

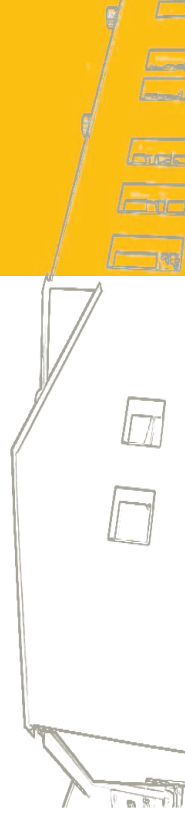
António Manuel Soares
Mesquita Montes

Efeito de um programa de exercícios segundo *Pilates* em indivíduos com asma controlada – Controlo motor vs. Função ventilatória

Mestrado em Fisioterapia

Opção Cardíaco-respiratória

Outubro de 2011



ESCOLA SUPERIOR DE TECNOLOGIA DA
SAÚDE DO PORTO
INSTITUTO POLITÉCNICO DO PORTO

ANTÓNIO MANUEL
SOARES MESQUITA
MONTES

**EFEITO DE UM PROGRAMA DE
EXERCÍCIOS SEGUNDO *PILATES*
EM INDIVÍDUOS COM ASMA
CONTROLADA – CONTROLO
MOTOR VS. FUNÇÃO
VENTIRATÓRIA**

Dissertação submetida à Escola Superior de Tecnologia a Saúde do Porto para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Fisioterapia – Opção Cardio-respiratória, realizada sob a orientação científica do Mestre Paulo José Medeiros de Carvalho, Equiparado a Assistente do 2º Triénio, da Área Técnico-Científica da Fisioterapia.

Outubro, 2011

Agradecimentos

Ao Mestre Paulo de Carvalho, pela competência científica com que orientou este trabalho, pelo acompanhamento, receptividade e generosidade reveladas durante o mesmo.

Ao Mestre Daniel Costa, meu co-orientador, pela competência científica e orientação dada, pelo ensino dedicado, total disponibilidade e amizade então demonstradas.

Ao Professor Doutor Pedro Monteiro, ao Mestre Camilo Moreira, ao Pedro Maciel e ao Sérgio Moreira pela disponibilidade e generosidade reveladas ao longo deste trabalho, assim como pelas críticas, correções e sugestões relevantes realizadas durante a elaboração da tese.

À minha família pela tolerância em todos os momentos no decorrer deste percurso, obrigada por todo o esforço, pelo amor, alegria e confiança que sempre depositaram em mim.

O meu sincero e sentido agradecimento a todas as pessoas que contribuíram direta ou indiretamente para a concretização deste trabalho.

Resumo

Introdução: Embora existam estratégias para coordenar as funções postural e ventilatória numa situação normal, isto pode não ser verdade quando a necessidade para uma das funções está aumentada, como por exemplo em patologia respiratória (asma) ou no exercício físico, em que subsistem maiores necessidades ventilatórias. O método *Pilates*, que foca a relação entre o corpo e a disciplina mental, visa prosperar a saúde e o bem-estar pelo enfatizar da boa postura, do alinhamento corporal e da coordenação da ventilação com o movimento. **Objectivo:** Comparar características de controlo motor e parâmetros ventilatórios em asmáticos controlados e indivíduos sem patologia, e verificar o efeito de um programa de exercícios segundo *Pilates* nesses *outcomes* em indivíduos com asma controlada. **Métodos:** Estudo quasi-experimental, com uma amostra constituída por 21 estudantes voluntários, 7 pertencentes ao “grupo sem patologia”, 7 ao “grupo controlo asmático” e 7 ao “grupo experimental asmático”. Para avaliação do *timing* de ativação e do padrão de recrutamento muscular no movimento rápido do membro superior foi utilizada eletromiografia de superfície do Diafragma, Eretor da Coluna, Multífidos, Oblíquo Externo, Reto Anterior e Transverso Abdominal/Oblíquo Interno. Foram também avaliados parâmetros de função ventilatória: a percentagem de volume expiratório forçado no primeiro segundo do previsto, o débito expiratório máximo instantâneo, a ventilação máxima voluntária, a pressão inspiratória máxima e a pressão expiratória máxima. As avaliações decorreram antes e após 8 semanas da aplicação de um programa de exercícios segundo *Pilates* no grupo experimental asmático, com exceção do grupo sem patologia que realizou apenas o primeiro momento de avaliação. **Resultados:** O grupo controlo asmático apresentou um *timing* de ativação significativamente maior do Transverso Abdominal/Oblíquo Interno e do Diafragma, em relação ao grupo sem patologia. Nos parâmetros ventilatórios, o grupo controlo asmático apresentou menores valores de percentagem de volume expiratório no primeiro segundo do previsto, de débito expiratório máximo instantâneo e de pressão expiratória máxima. Após a realização do programa de exercícios segundo *Pilates* verificaram-se alterações significativas no *timing* de activação do Eretor da Coluna, do Multífidos, do Transverso/Oblíquo Interno e do Diafragma, tendo ambos diminuído no grupo experimental asmático. Ainda, o grupo experimental asmático, em relação aos parâmetros ventilatórios, apresentou diferenças significativas no débito expiratório máximo instantâneo, na ventilação máxima voluntária e na pressão expiratória

máxima, tendo ambos aumentado estes valores. **Conclusão:** Os asmáticos controlados parecem possuir características de controlo motor, especificamente no *timing* de ativação, e valores de parâmetros ventilatórios diferentes em comparação aos indivíduos sem patologia. O programa de exercícios segundo *Pilates*, implementado no grupo experimental asmático, parece ter influenciado positivamente esses *outcomes*. **Palavras-chaves:** Asma, controlo motor, função ventilatória, *core* abdominal, *Pilates*

Abstract

Introduction: Although there are strategies to coordinate the postural and ventilatory functions in a normal situation, this may not be true when the need for a function is increased, for example in respiratory disease (asthma) or in the exercise, where there are still more ventilation requirements. The *Pilates* method, which focuses on the relationship between the body and mental discipline, aims to prosper the health and well-being by emphasizing good posture, body alignment and coordination with the movement of ventilation. **Objective:** Compare features of motor control and ventilatory parameters in controlled asthmatics and individuals with no pathology, and check the effect of a *Pilates* exercise program in these outcomes in patients with controlled asthma. **Methods:** Quasi-experimental study with a sample of 21 student volunteers, 7 belonging to “the group without pathology”, 7 to “asthmatic control group” and the other 7 to “asthmatic experimental group”. To evaluate the timing of activation and the pattern of muscle recruitment in fast motion of the upper limb was used surface electromyography of the diaphragm, erector spinae, multifidus, external obliques, rectus and transversus abdominis / internal oblique. We also evaluated parameters of ventilatory function: the expected value for percentage of forced expiratory volume in one second, and peak expiratory flow rate, maximum voluntary ventilation, maximal inspiratory pressure and maximum expiratory pressure. Assessments took place before and after 8 weeks of the application of a *Pilates* exercise program in “asthmatic experimental group”, except for the group without pathology who performed only the first moment of evaluation. **Results:** The asthmatic control group had a significantly higher activation timing of the transversus abdominis/internal oblique and diaphragm, compared to the group without pathology. In the ventilatory parameters asthmatic control group had lower values of percentage of forced expiratory volume in one second than expected, the peak expiratory flow rate and maximum expiratory pressure. After of the *Pilates* exercise program there were significant

changes in the timing of activation of the erector spinae, the multifidus, transversus / internal oblique and diaphragm, both of which decreased in the asthmatic experimental group. Still, in relation to ventilatory parameters, asthmatic experimental group had significant differences in peak expiratory flow rate, maximum voluntary ventilation and maximal expiratory pressure, both of these values increased. **Conclusion:** The controlled asthmatics seem to possess characteristics of motor control, specifically the timing of activation, and different values of ventilatory parameters compared to those without disease. The *Pilates* exercise program, implemented in the asthmatic experimental group, seems to have positively influenced these outcomes. **Keywords:** Asthma, motor control, respiratory function, core abdominal, *Pilates*

Índice

Capítulo I – Introdução	1
Capítulo II – Métodos	8
2.1 Amostra	8
2.2 Instrumentos de medida	9
i. Caracterização da amostra	9
ii. Electromiografia de superfície (sEMG)	10
iii. Parâmetros ventilatórios	10
2.3 Procedimentos	12
i. Processamento dos dados	15
2.4 Ética	16
2.5 Estatística	17
Capítulo III – Resultados	18
3.1 Caracterização da amostra	18
3.2 Sem patologia vs. Controlo asmático	19
i. <i>Timing</i> de ativação muscular no movimento rápido do membro superior, em milissegundos (ms)	19
ii. Parâmetros ventilatórios	21
3.3 Controlo asmático vs. Experimental asmático	22
i. <i>Timing</i> de ativação muscular no movimento rápido do membro superior, em milissegundos (ms)	22
ii. Parâmetros ventilatórios	27
Capítulo IV – Discussão	30
4.1 Sem patologia vs. Controlo asmático	30
4.2 Controlo asmático vs. Experimental asmático	35
Capítulo V – Conclusão	42
Referências bibliográficas	43
Anexos	46

Índice de abreviaturas

%FEV₁ – Percentagem de volume expiratório forçado no primeiro segundo do previsto

CA – Controlo asmático

CEMAH – Centro de Estudos do Movimento e Atividade Humana

DA - Deltóide Anterior

Diaf – Diafragma

Dq – Desvio – interquartil

EA – Experimental asmático

EC – Ereter da Coluna

EMG – Eletromiográfico

ESTSP – Escola Superior de Tecnologia da Saúde do Porto

FEV₁ – Volume máximo de ar expirado no primeiro segundo

IMC – Índice de massa corporal

PEF – Débito expiratório máximo instantâneo

Pemax – Pressão expiratória máxima

PIA – Pressão intra-abdominal

Pimax – Pressão inspiratória máxima

Md – Mediana

Mu – Multífidos

ms – milissegundos

MVV – Ventilação máxima voluntária

OE – Oblíquo Externo

TrA – Transverso abdominal

TrA/OI – Transverso Abdominal/Oblíquo Interno Diafragma

RA – Reto Abdominal

RMS – *Root mean square*

sEMG – Eletromiografia de superfície

SNC – Sistema Nervoso Central

SP – Sem patologia

SPSS – *Statistical Package for the Social Sciences*

Índice de quadros

- Tabela I** – Fórmula de cálculo do FEV₁ previsto, retirado de ATS, 1991 **16**
- Tabela II** – Caracterização dos dados demográficos e antropométricos da amostra com os respectivos valores de mediana (MD), desvio-interquartil (Dq), valor de teste (U) e de prova (p), elaboração própria **19**
- Tabela III** – Comparação inter-grupos, grupos sem patologia (SP) vs. controlo asmático (CA), do *timing* de ativação do Eretor da Coluna (EC), Multifídeos (Mu), Transverso Abdominal/ Oblíquo Interno (TrA/OI), Reto Abdominal (RA), Oblíquo Externo (OE) e Diafragma (Diaf), com os respectivos valores de mediana (Md), desvio-interquartil (Dq), valores de teste (U) e de prova (p), elaboração própria **20**
- Tabela IV** – Comparação inter-grupos, grupos sem patologia (SP) vs. controlo asmático (CA), dos parâmetros ventilatórios débito expiratório máximo instantâneo (PEF), percentagem de volume expiratório forçado no primeiro segundo do previsto (%FEV₁), ventilação máxima voluntária (MVV), pressão máxima expiratória (Pemax) e pressão máxima inspiratória (Pimax), com os respectivos valores de mediana (Md), desvio-interquartil (Dq), valores de teste (U) e de prova (p), elaboração própria **22**
- Tabela V** – Comparação inter-grupos, grupos controlo asmático (CA) vs. experimental asmático (EA), no momento 0, do *timing* de ativação do Eretor da Coluna (EC), Multifídeos (Mu), Transverso Abdominal/ Oblíquo Interno (TrA/OI), Reto Abdominal (RA), Oblíquo Externo (OE) e Diafragma (Diaf), com os respectivos valores de mediana (Md), desvio-interquartil (Dq), valores de teste (U) e de prova (p), elaboração **23**
- Tabela VI** – Comparação inter-grupos, grupos controlo asmático (CA) vs. experimental asmático (EA), no momento 1, do *timing* de ativação do Eretor da Coluna (EC), Multifídeos (Mu), Transverso Abdominal/ Oblíquo Interno (TrA/OI), Reto Abdominal (RA), Oblíquo Externo (OE) e Diafragma (Diaf), com os respectivos valores de mediana (Md), desvio-interquartil (Dq), valores de teste (U) e de prova (p), elaboração própria **24**
- Tabela VII** – Comparação intra-grupo, do momento 0 (M0) para o momento 1 (M1), nos grupos controlo asmático (CA) e experimental asmático (EA), do *timing* de ativação do Eretor da Coluna (EC), Multifídeos (Mu), Transverso Abdominal/ Oblíquo Interno (TrA/OI), Reto Abdominal (RA), Oblíquo Externo (OE) e Diafragma (Diaf), com os

respectivos valores de mediana (Md), desvio-interquartil (Dq), valores de teste (U) e de prova (p), elaboração própria 26

Tabela VIII – Comparação inter-grupos, grupos controlo asmático (CA) vs. experimental asmático (EA), no momento 0, dos parâmetros ventilatórios débito expiratório máximo instantâneo (PEF), percentagem de volume expiratório forçado no primeiro segundo do previsto (%FEV₁), ventilação máxima voluntária (MVV), pressão máxima expiratória (Pemax) e pressão máxima inspiratória (Pimax), com os respectivos valores de mediana (Md), desvio-interquartil (Dq), valores de teste (U) e de prova (p), elaboração própria 27

Tabela IX – Comparação inter-grupos, grupos controlo asmático (CA) vs. experimental asmático (EA), no momento 1, dos parâmetros ventilatórios débito expiratório máximo instantâneo (PEF), percentagem de volume expiratório forçado no primeiro segundo do previsto (%FEV₁), ventilação máxima voluntária (MVV), pressão máxima expiratória (Pemax) e pressão máxima inspiratória (Pimax), com os respectivos valores de mediana (Md), desvio-interquartil (Dq), valores de teste (U) e de prova (p), elaboração própria 28

Tabela X – Comparação intra-grupo, do momento 0 (M0) para o momento 1 (M1), nos grupos controlo asmático (CA) e experimental asmático (EA), dos parâmetros ventilatórios débito expiratório máximo instantâneo (PEF), percentagem de volume expiratório forçado no primeiro segundo do previsto (%FEV₁), ventilação máxima voluntária (MVV), pressão máxima expiratória (Pemax) e pressão máxima inspiratória (Pimax), com os respectivos valores de mediana (Md), desvio-interquartil (Dq), valores de teste (U) e de prova (p), elaboração própria 29

Tabela XI – Contra-indicações à realização dos parâmetros ventilatórios, adaptado de ATS, 1991; ATS/ERS, 2002; ATS/ERS, 2010; Gibbons, 2004 47

Tabela XII – Localização dos eléctrodos, elaboração própria 52

Tabela XIII – Normas para a realização da manobra de obtenção dos valores volume expirado no primeiro segundo e débito expiratório máximo instantâneo, segundo ATS, 1991; ATS/ERS, 2002; ATS/ERS, 2010 53

Tabela XIV – Normas para a realização da ventilação máxima voluntária, segundo ATS, 1991; ATS/ERS, 2002; ATS/ERS, 2010 53

Tabela XV – Normas para a realização das pressões máximas inspiratória e expiratória, segundo ATS, 1991; ATS/ERS, 2002; ATS/ERS, 2010 54

Tabela XVI – Plano de presenças, elaboração própria	55
Tabela XVII – Descrição das sessões de exercícios, segundo <i>Pilates</i> , Institute, 2009	56
Tabela XVIII – Critérios intra e inter-manobras da espirometria, adaptado da ATS, 1991; ATS/ERS, 2002; ATS/ERS, 2010	59
Tabela XIX – Critérios intra e inter-manobras da ventilação máxima voluntária, adaptado da ATS, 1991; ATS/ERS, 2002; ATS/ERS, 2010	60
Tabela XX – Critérios intra e inter-manobras das pressões máximas inspiratória e expiratória, adaptado da ATS, 1991; ATS/ERS, 2002; ATS/ERS, 2010	61
Tabela XXI – Dados em bruto do <i>timing</i> de activação muscular (ms) do Ereter da Coluna (EC), Multífidos (Mu), Transverso Abdominal/ Oblíquo Interno (TrA/OI), Reto Abdominal (RA), Oblíquo Externo (OE) e Diafragma (Diaf), no momento 0 (M0) e momento 1 (M1), elaboração própria	62
Tabela XXII – Dados em bruto dos parâmetros ventilatórios débito expiratório máximo instantâneo – L/s (PEF), percentagem de volume expiratório forçado no primeiro segundo do previsto – % (%FEV1), ventilação máxima voluntária – L/min (MVV), pressão máxima expiratória – cmH2O (Pemax) e pressão máxima inspiratória – cmH2O (Pimax), no momento 0 (M0) e momento 1 (M1), elaboração própria	63

Índice de figuras

- Figura I** – Diagrama de constituição da amostra, elaboração própria **9**
- Figura II** – Comparação inter-grupos, grupos sem patologia vs. controlo asmático, do *timing* de ativação do Ereter da Coluna (EC), Multífido (Mu), Transverso Abdominal/ Oblíquo Interno (TrA/OI), Reto Abdominal (RA), Oblíquo Externo (OE) e Diafragma (Diaf), * - $U=0$; $p \leq 0,001$ e # - $U=0,5$; $p \leq 0,001$, elaboração própria **21**
- Figura III** – Comparação inter-grupos, grupos controlo asmático vs. experimental asmático, no momento 1, do *timing* de ativação do Ereter da Coluna (EC), Multífido (Mu), Transverso Abdominal/ Oblíquo Interno (TrA/OI), Reto Abdominal (RA), Oblíquo Externo (OE) e Diafragma (Diaf), * - $U=9,5$; $p=0,029$, # - $U=2$; $p=0,001$, α - $U=8$; $p=0,019$ e μ - $U=1$; $p=0,001$, elaboração própria **25**
- Figura IV** – Comparação intra-grupo, do momento 0 para o momento 1, no grupo experimental asmático, do *timing* de ativação do Ereter da Coluna (EC), Multífido (Mu), Transverso Abdominal/ Oblíquo Interno (TrA/OI), Reto Abdominal (RA), Oblíquo Externo (OE) e Diafragma (Diaf), * - $Z=-2,366$; $p=0,008$, # - $Z=-2,366$; $p=0,008$, α - $Z=-1,859$; $p=0,039$ e μ - $Z=-2,028$; $p=0,023$, elaboração própria **26**

Capítulo I – Introdução

As alterações constantes das forças internas e externas determinam que o Sistema Nervoso Central (SNC) organize um sistema complexo e diferenciado, de controlo e de coordenação, para mover e manter a estabilidade da coluna vertebral. O SNC interpreta continuamente o estado da estabilidade, planeando mecanismos para superar as alterações previsíveis e adaptando rapidamente a atividade muscular em resposta às alterações imprevisíveis. Por outro lado, a capacidade de interpretar o *input* aferente, a partir de mecanorreceptores periféricos e de outros sistemas sensoriais, e comparar essa informação com um modelo interno da dinâmica corporal, permite gerar uma resposta coordenada dos músculos do tronco – *timing* e intensidade de activação (Richardson, Hodges & Hides, 2004).

