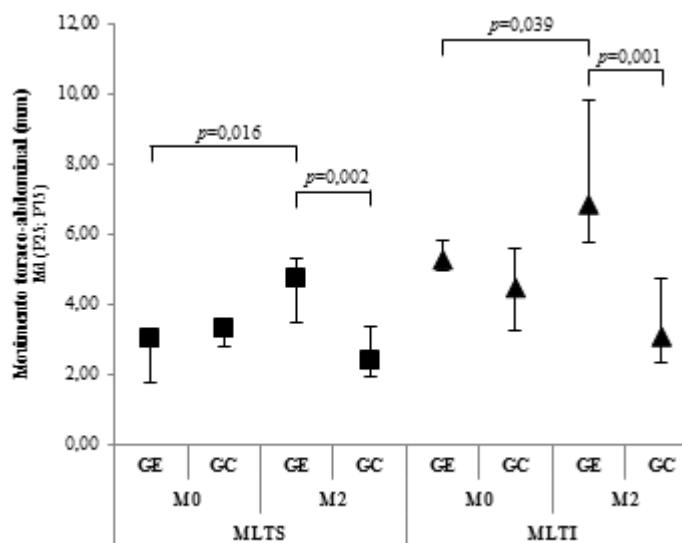


Figura 5 – Movimentos médio-lateral do tórax superior (MLTS) e do tórax inferior (MLTI), expresso em milímetros (mm), antes (M0) e após (M2) a realização das sete semanas do exercício específico, nos grupos experimental e placebo, com os respectivos valores de mediana (Md) e percentis 25 (P25) e 75 (P75). O valor de prova (*p*) também está apresentado para as diferenças significativas entre momentos de avaliação em cada um dos grupos – M0 vs. M2 (*Z*), e entre grupos – experimental vs. placebo (*U*).

4. Discussão

O presente estudo teve como principal objetivo verificar o efeito imediato e a longo prazo da adaptação do *ballon-blowing exercise*, como um exercício específico de controlo motor do *core* abdominal, na mecânica ventilatória, em jovens saudáveis. Os resultados deste estudo demonstraram a existência de alterações na mecânica ventilatória, não só imediatamente a seguir, como após sete semanas de treino do exercício, com uma frequência trissemanal. Desta forma, especula-se que impulsos somatossensoriais, fornecidos pela aprendizagem de estímulos repetitivos, possam ter modificado a resposta ventilatória, tal como sugerem Lopes e Britto (2005). Fink et al. (1995) efetuaram uma tomografia computadorizada que permitiu medir o fluxo sanguíneo cerebral durante o exercício e verificaram que, durante a respiração, existe um envolvimento das áreas corticais e subcorticais, que estão associadas ao controlo motor dos músculos respiratórios. Neste sentido, estes e outros autores, como Helbling, Boutellier e Spengler (1997), consideram o comportamento e/ou a aprendizagem como a origem do envolvimento cortical motor no controlo da ventilação.

Analisando os resultados obtidos no presente estudo foi possível verificar que, tanto no estudo A (efeito imediato) como no estudo B (efeito a longo prazo), houve uma alteração significativa do movimento médio-lateral do tórax, sobretudo, do tórax inferior, quando comparados grupos e momentos de avaliação, o que se traduz num aumento do diâmetro transversal. Este resultado parece estar relacionado com a posição dos membros inferiores a 90° de flexão, durante o “90/90 bridge with ball and ballon”. De facto, a ativação dos músculos isquiotibiais e glúteo máximo promove a retroversão da pélvis que, por sua vez, leva à diminuição do comprimento abdominal e ao aumento do comprimento do diafragma, tornando-o mais eficiente nas suas funções respiratórias.

Para além do posicionamento, o recurso ao *Threshold*[®], com resistências mínimas teve também como objetivo aumentar a ativação da musculatura abdominal, nomeadamente, do transversal abdominal (De Troyer & Estenne, 1988) e, portanto, a capacidade deste para propiciar uma ZOA ideal (Boyle et al., 2010). A substituição do balão pelo *Threshold*[®] prendeu-se com o facto de não ser possível medir a resistência base imposta nem haver uma resistência relativa constante devido a diferenças individuais, fatores que, autores como Kim e Lee (2012), apontaram como sendo limitações dos seus próprios estudos.

