

UNIVERSIDADE DE TRÁS-OS-MONTES E ALTO DOURO

**PARÂMETROS ESPÁCIO-TEMPORAIS DO CAMINHAR E
COMPOSIÇÃO CORPORAL EM MULHERES PÓS-MENOPÁUSICAS**

Dissertação de Mestrado em Gerontologia: Atividade Física e Saúde no Idoso

ANDREIA FILIPA BARBOSA GOMES

Prof. Doutor Ronaldo Eugénio Calçada Dias Gabriel

Prof.^a Doutora Maria Helena Rodrigues Moreira



Vila Real, 2016

UNIVERSIDADE DE TRÁS-OS-MONTES E ALTO DOURO

**PARÂMETROS ESPÁCIO-TEMPORAIS DO CAMINHAR E
COMPOSIÇÃO CORPORAL EM MULHERES PÓS-MENOPÁUSICAS**

Dissertação de Mestrado em Gerontologia: Atividade Física e Saúde no Idoso

ANDREIA FILIPA BARBOSA GOMES

Orientadores:

Prof. Doutor Ronaldo Eugénio Calçada Dias Gabriel

Prof.^a Doutora Maria Helena Rodrigues Moreira

Composição do Júri:

Prof. Doutor José Carlos Gomes de Carvalho Leitão

Prof. Doutor Francisco José Félix Saavedra

Prof. Doutor Eugénio Calçada Dias Gabriel

Vila Real, 2016

Dissertação académica apresentada para a obtenção do grau de Mestre em Gerontologia: Atividade Física e Saúde no Idoso, pela Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, sob a orientação do Prof. Doutor Ronaldo Eugénio Calçada Dias Gabriel e da Prof.^a Doutora Maria Helena Rodrigues Moreira, ambos da Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro

*“A mente que se abre a uma nova ideia,
jamais voltará ao seu tamanho original”*

Albert Einstein

PUBLICAÇÃO REALIZADA NO ÂMBITO DA DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Gomes, A., Moreira, H., Gabriel, F., Soares, P., Faria, A. (2015). Composição corporal e parâmetros espaço-temporais do caminhar em mulheres pós-menopáusicas. *Revista Portuguesa de Cirurgia*, 34: 51

AGRADECIMENTOS

Quero expressar o meu reconhecimento e gratidão a todos aqueles que contribuíram para a realização deste trabalho, porque sem eles este trabalho não seria possível.

Estou profundamente grata aos meus orientadores, apoios fundamentais deste trabalho: Professor Doutor Ronaldo Gabriel e Professora Doutora Helena Moreira. Um enorme obrigado por esta oportunidade. Poder participar nesta etapa foi sem dúvida desafiante, mas especialmente gratificante, ajudou-me a adquirir novos conhecimentos e competências, assim como vivenciar novas experiências. Também estou grata por toda a disponibilidade, paciência, suporte e encorajamento. O apoio foi sem dúvida incondicional.

Quero agradecer à minha família, pais e irmãos por todo o apoio que me prestaram e por estarem sempre ali para mim. Obrigada por simplesmente acreditarem em mim.

Agradeço também à minha amiga Sofia Teixeira pela ajuda, partilha e suporte. Esta etapa não seria a mesma sem ti. A nossa entreaajuda foi firmemente positiva para o meu sucesso e crescimento académico.

Também quero agradecer à Helena Amorim porque, apesar da distância, sempre esteve presente.

Por último, mas não menos importante, quero agradecer a todas as pessoas que estiveram direta ou indiretamente envolvidas neste trabalho.

A todas as mulheres que participaram no projeto “Menopausa em Forma” um

Muito Obrigada!

RESUMO

Com a expectativa de vida a aumentar, as mulheres passam mais de um terço do seu tempo de vida em pós-menopausa. Como consequência deste desenvolvimento, encontram-se mais tempo num estado de deficiência hormonal, o que gera grande preocupação devido ao seu impacto na sociedade. A atividade física desempenha um papel importante no controlo e atenuação de várias perdas relacionadas com o processo de depleção estrogénica, promovendo um estilo de vida mais ativo em mulheres pós-menopáusicas. Neste contexto, a caminhada parece constituir uma proposta apelativa para a prática de maiores níveis de atividade física, conferindo múltiplos benefícios à saúde da mulher. A necessidade de investigação nesta população especial torna-se fundamental para uma melhor intervenção preventiva.

O principal objetivo desta dissertação foi analisar a relação dos parâmetros espaço-temporais do caminhar com a composição corporal e com as características da menopausa em mulheres pós-menopáusicas ativas. Procurou-se também investigar a influência da variabilidade dos parâmetros biomecânicos nas variáveis mencionadas. Para isso, o estudo incluiu mulheres pós-menopáusicas integrantes do programa “Menopausa em Forma”, programa desenhado para examinar os efeitos do exercício no risco cardiovascular, no risco de queda e na aptidão física e funcional de mulheres pós-menopáusicas, combinando step aeróbica, força muscular e flexibilidade/controlo postural.

Os resultados sugerem que os níveis de adiposidade não influenciam os parâmetros espaço-temporais do caminhar de mulheres pós-menopáusicas fisicamente ativas. Maiores níveis de massa isenta de gordura e de osso do tronco estão associados a uma maior variabilidade do comprimento da passada. Mulheres com terapia hormonal apresentaram valores médios mais elevados da variabilidade da velocidade, da variabilidade do comprimento da passada (com e sem normalização) e da variabilidade da taxa de incremento da aceleração, sendo esta última também influenciada pela densidade mineral óssea do calcâneo. As mulheres com uma menopausa mais recente exibiram valores médios mais elevados da variabilidade da cadência e da variabilidade da duração do ciclo do caminhar. Todos estes resultados sugerem que a variabilidade intra-individual nestas mulheres parece estar mais relacionada com uma maior robustez/adaptabilidade do comportamento motor do que com uma maior fragilidade, dado que são fisicamente ativas, têm ausência de sarcopenia e baixo risco de osteoporose.

Palavras-chave: Pós-menopausa, parâmetros espaço-temporais, composição corporal, características da menopausa

ABSTRACT

With life expectancy increasing, women spend more than a third of their lifetime in postmenopausal. As a result of this development are longer in a state of hormone deficiency, which creates great concern because of its impact on society. Physical activity plays an important role in controlling and mitigating many losses associated with estrogen depletion process, promoting a more active lifestyle in postmenopausal women. In this context, walking appears to be an attractive proposition for the practice of higher levels of physical activity, giving multiple benefits to women's health. The need for research in this special population is fundamental for better preventive intervention.

The main objective of this thesis was to analyze the relationship of spatio-temporal parameters of walking with body composition and menopausal characteristics in active postmenopausal women. Also sought to investigate the influence of variability of biomechanical parameters in the mentioned variables. For this, the study included postmenopausal women program members "Menopause in shape", program designed to examine the effects of exercise on cardiovascular risk, risk of falling and physical fitness of postmenopausal women, combining step aerobics, muscle strength and flexibility/postural control.

The results suggest that adiposity levels do not influence the spatio-temporal parameters of walking in physically active postmenopausal women. Higher levels of fat-free mass and bone trunk are associated with a greater variability of the stride length. Women with hormone therapy had higher mean values of speed variability, variability of stride length (with and without normalization) and variability of growth rate acceleration, the latter being also influenced by the bone mineral density of the calcaneus. Women with a more recent menopausal exhibited higher values of the variability of the cadence and the variability of length of the walking cycle. All these findings suggest that intra-individual variability in these women seems to be more related to more robustness/adaptability of the motor behavior than with a more fragility, as they are physically active, has absence of sarcopenia and low risk of osteoporosis.