O *feedforward*, o *feedback* e o *stiffness* musculares são, deste modo, processos essenciais na manutenção do estado de estabilidade que podem atuar concomitantemente, sendo que o *outcome* dos processos de *feedforward* pode ser modulados *a posteriori* pelos processos mediados por *feedback*. Em geral, as respostas mediadas por *feedforward* e *feedback* aproximam-se das necessidades da tarefa e são desenvolvidas à escala da amplitude das forças de perturbação e do seu contexto. A atividade muscular direcionada ao controlo da estabilidade representa um componente seletivo do movimento humano (Richardson, Hodges, & Hides, 2004).

Os músculos da cervical e do tronco não atuam só como mobilizadores primários ou como antagonistas do movimento provocado pela gravidade durante atividades dinâmicas, mas também como importantes estabilizadores multissegmentares da coluna (Hodges, Cresswell, & Thorstensson, 1999; Kisner & Colby, 2007). Sem a atividade estabilizadora dinâmica dos músculos do tronco, superficiais (estabilizadores globais) e profundos (estabilizadores locais) verificar-se-ia o colapso da coluna vertebral na posição de pé (Kisner & Colby, 2007).

Os músculos superficiais multissegmentares são os que respondem a cargas externas impostas ao tronco, que deslocam o centro de massa. A sua reação é específica da direção do movimento para controlar a orientação da coluna (Hodges, Cresswell, & Thorstensson, 1999; Kisner & Colby, 2007). Os músculos globais não são capazes de estabilizar os

segmentos individuais da coluna, exceto através de cargas compressivas, por possuírem uma pequena ou nenhuma inserção direta nas vértebras (Kisner & Colby, 2007).

Relativamente aos músculos profundos (core), por possuírem inserções intersegmentares, respondem independentemente da direção do movimento dos membros (Hodges, Cresswell, & Thorstensson, 1999; Kisner & Colby, 2007). Estes fornecem suporte dinâmico aos segmentos individuais na coluna e ajudam a manter cada segmento numa posição estável (Kisner & Colby, 2007).

Investigações recentes têm-se focado na função do transverso abdominal (TrA) e do multífidos (Mu) como estabilizadores da região lombo-pélvica. Estes têm inserções segmentares na coluna lombar e são capazes, portanto, de fornecer controlo segmentar e *stiffness*. De facto, foi demonstrado que o TrA e as fibras profundas dos Mu são das primeiras a tornarem-se ativas quando existe um distúrbio da postura em consequência de movimentos extremamente rápidos dos membros (Moseley, Hodges, & Gandevia, 2002; Hodges, Cresswell, & Thorstensson, 1999; Hodges, Gandevia, & Richardson, 1997; Hodges & Richardson, 1997a; Hodges & Richardson, 1997b; Kisner & Colby, 2007).

Para além disto, muitos dos músculos do tronco, que parecem fundamentais para o controlo do movimento intervertebral, podem também realizar uma variedade de funções homeostáticas, como a ventilação e a continência, ou o suporte do conteúdo abdominal na posição de pé (Richardson, Hodges, & Hides, 2004).

Em relação à ventilação, os abdominais (TrA, oblíquos interno e externo e reto abdominal), apesar de flexores e rotadores do tronco, são também considerados músculos acessórios da expiração, tendo como função mais importante assistir na expiração forçada. As suas fibras musculares puxam as costelas e as cartilagens costais caudalmente, na expiração forçada, provocando o aumento da pressão intra-abdominal (PIA) que empurra o diafragma cefalicamente para dentro da cavidade torácica, aumentando o volume e a velocidade da expiração (Levangie & Norkin, 2005).

Embora considerados músculos acessórios da expiração, os abdominais têm também duas funções significativas durante a inspiração. Primeiro, durante a expiração forçada o aumento da PIA exerce um estiramento passivo sobre as fibras costais do diafragma, preparando o sistema ventilatório para a próxima inspiração, por optimização da relação comprimento-tensão das fibras musculares do diafragma. Segundo, o aumento da PIA gerado pela depressão do diafragma durante a inspiração deve ser contrariado pela tensão

da musculatura abdominal. Sem uma *compliance* eficaz dos abdominais, o tendão central do diafragma não é estabilizado efetivamente para ocorrer a expansão lateral da parede torácica. Por isso, durante períodos de aumento das necessidades ventilatórias, o aumento da atividade muscular dos abdominais assiste na expiração e na inspiração (De Troyer & Estenne, 1988; Levangie & Norkin, 2005).

Para além dos abdominais também o diafragma, músculo do *core*, têm funções no controlo postural e ventilatório (Hodges & Gandevia, 2000a). Efectivamente, apesar da sua função ventilatória como principal músculo inspiratório, o diafragma é também activo quando a coluna é perturbada, assumindo simultaneamente uma função postural (Hodges, Butler, McKenzie, & Gandevia, 1997). Quando a estabilidade do tronco é desafiada de uma forma controlada por momentos reativos do movimento de um membro, a atividade eletromiográfica do diafragma aumenta antecipatoriamente (Hodges, Butler, McKenzie, & Gandevia, 1997). Esta resposta está relacionada com a amplitude de forças que perturbam a coluna e tem sido confirmada por medidas directas de encurtamento muscular (Hodges, Butler, McKenzie, & Gandevia, 1997; Hodges & Gandevia, 2000a). Relativamente à função ventilatória, a contração do diafragma produz fluxo aéreo inspiratório, por depressão do tendão central e elevação das costelas inferiores, para aumentar os diâmetros vertical e transversal, respectivamente, da caixa torácica (Hodges & Gandevia, 2000a; Levangie & Norkin, 2005).

O diafragma como elemento funcional articula as suas funções postural e ventilatória. Numa alteração mantida da postura do tronco por movimentos repetidos do membro superior, a actividade eletromiográfica do diafragma é modulada para manter a ventilação. Concorrentemente, o diafragma desenvolve atividade tónica (durante a expiração) com modelação sobreposta à frequência do movimento do membro (Hodges & Gandevia, 2000b).

As função postural e ventilatória dos músculos do *core* decorre de forma concertada e coordenada entre si. Assim, o diafragma assiste na estabilização mecânica da coluna por aumento da PIA, em conjunto com a contração dos abdominais e dos músculos do pavimento pélvico (Cresswell, Grundstrom, & Thorstensson, 1992; Grillner, Nilsson, & Thorstensson, 1978; Hodges & Gandevia, 2000b). Se estas duas tarefas ocorrerem simultaneamente, a atividade do diafragma pode ser modulada pela pressão intratorácica para a ventilação e pela PIA para o controlo postural no movimento do membro. Então esta

dupla função pode comprometer o movimento ventilatório da caixa torácica e do abdómen (Hodges & Gandevia, 2000b).

Dos abdominais, apenas a actividade do transverso abdominal é modulada em conjunto com as necessidades ventilatória e postural durante o movimento do membro (Hodges & Gandevia, 2000b).

A função estabilizadora do TrA também trabalha em conjunto com o diafragma numa resposta em *feedforward* ao movimento rápido do membro superior. A contração do diafragma e o aumento da PIA ocorre antes do movimento, independentemente da fase da ventilação ou da direção do movimento do membro superior (Hodges, Cresswell, & Thorstensson, 1999; Hodges, Gandevia, & Richardson, 1997; Kisner & Colby, 2007).

As atividades tónicas do TrA e do diafragma são moduladas para encontrar as necessidades respiratórias durante a inspiração e expiração e fornecer a estabilidade da coluna quando existe movimentos rápidos do membro (Hodges & Gandevia, 2000a; Hodges & Gandevia, 2000b; Kisner & Colby, 2007).

Embora existam estratégias para coordenar estas funções numa situação normal, isto pode não ser verdade quando a necessidade para uma das funções está aumentada, como por exemplo em patologia respiratória (asma) ou no exercício físico, em que subsistem maiores necessidades ventilatórias (Hodges, Heijnen, & Gandevia, 2001).

A asma é um problema público sério, com prevalência elevada e incidência precoce, que afecta indivíduos de todas as idades. Quando não controlada pode colocar limitações severas no dia-a-dia, e é por vezes fatal (Bateman, 2010).

Esta é uma desordem definida por características clínicas, fisiológicas e patológicas. A característica predominante da história clínica é o episódio de falta de ar, particularmente à noite, e frequentemente acompanhado por tosse. As sibilâncias polifónicas, predominantemente expiratórias, escutadas na auscultação do tórax são a descoberta física mais comum. A característica fisiológica principal é o episódio de obstrução das vias aéreas, caracterizada pela limitação variável do fluxo aéreo expiratório. A inflamação das vias aéreas frequentemente associada com alterações estruturais destas é a característica patológica da asma (Bateman, 2010). Assim, esta patologia tem componentes genéticos e ambientais significativos, mas por a patogénese não ser clara, a definição é descritiva. Baseada em consequências funcionais da inflamação das vias aéreas, uma descrição

operacional pode ser a seguinte: a asma é uma desordem inflamatória das vias aéreas crónica, que envolve várias células inflamatórias, mais de 100 diferentes mediadores inflamatórios e múltiplos efeitos inflamatórios, incluindo broncoconstrição, exsudação de plasma, hipersecreção de muco e ativação nervosa sensorial. À inflamação crónica na asma está subjacente a hiperresponsividade, com consequências ao nível da estrutura das vias aéreas, incluindo fibrose subepitelial, hipertrofia/hiperplasia das células de músculo liso, angiogénese e hiperplasia das células produtoras de muco (Barnes, 2003).

Atualmente, existe evidência que as manifestações clínicas da asma – sintomas, distúrbio do sono, limitações das atividades da vida diária, decréscimo da função pulmonar e uso de medicamento SOS, podem ser controladas com um tratamento apropriado. Quando a asma está controlada, não deve existir mais do que recorrência ocasional de sintomas e as exacerbações severas devem ser raras. (Reddel, Ware, Marks, Salome Jenkins, & Woolcock, 1999).

A asma como patologia respiratória obstrutiva é caracterizada pelo aumento da resistência das vias aéreas, dos volumes pulmonares e da frequência ventilatória (Laghi & Tobin, 2003; Tobin, Chadha, Jenourim Birch, Gazeroglu, & Sackner, 1983). Os asmáticos são expostos a obstrução das vias aéreas e a hiperinsuflação, mas ao contrário dos doentes pulmonares obstrutivos crónicos, a carga imposta ao sistema ventilatório é frequentemente intermitente (Laghi & Tobin, 2003). A expiração passiva depende sobretudo das propriedades de recuo elástico dos pulmões que se tornam menos efetivas na remoção do ar da caixa torácica na presença de um aumento da resistência das vias aéreas. Por ter mais ar aprisionado nos pulmões (*air-trapping*), no final da expiração (aumento do volume de reserva expiratório) a posição estática da caixa torácica altera-se, afetando volumes pulmonares e capacidades ventilatórias (hiperinsuflação). A caixa torácica hiperinsuflada acarreta um aumento do seu diâmetro ântero-posterior, em conjunto com o aplanamento do diafragma, que conseqüentemente limita a amplitude de movimento (ou excursão) da mesma, diminuindo o volume de reserva inspiratório. Com o comprometimento do diafragma, por encurtamento das suas fibras (diminuição da zona de aposição), a inspiração é realizada sobretudo pelos músculos acessórios da inspiração, apesar de estes não serem tão eficientes. O diafragma tem ainda uma capacidade limitada para expandir lateralmente a caixa torácica, e assim o movimento inspiratório pode ocorrer apenas na caixa torácica superior. Com uma contração forçada dos músculos inspiratórios da caixa torácica superior, o diafragma é puxado cefalicamente e o contentor abdominal postero-

cefalicamente durante a inspiração e é empurrado antero-caudalmente durante a expiração – padrão ventilatório toracoabdominal paradoxal. Este é, então, um reflexo da efetividade mantida da musculatura inspiratória da caixa torácica e da efetividade reduzida do diafragma (De Troyer, 1997; Levangie & Norkin, 2005).

Assim, o aumento da resistência das vias aéreas em conjunto com a hiperinsuflação dos pulmões força os músculos inspiratórios a aumentarem o seu trabalho durante a ventilação. Contudo, numa ventilação a um elevado volume pulmonar os músculos inspiratórios trabalham em comprimentos não-ótimos, reduzindo a força máxima contráctil (Hill, 2004; Ratnovskya, Eladb, & Halpern, 2008).

As desvantagens destas alterações biomecânicas da hiperinsuflação acompanham o aumento da necessidade ventilatória na asma. Se o sistema é menos efetivo é necessário mais trabalho aumentando o custo energético, ou o trabalho para a ventilação (Laghi & Tobin, 2003; Tobin, Chadha, Jenourim Birch, Gazeroglu, & Sackner, 1983). Um grau variável de hiperinsuflação dinâmica pode estar presente, que resulta do início da inspiração antes do volume pulmonar ter atingido o volume de reserva expiratório, o que diminui o fluxo expiratório (Gibson, 1996). A hiperinsuflação aumenta com o exercício, aumentando assim a carga mecânica sobre os músculos inspiratórios e ao mesmo tempo reduzindo a sua vantagem mecânica. O exercício pode ser suficiente para induzir fadiga dos músculos ventilatórios, por estes necessitarem de gerar forças elevadas para manter a necessidade ventilatória (Gibson, 1996; Hill, 2004; Ratnovskya, Eladb, & Halpern, 2008).

O método *Pilates*, que foca a relação entre o corpo e a disciplina mental, visa prosperar a saúde e o bem-estar pelo enfatizar da boa postura, do alinhamento corporal e da coordenação da ventilação com o movimento (Merrithew, 2002; Souza & Vieira, 2006). *Joseph Pilates* concebeu este método com o objectivo principal de melhorar a performance dos músculos do core abdominal, fortalecendo os músculos abdominais e da coluna lombar posterior, enquanto promovem a boa postural (Segal, Hein, & Basford, 2004).

Assim, nos exercícios segundo o método *Pilates*, as articulações periféricas não estão sujeitas a tensões excessivas, o que promove a eficiência dos estabilizadores profundos e a diminuição da contração dos músculos contraprodutivos para a actividade (Segal, Hein, & Basford, 2004). Para além disto, a ventilação é essencial para a prática deste método, na medida em que a expiração profunda permite ativar os músculos estabilizadores profundos. Por fim, uma ventilação correta possibilita uma oxigenação eficaz, ajuda na concentração

mental em cada tarefa e evita a tensão desnecessária durante o exercício (Merrithew, 2002).

Posto isto, considera-se relevante comparar o controlo motor de asmáticos com o de indivíduos sem patologia. As alterações no controlo motor podem ser um factor significativo, que pode contribuir para a intervenção e controlo ventilatório na asma. Por este motivo, os objectivos gerais do estudo foram comparar características de controlo motor – *timing* de ativação e padrão de recrutamento muscular – e parâmetros ventilatórios – percentagem de volume expiratório forçado no primeiro segundo do previsto, débito expiratório máximo instantâneo, ventilação máxima voluntária e pressões máximas inspiratória e expiratória – em asmáticos controlados e indivíduos sem patologia, e verificar o efeito de um programa de exercícios segundo *Pilates* nesses *outcomes* em indivíduos com asma controlada.

Capítulo II – Métodos

2.1 Amostra

O modelo de investigação foi quantitativo e o desenho do estudo quasi-experimental. Com o objectivo de evidenciar a temática de pesquisa realizou-se, inicialmente, um estudo analítico transversal, para comparação inter-grupos, sem patologia vs. controlo asmático.

A população do estudo foi constituída por indivíduos com idade compreendida entre os 18 e os 30 anos, sendo a população-alvo os estudantes da Escola Superior de Tecnologia da Saúde do Porto (ESTSP). Por fim, a amostra em estudo foi formada por 21 participantes voluntários.

Foram incluídos no estudo os estudantes com idade compreendida entre os 18 e os 30 anos; sedentários, que não realizassem exercício regular, mais que 45 minutos por dia, três dias por semana, há mais de um ano; nos grupos controlo e experimental asmático, com asma diagnosticada previamente e auto-reportada; e no grupo experimental asmático, com uma assiduidade igual ou superior a 85% nas sessões (Bateman, 2010; Sekendiz, Altun, Korkusuz, & Akin, 2007).

Os critérios de exclusão do estudo foram asma parcialmente controlada ou não-controlada, segundo os critérios de controlo da asma da *Global Initiative for Asthma*; corticoterapia de longa-duração; no grupo controlo asmático, durante o estudo, o início de qualquer tipo de atividade desportiva, ou alteração do estilo de vida; condições que possam influenciar o controlo motor dos estudantes: dor lombo-pélvica nos últimos dois anos, com duração superior a sete dias; escoliose, discrepância dos membros inferiores ou assimetrias posturais; cirurgia à coluna lombar, abdominal ou ginecológica; desordens neuromusculares; gravidez; estudantes que realizassem qualquer tipo de treino para o *core* abdominal (por exemplo *Pilates* ou exercícios abdominais), nos últimos 6 meses; circunstâncias que possam interferir com a capacidade dos estudantes em realizar os testes ou as sessões corretamente, como dor ou incapacidade nos membros superiores e inferiores, ou contra-indicações à realização dos parâmetros ventilatórios (Anexo 1) (Bateman, 2010; Critchley, Pierson, & Battersby, 2011; Endleman, I., & Critchley, D., 2008; Herrington & Davies, 2005).

Dos 1900 estudantes da ESTSP, 210 estudantes responderam ao questionário de caracterização da amostra, sendo que 23 “auto-reportaram” diagnóstico de asma. Destes excluiu-se um estudante por realizar corticoterapia de longa duração, sendo os restantes divididos, aleatoriamente, em grupo experimental asmático (n=11) – que realizou o programa de exercícios segundo *Pilates* –, e grupo controlo asmático (n=11) – que não realizou qualquer tipo de exercício físico. Durante o estudo, foram excluídos, por erro na recolha dos dados, 4 estudantes do grupo controlo asmático e 4 estudantes do grupo experimental asmático, perfazendo um n de 7 estudantes em cada grupo. Ainda, através do referido questionário, dos 62 estudantes que cumpriam os critérios de participação do estudo, foram seleccionados, aleatoriamente, 7 estudantes para constituir o grupo sem patologia (Figura I).