Por outro lado, os movimentos APTS, APTI e APA não sofreram alterações significativas quando comparados M0 com M1 (estudo A) nem M0 com M2 (estudo B), em ambos os grupos. Desta forma, pensa-se que as componentes integradas no posicionamento “90/90 bridge with ball and ballon” estarão mais direcionadas para o trabalho do diafragma, o que torna este exercício indicado para indivíduos com asma e Doença Pulmonar Obstrutiva

Crónica (Boyle et al., 2010). De facto, sabe-se que esta doença condiciona a mecânica do diafragma afetando o movimento toraco-abdominal (Lee et al., 2010; Romei et al., 2010) e propicia o recrutamento da musculatura acessória. Assim, e como já mencionado anteriormente, o encurtamento dos músculos do tronco favorece, por um lado, a relação comprimento-tensão do diafragma e, por outro lado, a diminuição o recrutamento dos músculos esternocleidomastóideo e escaleno (Sharp, Drutz, Moisan, Foster, & Machnach, 1980), melhorando a capacidade e o padrão ventilatório neste tipo de doentes.

Contudo, a literatura que se conhece acerca desta temática ainda é escassa, porém, autores como Coughlin, Hruska e Masek (2005) e Seo (2012), citado por Jun, Kim, Nam, e Kim (2016) verificaram o benefício da execução de técnicas de fisioterapia conservadoras na otimização da ZOA. Conjugar o trabalho dos músculos responsáveis pelo controlo/estabilização postural e pela ventilação trará benefícios ao nível da otimização funcional dos mesmos o que, conseqüentemente, levará a uma redução da sintomatologia e das condições dolorosas músculo-esqueléticas, nomeadamente, a nível lombar (O’Sullivan, 2000; Perri & Halford, 2004), e a uma maior eficácia do sistema cardiorrespiratório (Boyle et al., 2010; Richardson et al., 2004).

Assim sendo, considera-se o presente estudo relevante pois não são conhecidos ou estão disponíveis estudos que tenham testado experimentalmente um exercício específico como é o caso do *ballon-blowing exercise*, nem do posicionamento “*90/90 bridge with ball and ballon*”. Em suma, através da análise da literatura é consensual e torna-se fundamental a realização de novos estudos que idealizem estratégias que integrem os músculos do soalho pélvico, diafragma e transversos abdominal e que investiguem a eficácia dessas mesmas estratégias (Lando et al., 1999; O’Sullivan, 2000; Richardson et al., 2004).

5. Conclusão

Com a elaboração do presente estudo verificou-se que a adaptação do *ballon-blowing exercise* como um exercício específico de controlo motor do *core* abdominal promoveu efeitos benéficos na mecânica ventilatória, no imediato e a longo prazo. Desta forma, o exercício específico parece ter resultados na eficiência do diafragma nas suas funções respiratórias, o que poderá sugerir uma otimização do padrão ventilatório.

Agradecimentos

Às minhas colegas Andreia Ferreira, Joana Meneses e Mariana Freitas pela ajuda na concretização deste projeto.

À colega de mestrado, Carolina Seixas Tam, pela prestabilidade e altruísmo durante este ano.

À fisioterapeuta, mestre em Fisioterapia Cardiorrespiratória, Margarida Carvalho, colega de trabalho no Hospital Santa Maria – Porto, pelo encorajamento para a conclusão desta etapa.