Keywords: Postmenopause, spatio-temporal parameters, body composition, characteristics of menopause

ÍNDICE GERAL

| | |
|---|-----------|
| Agradecimentos | v |
| Resumo..... | vi |
| Abstract | vii |
| Índice de figuras | x |
| Índice de tabelas | xi |
| Lista de abreviaturas, siglas, símbolos ou acrónimos..... | xii |
| CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO | 1 |
| 1.1 Introdução Geral | 1 |
| 1.2 Referências | 4 |
| CAPÍTULO 2 – REVISÃO DA LITERATURA | 8 |
| 2.1 Terminologia da menopausa..... | 8 |
| 2.2 Características da menopausa | 11 |
| 2.3 Parâmetros espaço-temporais do caminhar em mulheres pós-menopáusicas | 13 |
| 2.3.1 Caraterização dos parâmetros espaço-temporais do caminhar..... | 15 |
| 2.3.2 Importância da análise dos parâmetros espaço-temporais do caminhar na pós-menopausa | 17 |
| 2.3.3 Aplicação de unidades de medição inercial na análise dos parâmetros espaço-temporais do caminhar..... | 19 |
| 2.3.4 Importância do estudo da variabilidade dos parâmetros espaço-temporais do caminhar | 20 |
| 2.4 Composição corporal em mulheres pós-menopáusicas..... | 21 |
| 2.4.1 Adiposidade total e central..... | 23 |
| 2.4.2 Condição muscular | 25 |
| 2.4.3 Condição óssea..... | 27 |
| 2.5 Referências | 29 |
| CAPÍTULO 3 – PARÂMETROS ESPÁCIO-TEMPORAIS DO CAMINHAR E COMPOSIÇÃO CORPORAL EM MULHERES PÓS-MENOPÁUSICAS | 39 |
| 3.1 Resumo | 39 |
| 3.2 Introdução..... | 40 |
| 3.3 Metodologia..... | 41 |

| | |
|---|----|
| 3.3.1 Desenho de estudo | 41 |
| 3.3.2 Amostra..... | 42 |
| 3.3.3 Parâmetros espaço-temporais do caminhar | 42 |
| 3.3.4 Antropometria/Composição corporal | 43 |
| 3.3.5 Análise estatística | 45 |
| 3.4 Resultados..... | 46 |
| 3.5 Discussão | 51 |
| 3.6 Referências | 58 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 2.1 – Etapas do envelhecimento reprodutivo (STRAW). Adaptado de Harlow et al. (2012)..... | 10 |
| Figura 2.2 - Utilização de uma unidade de medição inercial para a avaliação do caminhar em mulheres pós-menopáusicas..... | 20 |

ÍNDICE DE TABELAS

| | |
|--|----|
| Tabela 3.1 – Erros técnicos das variáveis antropométricas e da composição corporal | 45 |
| Tabela 3.2 – Caracterização da idade, do tempo de menopausa, da taxa metabólica basal e da composição corporal da amostra (n=31)..... | 46 |
| Tabela 3.3 – Análise descritiva dos parâmetros biomecânicos..... | 47 |
| Tabela 3.4 – Associações entre as variáveis. | 49 |
| Tabela 3.5 – Comparação dos valores médios de alguns parâmetros biomecânicos em função do tempo de menopausa e da terapia hormonal. | 50 |
| Tabela 3.6 – Análises de regressão múltipla <i>stepwise</i> desenvolvidas para a variabilidade do comprimento da passada, a variabilidade do comprimento da passada normalizada e a variabilidade da taxa de incremento da aceleração. | 51 |

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS, SÍMBOLOS OU ACRÓNIMOS

AAV – Área de adiposidade visceral

ALT – Altura

BUA – Atenuação ultrassónica de banda larga

CFA – Contagem de folículos antrais

CV – Coeficiente de variação

d – Diferença entre duas avaliações

DMO – Densidade mineral óssea

DMOc – Densidade mineral óssea do calcâneo

DP – Desvio padrão

EPE – Erro padrão de estimação

ET – Erros técnicos

FSH – Hormona folículo-estimulante

HAM – Hormona anti-mülleriana

IC – Indicador de condição

IMC – Índice de massa corporal

IMME – Índice de massa muscular esquelética

MC – Massa corporal

MG – Massa gorda

MIG – Massa isenta de gordura

MIGOTOT – Massa isenta de gordura e de osso total

MIGO_{MS} – Massa isenta de gordura e de osso dos membros superiores

MIGO_T – Massa isenta de gordura e de osso do tronco

MIGO_{MI} – Massa isenta de gordura e de osso dos membros inferiores

MME – Massa muscular esquelética

NAMS – *North American Menopause Society*

n – Número de elementos da amostra

NM – Natureza da menopausa

OMS – Organização Mundial de Saúde

P – Peso

PV – Proporção da variação dos regressores estimados

QUI – Índice ultrassónico

r – Correlação das variáveis

R² – Coeficiente de determinação ajustado ao número de preditores

SOS – Velocidade de propagação do som

STRAW – *Stage of Reproductive Aging Workshop*

TH – Terapia hormonal

TM – Tempo de menopausa

TMB – Taxa metabólica basal

tol – Tolerância

UMI – Unidades de medição inercial

UTAD – Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro

VIF – Fator de inflação da variância

%MG – Percentagem de massa gorda

CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO

1.1 Introdução Geral

Na atualidade as mulheres passam mais de um terço do seu tempo de vida em pós-menopausa (Al-Safi & Polotsky, 2015). Esta realidade tem aumentado cada vez mais a importância da saúde da mulher e naturalmente da menopausa no campo da investigação científica, sobretudo, pelo seu impacto na sociedade. De acordo com os dados divulgadas pelo Eurostat (2015), Portugal deverá ser o segundo país da União Europeia com a maior proporção de pessoas com 80 ou mais anos em 2080. Isto significa que nas próximas décadas as mulheres passarão a viver metade da sua vida num estado de deficiência hormonal, revelando ainda mais a importância do envelhecimento ativo e da prevenção de fragilidade.

O climatério marca o período de transição de um estado reprodutivo para um não reprodutivo, integrando o fenómeno da menopausa, que ocorre como parte do processo de envelhecimento de uma mulher (Bień, Rzońca, Iwanowicz-Palus, & Pańczyk-Szeptuch, 2015; Utian, 2004).

Assim, a menopausa, cessação permanente do ciclo menstrual, resulta da perda da atividade folicular dos ovários e é confirmada após um ano de amenorreia, sem causa patológica evidente (Hunter & Rendall, 2007; Sussman et al., 2015; Utian, 2004). Durante a transição da menopausa as mulheres são afetadas por mudanças hormonais, fisiológicas, psicológicas e sociais (Lindh-Åstrand, Hoffmann, Hammar, & Kjellgren, 2007), mas a sua experiência varia amplamente por causa da influência de fatores como o estilo de vida, a idade de instalação da amenorreia permanente, a saúde e o bem-estar pessoal, o ambiente e a cultura (Davis et al., 2015; Hunter & Rendall, 2007). Algumas mulheres experienciam a menopausa como um ciclo natural sem dificuldades, outras vivenciam-na de forma mais problemática (Bień et al., 2015; Newhart, 2013). No entanto, se a menopausa for antecipada ou ainda precoce existe um maior risco de doenças e complicações (Chang et al., 2007; Harlow & Signorello, 2000). Isto porque a menopausa induzida resulta na perda abrupta das hormonas dos ovários (Faubion, Kuble, Shuster, & Rocca, 2015).