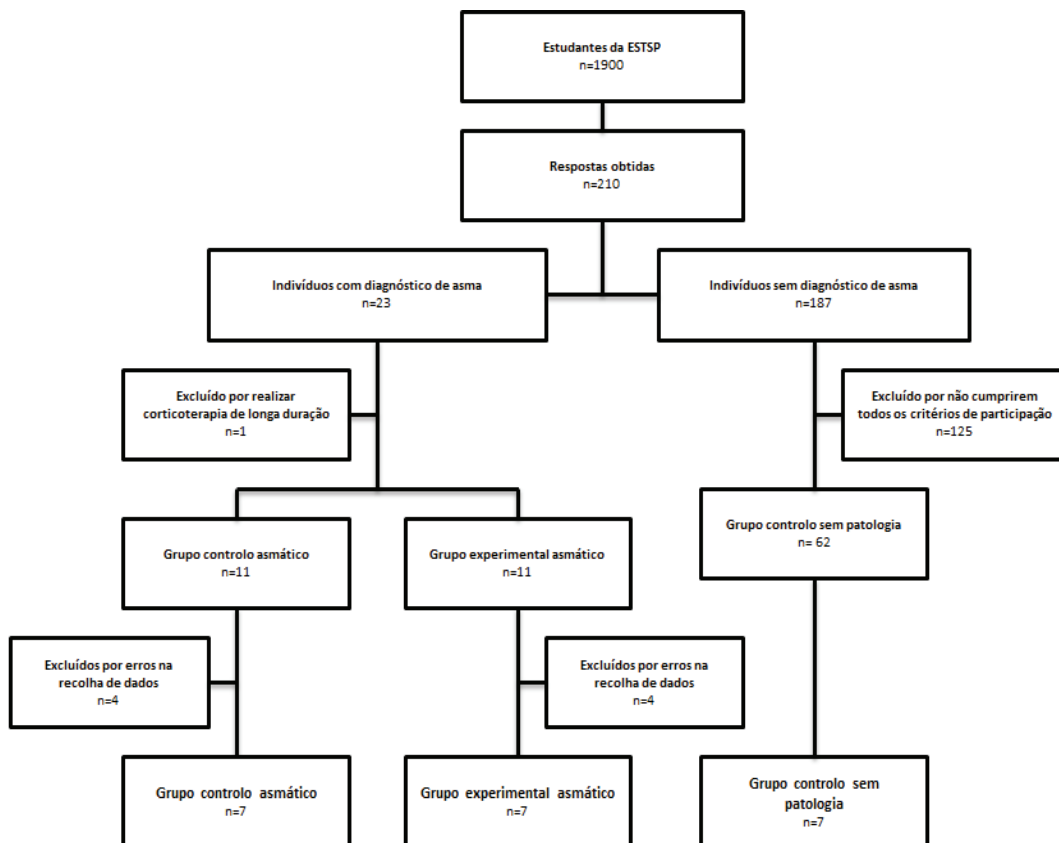


Figura I – Diagrama de constituição da amostra, elaboração própria

2.2 Instrumentos de medida

i. Caracterização da amostra

A seleção e a caracterização da amostra foram realizadas através de um questionário (Anexo 2), para averiguar os critérios de inclusão e exclusão do estudo e obter informações acerca dos dados sociodemográficos, como idade e sexo, dos participantes.

As medidas antropométricas, altura (metros) e massa (quilogramas), foram avaliadas através de um estadiómetro *seca 222 (seca – Medical Scales and Measuring Systems[®], Birmingham, United Kingdom)*, com uma precisão de 1 mm, e de uma plataforma de forças *Bertec[®] FP4060-10 (Bertec Corporation[®], Columbus OH, Estados Unidos da América)*, respectivamente.

ii. Eletromiografia de superfície (sEMG)

A recolha do sinal eletromiográfico (EMG) foi realizada através de um eletromiógrafo portátil *bioPLUX research (PLUX[®], Covilhã, Portugal)*, com canais analógicos de 12 bit e frequência de amostragem de 1000 Hz. Foi avaliada a atividade muscular do Transverso Abdominal/Oblíquo Interno (TrA/OI), do Reto Abdominal (RA), do Oblíquo Externo (OE), do Diafragma (Diaf), do Multífidos (Mu), do Eretor da Coluna (EC) e do Deltóide Anterior (DA). O sinal eletromiográfico foi recolhido do lado esquerdo, com a exceção do músculo DA. A utilização de sEMG para detecção de contrações musculares encontra-se bem documentada, sendo um método preciso e válido (Hermens, 2000).

Para a realização de sEMG utilizou-se elétrodos adesivos de gel *Dahlhausen Einmal-EKG-Elektroden, Typ 505, Solid-Gel (Fest-Gel), Kind (Dahlhausen[®], Köln, Alemanha)*, de cloreto de prata e de superfície circular, com um raio de 1 cm. Os elétrodos foram adaptados a sensores ativos bipolares *emgPLUX (PLUX[®], Covilhã, Portugal)*, com um ganho de 1000, uma *passing band* de 25-500 Hz e um *Common-mode rejection ratio* de 110 dB. Os sensores foram ligados ao eletromiógrafo portátil (7 canais ativos) com conexão via *Bluetooth* a um computador portátil, e utilizou-se para recolha do sinal EMG o *software MonitorPLUX (PLUX[®], Covilhã, Portugal)* versão 2.0. O sinal EMG foi convertido para o *software* de apoio *Acqknowledge (Biopac Systems, Inc[®], Goleta CA, EUA)* versão 4.0 para, posterior, análise e tratamento.

A impedância da pele foi verificada através de um impedómetro *Impedance Checker (Noraxon[®], Cologne, Alemanha)*.

iii. Parâmetros ventilatórios

Os parâmetros ventilatórios, percentagem de volume expiratório forçado no primeiro segundo do previsto (%FEV₁), débito expiratório máximo instantâneo (PEF) e ventilação máxima voluntária (MVV), foram avaliados através do *Biopac MP100WSW Data Acquisition System (Biopac Systems, Inc[®], Goleta CA, EUA)*. A recolha destes parâmetros foi realizada com uma frequência de amostragem de 1000 Hz, recorrendo-se a um

transdutor de fluxo *TSD117 – Medium Flow 300 L/min*, conectado a um amplificador *DA100C – General Purpose Transducer Amplifier Module* e calibrado através de uma seringa *AFT6A – Calibration Syringe 600 mL*. Também, foi utilizado um filtro bacteriológico descartável *AFT1 – Disposable Bacterial Filter, 22 mm 10/pk*, uma peça bucal *AFT2 – Disposable Mouthpiece* e um clip nasal *AFT3 – Disposable Noseclip (Biopac Systems, Inc[®], Goleta CA, EUA)* e, respectivo, *software* de apoio *Acqknowledge* versão 4.0.

O FEV₁ é definido como o volume máximo de ar expirado no primeiro segundo, de uma expiração forçada a partir de uma posição de inspiração máxima, e é expresso em litros (ATS/ERS, 2010). A utilização do FEV₁ para estimar a severidade da obstrução é apropriada apenas quando a obstrução está presente (ATS/ERS, 2002).

O PEF é o pico de fluxo de uma manobra de expiração forçada máxima, sem hesitação, a partir de uma posição de insuflação pulmonar máxima, sendo expresso em litros por segundo (ATS/ERS, 2010). A capacidade da tosse pode ser observada na curva expiratória máxima em indivíduos saudáveis com um fluxo transiente superior ao máximo atingido durante a expiração forçada (ATS/ERS, 2002).

O MVV é o volume máximo de ar que um indivíduo consegue ventilar durante um período específico de tempo, que é expresso em litros por minuto (ATS/ERS, 2010). Este parâmetro foi, anteriormente, recomendado como um teste mais específico para a fraqueza muscular que as medidas de volume, mas, na prática, a redução proporcional deste é usualmente similar à do volume corrente (ATS/ERS, 2002).

O medidor de pressão *MicroRPM – Respiratory Pressure Meter (Micro Medica Ltd. [®], Hoechberg, Alemanha)*, com um filtro bacteriológico descartável *AFT1 – Disposable Bacterial Filter, 22 mm 10/pk* e uma peça bucal *AFT2 – Disposable Mouthpiece* foi utilizado para avaliar a pressão inspiratória máxima (Pimax) e a pressão expiratória máxima (Pemax).

O Pimax e o Pemax são as pressões máximas estáticas inspiratória e expiratória, respectivamente, que um indivíduo gera ao nível da boca e são um indicador simples da força muscular inspiratória – Pimax – e expiratória – Pemax. A pressão avaliada durante as manobras reflete a pressão desenvolvida pelos músculos respiratórios mais a pressão de recuo elástico passiva do sistema respiratório, incluindo o pulmão e o tórax (ATS/ERS, 2002).

Como referência do sinal respiratório usou-se uma cinta respiratória *TSD107 – Respiration Transducer* (*Biopac Systems, Inc.*®, *Goleta CA, EUA*) que se encontrava conectada a um amplificador *RSP100C – Respiratory Amplifier* (*Biopac Systems, Inc.*®, *Goleta CA, EUA*) (Hodges, Cresswell, & Thorstensson, 1999). O sinal da cinta respiratória em adultos possui uma boa correlação com a avaliação espirométrica (Maarsingh, Van Eykern, Sprikkelman, Hoekstra, & Van Aalderen, 2000).

Um cabo de sincronização foi utilizado para ligação dos dois sistemas de recolha, a *bioPLUX research* e o *Biopac MP100WSW*.

2.3 Procedimentos

Antes de se iniciar o estudo foi realizado um estudo piloto a um grupo de indivíduos com características semelhantes às da amostra (não pertencentes à mesma), com o objectivo de testar a metodologia (verificar a aplicação dos instrumentos, incluindo o questionário de seleção da amostra, comprovar a exequibilidade e a uniformização dos procedimentos e avaliar a duração da avaliação). Não existiu necessidade de se proceder a alterações.

Em março de 2011, todos os estudantes de licenciatura da ESTSP foram contactados, via correio electrónico, para participarem no estudo, sendo informados sobre o projeto de investigação e os objectivos do mesmo. Para a seleção da amostra, os estudantes preencheram o questionário, enviado no referido correio electrónico, para garantir os critérios de participação do estudo.

Após a seleção da amostra definiram-se dois momentos de avaliação, o primeiro no período de 4 a 22 de Abril de 2011 (antes da aplicação do programa de exercícios segundo *Pilates* no grupo experimental asmático) – momento 0 –, e o segundo no período de 6 a 24 de Junho de 2011 (ao fim de 8 semanas de aplicação do programa de exercícios segundo *Pilates*) – momento 1. Os grupos experimental asmático e controlo asmático realizaram ambos os momentos de avaliação, no entanto, o grupo sem patologia foi sujeito apenas à avaliação no momento 0. As avaliações foram realizadas no Centro de Estudos do Movimento e Atividade Humana (CEMAH), segundo a disponibilidade deste e dos participantes do estudo. Ambas as avaliações respeitaram a mesma metodologia e para homogeneizar as condições das avaliações, estas foram realizadas à mesma hora do dia, tendo-se controlado a luminosidade e a temperatura do laboratório e mantido um ambiente silencioso. Os investigadores foram responsáveis sempre pelas mesmas tarefas, de modo a minimizar o erro inter-observador. Aos participantes do sexo feminino foi solicitado que

no caso de se encontrarem na fase folicular do ciclo menstrual, no período das avaliações, comunicassem aos investigadores. Foi, também, pedido aos participantes do grupo controlo asmático que informassem os investigadores se durante o estudo iniciassem qualquer tipo de atividade física, ou alterassem o estilo de vida.

No dia de avaliação, os participantes entraram no CEMAH e foi-lhes pedido para se descalçarem e se colocarem sobre a plataforma de forças para ser avaliada a massa. De seguida foi medida a altura dos participantes no estadiómetro.

Posteriormente, preparou-se a pele para a aplicação dos eléctrodos. Solicitou-se, então, aos participantes para que se colocassem na posição ortostática (posição de teste), por forma a impedir movimentos da pele. Os pêlos foram removidos com uma lâmina, a superfície morta da pele retirada por abrasão, com uma lixa apropriada. Por fim, a pele foi limpa com álcool isopropílico a 70%, com o objectivo de reduzir a impedância da pele e garantir uma boa qualidade do sinal EMG. Após a secagem da pele (aproximadamente 5 minutos) foi avaliada a sua impedância, através de um impedómetro. A obtenção de um máximo de 5 $\mu\Omega$ permitiu a colocação dos eléctrodos. Um valor superior a este conduziu a uma nova limpeza da pele com álcool e à repetição do procedimento de avaliação da impedância da pele (Hermens H. F., 1999).

Após a preparação da pele, os eléctrodos foram colocados numa configuração bipolar, com uma distância centro a centro de 20 mm, paralelamente à orientação típica das fibras musculares. Os locais de aplicação destes estão de acordo com as recomendações da literatura (Anexo 3). O músculo e os marcos anatómicos, referidos na bibliografia, que permitem estabelecer a posição apropriada dos eléctrodos, foram determinados através de contração isométrica do músculo e de palpação. O eléctrodo de referência, ou terra, foi colocado ao nível do cotovelo do membro superior não em teste. Todos os eléctrodos foram primeiramente testados para controlar o sinal cruzado entre os diferentes grupos musculares, o ruído eléctrico e as possíveis interferências do sinal EMG (Hermens H. F., 1999).

Por fim, foi colocada a cinta respiratória à volta do tórax, abaixo do nível dos mamilos espirométrica (Maarsingh, Van Eykern, Sprikkelman, Hoekstra, & Van Aalderen, 2000).

Após o término da preparação dos participantes pediu-se para estes se colocarem em cima de uma folha de papel branca A3, onde se delineou a base de suporte. Esta foi padronizada entre os dois momentos de avaliação para não interferir nos dados obtidos. Posteriormente

pediu-se para estes colocarem os joelhos em *lose pack position* e braços ao longo do tronco. Foram ainda instruídos a manterem o cotovelo em extensão e realizarem o movimento de flexão do membro superior em teste até aos 60 graus (aproximadamente), o mais rápido possível, após comando verbal. Todos os participantes foram alertados para a importância da velocidade em detrimento da amplitude (Hodges, Cresswell, & Thorstensson, 1999).

Foram realizadas 3 repetições do movimento de flexão do membro superior em teste após o comando verbal. O tempo entre cada repetição foi de 60 segundos.

As normas para a realização da avaliação dos parâmetros ventilatórios foram adaptadas do teste para a função pulmonar da ATS, 1991; ATS/ERS, 2002; ATS/ERS, 2010 (Anexo 4).

Após o primeiro momento de avaliação iniciou-se a implementação do programa de exercícios segundo *Pilates* no grupo experimental asmático. Este programa foi construído com o objectivo de aperfeiçoar o controlo dinâmico lombo-pélvico, mobilizar a coluna e treinar a contração isolada dos músculos profundos do *core* abdominal.

As sessões de exercícios realizaram-se durante 8 semanas, 2 vezes por semana com uma duração de 30 minutos (Critchley, Pierson, & Battersby, 2011).

Tendo em conta a importância da assiduidade dos participantes ao programa de exercícios, foram excluídos todos os que apresentaram menos de 85% de adesão às sessões (Anexo 5).

O programa de exercícios segundo *Pilates* foi ensinado e supervisionado por estudantes de Fisioterapia, com certificado de *Pilates* pela *The Australian Physiotherapy & Pilates Institute*, na ESTSP sob condições ambientais controladas.

Na primeira sessão foi ensinado aos participantes os princípios de *Pilates: concentration, awareness, alignment, breathing, centring, precision, coordination, lengthening e persistence* e os seus 5 elementos: *breathing* (expansão lateral e posterior), *pelvic placement, rib cage placement, scapular movement & stabilization* e *head and cervical placement*, concomitantemente com alguns exercícios segundo *Pilates* (Latey, 2002).

No início das sessões subsequentes foi lembrado os 8 princípios assim como os 5 elementos e ensinados os exercícios segundo *Pilates* (Anexo 6). Ao introduzir estes princípios e reforçá-los ao longo das sessões desenvolve-se a consciência do movimento corporal.

Os exercícios segundo *Pilates* foram demonstrados e, posteriormente, realizados pelos participantes através das instruções verbais dadas pelos instrutores. A execução de movimentos lentos e controlados, o encorajamento a não realizar substituições, a ativação dos músculos do *core* abdominal, o controlo da respiração e a correta postura (posição da grade costal, das omoplatas, da cabeça e da cervical) foram ensinados e incentivados durante todos os exercícios ao longo das sessões (Critchley, Pierson, & Battersby, 2011).

Os exercícios iniciaram-se no nível base tendo a progressão sido dependente da capacidade de manutenção do controlo postural dos participantes, aferida pelo instrutor das sessões, sendo este cego em relação aos objectivos do estudo (Critchley, Pierson, & Battersby, 2011).

Os participantes foram informados e monitorizados para não excederem a amplitude de movimento controlada. Foi ainda referido que deveriam informar o instrutor, no caso de sentirem desconforto e/ou dor durante a realização dos exercícios (movimentos compensatórios) ou achassem que os exercícios possuíam um nível de dificuldade anormal (modificação de componentes para execução correta dos exercícios) (Critchley, Pierson, & Battersby, 2011).

i. Processamento dos dados

O processamento do sinal EMG foi realizado com o *software* de apoio *Acqknowledge* versão 4.0.

Após conversão dos dados recolhidos através do *Monitor PLUX* versão 2.0, foi aplicado ao sinal eletromiográfico um filtro *Finite Impulse Response – Hamming* de 30 Hz (*high-pass*), com um número de coeficientes de 133, com o objectivo de remover o sinal cardíaco e um filtro *Infinite Impulse Response* de 20 Hz (*high pass*) e de 450 Hz (*low pass*), com o objectivo de remover o ruído eléctrico e/ou do movimento de cabos. Por último, foi calculado o *root mean square* (RMS), a 10 amostras (Hodges & Bui, 1996).

Para detectar o *timing* de ativação muscular no movimento rápido do membro superior, 500 milissegundos (ms) antes do ponto em que a atividade eletromiográfica deriva claramente da linha de base, foi calculada a média e o desvio-padrão do RMS durante 50 ms. Foi calculado a média mais 2 desvios-padrão e analisado o ponto (*timing* de ativação muscular) em que o RMS excede esse valor durante 30 ms. Por último, foi calculado o

timing de ativação muscular médio das três repetições do movimento rápido de flexão do membro superior direito (Hodges & Bui, 1996).