Referências bibliográficas

- Almeida, A. G., Duarte, R., Mieirol, L., Paiva, A. C., Rodrigues, A. M., & Almeida, M. H. (2007). Função respiratória em bombeiros portugueses. *Revista Portuguesa de Pneumologia*, *XIII*(3), 349–364. [https://doi.org/10.1016/S0873-2159\(15\)30354-8](https://doi.org/10.1016/S0873-2159(15)30354-8)
- Ambrozin, A. R. P., & Cataneo, A. J. M. (2005). Aspectos da função pulmonar após revascularização do miocárdio relacionados com risco pré-operatório. *Brazilian Journal of Cardiovascular Surgery*, *20*(4), 408–415. <https://doi.org/10.1590/S0102-76382005000400009>
- Boyle, K. L., Olinick, J., & Lewis, C. (2010). The value of blowing up a balloon. *North American Journal of Sports Physical Therapy*, *5*(3), 179–188.
- Bye, P. T., Esau, S. A., Walley, K. R., Macklem, P. T., & Pardy, R. L. (1984). Ventilatory muscles during exercise in air and oxygen in normal men. *Journal of Applied Physiology*, *56*(2), 464–471. <https://doi.org/10.1152/jappl.1984.56.2.464>
- Caldeira, V. da S., Starling, C. C. D., Britto, R. R., Martins, J. A., Sampaio, R. F., & Parreira, V. F. (2007). Precisão e acurácia da cirtometria em adultos saudáveis. *Jornal Brasileiro de Pneumologia*, *33*(5), 519–526. <https://doi.org/10.4025/jphyseduc.v28i1.2842>
- Coughlin, K. J., Hruska, R., & Masek, J. (2005). Cough-variant asthma: Responsive to integrative management and postural restoration. *Explore: The Journal of Science and Healing*, *1*(5), 377–379. <https://doi.org/10.1016/j.explore.2005.06.008>
- da Silva, R. O. E., Campos, T. F., Borja, R. de O., de Macêdo, T. M. F., de Oliveira, J. S., & de Mendonça, K. M. P. (2012). Valores de referência e fatores relacionados à mobilidade torácica em crianças brasileiras. *Revista Paulista de Pediatria*, *30*(4), 570–575. <https://doi.org/10.1590/S0103-05822012000400016>
- De Troyer, A., & Estenne, M. (1988). Functional anatomy of the respiratory muscles. *Clinics in Chest Medicine*, *9*(2), 175–193.
- Duarte, J., & Helfstein, T. T. (2011). Estudo comparativo das técnicas de cinesioterapia respiratória convencional e associado às diagonais de membros superiores na reexpansão torácica em indivíduos adultos jovens. *Journal of the Health Sciences Institute*, *29*(3), 198–201.
- Fink, G., Adams, L., Watson, J., Innes, J., Wuyam, B., Kobayashi, I., ... Frackowiak, R. (1995). Hyperpnoea during and immediately after exercise in man: evidence of motor cortical involvement. *The Journal of Physiology*, *489*(Pt 3), 908.
- Helbling, D., Boutellier, U., & Spengler, C. M. (1997). Modulation of the ventilatory increase at the onset of exercise in humans. *Respiration Physiology*, *109*, 219–229. [https://doi.org/10.1016/S0034-5687\(97\)00054-6](https://doi.org/10.1016/S0034-5687(97)00054-6)