A depleção estrogénica na menopausa gera um aumento dos níveis de adiposidade e afeta de forma adversa a condição muscular e óssea da mulher, originando distúrbios na locomoção e no equilíbrio (Blake, 2006; Waters, Hale, Grant, Herbison, & Goulding, 2010). Além disso, estas alterações na composição corporal são agravadas pela redução dos níveis de atividade

física habitual, contribuindo para o agravamento da qualidade de vida da mulher (Moreira et al., 2014).

No que se refere ao aumento dos níveis de adiposidade, a excessiva deposição de gordura, nomeadamente visceral, tem sido associada a um maior risco de diabetes tipo 2, dislipidemia, doença cardiovascular, acidente vascular cerebral, apneia do sono, hipertensão, inflamação e alguns tipos de cancro (Orsatti et al., 2010; Senapati et al., 2014; Tchernof & Després, 2013). Conforme as mulheres envelhecem, o risco para a fragilidade física aumenta, causando inatividade física que contribui para a dependência nas tarefas diárias, períodos mais longos de invalidez após a doença e o aumento da mortalidade. A sarcopenia e a osteoporose são marcadores de fragilidade que afetam particularmente as mulheres pós-menopáusicas (Palombaro et al., 2009). Mulheres com estes problemas têm um maior comprometimento do equilíbrio e da força muscular, o que pode resultar num maior risco de queda (Park, Kim, Komatsu, Park, & Mutoh, 2008; Sakazaki, Koike, Yanagimoto, & Oshida, 2012).

As quedas são relativamente comuns em adultos mais velhos e estão associadas a uma considerável morbidade e mortalidade, protagonizando um grave problema de saúde pública (Park et al., 2008). Além do mais, como ocorrem habitualmente durante a realização de atividades de vida diária e, sobretudo, durante o caminhar (Mortaza, Abu Osman, & Mehdikhani, 2014), torna-se importante avaliar o caminhar como meio de prevenção (Panel on Prevention of Falls in Older Persons AGS & BGS., 2011).

A análise do caminhar é a avaliação quantitativa e qualitativa da locomoção humana (Zanchi, Papić, & Cecić, 2000) e constitui um dos principais recursos utilizados na deteção de problemas funcionais relacionados com a locomoção. Os parâmetros espaço-temporais, medidas lineares utilizadas na caracterização do desempenho do caminhar no tempo e na distância (Hollman, McDade, & Petersen, 2011; Moreira, Sampaio, & Kirkwood, 2015), estabelecem os aspetos fundamentais para uma análise completa da locomoção humana. Alterações nestes parâmetros podem ser observadas tanto em diferentes condições clínicas, como em grupos específicos de indivíduos, neste caso em concreto em mulheres pós-menopáusicas (Frizera, Elias, del-Ama, Ceres, & Bastos, 2012). De facto, nesta etapa do envelhecimento reprodutivo as mulheres exibem reduções de massa muscular e de força muscular, que tendem a refletir-se de forma adversa no padrão do caminhar, afetando negativamente a autonomia e a qualidade de vida (ElDeeb & Khodair, 2014).

Além dos parâmetros espaço-temporais, é importante calcular a variabilidade do caminhar. Esta é um parâmetro clinicamente relevante na avaliação da mobilidade, risco de queda e na resposta a intervenções terapêuticas (Hausdorff, 2005).

O desempenho do caminhar foi avaliado usando o BTS G-Walk, criado pela *BTS Bioengineering Corp.*, software que nos permitiu avaliar os parâmetros espaço-temporais e compará-los diretamente com os limites normativos, permitindo a aquisição de dados quantitativos precisos (G-Walk, 2014). Este sistema usa um sensor inercial ligado a um computador via Bluetooth, que é colocado num cinto e posicionado em torno da cintura (vértebras L4-L5) do paciente, conferindo uma análise válida e fiável do caminhar funcional (Bugané et al., 2012). O método é fácil de usar e não intrusivo, sendo ainda hábil na avaliação do ciclo da marcha em áreas exteriores (G-Walk, 2014).

A literatura revela um número restrito de estudos que examinam a influência da composição corporal nos parâmetros espaço-temporais do caminhar em mulheres pós-menopáusicas. Os estudos que existem ou apenas avaliam os parâmetros biomecânicos em mulheres nesta etapa do climatério (Hollman et al., 2016; Ming-Chien et al., 2010; Park et al., 2008; Tudor-Locke et al., 2014), ou relacionam os mesmos com a densidade mineral óssea (ElDeeb & Khodair, 2014; Sakazaki et al., 2012; Sun et al., 2009) ou a massa gorda (Fortaleza et al., 2014). Além do mais, as pesquisas que estudam a variabilidade dos parâmetros espaço-temporais são limitadas (Hollman et al., 2016).

Visto que as mulheres pós-menopáusicas são uma população especial, cuja esperança média de vida evidência um marcado aumento e o risco de queda que lhes está associado constitui, por si só, um problema sério de saúde pública, este trabalho revela-se importante na promoção de exercício e da saúde neste segmento da população.

Esta investigação centra-se na importância da prática de atividade física, em específico a caminhada. Sendo reconhecida a preferência da mulher pela prática de atividades físicas moderadas, esta atividade constitui uma proposta atraente de promoção de um estilo de vida mais ativo na pós-menopausa (Vallance, Murray, Johnson, & Elavsky, 2011). O objetivo deste estudo passa então por compreender a relação da composição corporal com os parâmetros espaço-temporais do caminhar em mulheres pós-menopáusicas, examinando a influência do tempo de menopausa, da natureza da menopausa e do uso de terapia hormonal.

Em suma, a dissertação está estruturada em três capítulos principais: *Capítulo 1*, apresenta a introdução; *Capítulo 2*, expõe a revisão da literatura sobre a transição da menopausa e as suas características, os parâmetros espaço-temporais do caminhar em mulheres na pós-menopausa, incluindo a importância da variabilidade destes parâmetros e ainda os efeitos do processo do envelhecimento na composição corporal; *Capítulo 3*, exibe o estudo sobre a relação dos parâmetros espaço-temporais do caminhar com a composição corporal em mulheres pós-menopáusicas. Além disso, é importante ainda referir que a dissertação foi estruturada de acordo com o modelo escandinavo, encontrando-se o capítulo três escrito em formato artigo.