Para os parâmetros ventilatórios, obedecendo aos critérios intra e inter-manobras, de acordo com as normas da ATS, 1991; ATS/ERS, 2002; ATS/ERS, 2010, foi considerado o maior valor das manobras “aceitáveis” (Anexo 7).

A curva expiratória das manobras da obtenção dos valores do FEV₁, do PEF e do MVV foi definida através da quebra do sinal da cinta respiratória.

O PEF foi determinado pela detecção do pico máximo da curva expiratória do sinal de fluxo ventilatório recolhido durante a manobra. A aplicação, *a posteriori*, de um integral ao sinal recolhido, com um filtro *high pass* de 10 Hz, permitiu determinar a amplitude do sinal no primeiro segundo da curva expiratória, correspondente ao FEV₁. A percentagem do FEV₁ (%FEV₁) foi calculada através do quociente entre o valor de FEV₁ obtido e o valor previsto, determinado através das seguintes equações (Tabela I):

Tabela I – Fórmula de cálculo do FEV₁ previsto, retirado de (ATS, 1991)

Sexo Masculino	Sexo Feminino
$\text{Altura}^{2*} (1,541 - 4.06 \times 10^{-3} * \text{idade} - 6,14 * 10^{-5} \text{ idade}^2)$	$\text{Altura}^{2*} (1,332 - 4.06 \times 10^{-3} * \text{idade} - 6,14 * 10^{-5} \text{ idade}^2)$

Em relação ao MVV, ao sinal de fluxo ventilatório recolhido durante a manobra aplicou-se um integral, com um filtro *high pass* de 10 Hz. Posteriormente procedeu-se ao somatório de todas as expirações individuais (amplitude pico-a-pico do sinal), multiplicado pelo apropriado factor de correção, durante os melhores 10 segundos da manobra.

Para determinar o Pimax e o Pemax registou-se o valor do micro RPM obtido durante as respectivas manobras.

2.4 Ética

Foi solicitado à presidência da ESTSP e ao diretor do CEMAH autorização para a utilização das suas instalações, nos momentos avaliativos do estudo e para a realização das sessões do programa de exercícios segundo *Pilates*.

Os participantes foram informados relativamente aos objectivos do estudo, princípios e possíveis implicações do programa de exercícios segundo *Pilates*, métodos de recolha dos dados e procedimentos de análise e de tratamento da informação recolhida.

Foi-lhes ainda dada a oportunidade de realizar todas as perguntas que considerassem necessárias, assim como de recusarem a participação no estudo ou de o interromperem a qualquer momento.

Os participantes consentiram a integração no estudo, assinando a Declaração de Helsínquia, sendo que o anonimato e a confidencialidade dos dados foram mantidos ao longo do estudo.

Aos grupos controlo sem patologia e controlo asmático foi oferecida a oportunidade de realizarem o programa de exercícios segundo *Pilates*, após o término do estudo.

2.5 Estatística

A análise estatística, descritiva e inferencial, dos dados foi realizada através do programa estatístico *SPSS Statistics 17 (Statistical Package for the Social Sciences®)*, para o *Mac OS X (64-bit)*, com um intervalo de confiança de 95% (nível de significância igual a 0,05).

O número de indivíduos da amostra de cada grupo era reduzido ($n < 10$) e, por isso, optou-se por utilizar estatística inferencial não paramétrica (Marôco, 2010).

Para todas as variáveis foi utilizada estatística descritiva, nomeadamente medidas de tendência central (mediana) e de dispersão (desvio interquartil).

Para a caracterização da amostra foi realizado o *Mann-Whitney U test* para as variáveis quantitativas e o teste Qui-Quadrado para as variáveis qualitativas, com o intuito de verificar a homogeneidade da amostra (Marôco, 2010).

Para as restantes variáveis utilizou-se o *Mann-Whitney U test* para comparação inter-grupos (amostras independentes), e o teste de *Wilcoxon Signed-Rank Test* para comparação intra-grupo (amostras emparelhadas) (Marôco, 2010).

Capítulo III – Resultados

Os dados em bruto do estudo encontram-se no Anexo 8.

Antes da análise dos resultados foi realizada uma exploração dos dados para verificar a presença de *outlier*, segundo os critérios estabelecidos pelo programa da análise estatística. No grupo sem patologia verificaram-se *outliers* moderados na variável “idade”, o indivíduo 5, na variável “altura” e na variável “débito expiratório máximo instantâneo (PEF)”, o indivíduo 2, na variável da percentagem de “volume expiratório forçado no primeiro segundo do previsto (%FEV₁)”, o indivíduo 1, e no “*timing* de ativação do multífidus (Mu)”, o indivíduo 7.

No grupo controlo asmático verificaram-se *outliers* moderados na variável “*timing* de ativação do transverso abdominal/Oblíquo interno (TrA/OI)”, no momento 0, o indivíduo 11, na variável “*timing* de ativação do diafragma (Diaf)”, no momento 1, o indivíduo 13.

No grupo experimental asmático verificaram-se *outliers* moderados na variável “idade” e na variável “altura”, o indivíduo 17, na variável “ventilação máxima voluntária (MVV)”, no momento 0, o indivíduo 16, na variável “PEF”, no momento 1, o indivíduo 19, na variável “pressão inspiratória máxima (Pimax)”, no momento 1, o indivíduo 15, na variável “*timing* de ativação do eretor da coluna (EC)”, no momento 1, o indivíduo 20, na variável “*timing* de ativação do oblíquo externo (OE)”, no momento 1, o indivíduo 15.

No entanto, os *outliers* moderados foram mantidos na amostra uma vez que, após serem excluídos, a análise dos resultados não mostrou alterações.

3.1 Caracterização da amostra

De uma amostra final de 21 participantes, os grupos em estudo foram constituídos por 7 participantes, sendo 1 do sexo masculino. Relativamente à variável “sexo” não existiram diferenças estatisticamente significativas entre os grupos sem patologia e controlo asmático ($X^2=0$; $p=1$), nem entre os grupos controlo asmático e experimental asmático ($X^2=0$; $p=1$). Nos dados demográficos dos participantes, “idade” e antropométricos, “peso”, “altura” e “índice de massa corporal (IMC)” dos indivíduos verificou-se que não existiram diferenças estatisticamente significativas, sendo, por isso, os grupos comparáveis. Estes dados encontram-se descritos na Tabela II.

Tabela II - Caracterização dos dados demográficos e antropométricos da amostra com os respectivos valores de mediana (Md), desvio-interquartil (Dq), valor de teste (U) e de prova (p), elaboração própria

SP – Sem patologia; CA – Controlo asmático; EA – Experimental asmático; IMC – Índice de massa corporal

Variável	Grupo	Md	Dq	U	P (bilateral)	U	P (bilateral)
Idade (anos)	SP (n=7)	21	0,5	13	0,146	21,5	0,732
	CA (n=7)	19	2,5				
	EA (n=7)	20	1,5				
Altura (m)	SP (n=7)	1,64	0,04	21	0,686	16,5	0,332
	CA (n=7)	1,64	0,06				
	EA (n=7)	1,67	0,05				
Peso (Kg)	SP (n=7)	67,68	10,06	21	0,710	24	1
	CA (n=7)	60,98	7,41				
	EA (n=7)	60,93	9,50				
IMC (Kg/m ²)	SP (n=7)	24,43	3,38	22	0,805	24	1
	CA (n=7)	22,34	2,92				
	EA (n=7)	21,45	1,40				

3.2. Sem patologia vs. Controlo asmático

i. *Timing* de ativação muscular no movimento rápido do membro superior, em milissegundos (ms)

Numa comparação inter-grupos, grupo sem patologia vs. controlo asmático (Tabela III/ Figura II), verificou-se maior *timing* de ativação muscular, estatisticamente significativo, do TrA/OI (U=0,5; p≤0,001) e do Diaf (U=0; p≤0,001), no grupo controlo asmático. Os *timings* de ativação do EC, do Mu, do reto abdominal (RA) e do OE não foram estatisticamente significativos na comparação entre os grupos. Porém, nesta amostra, o grupo controlo asmático apresentou uma tendência para que os *timings* de ativação destes músculos fossem maiores.

Efeito de um programa de exercícios segundo *Pilates* em indivíduos com asma controlada – Controlo motor vs. Função ventilatória

Tabela III – Comparação inter-grupos, grupos sem patologia (SP) vs. controlo asmático (CA), do *timing* de ativação do Ereter da Coluna (EC), Multifidos (Mu), Transverso Abdominal/ Oblíquo Interno (TrA/OI), Reto Abdominal (RA), Oblíquo Externo (OE) e Diafragma (Diaf), com os respectivos valores de mediana (Md), desvio-interquartil (Dq), valores de teste (U) e de prova (p), elaboração própria

Variável	Grupo	Md	Dq	U	p (bilateral)
EC	SP (n=7)	-0,002	0,014	12,5	0,136
	CA (n=7)	0,012	0,007		
Um	SP (n=7)	0,006	0,008	16,5	0,329
	CA (n=7)	0,008	0,011		
TrA/OI	SP (n=7)	-0,021	0,008	0,5	≤0,001
	CA (n=7)	0	0,006		
RA	SP (n=7)	0,195	0,122	14	0,209
	CA (n=7)	0,287	0,038		
OE	SP (n=7)	0,077	0,032	21	0,685
	CA (n=7)	0,075	0,020		
Diaf	SP (n=7)	-0,030	0,011	0	≤0,001
	CA (n=7)	0,018	0,017		

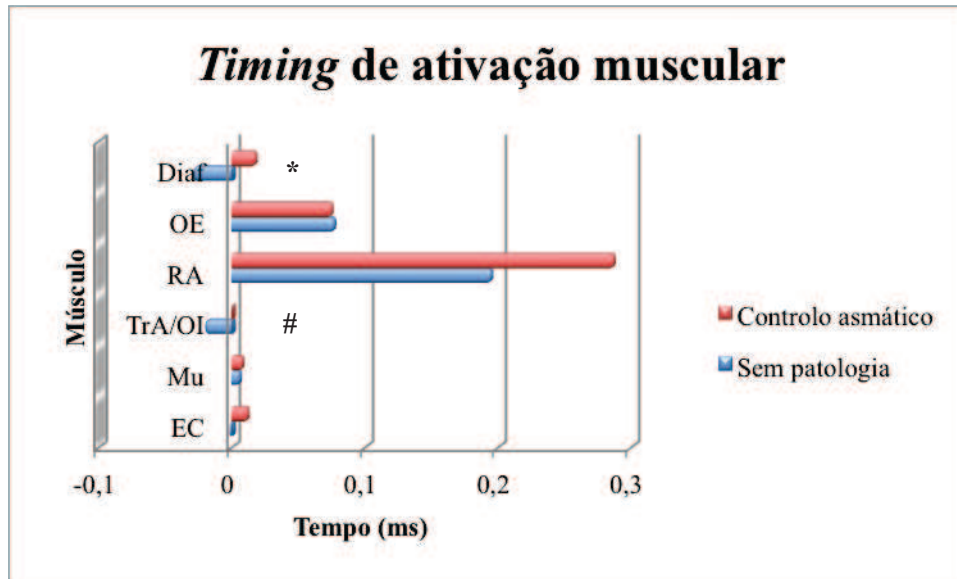


Figura II – Comparação inter-grupos, grupos sem patologia vs. controlo asmático, do *timing* de ativação do Ereter da Coluna (EC), Multifido (Mu), Transverso Abdominal/ Obliquo Interno (TrA/OI), Reto Abdominal (RA), Obliquo Externo (OE) e Diafragma (Diaf), * - $U=0$; $p \leq 0,001$ e # - $U=0,5$; $p \leq 0,001$, elaboração própria

ii. Parâmetros ventilatórios

Nos parâmetros ventilatórios, o grupo controlo asmático apresentou valores menores, estatisticamente significativos, de PEF ($U=8$; $p=0,038$), de %FEV₁ ($U=0$; $p=0,001$) e de pressão expiratória máxima (Pemax) ($U=4$; $p=0,006$) em relação ao grupo sem patologia. O MVV e o Pimax não apresentaram diferenças estatisticamente significativas, na comparação inter-grupo. Contudo, nesta amostra, verificou-se uma tendência para valores menores de MVV e maiores de Pimax, no grupo controlo asmático (Tabela IV).

Tabela IV – Comparação inter-grupos, grupos sem patologia (SP) vs. controlo asmático (CA), dos parâmetros ventilatórios débito expiratório máximo instantâneo (PEF), percentagem de volume expiratório forçado no primeiro segundo do previsto (%FEV₁), ventilação máxima voluntária (MVV), pressão máxima expiratória (Pemax) e pressão máxima inspiratória (Pimax), com os respectivos valores de mediana (Md), desvio-interquartil (Dq), valores de teste (U) e de prova (p), elaboração própria

Variável	Grupo	Md	Dq	U	p (bilateral)
PEF (L/s)	SP (n=7)	4,69	0,61	8	0,038
	CA (n=7)	4,06	0,54		
%FEV ₁	SP (n=7)	86,63	1,73	0	0,001
	CA (n=7)	71,73	3,43		
MVV (L/min)	SP (n=7)	96,73	9,21	10	0,073
	CA (n=7)	79,33	15,89		
Pemax (cmH ₂ O)	SP (n=7)	97	16,00	4	0,006
	CA (n=7)	86	3,50		
Pimax (cmH ₂ O)	SP (n=7)	81	12,50	22	0,779
	CA (n=7)	83	19,00		

3.3. Controlo asmático vs. Experimental asmático

i. *Timing* de ativação muscular

No momento 0 da avaliação verificou-se que os grupos controlo asmático e experimental asmático não apresentavam diferenças estatisticamente significativas no *timing* de ativação muscular, sendo, por isso, comparáveis (Tabela V).

Tabela V – Comparação inter-grupos, grupos controlo asmático (CA) vs. experimental asmático (EA), no momento 0, do *timing* de ativação do Eretor da Coluna (EC), Multifídeos (Mu), Transverso Abdominal/ Oblíquo Interno (TrA/OI), Reto Abdominal (RA), Oblíquo Externo (OE) e Diafragma (Diaf), com os respectivos valores de mediana (Md), desvio-interquartil (Dq), valores de teste (U) e de prova (p), elaboração própria

Variável	Grupo	Md	Dq	U	p (bilateral)
EC	CA (n=7)	0,012	0,007	10,5	0,079
	EA (n=7)	0,005	0,008		
Mu	CA (n=7)	0,008	0,011	19,5	0,557
	EA (n=7)	0,008	0,011		
TrA/OI	CA (n=7)	0	0,006	23	0,875
	EA (n=7)	0,003	0,003		
RA	CA (n=7)	0,287	0,038	12	0,128
	EA (n=7)	0,222	0,056		
OE	CA (n=7)	0,075	0,020	19,5	0,554
	EA (n=7)	0,102	0,026		
Diaf	CA (n=7)	0,018	0,017	19	0,515
	EA (n=7)	-0,003	0,020		

No momento 1, o grupo experimental asmático apresentou um menor *timing* de ativação, estatisticamente significativo, do EC (U=1; p=0,001), do Mu (U=8; p=0,019), do TrA/OI (U=2; p=0,001) e do Diaf (U=9,5; p=0,029), comparativamente ao grupo controlo. No *timing* de ativação do RA e do OE não se verificaram diferenças estatisticamente significativas. Contudo, nesta amostra, o grupo experimental asmático apresentou uma tendência para um *timing* de ativação menor no RA e maior no OE, em relação ao grupo controlo asmático (Tabela VI/ Figura III).

Efeito de um programa de exercícios segundo *Pilates* em indivíduos com asma controlada – Controlo motor vs. Função ventilatória

Tabela VI – Comparação inter-grupos, grupos controlo asmático (CA) vs. experimental asmático (EA), no momento 1, do *timing* de ativação do Eretor da Coluna (EC), Multifídeos (Mu), Transverso Abdominal/ Oblíquo Interno (TrA/OI), Reto Abdominal (RA), Oblíquo Externo (OE) e Diafragma (Diaf), com os respectivos valores de mediana (Md), desvio-interquartil (Dq), valores de teste (U) e de prova (p), elaboração própria

Variável	Grupo	Md	Dq	U	p (bilateral/ unilateral*)
EC	CA (n=7)	0,008	0,006	1	0,001*
	EA (n=7)	-0,014	0,009		
Mu	CA (n=7)	0,006	0,01	8	0,019*
	EA (n=7)	-0,006	0,01		
TrA/OI	CA (n=7)	0	0,008	2	0,001*
	EA (n=7)	-0,03	0,016		
RA	CA (n=7)	0,271	0,069	12	0,128
	EA (n=7)	0,205	0,033		
OE	CA (n=7)	0,07	0,03	17,5	0,400
	EA (n=7)	0,08	0,012		
Diaf	CA (n=7)	0,003	0,006	9,5	0,029*
	EA (n=7)	-0,027	0,021		

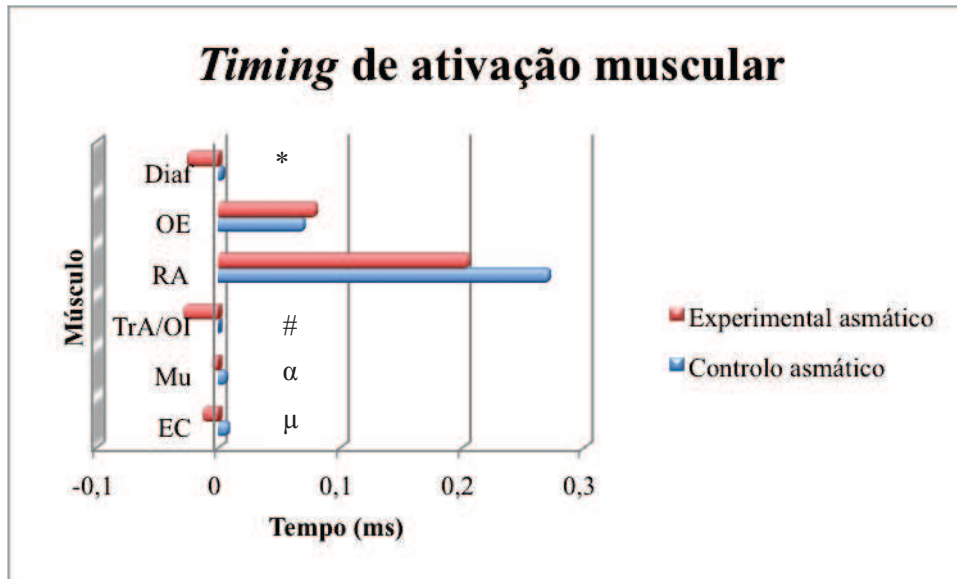


Figura III – Comparação inter-grupos, grupos controlo asmático vs. experimental asmático, no momento 1, do *timing* de ativação do Eretor da Coluna (EC), Multifídeo (Mu), Transverso Abdominal/ Oblíquo Interno (TrA/OI), Reto Abdominal (RA), Oblíquo Externo (OE) e Diafragma (Diaf), * - U=9,5; p=0,029, # - U=2; p=0,001, α - U=8; p=0,019 e μ - U=1; p=0,001, elaboração própria

Numa análise intra-grupo do *timing* de ativação muscular verificou-se que não existiram diferenças estatisticamente significativas, no grupo controlo asmático.