- Hodges, P., Butler, J., McKenzie, D., & Gandevia, S. (1997). Contraction of the human diaphragm during postural adjustments. *The Journal of Physiology*, *505*(2), 539–548.
- Hodges, P. W. (1999). Is there a role for transversus abdominis in lumbo-pelvic stability? *Manual Therapy*, *4*(2), 74–86. <https://doi.org/10.1054/math.1999.0169>
- Hodges, P. W., & Gandevia, S. C. (2000). Changes in intra-abdominal pressure during postural and respiratory activation of the human diaphragm. *Journal of Applied Physiology*, *89*, 967–976. <https://doi.org/10.1152/jap.2000.89.3.967>
- Hodges, P. W., Gandevia, S. C., & Richardson, C. A. (1997). Contractions of specific abdominal muscles in postural tasks are affected by respiratory maneuvers. *Journal of Applied Physiology*, *83*(3), 753–760. <https://doi.org/10.1152/jap.1997.83.3.753>
- Hodges, P. W., Heijnen, I., & Gandevia, S. C. (2001). Postural activity of the diaphragm is reduced in humans when respiratory demand increases. *The Journal of Physiology*, *537*(3), 999–1008. <https://doi.org/10.1113/jphysiol.2001.012648>
- Hodges, P. W., & Richardson, C. A. (1997). Contraction of the abdominal muscles associated with movement of the lower limb. *Physical Therapy*, *77*(2), 132–142. <https://doi.org/10.1093/ptj/77.2.132>
- Jun, H.-J., Kim, K.-J., Nam, K.-W., & Kim, C.-H. (2016). Effects of breathing exercises on lung capacity and muscle activities of elderly smokers. *The Journal of Physical Therapy Science*, *28*, 1681–1685.
- Kandare, F., Exner, G., Jeraj, J., Aliverti, A., Dellacá, R., Staniš, U., ... Jaeger, R. (2002). Breathing induced by abdominal muscle stimulation in individuals without spontaneous ventilation. *Neuromodulation*, *5*(3), 180–185. <https://doi.org/10.1046/j.1525-1403.2002.02028.x>
- Kim, J.-S., & Lee, Y.-S. (2012). Effects of a balloon-blowing exercise on lung function of young adult smokers. *Journal of Physical Therapy Science*, *24*, 531–534.
- Lando, Y., Boiselle, P. M., Shade, D., Furukawa, S., Kuzma, A. M., Travaline, J. M., & Criner, G. J. (1999). Effect of lung volume reduction surgery on diaphragm length in severe chronic obstructive pulmonary disease. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, *159*, 796–805. <https://doi.org/10.1164/ajrccm.159.3.9804055>
- Lee, L.-J., Chang, A. T., Coppieters, M. W., & Hodges, P. W. (2010). Changes in sitting posture induce multiplanar changes in chest wall shape and motion with breathing. *Respiratory Physiology and Neurobiology*, *170*, 236–245. <https://doi.org/10.1016/j.resp.2010.01.001>
- Lopes, R., & Britto, R. (2005). Padrão respiratório durante o exercício - revisão literária, *13*(2), 153–160.

- Loring, S., & Mead, J. (1982). Action of the diaphragm on the rib cage inferred from a force-balance analysis. *Journal of Applied Physiology: Respiratory, Environmental and Exercise Physiology*, 53(3), 756–760.
- Marôco, J. (2018). *Análise Estatística com o SPSS Statistics (7ª Edição)*. Number Report.
- Martins, I. S., & Marinho, S. P. (2003). O potencial diagnóstico dos indicadores da obesidade centralizada. *Revista de Saúde Pública*, 37(6), 760–767. <https://doi.org/10.1590/S0034-89102003000600011>
- Monteiro, M. B. (2008). *Efeitos da pressão expiratória positiva na hiperinsuflação dinâmica em pacientes portadores de doença pulmonar obstrutiva crônica submetidos ao exercício*. Tese de Doutorado em Ciências Pneumológicas - Universidade Federal de Rio Grande do Sul.
- Moore, K. L., Dalley, A. F., & Agur, A. M. (2013). *Clinically Oriented Anatomy (7ª Edição)*. Wolters Kluwer.
- O’Sullivan, P. B. (2000). Lumbar segmental «instability»: Clinical presentation and specific stabilizing exercise management. *Manual Therapy*, 5(1), 2–12. <https://doi.org/10.1054/math.1999.0213>
- Perri, M. A., & Halford, E. (2004). Pain and faulty breathing: A pilot study. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 8, 297–306. [https://doi.org/10.1016/S1360-8592\(03\)00085-8](https://doi.org/10.1016/S1360-8592(03)00085-8)
- Pescatello, L. (2014). *ACSM’s Guidelines for Exercise Testing and Prescription/American College of Sports Medicine (9ª Edição)*. Wolters Kluwer.
- Richardson, C., Hodges, P. W., & Hides, J. (2004). *Therapeutic Exercise for Lumbopelvic Stabilization (2ª Edição)*. Churchill Livingstone.
- Romei, M., Lo Mauro, A., D’Angelo, M., Turconi, A., Bresolin, N., Pedotti, A., & Aliverti, A. (2010). Effects of gender and posture on thoraco-abdominal kinematics during quiet breathing in healthy adults. *Respiratory Physiology and Neurobiology*, 172, 184–191. <https://doi.org/10.1016/j.resp.2010.05.018>
- Santili, C., Waisberg, G., Akkari, M., Fávoro, T., & Prado, J. C. L. (1998). Avaliação das discrepâncias de comprimento dos membros inferiores. *Revista Brasileira de Ortopedia*, 33(1), 41–44.
- Sapsford, R., Hodges, P., Richardson, C., Cooper, D., Markwell, S., & Jull, G. (2001). Co-activation of the abdominal and pelvic floor muscle during voluntary exercises. *Neurourology and Urodynamics*, 20, 31–42.
- Sharp, J., Drutz, W., Moisan, T., Foster, J., & Machnach, W. (1980). Postural relief of dyspnea in severe chronic obstructive pulmonary disease. *The American Review of*