1.2 Referências

- Al-Safi, Z., & Polotsky, A. (2015). Obesity and menopause. *Best Practice & Research Clinical Obstetrics & Gynaecology*, 29(4), 548-553. doi: 10.1016/j.bpobgyn.2014.12.002
- Bień, A., Rzońca, E., Iwanowicz-Palus, G., & Pańczyk-Szeptuch, M. (2015). The influence of climacteric symptoms on women's lives and activities. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 12(4), 3835-3846. doi: 10.3390/ijerph120403835
- Blake, J. (2006). Menopause: evidence-based practice. *Best Practice & Research Clinical Obstetrics & Gynaecology*, 20(6), 799-839. doi: 10.1016/j.bpobgyn.2006.07.001
- Bugané, F., Benedetti, M., Casadio, G., Attala, S., Biagi, F., Manca, M., & Leardini, A. (2012). Estimation of spatial-temporal gait parameters in level walking based on a single accelerometer: validation on normal subjects by standard gait analysis. *Computer Methods and Programs in Biomedicine*, 108(1), 129-137. doi: 10.1016/j.cmpb.2012.02.003
- Chang, S., Kim, C., Lee, K., Kim, H., Yim, S., Lim, Y., & Park, S. (2007). Premenopausal factors influencing premature ovarian failure and early menopause. *Maturitas*, 58(1), 19-30. doi: 10.1016/j.maturitas.2007.04.001
- Davis, S., Lambrinoudaki, I., Lumsden, M., Mishra, G., Pal, L., Rees, M., . . . Simoncini, T. (2015). Menopause. *Nature Reviews Disease Primers*, 1, 1-19. doi: 10.1038/nrdp.2015.4
- ElDeeb, A., & Khodair, A. (2014). Three-dimensional analysis of gait in postmenopausal women with low bone mineral density. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*, 11(1), 55. doi: 10.1186/1743-0003-11-55
- Eurostat. (2015). *International day of older persons - 1 out of every 8 persons in the EU could be 80 or above by 2080 - elderly people less at risk of poverty or social exclusion*: Eurostat Press Office.
- Faubion, S., Kuble, C., Shuster, L., & Rocca, W. (2015). Long-term health consequences of premature or early menopause and considerations for management. *Climacteric*, 18(4), 483-491. doi: 10.3109/13697137.2015.1020484
- Fortaleza, A., Rossi, F., Buonani, C., Fregonesi, C., Neves, L., Diniz, T., & Júnior, I. (2014). Gordura corporal total e do tronco e o desempenho da marcha em mulheres na menopausa. *Revista*

Brasileira de Ginecologia e Obstetrícia, 36(4), 176-181. doi: 10.1590/S0100-7203201400040003

- Frizera, A., Elias, A., del-Ama, A., Ceres, R., & Bastos, T. (2012). *Characterization of spatio-temporal parameters of human gait assisted by a robotic walker*. Paper presented at the The Fourth IEEE RAS/EMBS International Conference on Biomedical Robotics and Biomechatronics Rome, Italy. <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=edb&AN=86512729&lang=pt-br&site=eds-live&scope=site>
- G-Walk, B. (2014). Complete solution for the evaluation of the spatial-temporal gait parameters: BTS Biomedical.
- Harlow, B., & Signorello, L. (2000). Factors associated with early menopause. *Maturitas*, 35(1), 3-9. doi: 10.1016/S0378-5122(00)00092-X
- Hausdorff, J. (2005). Gait variability: methods, modeling and meaning. *Journal of Neuroengineering & Rehabilitation*, 2(19), 1-9. doi: 10.1186/1743-0003-2-19
- Hollman, J., McDade, E., & Petersen, R. (2011). Normative spatiotemporal gait parameters in older adults. *Gait & Posture*, 34(1), 111-118. doi: 10.1016/j.gaitpost.2011.03.024
- Hollman, J., Watkins, M., Imhoff, A., Braun, C., Akervik, K., & Ness, D. (2016). A comparison of variability in spatiotemporal gait parameters between treadmill and overground walking conditions. *Gait & Posture*, 43(1), 204-209. doi: 10.1016/j.gaitpost.2015.09.024
- Hunter, M., & Rendall, M. (2007). Bio-psycho-socio-cultural perspectives on menopause. *Best Practice & Research Clinical Obstetrics & Gynaecology*, 21(2), 261-274. doi: 10.1016/j.bpobgyn.2006.11.001
- Lindh-Åstrand, L., Hoffmann, M., Hammar, M., & Kjellgren, K. (2007). Women's conception of the menopausal transition – a qualitative study. *Journal of Clinical Nursing*, 16(3), 509-517. doi: 10.1111/j.1365-2702.2005.01547.x
- Ming-Chien, C., James, C., Sawyer, S., Brismée, J., Xu, K., Poklikuha, G., . . . Chwan-Li, S. (2010). Effects of tai chi exercise on posturography, gait, physical function and quality of life in postmenopausal women with osteopaenia: a randomized clinical study. *Clinical Rehabilitation*, 24(12), 1080-1090. doi: 10.1177/0269215510375902
- Moreira, B., Sampaio, R., & Kirkwood, R. (2015). Spatiotemporal gait parameters and recurrent falls in community-dwelling elderly women: a prospective study. *Brazilian Journal of Physical Therapy*, 19(1), 61-69. doi: 10.1590/bjpt-rbf.2014.0067
- Moreira, H., Passos, B., Rocha, J., Reis, V., Carneiro, A., & Gabriel, R. (2014). Cardiorespiratory fitness and body composition in postmenopausal women. *Journal of Human Kinetics*, 43, 139-148. doi: 10.2478/hukin-2014-0099
- Mortaza, N., Abu Osman, N., & Mehdikhani, N. (2014). Are the spatio-temporal parameters of gait capable of distinguishing a faller from a non-faller elderly? *European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine*, 50(6), 677-691.
- Newhart, M. (2013). Menopause matters: the implications of menopause research for studies of midlife health. *Health Sociology Review*, 22(4), 365-376. doi: 10.5172/hesr.2013.22.4.365
- Orsatti, F., Nahas, E., Nahas-Neto, J., Maesta, N., Orsatti, C., Vespoli, H., & Traiman, P. (2010). Association between anthropometric indicators of body fat and metabolic risk markers in post-

- menopausal women. *Gynecological Endocrinology*, 26(1), 16-22. doi: 10.3109/09513590903184076
- Palombaro, K., Hack, L., Mangione, K., Barr, A., Newton, R., Magri, F., & Speziale, T. (2009). Gait variability detects women in early postmenopause with low bone mineral density. *Physical Therapy*, 89(12), 1315-1326. doi: 10.2522/ptj.20080401
- Panel on Prevention of Falls in Older Persons AGS, & BGS. (2011). Summary of the updated American Geriatrics Society/British Geriatrics Society clinical practice guideline for prevention of falls in older persons. *Journal of the American Geriatrics Society*, 59(1), 148-157. doi: 10.1111/j.1532-5415.2010.03234.x
- Park, H., Kim, K., Komatsu, T., Park, S., & Mutoh, Y. (2008). Effect of combined exercise training on bone, body balance, and gait ability: a randomized controlled study in community-dwelling elderly women. *Journal of Bone and Mineral Metabolism*, 26(3), 254-259. doi: 10.1007/s00774-007-0819-z
- Sakazaki, T., Koike, T., Yanagimoto, Y., & Oshida, Y. (2012). Association between gait speed and bone strength in community-dwelling postmenopausal Japanese women. *Environmental Health and Preventive Medicine*, 17(5), 394-400. doi: 10.1007/s12199-012-0267-9
- Senapati, S., Gracia, C., Freeman, E., Sammel, M., Lin, H., Kim, C., . . . Pien, G. (2014). Hormone variations associated with quantitative fat measures in the menopausal transition. *Climacteric: Journal of the International Menopause Society*, 17(2), 183-190. doi: 10.3109/13697137.2013.845876
- Sun, W., Watanabe, M., Tanimoto, Y., Kono, R., Saito, M., Hirota, C., & Kono, K. (2009). Assessment of the best gait parameter in relation to bone status in community-dwelling young-old and old-old women in Japan. *Archives of Gerontology and Geriatrics*, 49(1), 158-161. doi: 10.1016/j.archger.2008.06.008
- Sussman, M., Trocio, J., Best, C., Mirkin, S., Bushmakin, A., Yood, R., . . . Louie, M. (2015). Prevalence of menopausal symptoms among mid-life women: findings from electronic medical records. *BioMed Central Women's Health*, 15(1), 58. doi: 10.1186/s12905-015-0217-y
- Tchernof, A., & Després, J. (2013). Pathophysiology of human visceral obesity: an update. *Physiological Reviews*, 93(1), 359-404. doi: 10.1152/physrev.00033.2011
- Tudor-Locke, C., Swift, D., Schuna, J., Dragg, A., Davis, A., Martin, C., . . . Church, T. (2014). WalkMore: a randomized controlled trial of pedometer-based interventions differing on intensity messages. *BioMed Central Public Health*, 14(1), 168. doi: 10.1186/1471-2458-14-168
- Utian, W. (2004). Menopause-related definitions. *International Congress Series*, 1266(0), 133-138. doi: 10.1016/j.ics.2004.01.102
- Vallance, J., Murray, T., Johnson, S., & Elavsky, S. (2011). Understanding physical activity intentions and behavior in postmenopausal women: an application of the theory of planned behavior. *International Journal of Behavioral Medicine*, 18(2), 139-149. doi: 10.1007/s12529-010-9100-2
- Waters, D., Hale, L., Grant, A., Herbison, P., & Goulding, A. (2010). Osteoporosis and gait and balance disturbances in older sarcopenic obese New Zealanders. *Osteoporosis International*, 21(2), 351-357. doi: 10.1007/s00198-009-0947-5