Relativamente ao grupo experimental asmático, do momento 0 para o momento 1, verificou-se uma diminuição estatisticamente significativo do *timing* de ativação do EC (Z=-2,028; p=0,023), do Mu (Z=-1,859; p=0,039), do TrA/OI (Z=-2,366; p=0,008) e do Diaf (Z=-2,366; p=0,008). O RA e o OE apresentaram uma tendência, nesta amostra, de diminuição do *timing* de ativação muscular, no grupo experimental asmático (Tabela VII/Figura IV).

Tabela VII – Comparação intra-grupo, do momento 0 (M0) para o momento 1 (M1), nos grupos controlo asmático (CA) e experimental asmático (EA), do *timing* de ativação do Ereter da Coluna (EC), Multifídeos (Mu), Transverso Abdominal/ Oblíquo Interno (TrA/OI), Reto Abdominal (RA), Oblíquo Externo (OE) e Diafragma (Diaf), com os respectivos valores de mediana (Md), desvio-interquartil (Dq), valores de teste (U) e de prova (p), elaboração própria

	Variável	Z	p (bilateral/ unilateral*)
M1 CA – M0 CA	EC	-2,023	0,068
	Mu	-1,826	0,068
	TrA/OI	-1,439	0,150
	RA	-1,014	0,310
	OE	-0,954	0,340
	Diaf	-1,859	0,063
M1 EA – M0 EA	EC	-2,028	0,023*
	Mu	-1,782	0,039*
	TrA/OI	-2,366	0,008*
	RA	-1,185	0,236
	OE	-0,845	0,398
	Diaf	-2,366	0,008*

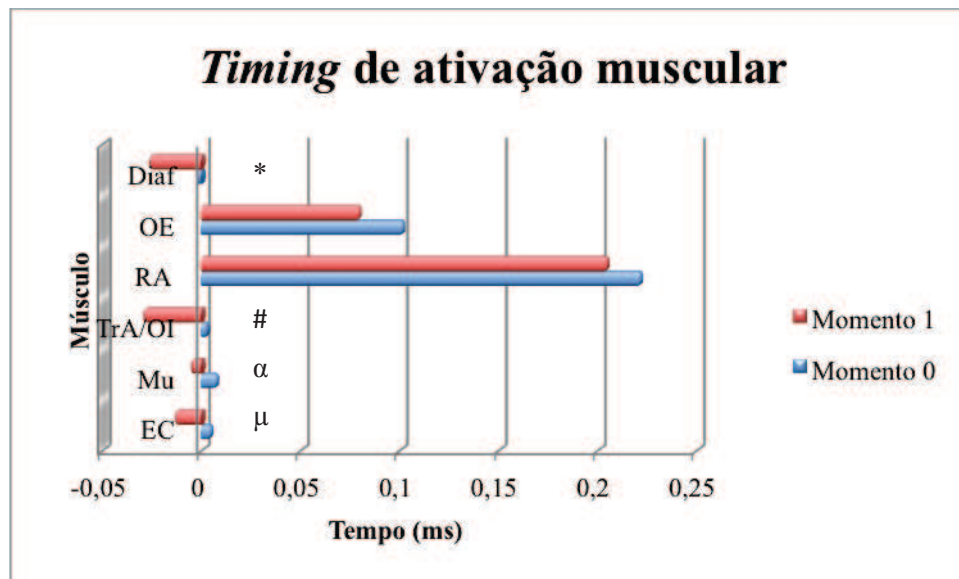


Figura IV – Comparação do momento 0 para o momento 1, do grupo experimental asmático, do *timing* de ativação do Ereter da Coluna (EC), Multifido (Mu), Transverso Abdominal/ Oblíquo Interno (TrA/OI), Reto Abdominal (RA), Oblíquo Externo (OE) e Diafragma (Diaf), * - $Z=-2,366$; $p=0,008$, # - $Z=-2,366$; $p=0,008$, α - $Z=-1,859$; $p=0,039$ e μ - $Z=-2,028$; $p=0,023$, elaboração própria

ii. Parâmetros ventilatórios

No momento 0 da avaliação, numa análise inter-grupo, verificou-se que os grupos não apresentaram diferenças estatisticamente significativas nos parâmetros ventilatórios, sendo, por isso, comparáveis (ver Tabela VIII).

Tabela VIII – Comparação inter-grupos, grupos controlo asmático (CA) vs. experimental asmático (EA), no momento 0, dos parâmetros ventilatórios débito expiratório máximo instantâneo (PEF), percentagem de volume expiratório forçado no primeiro segundo do previsto (%FEV₁), ventilação máxima voluntária (MVV), pressão máxima expiratória (Pemax) e pressão máxima inspiratória (Pimax), com os respectivos valores de mediana (Md), desvio-interquartil (Dq), valores de teste (U) e de prova (p), elaboração própria

Variável	Grupo	Md	Dq	U	p (bilateral)
PEF (L/s)	CA (n=7)	4,06	0,54	23	0,902
	EA (n=7)	4,16	0,75		
% FEV ₁	CA (n=7)	71,72	3,43	17	0,383
	EA (n=7)	78,67	8,39		
MVV (L/min)	CA (n=7)	79,33	15,89	19	0,535
	EA (n=7)	92,79	9,36		
Pemax (cmH ₂ O)	CA (n=7)	86	3,50	9,5	0,06
	EA (n=7)	93	16,00		
Pimax (cmH ₂ O)	CA (n=7)	83	19,00	23	0,883
	EA (n=7)	78	12,50		

No momento 1 verificou-se valores maiores do PEF (U=9; p=0,027) e do Pemax (U=10; p=0,033), estatisticamente significativos, no grupo experimental comparativamente ao grupo controlo. A %FEV₁, o MVV e o Pimax não apresentaram diferenças estatisticamente significativas. Contudo, nesta amostra, o grupo experimental asmático apresentou uma tendência de valores maiores da %FEV₁, do MVV e do Pimax comparativamente ao controlo asmático (ver tabela IX).

Tabela IX – Comparação inter-grupos, grupos controlo asmático (CA) vs. experimental asmático (EA), no momento 1, dos parâmetros ventilatórios débito expiratório máximo instantâneo (PEF), percentagem de volume expiratório forçado no primeiro segundo do previsto (%FEV₁), ventilação máxima voluntária (MVV), pressão máxima expiratória (Pemax) e pressão máxima inspiratória (Pimax), com os respectivos valores de mediana (Md), desvio-interquartil (Dq), valores de teste (U) e de prova (p), elaboração própria

Variável	Grupo	Md	Dq	U	p (bilateral* /unilateral)
PEF (L/s)	CA (n=7)	4,02	0,34	9	0,027
	EA (n=7)	4,72	0,63		
% FEV ₁	CA (n=7)	71,78	2,89	14	0,208*
	EA (n=7)	79,71	6,34		
MVV (L/min)	CA (n=7)	76,33	15,08	12	0,128*
	EA (n=7)	103,72	23,88		
Pemax (cmH ₂ O)	CA (n=7)	86	5,00	10	0,033
	EA (n=7)	110	20,50		
Pimax (cmH ₂ O)	CA (n=7)	84	14,50	20	0,62*
	EA (n=7)	87	6,00		

Numa análise intra-grupo verificou-se que não existiram diferenças estatisticamente significativas, no grupo controlo asmático.

Do momento 0 para o momento 1, no grupo experimental asmático verificou-se um aumento estatisticamente significativo dos valores do PEF (Z=-2,366; p=0,008) e do MVV (Z=-2,366; p=0,008). A %FEV₁, o Pemax e o Pimax não apresentaram diferenças estatisticamente significativas. Porém, a %FEV₁, o Pemax e o Pimax, no grupo experimental asmático, verificou-se uma tendência para o aumento destes valores (Tabela X).

Efeito de um programa de exercícios segundo *Pilates* em indivíduos com asma controlada – Controlo motor vs. Função ventilatória

Tabela X – Comparação intra-grupo, do momento 0 (M0) para o momento 1 (M1), nos grupos controlo asmático (CA) e experimental asmático (EA), dos parâmetros ventilatórios débito expiratório máximo instantâneo (PEF), percentagem de volume expiratório forçado no primeiro segundo do previsto (%FEV₁), ventilação máxima voluntária (MVV), pressão máxima expiratória (P_{emax}) e pressão máxima inspiratória (P_{imax}), com os respectivos valores de mediana (Md), desvio-interquartil (Dq), valores de teste (U) e de prova (p), elaboração própria

	Parâmetros ventilatórios	Z	p (bilateral/ unilateral*)
M1 CA – M0 CA	PEF (L/s)	-1,521	0,156
	% FEV₁	-1,183	0,297
	MVV (L/min)	-0,420	0,750
	P_{emax} (cmH ₂ 0)	-1,382	0,219
	P_{imax} (cmH ₂ 0)	-0,853	0,484
M1 EA – M0 EA	PEF (L/s)	-2,366	0,008*
	% FEV₁	-0,507	0,688
	MVV (L/min)	-2,366	0,008*
	P_{emax} (cmH ₂ 0)	-0,845	0,469
	P_{imax} (cmH ₂ 0)	-0,085	0,984

Capítulo IV – Discussão

4.1 Sem patologia vs. Controlo asmático

A ativação muscular do *core* abdominal é essencial para a manutenção da postura do tronco e para o controlo intervertebral quando os membros são movidos. Por a estrutura da coluna ser de natureza instável, a contração dos músculos do tronco antes do movimento rápido de um membro pode contribuir para o controlo da estabilidade das articulações adjacentes, que permite manter a posição do centro de gravidade dentro da base de suporte (Hodges & Richardson, 1997).

Diversos estudos avaliaram a atividade eletromiográfica (intramuscular) do transverso abdominal (TrA), dos oblíquos interno (OI) e externo (OE), do reto abdominal (RA), do eretor da coluna (EC) e do multífidos (Mu) (fibras profundas e superficiais) em resposta a uma perturbação postural produzida por movimentos rápidos unilaterais/bilaterais do membro superior (flexão, abdução e extensão). Ambos os autores verificaram uma atividade fásica dos músculos superficiais (OI, OE, RA, EC e as fibras superficiais do Mu) consistente com um padrão de movimento preparatório de direção oposta à produzida pelos momentos reativos resultantes do movimento do membro e de direção análoga ao movimento do centro de massa (Moseley, Hodges, & Gandevia, 2002; Hodges, Cresswell, & Thorstensson, 1999; Hodges & Richardson, 1997).

Em contraste, a ativação dos músculos profundos (TrA, e fibras profundas do Mu) foram independentes da direção do movimento do membro, sugerindo uma contribuição sem direção específica para a estabilidade da coluna, através do controlo do movimento interssegmentar. Os resultados dos estudos suportam a hipótese que as respostas posturais em *feedforward* resultam em movimentos do tronco, e que a orientação do tronco e do centro de massa é controlada nos movimentos rápidos dos membros (Moseley, Hodges, & Gandevia, 2002; Hodges, Cresswell, & Thorstensson, 1999; Hodges & Richardson, 1997).

Além disto, Hodges, Butler, McKenzie, & Gandevia (1997) realizaram um estudo com metodologia semelhante aos referidos anteriormente, embora com a inclusão da avaliação da atividade eletromiográfica do diafragma (Diaf). Os autores verificaram que a atividade eletromiográfica das fibras costais e crurais do Diaf ocorreu 20 ms antes do início da atividade eletromiográfica do deltóide (DA). Hodges, Butler, McKenzie, & Gandevia (1997) referiram, ainda, que esta contração antecipatória ocorreu independentemente da fase da ventilação em que se iniciou o movimento do membro superior. Assim, concluíram

que também o Diaf está envolvido no controlo da estabilidade postural durante movimentos voluntários súbitos dos membros.

As atividades motoras de todos os músculos do tronco, incluindo o Diaf, são coordenadas pelo Sistema Nervoso Central (SNC), durante as tarefas postural e ventilatória. A atividade rítmica dos centros ventilatórios para os motoneurónios inspiratórios, localizados na ponte ou no bulbo raquidiano, deve ser integrada com as outras funções não-ventilatórias que podem parar ou interferir com a ventilação normal na deglutição, na tosse ou em esforços expiratórios. Por conseguinte, quando as necessidades ventilatórias estão aumentadas, por patologia, tal como na asma (aumento da resistência, por obstrução das vias aéreas), as estratégias para coordenar as funções ventilatória e postural poderão, também, estar comprometidas. Além disso, a modulação da pressão intra-abdominal (PIA) ocorre através da atividade coordenada do Diaf, dos abdominais (sobretudo do TrA) e dos músculos do pavimento pélvico, e essa modulação pode ser importante para o controlo da estabilidade da coluna (Hodges, Butler, McKenzie, & Gandevia, 1997; Hodges & Gandevia, 2000; Hodges, Heijnen, & Gandevia, 2001).

Assim, o objectivo inicial do estudo foi comparar características de controlo motor, nomeadamente o *timing* de ativação e o padrão de recrutamento muscular, em indivíduos sem patologia e em asmáticos controlados, no movimento rápido de flexão do membro superior.

Posto isto, nesta amostra verificou-se que o padrão de recrutamento muscular do grupo sem patologia foi a pré-ativação do Diaf e do TrA/OI, seguida da ativação do EC e do Mu e, posteriormente, do OE e do RA. Estes resultados encontram-se de acordo com a bibliografia descrita anteriormente, que apresentam metodologias semelhantes à do presente estudo.

Os músculos profundos, TrA/OI e Diaf, não estão envolvidos na criação da direção específica dos movimentos preparatórios do tronco. No entanto, contribuem para o controlo da *stiffness* da coluna lombar entre os segmentos intervertebrais, através do aumento de tensão na fáscia torocolombar e da PIA. Esta pré-ativação pode eventualmente preparar a coluna para a contração dos músculos superficiais, sendo que dos músculos ativos precocemente o EC e o Mu possuem uma ação primária oposta às forças reativas associadas ao movimento rápido de flexão do membro superior (Hodges & Richardson, 1997).

Para além disto, numa comparação inter-grupos, sem patologia vs. controlo asmático, os resultados deste estudo parecem evidenciar que, apesar do padrão de recrutamento muscular não se alterar de um modo considerável, existem diferenças estatisticamente significativas entre os grupos no *timing* de ativação do TrA/OI e do Diaf, consistentes com *timings* de ativação maiores, no grupo controlo asmático. Este atraso na contração muscular preparatória normal destes músculos pode ser indicativo de disfunção, por uma menor contribuição para o controlo do *stiffness* da coluna lombar entre os segmentos intervertebrais individuais, que potencialmente deveria preparar a coluna para a contração dos músculos superficiais.

As alterações destas características de controlo motor podem acarretar um decréscimo da função ventilatória. Por conseguinte, foi também considerado objectivo do estudo verificar a existência de diferenças na função ventilatória, entre os grupos sem patologia e controlo asmático. Assim, a partir desta comparação inter-grupos verificou-se um decréscimo estatisticamente significativo na função ventilatória, especificamente na percentagem do volume expiratório forçado no primeiro segundo do previsto (%FEV₁), no débito expiratório máximo instantâneo (PEF) e na pressão expiratória máxima (P_{max}), no grupo controlo asmático. A ventilação máxima voluntária (MVV) parece, também, ter tido uma tendência semelhante aos parâmetros ventilatórios referidos anteriormente.

O grupo controlo asmático possui uma %FEV₁ menor comparativamente com o grupo sem patologia, o que seria esperado tendo em conta o carácter obstrutivo da asma. O volume expiratório forçado no primeiro segundo (FEV₁) é um indicador de obstrução das vias aéreas. Assim, na presença de asma, este valor deverá sofrer um decréscimo em relação ao valor previsto para altura e idade de cada participante, traduzindo-se em percentagens menores. No entanto, nesta amostra foram seleccionados estudantes com asma controlada, que apesar das alterações crónicas das propriedades das vias aéreas, não deveriam ter alterações abaixo dos 80%. Contudo, nos asmáticos desta amostra verificaram-se níveis, em mediana, abaixo deste valor. Para além disto, apesar do grupo sem patologia apresentar valores considerados normais, estes foram abaixo daqueles que seriam expectáveis para indivíduos sem qualquer tipo de patologia respiratória diagnosticada. Uma possível justificação para o ocorrido poderá estar relacionada com a calibração do instrumento usado para a recolha da manobra de expiração máxima forçada. A calibração foi realizada com uma seringa de apenas 600 ml que pode ter subvalorizado os valores obtidos para o

FEV₁, por falta de sensibilidade a volumes pulmonares mais elevados (valores de FEV₁ esperados superiores ao dobro do volume de calibração) (Baydur & Milic-Emili, 1997).

Em relação às alterações das propriedades das vias aéreas na asma, a descamação epitelial das vias aéreas é uma característica que pode ser importante na contribuição para a hiperresponsividade da asma. Diferentes mecanismos, tais como exposição ao ozono, infecções por vírus, sensibilização química e exposição a alergénios, podem explicar o desenvolvimento da hiperresponsividade brônquica, pois todos estes estímulos podem predispor à interrupção epitelial. Para além dos referidos mecanismos, a perda da função epitelial como barreira à penetração de alergénios, perda de enzimas que normalmente degradam os mediadores inflamatórios, perda de um factor relaxante (factor relaxante “derivado do epitélio”) e exposição dos nervos sensoriais pode levar a efeitos neurais reflexos na via aérea. A hiperresponsividade brônquica poderá derivar da sensitização das terminações nervosas expostas em resposta às forças de cisalhamento que ocorrem durante o aumento de fluxo expiratório, na manobra de expiração forçada, estimulando uma reação da musculatura lisa das vias aéreas em contração, provocando broncoespasmo. O estreitamento das vias aéreas vai limitar o fluxo à saída do ar e, assim, diminuir o PEF, que vai de encontro ao ocorrido neste estudo (Barnes, 2003).