Respiratory Disease, 122, 201–211.

TANITA. (2011). *Tanita Manual - Segmental Body Composition Monitor*. Estados Unidos da América.

World Health Organization. (2008). *Waist Circumference and Waist-Hip Ratio*.

Anexos

Anexo 1: Folha de registo de treino

FOLHA DE REGISTO DE TREINO

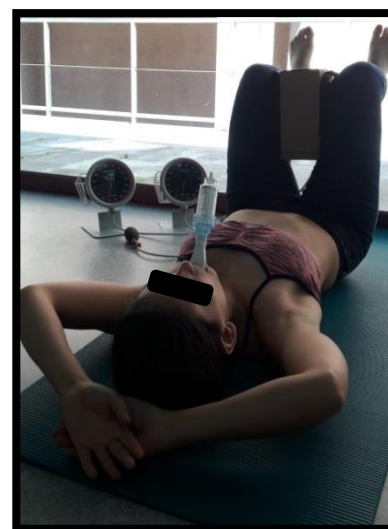
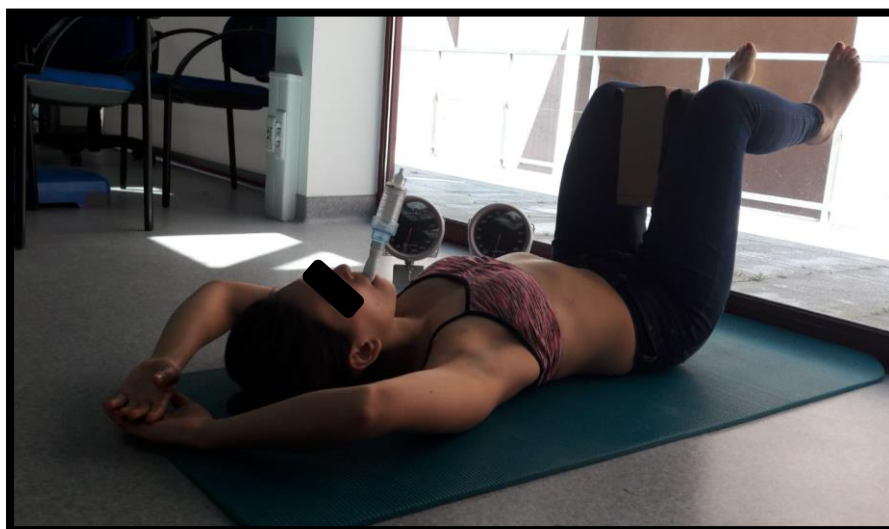
Conforme informado aquando do primeiro momento de avaliação, o participante deve preencher a tabela abaixo, assinalando com um visto (✓), os dias em que efetuar o exercício.

| | 2ªfeira | 3ªfeira | 4ªfeira | 5ªfeira | 6ªfeira | Sábado | Domingo |
|-------|---------|---------|---------|---------|---------|--------|---------|
| MAIO | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 |
| | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 |
| | 28 | 29 | 30 | 31 | 1 | 2 | 3 |
| JUNHO | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 |
| | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 |
| | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | |

Os responsáveis pelo presente projeto relembram que:

- A.** Deve adotar o posicionamento aprendido, não esquecendo da importância de:
- a)** Posicionar os membros inferiores (anca e joelhos) a 90° de flexão;
 - b)** Efetuar o “*pelvic lift*”, reduzindo a lordose da coluna lombar;
 - c)** Manter uma pressão simétrica bilateral, contra um cubo, localizado entre os joelhos;
 - d)** Posicionar os membros superiores apoiados e relaxados, acima do nível da cabeça.