Zanchi, V., Papić, V., & Cecić, M. (2000). Quantitative human gait analysis. *Simulation Practice and Theory*, 8(1–2), 127-139. doi: 10.1016/S0928-4869(00)00014-8

CAPÍTULO 2 – REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Terminologia da menopausa

A menopausa que até há algumas décadas atrás era reputada como tabu começou a ser desmistificada a partir de 1980, adquirindo o estatuto de patologia, pelos efeitos adversos da depleção estrogénica na saúde (Ferreira, Chinelato, Castro, & Ferreira, 2013). Atualmente é cada vez mais compreendida e discutida de forma aberta (NAMS, 2012). Definida como a cessação permanente do ciclo menstrual, devido à perda da atividade folicular dos ovários, a menopausa, é apenas confirmada depois de um ano de amenorreia, sem causa patológica evidente (Hunter & Rendall, 2007; Sussman et al., 2015; Utian, 2004). Assim, esta etapa inevitável do envelhecimento marca o fim da capacidade reprodutiva da mulher (Bruce & Rymer, 2009; Davis et al., 2015).

O termo climatério é utilizado para definir o período de transição de um estado reprodutivo para um não reprodutivo (Bień, Rzońca, Iwanowicz-Palus, & Pańczyk-Szeptuch, 2015; Utian, 2004), instalando-se a menopausa natural habitualmente entre os 45 e os 55 anos (Faubion, Kuble, Shuster, & Rocca, 2015). Após o término dos ciclos menstruais, mais precisamente a partir da última menstruação, inicia-se uma nova etapa, reconhecida como pós-menopausa (Utian, 2004).

Numa perspetiva holística, a transição da menopausa é considerada um processo multidimensional que pode variar de mulher para mulher devido a vários fatores (Lindh-Åstrand, Hoffmann, Hammar, & Kjellgren, 2007). Dentro desses fatores que influenciam a experiência individual de transição da menopausa estão incluídos o estilo de vida, a idade de instalação da amenorreia permanente, a saúde e o bem-estar pessoal, o ambiente e a cultura (Davis et al., 2015; Hunter & Rendall, 2007).

Segundo Delanoë et al. (2012), a experiência da menopausa varia de acordo com a etnicidade, a sociedade e o grupo social. Embora, as razões para esta diversidade ainda não sejam claramente entendidas, elas identificam a existência da influência por parte do ambiente cultural e da classe social. Do mesmo modo, as diferenças nas atitudes e significados da menopausa também parecem explicar as diferenças culturais. Mulheres com atitudes mais negativas em relação à menopausa tendem a evidenciar uma maior intensidade e frequência de sintomatologia do climatério (Ayers, Forshaw, & Hunter, 2010). Além disso, estas podem entender o fim da

capacidade reprodutiva como o fim da sua utilidade enquanto mulheres ou, pelo contrário, encarar esta nova etapa do climatério como uma abertura para novas possibilidades (Ferreira et al., 2013), com a oportunidade de serem libertadas da procriação e da necessidade de contraceção (Panay & Fenton, 2015). Deste modo, a menopausa é um verdadeiro fenómeno bio-psico-sócio-cultural influenciado por fatores pessoais e estruturais (Hunter & Rendall, 2007; Newhart, 2013), sendo a experiência da menopausa o resultado da sua interação (Bieñ et al., 2015).

Cerca de 5% das mulheres passam por este evento fisiológico de forma antecipada, entre os 40-45 anos, e 1% precocemente, ainda antes dos 40 anos (Faubion et al., 2015). A perda da função dos ovários antes da idade normal da menopausa pode ter múltiplas causas, desde a mais comum, a ooforectomia bilateral (remoção cirúrgica de ambos os ovários), a causas mais raras como distúrbios genéticos, perturbações autoimunes ou ainda infeções. Entre as consequências a longo prazo associadas com a menopausa antecipada ou com a menopausa precoce estão o aumento do risco de mortalidade, doença coronária, disfunção cognitiva, demência, parkinsonismo, glaucoma, osteoporose, desordens de humor e disfunção sexual (Faubion et al., 2015).

Harlow et al. (2012) propuseram uma nova terminologia e sistema de etapas para a caracterização do envelhecimento reprodutivo (*STRAW- Stages of Reproductive Aging Workshop*). A sua aplicação na decisão clínica, nomeadamente no que se reporta à prescrição da terapia hormonal e na caracterização e seleção das amostras dos estudos revela-se muito importante, não podendo ser aplicada a mulheres cuja menopausa se instalou antes dos 40 anos ou que revelam a síndrome do ovário policístico (presença de bolsas de líquido dentro do ovário, que geram um aumento do volume do mesmo e que estão associados à elevação das hormonas masculinas).

Assim, de acordo com os autores anteriores, o estágio -3 está incluído na pré-menopausa, fase final do período reprodutivo em que a fecundidade começa a diminuir e onde se começam a notar mudanças no ciclo menstrual (Figura 2.1). Como os parâmetros endócrinos começam a mudar mesmo antes de serem evidentes as alterações no ciclo menstrual e essas mudanças são importantes para avaliação da fertilidade, estes autores subdividem a pré-menopausa em dois estádios, -3b e -3a. Assim, no estágio -3b, o ciclo menstrual é ainda regular, sem mudanças na duração ou nos níveis da hormona folículo-estimulante (FSH) (Harlow et al., 2012). No entanto,

os valores dos níveis de hormona anti-mülleriana (HAM) e a contagem de folículos antrais (CFA) são reduzidos. Vários estudos ainda sugerem níveis limitados de inibina B (inibe a síntese de FSH) em consequência destes eventos (Sowers et al., 2008; Welt, McNicholl, Taylor, & Hall, 1999). No estágio -3a já começam a ser evidentes alterações no ciclo menstrual, os quais começam a ser mais curtos (Voorhis, Santoro, Harlow, Crawford, & Randolph, 2008) e a FSH aumenta e torna-se mais variável durante os primeiros dias do ciclo (Harlow et al., 2012).