Segundo a lei de *Hagen-Poiseuille* a força motriz (variação da pressão) é proporcional ao fluxo e inversamente proporcional ao raio elevado à 4ª potência. Na asma como existe diminuição de calibre (raio) das vias aéreas, por edema ou broncoconstrição, espera-se que seja realizada mais pressão por forma a garantir o mesmo débito ventilatório. Contudo, a aplicação de uma pressão positiva ao nível da boca, como na manobra de P_{max} em que se expira contra resistência, potencialmente aumenta o raio das vias aéreas (aumento da pressão intra-brônquica). Pela lei referida, o aumento do raio para o mesmo débito necessitará de menos pressão nesta manobra, o que poderá explicar o decréscimo de P_{max} no grupo controlo asmático (West, 2005).

Em relação à pressão inspiratória máxima (P_{imax}), na comparação inter-grupos não se verificaram diferenças estatisticamente significativas. Os asmáticos possuem alterações ao nível da biomecânica ventilatória normal, por aumento da resistência das vias aéreas, que em conjunto com a hiperinsuflação dos pulmões, forçam os músculos a aumentar o trabalho durante a ventilação. A ventilação a volumes pulmonares elevados tem consequências ao nível da relação tensão-comprimento dos músculos inspiratórios. Estes

ao não trabalharem num comprimento muscular ótimo reduzem as suas forças máximas de contractilidade. Contudo, em situações de maior necessidade ventilatória estes músculos geram forças elevadas a cada ciclo ventilatório, de modo a prevenir a hipoventilação. Assim, o carácter intermitente da asma pode funcionar como um treino para os músculos inspiratórios, que rivaliza com a perda de função devido às alterações biomecânicas a que estes músculos estão sujeitos e, conseqüentemente, em comparação com indivíduos sem patologia possam não ter diferenças estatisticamente significativas (Hill, 2004; Laghi & Tobin, 2003; Lavietes, Grocela, Maniatis, Potulski, Ritter, & Sunderam, 1988).

O MVV é um teste específico de função muscular ventilatória que, tal como o exercício, pode provocar hiperinsuflação dinâmica, ocorrendo uma assimetria entre os volumes de ar inspirado e expirado, com prejuízo para este último. Conseqüentemente, o indivíduo não expira completamente antes de iniciar a curva inspiratória da manobra, permanecendo um volume de ar não mobilizado nos alvéolos, que aumenta a cada ciclo ventilatório. Por outro lado, tal como para o PEF, a realização da manobra a um alto débito pode reduzir o calibre brônquico, limitando o fluxo de ar quer na inspiração, quer na expiração. A explicação anterior traduz a tendência para menores valores em mediana do MVV no grupo controlo asmático, apesar de na comparação inter-grupos verificar-se um valor prova próximo de 0,05 (Barnes, 2003; Kosmas, et al., 2004).

De referir que os resultados obtidos no *timing* de ativação muscular do *core* abdominal no movimento rápido do membro superior e nos parâmetros da função ventilatória poderão ser explicados pela incapacidade do SNC coordenar as necessidades ventilatória e postural quando uma delas se encontra alterada; sendo, neste caso, a necessidade ventilatória maior nos participantes asmáticos.

Hodges, Gandevia e Richardson (1997) avaliaram a influência da atividade ventilatória dos abdominais em relação ao *timing* de ativação numa tarefa postural. O início da atividade electromiográfica dos abdominais foi avaliada em resposta à flexão do membro superior aleatoriamente em todo o ciclo ventilatório. O aumento de atividade abdominal foi produzido por cargas inspiratórias, expirações forçadas abaixo da capacidade residual funcional e manobras estáticas de expiração com a glote fechada. Os autores verificaram que durante a ventilação a volume corrente, a latência entre a ativação dos abdominais e do DA não foi influenciada pelo ciclo ventilatório. Quando a atividade ventilatória dos abdominais aumentou, o *timing* de ativação do TrA e do OI relativamente ao DA foi

significativamente mais precoce para os movimentos com início na expiração, comparados com o início na inspiração. No entanto, o *timing* do TrA foi atrasado quando o movimento foi realizado durante um esforço expiratório estático, comparado com a ventilação a volume corrente. Os autores reportaram que as alterações no *timing* de contração dos abdominais numa tarefa postural breve entre as fases da ventilação não podem ser simplesmente explicadas pela influência da atividade ventilatória convencional ou pela atividade voluntária contínua dos motoneurónios abdominais. As descobertas são consistentes com a complexa interação das necessidades ventilatória e postural dos abdominais para otimizar o controlo do tronco durante o movimento rápido do membro superior. Posto isto, as estruturas supraespinhais devem ser capazes de seleccionar apropriadamente o *output* para os abdominais e outros músculos do tronco antes do movimento do membro, baseado na necessidade biomecânica para um aumento da PIA.

O estudo de Hodges, Heijnen, & Gandevia (2001) tem implicações na organização das actividades postural e ventilatória dos músculos do tronco e sugere que a estabilidade da coluna pode estar comprometida em situações em que a necessidade ventilatória está aumentada, como o exercício ou patologia respiratória. Durante o exercício vigoroso, quando o stress físico sobre a coluna é maior, a vulnerabilidade fisiológica da coluna para lesão está igualmente aumentada. Hodges levantou a hipótese que o comprometimento do controlo da coluna pelo aumento da função ventilatória pode acarretar um aumento potencial para lesão das estruturas da coluna e controlo postural reduzido. Um método descrito na evidência que intervém nas disfunções do controlo motor é o método de Pilates (Herrington & Davies, 2005).

Então definiu-se como objectivo primordial do estudo verificar o efeito de um programa de exercícios segundo *Pilates*, que tem por base o treino dos músculos profundos do *core* abdominal, em características de controlo motor e nos parâmetros ventilatórios de indivíduos com asma controlada.

4.2 Controlo asmático vs. Experimental asmático

Existem diversos tipos de exercícios para melhorar a função muscular da coluna. Na área dos exercícios de estabilização da coluna o método *Pilates* tem ganho reconhecimento recentemente, como uma opção para melhorar a estabilidade da coluna, bem como a força e/ou *endurance* dos músculos do tronco.

De seguida encontram-se descritos três artigos nos quais o enfoque é o método *Pilates*, e em que avaliaram diferentes indicadores de controlo motor lombo-pélvico.

Critchley, Pierson, & Battersby, (2011) realizaram um estudo piloto randomizado controlado com 34 indivíduos, membros de um *health club*, sem experiência em *Pilates*, com média de idades de 30 ± 7 anos, que foram randomizados em exercícios de *Pilates* ou em treino de força. Os participantes realizaram os exercícios sem supervisão duas vezes por semana durante oito semanas. O encurtamento do transverso abdominal e do oblíquo interno (um indicador de actividade muscular em esforços de baixa/média intensidade) foi avaliado com ultrassom pré e pós treino durante os exercícios de *Pilates imprint* (manobra de *drawing-in* abdominal), *hundreds A* (decúbito dorsal, braços ligeiramente elevados, ancas e joelhos flectidos a 90°), *hundreds B* (como o A, com flexão da cervical) e posturas funcionais em sentado e de pé. Este estudo demonstrou que o treino de *Pilates* parece aumentar a actividade do transverso abdominal, mas apenas na avaliação dos exercícios de *Pilates*.

Por outro lado, Herrington & Davies (2005) realizaram um estudo com 36 indivíduos saudáveis do sexo feminino, com uma média de idades $32,6 \pm 8,2$ anos, divididos em três grupos: 12 formaram o grupo de treino de *Pilates*, 12 realizaram um treino de *curl* abdominal (ambos com um mínimo de 25 sessões em 6 meses) e 12 controlos não realizaram qualquer tipo de treino. O grupo de treino de *Pilates* realizou uma ou duas sessões, por semana, de 45 minutos, durante 6 meses, enquanto o grupo de treino de *curl* abdominal realizou uma ou duas sessões, por semana, de 15 minutos, durante os mesmos 6 meses. Foi utilizada uma unidade de pressão de *biofeedback* para avaliar a performance do TrA durante o teste isolado do mesmo e o teste de estabilidade lombo-pélvica. O estudo parece indicar que os indivíduos que realizaram *Pilates* podem contrair o TrA e manter um melhor controlo lombo-pélvico em relação aos que realizaram regularmente exercícios de *curl* abdominal, ou que não realizaram qualquer tipo de exercício abdominal.

Ainda, Sekendiz, Altun, Korkusuz, & Akin, (2007) realizaram um estudo com 38 indivíduos do sexo feminino, sedentários académicos, randomizados num grupo de exercícios de *Pilates* (21 indivíduos) e num grupo controlo (17 indivíduos). Os indivíduos do grupo de exercícios de *Pilates* realizaram um protocolo três vezes por semana, durante cinco semanas, por mais de um ano. A força abdominal e dos músculos posteriores da coluna lombar, flexão posterior do tronco e extensão foram avaliados concentricamente através de um dinamómetro isocinético *Biodex*, às velocidades de $60^\circ/s$ e $120^\circ/s$. A

endurance muscular abdominal foi avaliada através do teste de *crunch* e a flexibilidade posterior do tronco através do teste *sit e reach*. Os autores concluíram que existiu um efeito positivo dos exercícios de *Pilates* na força muscular dos abdominais e nos músculos posteriores da coluna lombar, endurance muscular abdominal e flexibilidade posterior do tronco em indivíduos sedentários do sexo feminino.

Contudo, a evidência mencionada teve como amostra indivíduos sem patologia, pelo que a transferência das conclusões para o grupo experimental asmático podem estar limitadas por factores externos, como a presença de patologia respiratória. Os estudos anteriormente referidos parecem indicar modificações ao nível do recrutamento dos músculos profundos do *core* abdominal, com repercussões na estabilidade lombo-pélvica intersegmentar. O método *Pilates* tem como princípio primordial a ativação dos músculos profundos do *core* abdominal, durante a realização de qualquer exercício. Tendo em conta o princípio da especificidade do treino seria esperado que em alguma medida os músculos profundos alterassem a sua capacidade de contração. Para além disto, o presente estudo parece também sugerir alterações inovadoras no *timing* de ativação muscular do *core* abdominal, no movimento rápido do membro superior. Neste estudo verificou-se uma diminuição estatisticamente significativa do *timing* de ativação do Mu, TrA/OI e Diaf no grupo experimental asmático. Estes resultados traduzem-se num melhor controlo lombo-pélvico e indicam ainda que é possível alterar a capacidade do SNC contrair antecipadamente os músculos profundos, tão importantes na estabilização intervertebral.

Por outro lado, uma revisão sistemática de Ram, Robinson, & Black (2000) verificou que o treino físico melhora a condição cardio-pulmonar de asmáticos após o treino físico, o que parece ser um efeito normal do treino, e não de repercussões na função pulmonar em repouso. Porém, no presente estudo foi realizado um treino específico para o *core* abdominal – programa de exercícios segundo *Pilates* –, que parece ter promovido um melhor controlo lombo-pélvico no grupo experimental asmático, através de alterações do *timing* de activação muscular, com possível impacto ao nível de parâmetros da função ventilatória.

Os músculos abdominais são ativados durante atividades intensas não respiratórias que envolvem o tronco. A contração destes músculos faz aumentar a PIA, que apesar de ser benéfica para o controlo intersegmentar da coluna lombar, quando se eleva em demasia é transmitida para o tórax, se a glote estiver fechada e o diafragma relaxado. Para minimizar esta transmissão da pressão do abdómen para o tórax, o diafragma pode ser ativado e

tensionado. Assim, uma atividade física intensa poderá proporcionar um estímulo de treino de força ao diafragma. Contudo, nos exercícios segundo *Pilates* os membros são movidos de forma lenta e controlada e, conseqüentemente, não existe uma grande elevação da PIA. Deste modo, o estímulo para a ativação do diafragma vai ser submáximo, não ocorrendo o efeito treino de força deste. Para além do diafragma, os músculos acessórios da inspiração não foram sujeitos a estímulos de treino de força devido à especificidade do treino de exercícios segundo *Pilates* (treino do *core* abdominal). Por conseguinte, a Pimax não aumenta o que vai de encontro aos resultados obtidos neste estudo.

Relativamente ao Pemax não se verificou um aumento estatisticamente significativo do momento 0 para o momento 1, no grupo experimental asmático. Contudo, na comparação inter-grupos, no momento 1, o grupo experimental asmático possuiu um maior valor em mediana em comparação ao grupo controlo asmático. Apesar do valor da mediana do Pemax ter aumentado no grupo experimental asmático, do momento 0 para o momento 1, as distribuições de ambos os momentos mantiveram-se muito semelhantes, o que levou a que não existissem diferenças estatisticamente significativas na comparação intra-grupo. Para além disto, as distribuições dos grupos experimental e controlo asmático, no momento 0, eram muito diferentes, determinando um valor prova próximo de 0,05. Ou seja, uma pequena alteração que pudesse ocorrer do momento 0 para o momento 1, no grupo experimental asmático, que afastasse mais as medianas dos dois grupos, poderia produzir um valor prova significativo na comparação inter-grupos no momento 1, o que se veio a verificar.

Como foi referido anteriormente, os exercícios segundo *Pilates* pressupõe uma contracção do *core* abdominal que é constituído, essencialmente, por músculos expiratórios. Porém, o programa de exercícios implementado ao grupo experimental asmático tentou promover a melhoria do controlo motor o que não significa um respectivo aumento de força dos músculos do *core* abdominal. Portanto, o aumento do valor de mediana do Pemax no grupo experimental asmático, do momento 0 para o momento 1, que levou às diferenças estatisticamente significativas inter-grupos não traduzem um aumento real de força, mas um aumento de coordenação muscular.

DePalo, Parker, Al-Bilbeisi e McCool (2003) realizaram um estudo com 8 indivíduos saudáveis do sexo masculino, com idades compreendidas entre os 27 e os 61 anos, em que avaliaram a pressão transdiafragmática máxima, a pressão gástrica máxima, o Pimax, o

Pemax e o encurtamento diafragmático. Foram divididos em grupo controlo, que não realizou qualquer tipo de exercícios (n=4, com média de idades de 34,5 anos) e em grupo experimental (n=4, com média de idades de 37,5), que realizou exercícios de *sit-ups* e de *bicípites*, três a quatro dias por semana, durante 16 semanas. Os autores verificaram, no grupo experimental, aumentos significativos de todas as variáveis e concluíram que as manobras não-respiratórias podem fortalecer os músculos inspiratórios e expiratórios em indivíduos saudáveis. Como já foi referido o treino realizado no presente estudo foi específico para o *core* abdominal e, contrariamente ao estudo de DePalo, o estímulo para o treino de força do diafragma foi menor verificando-se uma discordância nos resultados obtidos em relação ao Pimax. Por outro lado, os resultados do Pemax no presente estudo são corroborados com o estudo de DePalo, que apesar de princípios de treino diferentes (coordenação vs. força), ambos os programas de exercícios pressupõem uma ativação dos abdominais. De referir que as características da amostra são diferentes e que o n amostral do estudo de DePalo et al. é reduzido, o que não deveria permitir a realização de estatística inferencial, limitando, deste modo, as comparações entre os estudos.

Em relação ao MVV, o aumento estatisticamente significativo no grupo experimental do momento 0 para o momento 1 não se repercutiu em diferenças estatisticamente significativas no momento 1 na comparação inter-grupos. Verificou-se que a amplitude entre as medianas dos grupos experimental e controlo asmático aumentou do momento 0 para o momento 1, porém o valor prova, apesar de não ser estatisticamente significativo, foi próximo de 0,05. A distribuição do MVV no grupo experimental, no momento 1, é maior, sendo que os extremos mínimos de ambos os grupos são muito semelhantes o que, consequentemente, não permitiu que se verificassem diferenças estatisticamente significativas entre grupos neste mesmo momento.

Tal como referido os exercícios segundo *Pilates* têm como objectivo melhorar o controlo motor lombo-pélvico melhorando o recrutamento muscular do *core* abdominal. Sendo estes músculos essencialmente expiratórios, como mencionado anteriormente, um melhor recrutamento destes produzirá uma manobra expiratória maior e mais eficaz, aumentando, assim, os valores de PEF. Este melhor recrutamento muscular em conjunto com uma melhoria da sinergia muscular entre os músculos abdominais e o diafragma, melhora a *compliance* abdominal, e consequentemente, aumenta os valores de MVV.

Por último, os resultados obtidos na %FEV₁ vão de encontro ao esperado, não apresentando melhorias estatisticamente significativas, uma vez que este é um indicador de obstrução das vias aéreas e que depende em grande parte das propriedades das vias aéreas e não da função muscular ventilatória.

Os resultados deste estudo podem ser explicados numa perspectiva mais global em que ambas as tarefas postural e ventilatória têm que prevalecer ao mesmo tempo. Para Hodges e Gandevia (2000) durante o movimento do membro superior o Diaf e o TrA são ativos tonicamente com modulação fásica à frequência da ventilação e do movimento do membro enquanto os outros músculos do tronco não são modulados pela ventilação. Ainda durante o movimento do membro a PIA aumenta proporcionalmente às forças reativas consequentes do movimento. Assim, a co-ativação do Diaf e dos abdominais provoca um aumento sustentado na PIA, enquanto a inspiração e a expiração são controladas pela atividade oposta do Diaf e dos abdominais para variar a forma da cavidade abdominal pressurizada.

Neste estudo optou-se por avaliar apenas os *timings* de ativação durante o movimento rápido de flexão do membro superior, face à independência do *timing* de ativação dos músculos profundos em relação à direção do movimento, e por um maior aumento de PIA neste movimento. No entanto, em estudos futuros seria importante avaliar o que ocorre noutros movimentos do membro superior, que colocam em “desafio” o controlo motor global (Hodges P. , 1999; Hodges, Cresswell, & Thorstensson, 1999).

Outro estudo futuro importante, seria relacionar a PIA e os músculos do *core* abdominal. A contração dos músculos do pavimento pélvico, em conjunto com os músculos da parede anterior, principalmente o TrA e o Diaf, pode estar relacionadas com o aumento da PIA em várias atividades posturais.

O estudo apresentou como pontos fortes a aleatorização na alocação dos asmáticos pelos dois grupos; o controlo de fatores externos como o ambiente da recolha, e de fatores internos, como os participantes do sexo feminino não se encontrarem na fase folicular do ciclo menstrual no momento da recolha, uma vez que nesta existe uma maior libertação de estrogéneo, aumentando, assim, a laxidez ligamentar e muscular, e consequentemente os músculos estariam menos preparados para reagir a perturbações; a não existência de perdas ao longo do estudo; o rigoroso cumprimento e controlo do treino, bem como ter sido realizado por investigadores cegos. Ainda, de referir, que toda a informação verbal dada

durante as avaliações foi semelhante e nenhum indivíduo teve acesso aos resultados do seu desempenho durante a realização da avaliação. A padronização da base de suporte do momento 0 para o momento 1, assegurou que a medida obtida se deveu exclusivamente às diferenças encontradas e não a variações introduzidas por diferenças entre as condições de recolha. Por último, no método *Pilates* por prevalecer o exercício de baixa/média intensidade, provavelmente pode não induzir uma exacerbação da sintomatologia da asma tal como pode ocorrer num treino de alta intensidade, o cardiovascular (Dedrick, et al., 2008).