- B. A inspiração deve ser efetuada pelo nariz, até atingir 75% do máximo, durante 2 segundos, e a expiração deve ser efetuada pela boca e para o *threshold*, durante 3 segundos;
- C. Em cada dia/treino, deverão ser efetuadas 2 séries de 12 repetições do exercício;
- D. Deverá efetuar o exercício 3 vezes por semana, durante 4 semanas;
- E. A resistência do *threshold* deverá ser aumentada semana após semana da seguinte forma:
- a) 1ª Semana – 5 cmH₂O
 - b) 2ª Semana – 6 cmH₂O
 - c) 3ª Semana – 7 cmH₂O
 - d) 4ª Semana – 8 cmH₂O
 - e) 5ª à 7ª Semana – 9 cmH₂O



Anexo 2: Termo de Consentimento Informado

Declaração de Consentimento Informado

Conforme a lei 67/98 de 26 de Outubro e a “Declaração de Helsínquia” da Associação Médica Mundial (Helsínquia 1964; Tóquio 1975; Veneza 1983; Hong Kong 1989; Somerset West 1996, Edimburgo 2000; Washington 2002, Tóquio 2004, Seul 2008, Fortaleza 2013)

Designação do Estudo:

“Influência de um programa de exercícios de controlo motor na biomecânica ventilatória em indivíduos saudáveis”

Eu, abaixo-assinado _____, fui informado de que o Estudo de Investigação acima mencionado se destina a avaliar a influência do controlo motor na biomecânica ventilatória, através da realização de um programa de exercícios.

Sei que neste estudo está prevista a realização de um questionário, seguida de uma avaliação física (dados demográficos, antropométricos e recolha cinemétrica) e posterior programa de exercícios, tendo-me sido explicado em que consistem e quais os seus possíveis efeitos.

Foi-me garantido que todos os dados relativos à identificação dos Participantes neste estudo são confidenciais e que será mantido o anonimato.

Sei que posso recusar-me a participar ou interromper a qualquer momento a participação no estudo, sem nenhum tipo de penalização por este facto.

Compreendi a informação que me foi dada, tive oportunidade de fazer perguntas e as minhas dúvidas foram esclarecidas.

Aceito participar de livre vontade no estudo acima mencionado.

Concordo que sejam efetuados os métodos de avaliação e programa de exercícios supracitados.

Também autorizo a divulgação dos resultados obtidos no meio científico, garantindo o anonimato.

Nome do Investigador: António Manuel Soares Mesquita Montes

Contacto do Investigador: antoniomesquitamontes@gmail.com

_____/_____/_____
Data

Assinatura

"Influência de um programa de exercícios de controlo motor na biomecânica ventilatória de indivíduos saudáveis"

O objetivo do presente estudo é caracterizar a força dos músculos respiratórios com associação à estabilidade lombo-pélvica através da concretização de um exercício baseado no "Ballon-blowing exercise".

O seu contributo é deveras importante para o sucesso deste estudo, na medida em que, as suas respostas proporcionarão uma análise mais objetiva de determinadas características e hábitos dos jovens adultos associadas à temática supracitada. Nesse sentido, as suas respostas serão mantidas em total sigilo sendo apenas usadas para fins académicos.

Tente responder com a máxima sinceridade e, no final, reveja se preencheu todas as questões, de modo a tornar coerente a análise dos resultados.

Agradecemos desde já, a disponibilidade e participação, ressaltando que o preenchimento do questionário terá uma duração de, aproximadamente, 5 minutos

***Obrigatório**

1. Idade *

2. Sexo *

Marcar apenas uma oval.

Feminino

Masculino

3. Contacto telefónico *

Hábitos de vida

4. É Fumador? (Considera-se fumador aquele que fuma, pelo menos um cigarro por dia) *

Marcar apenas uma oval.

Sim

Não

Passe para a pergunta 7.