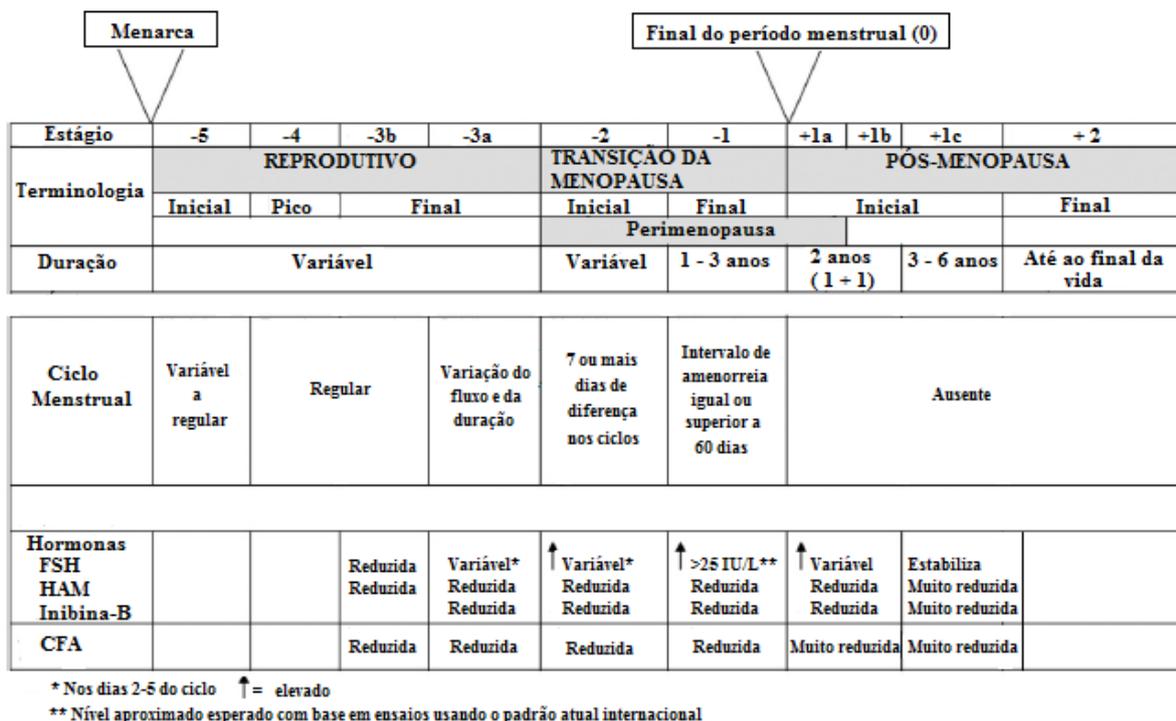


Figura 2.1 – Etapas do envelhecimento reprodutivo (STRAW). Adaptado de Harlow et al. (2012).

A perimenopausa não é uma das grandes fases do envelhecimento reprodutivo, mas é o termo que indica o tempo imediatamente antes da última menstruação. Esta fase compreende ainda o primeiro ano após este evento, em parte porque é um tempo considerado transitório e porque são necessários 12 meses sem menstruação para ser estabelecida a menopausa (Newhart, 2013). Segundo Harlow et al. (2012), a perimenopausa inclui a transição da menopausa (estádio -2 e -1) e o primeiro ano após da instalação permanente da amenorreia (estádio +1a).

Assim, a transição da menopausa tem uma duração média de 4 anos, instala-se habitualmente por volta dos 47 anos e corresponde apenas ao período imediatamente antes do final do período menstrual. No estágio inicial são verificados 7 ou mais dias de intervalo entre os ciclos

menstruais consecutivos e depois, no espaço de 1 a 3 anos antes da instalação da amenorreia permanente, o intervalo de amenorreia é igual ou superior a 60 dias. Além disso, a transição é caracterizada por elevados níveis de FSH, reduzidos níveis de HAM e CFA, ciclos menstruais irregulares e aumento da prevalência de anovulação. Nesta fase é muito frequente a presença de sintomas vasomotores (Harlow et al., 2012).

Como já foi exposto anteriormente, a última grande fase é a pós-menopausa. Esta encontra-se dividida em pós-menopausa inicial, estádios +1a, +1b e +1c, e pós-menopausa final, estágio +2 (Harlow et al., 2012). O estágio +1a tem prevista a duração de 1 ano, inicia-se no último período menstrual, determinado após 1 ano de amenorreia, e termina com a conclusão da perimenopausa. O estágio +1b também tem prevista a duração de 1 ano e inclui mudanças abruptas nos níveis de FSH. O estágio +1c corresponde ao período de estabilização dos níveis elevados de FSH e pode variar de 3 a 6 anos de duração. Em suma, toda a pós-menopausa inicial pode durar de 5 a 8 anos.

Por último a pós-menopausa final, estágio +2, é o período onde a função endócrina reprodutiva é mais limitada e os processos somáticos do envelhecimento tornam-se preocupantes. Nesta fase, os afrontamentos, o humor depressivo, os distúrbios do sono e o desejo sexual reduzido associado a uma diminuição da excitação persistem (Woods & Mitchell, 2005) e a atrofia urogenital, caracterizada por secura vaginal, irritação vaginal, ardor e prurido, são mais evidentes (Bruce & Rymer, 2009).

2.2 Características da menopausa

Com a expectativa de vida a aumentar, as mulheres passam mais de um terço do seu tempo de vida em pós-menopausa (Al-Safi & Polotsky, 2015). Este facto faz da menopausa um fenómeno cada vez mais da meia-idade (Bień et al., 2015; Panay & Fenton, 2015; Topatan & Yıldız, 2012).

A menopausa natural ocorre normalmente entre os 45 e os 55 anos sem causa patológica evidente, como o uso de hormonas exógenas, deficiência dietética ou remoção cirúrgica do útero ou de ovários (Cramer & Xu, 1996; Harlow & Signorello, 2000; Li et al., 2012), isto é, ocorre na ausência de uma causa médica ou cirúrgica (Rocca, Grossardt, & Shuster, 2014).

Tanto a menopausa precoce como a menopausa antecipada podem ser espontâneas (ex. resultante de um choque emocional) ou induzidas, mas, independentemente da causa, as mulheres ficam expostas a níveis reduzidos de estrogénio antes da idade média da menopausa natural, gerando um maior risco de morbidade e mortalidade (Chang et al., 2007; Dvornyk et al., 2006; Hayatbakhsh, Clavarino, Williams, Sina, & Najman, 2012; Shuster, Rhodes, Gostout, Grossardt, & Rocca, 2010).

A idade da menopausa pode ser determinada tanto por fatores ambientais e de estilo de vida, como por fatores genéticos (Dvornyk et al., 2006; Parente, Faerstein, Celeste, & Werneck, 2008). Foram identificados vários fatores correlacionados com o tempo da menopausa natural incluindo: paridade, tabagismo, estatuto socioeconómico e uso de contraceptivos orais (Li et al., 2012). Dentro destes, o tabagismo tem sido reconhecido como um fator promotor da menopausa antecipada, precipitando a menopausa em cerca de 1 a 2 anos. A causa deste efeito está sobretudo relacionada com a destruição dos folículos dos ovários (Dvornyk et al., 2006; Hayatbakhsh et al., 2012; Kinney, Kline, & Levin, 2006; Parente et al., 2008). Bradbury (2001) indica que os hidrocarbonetos aromáticos policíclicos presentes no fumo do tabaco induzem uma série de eventos que iniciam a morte celular prematura das células germinativas dos ovários. Em suma, o tabagismo causa danos irreversíveis numa insubstituível população de células do ovário.