Como limitações do estudo corrente não foi possível cumprir a cegueira do investigador nos períodos de avaliação devido à falta de disponibilidade de outros investigadores. A amostra de número reduzido e o método de seleção da mesma são outras limitações que não permitem extrapolar os resultados obtidos para a população em geral. A análise inferencial, através de testes não paramétricos (menos robustos), pode não detectar reais diferenças inter-grupos. A eletromiografia de superfície como instrumento de recolha do sinal elétrico muscular tem como limitação o sinal cruzado entre os músculos. Apesar de balizar a comparação com outros estudos que realizaram eletromiografia intra-muscular, a de superfície tem a capacidade de recolher sinal mioelétrico de um maior número de unidades motoras. Por último, o facto do diagnóstico de asma ter sido auto-reportado e de esta patologia ser de foro inflamatório, em que o padrão de severidade da mesma diverge ao longo do ano de acordo com a exposição mais ou menos extensa a alérgenos (carácter sazonal).

Capítulo V – Conclusão

Os asmáticos controlados parecem possuir características de controlo motor, especificamente no timing de ativação do Transverso Abdominal/Oblíquo Interno e do Diafragma, e valores de parâmetros ventilatórios – percentagem de volume expiratório no primeiro segundo do previsto, débito expiratório máximo instantâneo e pressão expiratória máxima – diferentes em comparação aos indivíduos sem patologia. O programa de exercícios segundo *Pilates*, implementado no grupo experimental asmático, parece ter influenciado positivamente esses outcomes, os *timings* de ativação do Ereter da Coluna, do Multifídeos, do Transverso/Oblíquo Interno e do Diafragma e os parâmetros ventilatórios débito expiratório máximo instantâneo, ventilação máxima voluntária e pressão expiratória máxima.

Referências bibliográficas

- Akuthota, V., Ferreiro, A., Moore, T., & Fredericson, M. (2008). Core Stability Exercise Principles. *Current Sports Medicine Reports*, 7, 39-44.
- ATS. (1991). Lung function testing: selection of reference values and interpretative strategies. *American Reviews of Respiratory Diseases*, 36, 1202-1218.
- ATS/ERS. (2002). Statement on Respiratory Muscle Testing. *Am J Respir Crit Care Med*, 166, 518–624.
- ATS/ERS. (2010). Standardisation of lung function testing: authors' replies to readers' comments. *European Respiratory Journal*, 36, 1496-1498.
- Barnes, P. J. (2003). Pathophysiology of asthma. *European Respiratory Monograph*, 84-113.
- Bateman, E. (2010). Global Strategy for Asthma Management and Prevention. *Global Initiative for Asthma*.
- Baydur, A., & Milic-Emili, J. (1997). Expiratory flow limitation during spontaneous breathing: comparison of patients with restrictive and obstructive respiratory disorders. *Chest*, 112, 1017-23.
- Cresswell, A., Grundström, H., & Thorstensson, A. (1992). Observations on intra-abdominal pressure and patterns of abdominal intra muscular activity in man. *Acta Physiol Scand*, 144, 409– 418.
- Critchley, D., Pierson, Z., & Battersby, G. (2011). Effect of pilates mat exercises and conventional exercise programmes on transversus abdominis and obliquus internus abdominis activity: Pilot randomised trial. *Manual Therapy*, 16, 183-189.
- De Troyer, A. & Estenne M. (1988). Functional anatomy of the respiratory muscles. *Clinics In Chest Medicine*, 9, 175-193.
- De Troyer, A. (1997). Effect of hyperinflation on the diaphragm. *European Respiratory Journal*, 703–713.
- DePalo, V., Parker, A., Al-Bilbeisi, F., & McCool, F. (2003). Respiratory Muscle Strength Training with Non-Respiratory Maneuvers. *Journal of Applied Physiology*, 1-18.
- Endleman, I., & Critchley, D. (November de 2008). Transversus Abdominis and Obliquus Internus Activity During Pilates Exercises: Measurement With Ultrasound Scanning. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 89, 2205-2212.
- Gibbons, D. (2004). A comprehensive guide to the accurate performance of spirometry tests. *Journal of Professional Nursing*, 19, 39-40.
- Gibson, G. J. (1996). Pulmonary hyperinflation a clinical overview. *European Respiratory Journal*, 9, 2640-2649.
- Grillner, S., Nilsson, J., & Thorstensson, A. (1978). Intraabdominal pressure changes during natural movements in man. *Acta Physiol Scand*, 103, 275–283.
- Hawkes, E., Nowicky, A., & McConnell, A. (2007). Diaphragm and intercostal surface EMG and muscle performance after acute inspiratory muscle loading. *Respiratory Physiology Neurobiology*, 155, 213 - 219.
- Hermens, H. J.-K. (2000). Development of recommendations for SEMG sensors and sensor placement procedures. *Hermens, H. J., Freriks, B., Disselhorst-Klug, C., & Rau, G. (2000). Development of recommendations for Journal of electromyography and kinesiology*, 361-364.
- Hermens, H., Freriks, B., Merletti, R., Stegeman, D., Blok, J., Rau, G., et al. (1999). *European recommendations for surface electromyography: results of the seniam Project* (2º edição ed.). Roessingh Research and development.

Efeito de um programa de exercícios segundo *Pilates* em indivíduos com asma controlada – Controlo motor
vs. Função ventilatória

- Herrington, L., & Davies, R. (2005). The influence of Pilates training on the ability to contract the Transversus Abdominis muscle in asymptomatic individuals. *Journal of Body work and Movement Therapies*, 9, 52-57.
- Hill, N. (2004). Noninvasive ventilation for chronic obstructive pulmonary disease. *Respiratory Care*, 49, 72-87.
- Richardson, C., Hodges, P., Hides, J. (2004). Chapter 2 - Lumbopelvic stability: a functional model of biomechanic and motor control. In Hodges, P., *Therapeutic Exercise for Lumbopelvic Stabilization* (pp. 13-28). Churchill Livingstone.
- Hodges, P., Richardson C. (1997a). Relationship between limb movement speed and associated contraction of the trunk muscles. *Ergonomics*, 40, 1220-1230.
- Hodges, P. W. (1999). Is there a role for transversus abdominis in lumbo-pelvic stability? *Manual Therapy*, 4, 74-86.
- Hodges, P., & Bui, B. (1996). A comparison of computer – based methods for the determination of onset of muscle contraction using electromyography. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 101, 511-519.
- Hodges, P., & Gandevia, S. (2000a). Activation of the human diaphragm during a repetitive postural task. *Journal of Physiology*, 522, 165-175.
- Hodges, P., & Gandevia, S. (2000b). Changes in intra-abdominal pressure during postural and respiratory activation of the human diaphragm. *Journal of Applied Physiology*, 89, 967-976.
- Hodges, P., & Richardson, C. (1997b). Feedforward contraction of transversus abdominis is not influenced by the direction of arm movement. *Experimental Brain Research*, 114, 362-370.
- Hodges, P., Butler, J., McKenzie, D., & Gandevia, S. (1997). Contraction of the human diaphragm during rapid postural adjustments. *Journal of Physiology*, 505, 539-548.
- Hodges, P., Cresswell, A., & Thorstensson, A. (1999). Preparatory trunk motion accompanies rapid upper limb movement. *Experimental Brain Research*, 124, 69-79.
- Hodges, P., Gandevia, S., & Richardson, C. (1997). Contractions of specific abdominal muscles in postural tasks are affected by respiratory maneuvers. *American Physiological Society*, 83, 753-760.
- Hodges, P., Heijnen, I., & Gandevia, S. (2001). Postural activity of the diaphragm is reduced in humans when respiratory demand increases. *Journal of Physiology*, 537, 999-1008.
- Institute, T. A. (2009). Modified Program Rehabilitation Program.
- Kamen, G., & Gabriel, D. (2010). *Essentials of Electromyography*. Ontario: Human Kinetics.
- Kisner, C. & Colby, L. (2007). Chapter 14 - The spine and posture: structure, function, postural impairment, and management guideline. In Kisner, C, Colby, L., *Therapeutic Exercise* (pp. 383-406). Philadelphia: F. A. Davis Company.
- Kosmas, E., Milic-Emili, J., Polychronaki, A., Dimitroulis, I., Retsou, S., Gaga, M., et al. (2004). Exercise-induced flow limitation, dynamic hyperinflation and exercise capacity in patients with bronchial asthma. *European Respiratory Journal*, 24, 378-384.
- Laghi, F. & Tobin, M. (2003). Disorders of the respiratory muscles. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, 168, 10-48.
- Latey, P. (2002). Updating the principles of the Pilates method - Part 2. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 6, 94-101.
- Lavietes, M., Grocela, J., Maniatis, T., Potulski, F., Ritter, A., & Sunderam, G. (1988). Inspiratory muscle strength in asthma. *Chest*, 93, 1043-1048.

Efeito de um programa de exercícios segundo *Pilates* em indivíduos com asma controlada – Controlo motor vs. Função ventilatória

- Levangie, P. & Norkin, C. (2005). Chapter 5 - The thorax and chest wall. In J. Starr, & D. Dalton, *Joint Structure & Function: A Comprehensive Analysis*. (pp. 193-214). Philadelphia: F. A. Davis Company.
- Maarsingh, E., Van Eykern, L., Sprikkelman, A., Hoekstra, M., & Van Aalderen, W. (2000). Respiratory muscle activity measured with a noninvasive EMG technique: technical aspects and reproducibility. *Journal of Applied Physiology*, 88, 1955-1961.
- Marshall, P., & Murphy, B. (2003). The validity and reliability of surface EMG to assess the neuromuscular response of the abdominal muscles to rapid limb movement. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 477 - 489.
- Merrithew, M. (2002). Using Contemporary Pilates Principles to achieve optimal fitness.
- Moseley, G., Hodges, P., & Gandevia, S. (2002). Deep and Superficial Fibers of the Lumbar Multifidus Muscle Are Differentially Active During Voluntary Arm Movements. *Spine*, 27, E29-E36.
- Queiroz, C., Cagliari, M., Amorim, C., & Sacco, I. (2010). Muscle Activation During Four Pilates Core Stability Exercises in Quadruped Position. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 91: 86 - 92.
- Ram, F., Robinson, S., & Black, P. (2000). Effects of physical training in asthma: a systematic. *Br J Sports Med*, 34, 162-167.
- Ratnovskya, A., Eladb, D., & Halpern, P. (2008). Mechanics of respiratory muscles. *Respiratory Physiology & Neurobiology*, 163, 82-89.
- Reddel, H., Ware, S., Marks, G., Salome, C., Jenkins, C., & Woolcock, A. (1999). Differences between asthma exacerbations and poor asthma control. *The Lancet*, 353, 364 - 369.
- Segal, N., Hein, J., & Basford, J. (2004). The Effects of Pilates Training on Flexibility and Body Composition: An Observational Study. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 85, 1977-1981.
- Sekendiz, B., Altun, O., Korkusuz, F., & Akin, S. (2007). Effects of Pilates exercise on trunk strength, endurance and flexibility in sedentary adult females. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 11, 318-326.
- Souza, M., & Vieira, C. (2006). Who are the people looking for the Pilates method? *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 10, 328-334.
- Tobin, M., Chadha, T., Jenouri, G., Birch, S., Gazeroglu, H., Sackner, M. (1983). Breathing patterns. 2. Diseased subjects. *Chest*, 84, 286-294.
- West, J. (2005). Capítulo 7 - Mecánica Ventilatoria - Cómo está sustentado y cómo se mueve el pulmón. In J. West, *Fisiología Respiratoria* (pp. 95-124). Panamericana.

Efeito de um programa de exercícios segundo *Pilates* em indivíduos com asma controlada – Controlo motor
vs. Função ventilatória

Anexos

Anexo 1

Tabela XI – Contra-indicações à realização dos parâmetros ventilatórios, adaptado de ATS, 1991; ATS/ERS, 2002; ATS/ERS, 2010; Gibbons, 2004

Contra- indicações à realização dos parâmetros ventilatórios
<ul style="list-style-type: none">○ Enfarte do miocárdio, 1 mês antes do teste;○ Dor torácica e abdominal de qualquer origem;○ Dor oral ou facial exacerbada por uma peça bucal;○ Estado de demência ou confusão;○ Hemoptise de origem desconhecida;○ Pneumotórax, oito semanas antes do teste, ou instável;○ Status cardiovascular/angina <i>pectoris</i> instável ou embolia pulmonar, 8 semanas antes do teste;○ Acidente vascular encefálico recente;○ Aneurismas torácicos, abdominais ou cerebrais;○ Cirurgia ocular recente, por exemplo cataratas;○ Cirurgias torácicos e abdominais recentes;○ Presença de um processo patológico agudo que pode interferir com a performance do teste, por exemplo náusea, tontura ou vômito;○ História de síncope associada com a expiração forçada.

Anexo 2

Nº questionário: _____

Questionário

Este questionário faz parte de um projeto de investigação, que está a ser desenvolvido por um grupo de docentes e alunos de Fisioterapia da Escola Superior de Tecnologias da Saúde do Porto.

Responda, por favor, com o máximo de sinceridade, tendo em conta que os dados são completamente confidenciais.

Assinale com uma cruz a resposta e, se for o caso, responda nas linhas presentes. Em caso de qualquer dúvida esclareça com o investigador que lhe atribuiu este questionário.

Características individuais

Nome: _____

Nº aluno: _____

Data de Nascimento: _____

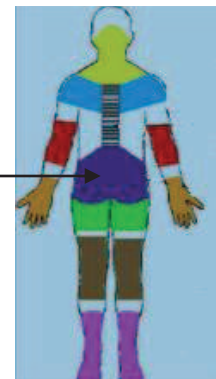
Ano: _____

Curso: _____

Telemóvel: _____

1. Pratica alguma actividade física/desporto regular?
Sim ___ Não ___ (Se respondeu não, passe para a pergunta 2)
- 1.1. Qual? _____
- 1.2. Quantas vezes por semana?
1 ___ 2 ___ 3 ___ 4 ___ 5 ___ 6 ___ 7 ___
Quanto tempo em média?
15min ___ 30min ___ 45min ___ 1h00 ___ 1h30 ___
2. Alguma vez teve um episódio de dor lombo-pélvica (zono indicada pela imagem)?
Sim ___ Não ___
(Se respondeu não, passe para a pergunta 3)

Zona lombo-pélvica



- 2.1. Há quanto tempo foi o último episódio de dor lombo-pélvica?
Nos últimos 12 meses? _____
Entre os últimos 12 e 24 meses? _____
Entre os últimos 24 e 36 meses? _____
Á mais de 36 meses? _____
- 2.2. Se sentiu dor lombo-pélvica nos últimos 12 meses qual a frequência desses episódios?
Mais que uma vez por semana _____
Uma vez por semana _____
Entre uma a duas vezes por mês _____
Entre uma a duas vezes de três em três meses _____
Entre uma a duas vezes de seis em seis meses _____
Entre uma a duas vezes nos 12 meses _____
- 2.3. Quanto tempo, em média, dura esses episódios de dor lombo-pélvica?
Entre uma e 4 semanas _____
Entre 4 e 12 semanas _____
Mais de 12 semanas _____
- 2.4. Toma alguma medicação para a dor?
Sim _____ Não _____
3. Tem asma diagnosticada?
Sim _____ Não _____ (Se respondeu não, passe para a pergunta 4)
- 3.1. Há quanto tempo, aproximadamente, foi diagnosticada?

- 3.2. Presentemente, está a usar alguma medicação para a asma?
Sim _____ Não _____ (Se respondeu não, passe para a pergunta 3.4)
- 3.2.1. Nos últimos 12 meses, usou algum inalador (“bomba”) para a asma ou falta de ar?
Sim _____ Não _____ (Se respondeu não, passe para a pergunta 3.3)

3.2.2. Qual?

- Azul (p.ex. Bricanyl, Ventilan, Foradil, Oxis, Formoterol)
- Verde (p.ex. Serevent, Dilamax, UltraBeta)
- Lilás/roxo (p.ex. Seretaide, Brisomax, Maizair)
- Laranja (p.ex. Flixotaide, Brisovent, Veraspir)
- Vermelho (p.ex. Symbicort, Assieme)
- Castanho (p.ex. Pulmicort)
- Cinza (p.ex. Spiriva)
- Não sei

3.2.3. Quantas vezes, em média, por semana, realiza esse inalador em situações “SOS”?

1 ___ 2 ___ 3 ___ 4 ___ 5 ___ 6 ___ 7 ___

3.2.4. Há quanto tempo, aproximadamente, faz essa medicação?

3.3. Alguma vez teve um episódio agudo de asma?

Sim ___ Não ___ (Se respondeu não, passe para a pergunta 3.4)

3.3.1. Com que frequência tem episódios de asma?

3.3.2. Quais os factores que desencadeiam esses episódios?

- Ácaros domésticos
- Infecção viral
- Animais com pêlo
- Pólen
- Alterações de temperatura
- Fumo (tabaco, lenha)
- Poluição atmosférica
- Exercício
- Emoções fortes (riso, choro)
- Produtos químicos (tintas, vernizes)
- Outros: _____

3.4. No último ano, teve alguma vez hospitalizado/internado por asma?

Sim ___ Não ___ (Se respondeu não, passe para a pergunta 4)

3.4.1. Quantas vezes no último ano? _____

4. Alguma vez teve chiadeira ou pieira ou “gatinhos” no peito nos últimos 12 meses?

Sim ___ Não ___

5. Por vezes, sente falta de ar em actividades em que não seria de esperar?
Sim ____ Não ____ (Se respondeu não, passe para a pergunta 6)
- 5.1. Se sim, dê exemplos: _____
6. Apresenta alguma outra patologia?
Sim ____ Não ____ (Se respondeu não, passe para a pergunta 7)
- 6.1. De que tipo?
____ Cardiovascular. Qual? _____
____ Respiratório. Qual? _____
____ Músculo-esquelético. Qual? _____
____ Neurológico. Qual? _____
____ Outras _____
7. Alguma vez foi submetido a uma cirurgia?
Sim ____ Não ____ (Se respondeu não, o questionário acaba aqui)
- 7.1. Qual? _____
- 7.2. Há quanto tempo? _____

Muito Obrigado!