Hábitos de vida

5. Há quanto tempo? (em anos) *

6. Em média, quantos cigarros fuma por dia? * *Marcar apenas uma oval.*

- 1-5
- 6-10
- 11-15
- 16-20
- >20

Hábitos de vida

7. **No passado, já foi fumador?** * *Marcar apenas uma oval.*

- Sim
- Não *Passe para a pergunta 9.*

Hábitos de vida

8. **Há quanto tempo não tem hábitos tabágicos? (em meses)** * *Marcar apenas uma oval.*

- 3-6
- 6-9
- 9-12
- 12-15
- 15-18
- 18-24
- Mais de 24

Hábitos de vida

9. **Ingere bebidas alcoólicas com frequência (mais de 2 vezes por semana)?** * *Marcar apenas uma oval.*

- Sim
- Não

10. **Atualmente, pratica exercício físico? (Conceito definido por movimentos corporais planejados, organizados e repetidos com o objetivo de manter ou melhorar uma ou mais componentes da aptidão física)** * *Marcar apenas uma oval.*

- Sim
- Não *Passe para a pergunta 14.*

Hábitos de vida

11. **Se respondeu SIM, que atividade/modalidade pratica?** *

12. **Quantas vezes por semana, em média, pratica exercício físico?** * *Marcar tudo o que for aplicável.*

- 1 vez
- 2 vezes
- 3 vezes
- 4 vezes
- 5 vezes
- Mais de 5 vezes

13. **Qual a duração, em média, de cada sessão de exercício? (em minutos)** *

Historial clínico

14. **Na última semana, teve sintomas gripais ou infeção respiratória?** * *Marcar apenas uma oval.*

- Sim *Pare de preencher este formulário.*
- Não

Historial clínico

15. **Tem ou teve alguma fratura nos últimos 3 meses?** * *Marcar apenas uma oval.*

- Sim *Pare de preencher este formulário.*
- Não

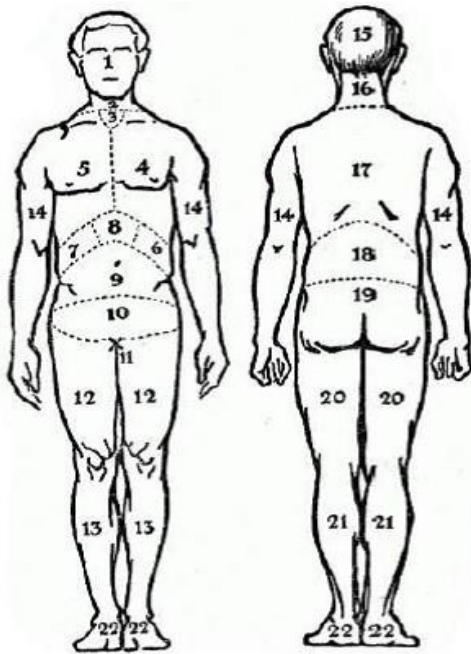
Historial clínico

16. **No último ano, sentiu dores a nível articular e/ou muscular?** * *Marcar apenas uma oval.*

- Sim
- Não *Passe para a pergunta 18.*

Historial clínico

17. **Se sim, indique qual a localização, com base nos números presentes na imagem** *



Historial clínico

18. No último ano, foi sujeito a alguma cirurgia? * Marcar apenas uma oval.

Sim

Não

Passe para a pergunta 20.

Historial clínico

19. Se respondeu SIM, indique qual o tipo de cirurgia * Marcar tudo o que for aplicável.

Cardíaca

Torácica

Ortopédica (coluna vertebral, membros superiores, membros inferiores)

Abdominal

Ginecológica

Outra: _____

Historial clínico

20. Tem diagnosticada alguma deformidade postural (exemplo: escoliose, tórax escavado ou em barril)? * Marcar apenas uma oval.

Sim

Não

Historial clínico

21. Tem diagnóstico de patologia respiratória? (exemplo: asma) * Marcar apenas uma oval.

Sim

Não

Passe para "Obrigada pela sua colaboração!".

Historial clínico

22. **Se sim, indique qual:** *

Obrigada pela sua colaboração!