A menopausa é um evento que está associado a múltiplos sintomas físicos, vasomotores, psicológicos e sexuais que variam consideravelmente entre as mulheres de todo o mundo (AlDughaiter, AlMutairy, & AlAteeq, 2015; Bieñ et al., 2015). Os sintomas mais comumente relatados incluem, afrontamentos, suores noturnos, distúrbios do sono, dores de cabeça, bem como sintomas uroginecológicos e cardiovasculares. Embora algumas mulheres experienciam a menopausa como um ciclo natural sem problemas, outras vivenciam-na de forma mais problemática (Bieñ et al., 2015; Newhart, 2013).

Como já foi dito anteriormente, a menopausa antecipada e sobretudo a precoce estão relacionadas com um maior risco de doenças e complicações (Chang et al., 2007; Harlow & Signorello, 2000). A cirurgia para remover os ovários é a causa mais comum para a menopausa precoce ou antecipada. Enquanto a menopausa natural é caracterizada por uma redução gradual dos estrogénios endógenos, a menopausa induzida resulta na perda abrupta das hormonas dos

ovários, incluindo não só estrogénio, mas também a progesterona e a testosterona (Faubion et al., 2015), resultando em sintomas do climatério mais intensos e frequentes (Cox & Liu, 2014).

A terapia hormonal (TH) pode compensar alguns desses riscos (Harlow & Signorello, 2000), ajudando a controlar os sintomas vasomotores, preservando a densidade mineral óssea e limitando os efeitos cardiovasculares e neuro-cognitivos provocados pela deficiência estrogénica (Cox & Liu, 2014; Rocca et al., 2014). As mulheres com menopausa induzida cirurgicamente podem ter o útero removido ou não. Na presença de útero, a terapia de estrogénio inclui a adição de progesterona, prevenindo deste modo a presença de patologias endometriais, incluindo o cancro (Davis et al., 2015; Villiers et al., 2013). Contudo, o aumento do risco de cancro da mama está associado à adição de progesterona à terapia de estrogénio e com a duração do seu uso (Villiers et al., 2013). Por isso, deve ser considerada a relação riscos-benefícios de todas as opções de tratamento, tendo em conta a natureza e a gravidade dos sintomas e a história clínica da mulher (Davis et al., 2015).

Numa iniciativa da *International Menopause Society* foi publicada em 2013 um consenso global sobre o uso da TH na menopausa (Villiers et al., 2013). Assim, a TH deve ser prescrita antes dos 60 anos ou dentro do período de 10 anos a seguir à menopausa, sendo habitualmente utilizada durante um período de 5 anos. Nas mulheres cuja menopausa ocorreu de forma antecipada ou precoce, a sua utilização deve ser realizada até por volta dos 51 anos. A via de administração transdérmica parece estar associada a um menor risco de tromboembolismo venoso e de acidente vascular cerebral, mas a sua utilização após os primeiros 10 anos após a menopausa aumenta o risco de doença coronária, sobretudo nos primeiros 2 anos.

2.3 Parâmetros espaço-temporais do caminhar em mulheres pós-menopáusicas

Em termos da evolução humana, o desenvolvimento da locomoção bípede constitui uma das adaptações mais significativas que ocorreu dentro da nossa linhagem (Harcourt-Smith & Aiello, 2004; Preuschoft, 2004; Wang & Crompton, 2004). As adaptações dos membros inferiores, em especial, caracterizam esta forma exclusiva de locomoção. O pé, especializado na sua anatomia e função, torna-se a única estrutura que interage diretamente com o solo (Harcourt-Smith & Aiello, 2004).

A caminhada é a forma natural da locomoção bípede, sendo caracterizada pela ação alternada e progressiva dos membros inferiores em contacto permanente com a superfície de apoio (Wickstrom, 1990). Segundo Prince, Corriveau, Hebert, & Winter (1997), esta é uma atividade aprendida onde a regulação dinâmica da postura ereta é fundamental para a realização segura e eficaz de muitas atividades da vida diária.

O equilíbrio e a locomoção são duas capacidades que estão envolvidas no caminhar. O primeiro é essencial para manter a postura ereta e, a locomoção, imprescindível para a inerente mudança de posição do centro de gravidade própria do caminhar (Inman, Ralston, & Todd, 1981).

A análise do caminhar é a avaliação quantitativa e qualitativa da locomoção humana (Zanchi, Papić, & Cecić, 2000). O padrão do caminhar é comum, mas cada pessoa tem características próprias, como o comprimento do passo, a velocidade e a amplitude de movimento (Inman et al., 1981). Por exemplo, como consequência do grande número de articulações e músculos no corpo humano que permitem variadas soluções redundantes para a utilização dos graus liberdade. Desta forma, a variabilidade dos movimentos, também pode ser considerada como uma propriedade inerente ao próprio sistema (Federolf, Tecante, & Nigg, 2012).

A partir dos estudos da análise do caminhar é possível compreender as exigências colocadas sobre os sistemas músculo-esquelético e neurológico, refletindo que o caminhar é um dos parâmetros que reflete a função global do corpo e a sua condição (ElDeeb & Khodair, 2014). Com o processo de envelhecimento e a depleção estrogénica verificam-se diversas alterações (fisiológicas, metabólicas e estruturais) que podem influenciar negativamente as capacidades funcionais (Fortaleza et al., 2014). Ora, como a análise do caminhar fornece informações essenciais das capacidades funcionais, o caminhar reflete os efeitos do envelhecimento (Senden, Grimm, Heyligers, Savelberg, & Meijer, 2009).

São vários os parâmetros que caracterizam o desempenho do caminhar no tempo e na distância. Estas variáveis do ciclo do caminhar são medidas lineares comumente nominadas parâmetros espaço-temporais (Hollman, McDade, & Petersen, 2011; Moreira, Sampaio, & Kirkwood, 2015). Em suma, o efeito da idade sobre os parâmetros espaço-temporais traduz-se na diminuição do comprimento da passada, da cadência e da velocidade (Prince et al., 1997). Assim, analisar estes parâmetros do caminhar nas mulheres pós-menopáusicas é importante,

uma vez que melhora a compreensão do controle do movimento nesta etapa do climatério que é, por natureza, propensa a quedas, contribuindo assim para uma melhor intervenção preventiva.

2.3.1 Caracterização dos parâmetros espaço-temporais do caminhar

Para qualquer forma de locomoção bípede é necessário um movimento periódico de cada um dos pés, de uma posição de suporte para outra. A natureza cíclica do ato do caminhar é um recurso útil para relatar diferentes parâmetros que podem ser expressos em termos de percentagem do ciclo (Vaughan, Davis, & Connor, 1999). Na realidade, os parâmetros espaço-temporais foram os primeiros dados relacionados com o caminhar a serem avaliados durante a locomoção. Além de descreverem a mesma, fornecem também uma quantificação específica das diferentes fases de cada ciclo do caminhar (Prince et al., 1997).

Cada deslocamento de um dos membros inferiores corresponde a um passo. A execução de dois passos consecutivos, um com o membro inferior esquerdo e outro com o membro inferior direito, representa uma passada e determina um ciclo do caminhar. Assim, o *comprimento da passada* (m) compreende a distância entre dois sucessivos contactos do calcanhar do mesmo pé contra uma superfície (Kirtley, 2006).

Neste contexto, o ciclo do caminhar é um padrão repetitivo, em que se reconhece duas grandes fases: a fase de apoio e a fase de suspensão. A fase de apoio representa aproximadamente 60% do ciclo do caminhar, sendo os restantes 40% despendidos na fase suspensão. Durante a fase de apoio, ocorrem duas *fases de duplo apoio*, ou seja, duas fases em que os dois pés estão em contacto com o solo (Fish & Nielsen, 1993). Mais especificamente, uma fase inicial de duplo apoio, quando o peso é transferido do membro contralateral para o membro lateral de referência e uma fase final de duplo apoio, quando o peso é transferido do membro lateral para o membro contralateral (Kirtley, 2006). A duração relativa das fases de duplo apoio (%) do ciclo do caminhar varia de acordo com a velocidade. Assim, com o aumento da velocidade do caminhar as fases de duplo apoio diminuem juntamente com a duração da fase de apoio.