Anexo 3

Tabela XII – Localização dos eléctrodos, elaboração própria

Músculo	Local de colocação dos eléctrodos
TrA/OI	2 cm em direcção medial e inferior à espinha ilíaca antero-superior. Neste local as fibras do TrA/OI estão misturadas, por isso, não é possível distinguir a actividade eletromiográfica dos dois. Por este motivo, o sinal obtido é considerado do TrA/OI (Marshall & Murphy, 2003)
OE	13 cm acima do umbigo linha directa com a axila (Marshall & Murphy, 2003)
RA	3 cm superiormente ao umbigo e 2 cm lateralmente à linha alba (Marshall & Murphy, 2003)
Mu	2 cm lateralmente às apófises espinhosas de L5-S1 (Queiroz, Cagliari, Amorim, & Sacco, 2010)
EC	6 cm lateralmente às apófises espinhosas de L1-2 (Hermens, et al., 1999)
Diafragma	No alinhamento com o ponto médio da clavícula, abaixo da última costela (Hawkes, Nowicky, & McConnell, 2007)
DA	Ventre muscular (Marshall & Murphy, 2003)
Eléctrodo terra	Olecrâneo do braço contra-lateral em teste (Kamen & Gabriel, 2010)

Anexo 4

Tabela XIII – Normas para a realização da manobra de obtenção dos valores volume expirado no primeiro segundo e débito expiratório máximo instantâneo, segundo ATS, 1991; ATS/ERS, 2002; ATS/ERS, 2010

Manobra de obtenção dos valores volume expirado no primeiro segundo e débito expiratório máximo instantâneo
Verificar a calibração do transdutor de fluxo
Explicar o teste
Instruir e demonstrar o teste ao indivíduo
<ul style="list-style-type: none">○ Posição ortostática, com ligeira extensão da cervical inferior○ Inspirar rapidamente e completamente○ Expirar com força máxima
Realizar a manobra (método de circuito fechado)
<ul style="list-style-type: none">○ Indivíduo assume a postura correcta○ Anexar o clip nasal, colocar o bocal na boca e fechar os lábios à volta do bocal○ Inspirar completamente e rapidamente com uma pausa de 1 segundo (apneia tele-inspiratória) na capacidade pulmonar total○ Expirar ao máximo até que mais ar não possa ser expulso, mantendo a postura correcta○ Repetir as instruções, se necessário, de como expirar vigorosamente○ Repetir o procedimento num mínimo de 3 manobras (usualmente não são requeridas mais do que 8)○ Verificar a repetibilidade do teste e realizar mais manobras se necessário

Tabela XIV – Normas para a realização da ventilação máxima voluntária, segundo ATS, 1991; ATS/ERS, 2002; ATS/ERS, 2010

Ventilação máxima voluntária
Verificar a calibração do transdutor de fluxo
Explicar o teste
Instruir e demonstrar o teste ao indivíduo
<ul style="list-style-type: none">○ Posição ortostática, com ligeira extensão da cervical inferior○ Ventilar o mais rápido e profundamente possível○ Língua e dentes posicionados de forma a não obstruir o ar

Realizar a manobra (método de circuito fechado)

- Indivíduo assume a postura correcta
- Anexar o clip nasal, colocar o bocal na boca e fechar os lábios à volta do bocal
- Ventilar 3 vezes a volume corrente
- Ventilar o mais rápido e profundamente possível, com incentivo entusiástico do técnico durante a manobra
- Gravar um mínimo de 12 segundos
- Repetir as instruções, se necessário, para atingir uma taxa ideal de 90-110 ventilações por minuto
- Repetir o procedimento num mínimo de 2 manobras
- Verificar a repetibilidade do teste e realizar mais manobras se necessário

Tabela XV – Normas para a realização das pressões máximas inspiratória e expiratória, segundo ATS, 1991; ATS/ERS, 2002; ATS/ERS, 2010

Pressões máximas inspiratória e expiratória
Explicar o teste
Instruir e demonstrar o teste ao indivíduo
<ul style="list-style-type: none">○ Posição ortostática, com ligeira extensão da cervical inferior○ Realizar esforços máximos inspiratórios e expiratórios
Realizar a manobra (método de circuito fechado)
<ul style="list-style-type: none">○ Indivíduo assume a postura correcta○ Colocar o bocal na boca e fechar os lábios à volta do bocal○ Inspirar (manobra de Muller) e expirar (manobra de Valsalva) ao máximo até ao volume residual e à capacidade pulmonar total, respectivamente, com incentivo entusiástico do técnico durante a manobra○ Repetir as instruções se necessário○ Repetir o procedimento num mínimo de 3 manobras○ Verificar a repetibilidade do teste e realizar mais manobras se necessário

Anexo 5

Tabela XVI – Plano de presenças, elaboração própria

Semanas	1	2	3	4	5	6	7	8
Presença								

Anexo 6

Tabela XVII – Descrição das sessões de exercícios segundo *Pilates*, Institute, 2009

Exercício	Descrição do exercício	Evolução	Repetições
<i>Chest Stretch</i>	<p>De pé:</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ inspirar ○ expirar e flexir os membros superiores (em Y) ○ inspirar e retomar à posição inicial 	-----	8 a 10
<i>Imprint</i>	<p>Decúbito dorsal (ancas e joelhos flectidos a 45°):</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ inspirar ○ expirar e contrair o transverso abdominal ○ inspirar e relaxar 	-----	8 a 10
<i>One leg stretch</i>	<p>Decúbito dorsal (ancas e joelhos flectidos a 45°):</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ inspirar ○ expirar e deslizar o calcanhar de um membro inferior pelo chão ○ inspirar e retomar o membro inferior para a posição inicial ○ repetir com o membro contralateral 	<p>Decúbito dorsal:</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ inspirar ○ expirar e flexir um membro inferior (90° de flexão da anca e do joelho) ○ inspirar ○ expirar e retomar à posição inicial ○ inspirar e flexir o mesmo membro inferior (90° de flexão da anca e do joelho) ○ expirar e retomar à posição inicial 	8 a 10 por membro inferior

<i>Scissors</i>	<p>Decúbito dorsal (ancas e joelhos flectidos a 45°):</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ inspirar ○ expirar e flectir a anca a 90° com extensão do joelho ○ inspirar ○ expirar e retomar à posição inicial ○ repetir com o membro contralateral 	<p>○ repetir com o membro inferior contralateral</p> <p>Decúbito dorsal:</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ inspirar ○ expirar e flectir a anca a 90° com extensão do joelho ○ inspirar ○ expirar e flectir a anca contralateral a 90° com extensão do joelho ○ inspirar ○ expirar e estender um membro inferior ○ inspirar flectir a mesma anca a 90° com extensão do joelho ○ repetir com o membro contralateral 	8 a 10 por membro inferior
<i>Swan Dive</i>	<p>Decúbito ventral:</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ inspirar ○ expirar e estender a coluna cervical inferior, afastando o esterno do chão ○ inspirar ○ expirar e retomar à posição inicial 	-----	8 a 10
<i>Spine Twist</i>	<p>De pé:</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ inspirar 	-----	8 a 10

	<ul style="list-style-type: none"><input type="radio"/> expirar e rodar o tronco para um lado<input type="radio"/> inspirar e voltar ao centro<input type="radio"/> expirar e rodar para o outro lado<input type="radio"/> inspirar e retomar à posição inicial		
--	--	--	--

Anexo 7

Tabela XVIII – Critérios intra e inter-manobras da espirometria, adaptado ATS, 1991; ATS/ERS, 2002; ATS/ERS, 2010

Espirometria
<p>Critérios intra-manobras</p> <p>Espiogramas individuais são “aceitáveis” se:</p> <ul style="list-style-type: none">○ Livres de artefactos<ul style="list-style-type: none">● Tosse durante o primeiro segundo da expiração● Fechamento da glote que influencie a avaliação● Término precoce ou cut-off● Esforço que não foi máximo● Fuga● Bocal obstruído○ Expiração satisfatória○ Duração de 6 segundos, ou um pleateau no curva volume-tempo, ou se o indivíduo não pode ou não deve continuar a expirar
<p>Critérios inter-manobras</p> <p>Após obtenção de 3 espiogramas “aceitáveis” verifica-se</p> <ul style="list-style-type: none">○ Se a diferença dos dois maiores valores de volume expirado forçado no primeiro segundo não é superior a 0,150L <p>Se o critério foi cumprido conclui-se a sessão de teste</p> <p>Se o critério não foi cumprido continua-se a sessão de teste até:</p> <ul style="list-style-type: none">○ O critério ser cumprido com a análise de espiogramas “aceitáveis” adicionaisou○ Um total de oito testes sejam realizados (opcional)ou○ O indivíduo não pode ou deve continuar <p>Gravar, no mínimo, 3 manobras satisfatórias</p>

Tabela XIX – Critérios intra e inter-manobras da ventilação máxima voluntária, adaptado da ATS, 1991; ATS/ERS, 2002; ATS/ERS, 2010

Ventilação máxima voluntária
<p>Critérios intra-manobras</p> <p>Manobras são “aceitáveis” se:</p> <ul style="list-style-type: none">○ Livres de artefactos<ul style="list-style-type: none">● Esforço que não foi máximo● Fuga● Hesitação○ Volume corrente durante a manobra superior ao volume corrente em descanso○ Volume tidal 50% do volume corrente, com uma frequência ventilatória de 90 ventilações por minuto
<p>Critérios inter-manobras</p> <p>Após obtenção de 2 manobras “aceitáveis” verifica-se</p> <ul style="list-style-type: none">○ Se a variabilidade não excede os 20% <p>Se o critério for cumprido conclui-se a sessão de teste</p> <p>Se o critério não for cumprido continua-se a sessão de teste até:</p> <ul style="list-style-type: none">○ O critério seja cumprido com a análise de manobras “aceitáveis” adicionais<li style="padding-left: 40px;">ou○ Um total de oito testes sejam realizados (opcional)<li style="padding-left: 40px;">ou○ O indivíduo não pode ou deve continuar <p>Gravar, no mínimo, 2 manobras satisfatórias</p>

Tabela XX – Critérios intra e inter-manobras das pressões máximas inspiratória e expiratória, adaptado da ATS, 1991; ATS/ERS, 2002; ATS/ERS, 2010

Pressões máximas inspiratória e expiratória
<p>Critérios intra-manobras</p> <p>Manobras são “aceitáveis” se</p> <ul style="list-style-type: none">○ Livres de artefactos○ Esforço que não foi máximo○ Hesitação○ Cerrar firmemente a peça bucal com os lábios, evitando fuga de ar○ Volume corrente durante a manobra superior ao volume corrente em descanso
<p>Critérios inter-manobras</p> <p>Após obtenção de 2 manobras “aceitáveis” verifica-se</p> <ul style="list-style-type: none">○ Se a variabilidade não deve exceder os 20% <p>Se o critério for cumprido conclui-se a sessão de teste</p> <p>Se o critério não for cumprido continua-se a sessão de teste até:</p> <ul style="list-style-type: none">○ O critério seja cumprido com a análise de manobras “aceitáveis” adicionaisou○ Um total de oito testes sejam realizados (opcional)ou○ O indivíduo não pode ou deve continuar <p>Gravar, no mínimo, 3 manobras satisfatórias</p>

Anexo 8

Tabela XXI – Dados em bruto do *timing* de activação muscular (ms) do Eretor da Coluna (EC), Multifídeos (Mu), Transverso Abdominal/ Obliquo Interno (TrA/OI), Reto Abdominal (RA), Obliquo Externo (OE) e Diafragma (Diaf), no momento 0 (M0) e momento 1 (M1), elaboração própria

F: Feminino; M: Masculino; IMC: Índice de massa corporal; SP: sem patologia; CA: controlo asmático; EA: experimental asmático

ID	Idade	Sexo	Peso	Altura	IMC	Grupo	EC_M 0	Mu_M 0	TrA/OI _M0	RA_M 0	OE_M 0	Diaf_M 0	EC_M 1	Mu_M 1	TrA/OI _M1	RA_M 1	OE_M 1	Diaf_M 1	
1	21	F	58,69	1,55	24,43	SP	0,015	0,006	-0,027	0,333	0,009	-0,045							
2	21	M	74,45	1,76	24,03	SP	-0,0135	-0,0045	-0,027	0,0885	0,0315	-0,036							
3	22	F	68,41	1,6	26,72	SP	0,0195	0,0105	-0,012	0,0135	0,0765	-0,039							
4	22	F	54,34	1,65	19,96	SP	-0,0015	0,006	-0,033	0,195	0,1125	-0,012							
5	24	F	52,03	1,67	18,66	SP	-0,003	0,018	-0,021	0,1635	0,0765	-0,03							
6	21	F	79,09	1,63	29,77	SP	0,003	0,0075	-0,021	0,2025	0,0945	-0,03							
7	21	F	67,68	1,64	25,16	SP	-0,0315	-0,015	-0,006	0,387	0,054	-0,018							
8	25	M	69,58	1,63	26,19	CA	0,0255	0,024	0,009	0,3255	0,066	0,033	0,025	0,024	0,001	0,3949	0,0166	0,018	
9	19	F	76,12	1,64	28,30	CA	0,006	0,003	0	0,285	0,063	0,033	0,006	0	-0,001	0,1765	0,062	0,003	
10	18	F	41,38	1,52	17,91	CA	0,018	0,006	-0,006	0,2145	0,075	0,018	0,008	0,006	0	0,1565	0,045	-0,004	
11	20	F	54,76	1,64	20,3599	CA	0,0195	0,033	0,021	0,2865	0,075	0,018	0,0185	0,005	0,01	0,315	0,074	0,008	
12	19	F	60,98	1,55	25,38	CA	0,006	0,0075	-0,003	0,318	0,1215	0	0,006	0,0075	-0,013	0,2918	0,125	0,004	
13	18	F	58,22	1,66	21,13	CA	-0,0075	0,003	0,003	0,2955	0,069	0,03	-0,005	-0,005	0,006	0,2705	0,07	-0,027	
14	23	F	64,56	1,7	22,34	CA	0,012	0,0255	-0,003	0,2415	0,105	-0,006	0,009	0,02	-0,009	0,261	0,105	-0,001	
15	20	F	60,93	1,69	21,33	EA	-0,0075	0	0,009	0,27	0,1575	0,024	-0,012	0,01	-0,0135	0,1755	0,0375	0,012	
16	18	F	67,54	1,7	23,37	EA	-0,012	0,006	-0,003	0,1365	0,0615	-0,003	-0,003	0,003	-0,0045	0,1525	0,075	-0,027	
17	25	F	48,12	1,5	21,39	EA	0,003	-0,0015	0,003	0,222	0,1155	-0,003	-0,0105	-0,018	-0,045	0,185	0,105	-0,0039	
18	19	F	73,9	1,65	27,14	EA	0,0045	0,0075	-0,012	0,1635	0,063	-0,006	-0,0135	-0,0015	-0,0435	0,241	0,0885	-0,045	
19	20	M	74,75	1,76	24,13	EA	0,0135	0,0255	-0,003	0,195	0,084	-0,006	-0,0285	-0,012	-0,027	0,211	0,099	-0,0105	

20	19	F	55,58	1,67	19,93	EA	0,0075	0,021	0,003	0,276	0,114	0,033	-0,0525	-0,0575	-0,0735	0,204	0,0795	-0,0545
21	22	F	54,91	1,6	21,44	EA	0,0045	0,0165	0,003	0,3615	0,102	0,033	-0,0255	-0,006	-0,03	0,2685	0,075	-0,042

Tabela XXII – Dados em bruto dos parâmetros ventilatórios débito expiratório máximo instantâneo – L/s (PEF), percentagem de volume expiratório forçado no primeiro segundo do previsto – % (%FEV₁), ventilação máxima voluntária – L/min (MVV), pressão máxima expiratória – cmH₂O (Pemax) e pressão máxima inspiratória – cmH₂O (Pimax), no momento 0 (M0) e momento 1 (M1), elaboração própria

F: Feminino; M: Masculino; IMC: Índice de massa corporal; SP: sem patologia; CA: controle asmático; EA: experimental asmático

ID	Idade	Sexo	Peso	Altura	IMC	Grupo	PEF_M0	%FEV ₁ _M0	MVV_M0	Pemax_M0	Pimax_M0	PEF_M1	%FEV ₁ _M1	MVV_M1	Pemax_M1	Pimax_M1	
1	21	F	58,69	1,55	24,43	SP	3,7	98,105	93,68	90	76						
2	21	M	74,45	1,76	24,03	SP	6,963	86,196	96,73	133	93						
3	22	F	68,41	1,6	26,72	SP	4,745	86,049	108,63	89	63						
4	22	F	54,34	1,65	19,96	SP	4,692	89,48	90,83	95	74						
5	24	F	52,03	1,67	18,66	SP	4,166	84,281	78,05	97	81						
6	21	F	79,09	1,63	29,77	SP	5,394	86,626	109,25	122	112						
7	21	F	67,68	1,64	25,16	SP	4,341	89,508	110,41	109	99						
8	25	M	69,58	1,63	26,19	CA	4,616	67,372	102,15	93	83	4,16	67,37	100,15	91	82	
9	19	F	76,12	1,64	28,30	CA	4,417	74,24	72,75	89	62	4,307	74,4	72,35	88	63	
10	18	F	41,38	1,52	17,91	CA	3,616	71,725	66,8	86	97	3,615	71,775	67,8	84	95	
11	20	F	54,76	1,64	20,3599	CA	3,344	67,299	70,37	86	110	3,48	68	70	86	104	
12	19	F	60,98	1,55	25,38	CA	4,155	74,498	79,33	83	72	4,05	73,498	76,33	80	75	
13	18	F	58,22	1,66	21,13	CA	2,871	69,56	106,99	90	83	2,718	71,56	109,99	91	84	
14	23	F	64,56	1,7	22,34	CA	4,061	73,275	89,17	80	113	4,016	73,785	89,17	81	107	
15	20	F	60,93	1,69	21,33	EA	4,158	80,179	92,79	91	66	4,722	81,994	122,42	92	61	
16	18	F	67,54	1,7	23,37	EA	4,372	82,212	129,99	119	77	5	79,707	136,47	130	79	
17	25	F	48,12	1,5	21,39	EA	2,568	72,36	63,46	87	78	3,756	71,719	69,56	110	90	

Efeito de um programa de exercícios segundo *Pilates* em indivíduos com asma controlada – Controle motor vs. Função ventilatória

18	19	F	73,9	1,65	27,14	EA	4,572	85,517	98,6	93	102	5,007	84,405	103,72	78	91
19	20	M	74,75	1,76	24,13	EA	4,822	65,435	97,41	133	78	6,958	73,005	132,51	128	89
20	19	F	55,58	1,67	19,93	EA	3,38	78,674	80,41	103	86	4,654	85,568	89,89	115	87
21	22	F	54,91	1,6	21,44	EA	3,08	62,732	79,89	85	114	3,52	62,081	84,76	87	78