A *velocidade* do caminhar é o produto entre o comprimento do passo e a frequência do passo (cadência), ou entre o comprimento da passada e a frequência da passada. (Prince et al., 1997; Sutherland, 1997) (a).

$$\text{Velocidade (m/min)} = \text{comprimento da passada (m)} \times \text{cadência (passos/min)} / 120 \dots (a)$$

A *cadência* é definida como o número de passos dados num determinado intervalo de tempo, ou melhor, é o número de passos por minuto. A cadência natural é sensivelmente inferior a 120 passos/min, correspondendo aproximadamente a um ciclo do caminhar por segundo. Esta pode ainda ser convertida em passadas por segundo ao dividir por 120, visto que cada passada tem dois passos e um minuto tem 60 segundos. Portanto, a cadência de 120 passos/min corresponde a um tempo de passada de 1s (Brown, Harhay, & Harhay, 2014; Bugané et al., 2012; Kirtley, 2006).

Segundo Bugané et al. (2012), o *comprimento da passada normalizado* (%) corresponde ao comprimento da passada estandardizada pela altura do indivíduo. A *duração da fase de apoio* (%) consiste no intervalo de tempo entre o instante em que ocorre o contacto do calcanhar com o solo até ao instante em que se verifica a perda de contacto dos dedos do mesmo pé com o solo, estando assim incluídos nesta fase o duplo apoio inicial, o apoio simples e o duplo apoio final (Bugané et al., 2012; Vaughan et al., 1999). A *duração da fase de suspensão* (%) diz respeito ao intervalo de tempo em que o pé não está em contacto com o solo devido ao avanço do respetivo membro inferior que oscila em redor da anca, de um modo similar a um pêndulo, com o objetivo de preparar adequadamente a próxima fase de apoio.

A *duração da fase de apoio simples* (%) é o intervalo de tempo em que apenas um dos pés está em contacto com o solo e pode ser expressa como percentagem do ciclo do caminhar (Bugané et al., 2012).

Assim, uma vez que uma passada determina um ciclo do caminhar, a *duração da passada* envolve o tempo entre duas sucessivas ocorrências ou dois passos, caracterizados por uma fase de apoio e uma fase de suspensão, respetivamente, 60% e 40% do ciclo (Fish & Nielsen, 1993).

2.3.2 Importância da análise dos parâmetros espaço-temporais do caminhar na pós-menopausa

O caminhar é geralmente visto como uma tarefa motora rítmica (Hausdorff, Yogev, Springer, Simon, & Giladi, 2005), porém com o avançar da idade e devido à sua complexidade, torna-se necessário prestar mais atenção ao seu desempenho de forma a evitar quedas que muito provavelmente são seguidas de lesões graves, tais como as fraturas da anca (Rodacki, Souza, Ugrinowitsch, Cristopoliski, & Fowler, 2009; Thaler-Kall et al., 2015). Como a maioria das quedas ocorre durante alguma forma de locomoção (Mills, Barrett, & Morrison, 2008), as atuais diretrizes para a prevenção da queda recomendam a avaliação do caminhar (Panel on Prevention of Falls in Older Persons AGS & BGS., 2011).

O envelhecimento é muitas vezes acompanhado por uma diminuição do equilíbrio e do desempenho da mobilidade, o que quer dizer que as mudanças relacionadas com a idade no equilíbrio dinâmico e no caminhar podem constituir um fator de risco importante (Paterson, Hill, Lythgo, & Maschette, 2008; Zijlstra & Zijlstra, 2013). Neste sentido, os parâmetros espaço-temporais do caminhar podem ajudar a identificar indivíduos com quedas recorrentes (Moreira et al., 2015).

Durante o processo de envelhecimento, o que inclui o período pós-menopausa, os parâmetros espaço-temporais do caminhar sofrem alteração (Gonzaga, Barros, Lisboa, Barbieri, & Gobbi, 2011). Existem evidências da diminuição do comprimento da passada e da distância entre o pé e o solo (fase de suspensão), do aumento da duração da passada e da duração do duplo apoio (Mills et al., 2008; Prince et al., 1997), e conseqüentemente, uma diminuição da velocidade do caminhar (Prince et al., 1997). Em suma, com o aumento da idade surge uma tendência para se caminhar de uma forma mais lenta e com um menor comprimento do passo (Ko, Ling, Winters, & Ferrucci, 2009; Thaler-Kall et al., 2015) sobretudo devido a limitações físicas (Kang & Dingwell, 2008). Isto sugere que as mudanças nos parâmetros do caminhar podem estar relacionadas com o declínio nos componentes da aptidão muscular, decorrentes do processo de envelhecimento e da menopausa (Fortaleza et al., 2014; Gonzaga et al., 2011). Visto que as mulheres pós-menopáusicas exibem reduções na massa muscular e na força muscular, esta alteração da condição muscular tende a refletir-se de forma adversa no padrão do caminhar, afetando negativamente a sua autonomia e qualidade de vida (ElDeeb & Khodair, 2014).

No estudo realizado por Santos, Melo, Carneiro, & Andrade (2008) foram observados os parâmetros espaço-temporais do caminhar em idosos. O aumento da velocidade durante o caminhar provocou o aumento do comprimento do passo e da cadência e diminuiu o tempo de duplo apoio. Ainda foi realizada a comparação entre praticantes de atividade física e não praticantes. Os primeiros obtiveram valores superiores de comprimento do passo e de cadência. Já os não praticantes apresentaram valores superiores de tempo de duplo apoio e de tempo de apoio simples. Estes resultados coincidem com o estudo desenvolvido por Fernandes et al. (2012), em que foi observado um aumento significativo no comprimento do passo e da passada dos idosos quando comparados os valores médios das variáveis espaço-temporais do caminhar, antes e depois de um protocolo de exercícios físicos.

Segundo Hartmann, Murer, Bie, & Bruin (2009), os adultos mais velhos apresentam frequentemente um caminhar mais conservador, caracterizado por uma redução da velocidade e do comprimento do passo, assim como um aumento da cadência e da variabilidade da duração e do comprimento do passo. Na realidade, a velocidade do caminhar é um importante preditor de situações ligadas ao estado de saúde (Bohannon & Williams Andrews, 2011), tendo sido sugerida como fator de risco associado à queda. Alguns estudos prospectivos demonstraram que as quedas recorrentes em idosos estão articuladas a uma velocidade lenta do caminhar (Moreira et al., 2015). Outro indicador de quedas é o aumento do tempo de duplo apoio em idosos, que pode ser visto como uma necessidade para aumentar a estabilidade. Desta forma, um menor tempo de duplo apoio pode indicar uma melhor estabilidade durante o caminhar (Rodacki et al., 2009).

Até ao momento, estudos sobre os parâmetros espaço-temporais do caminhar em mulheres pós-menopáusicas são escassos, e não têm sido amplamente relacionados com a composição corporal. Sendo esta uma população especial, cuja esperança média de vida evidencia um marcado aumento, torna-se importante a realização de estudos nesta área, sobretudo devido ao risco de queda que lhe está associado.

2.3.3 Aplicação de unidades de medição inercial na análise dos parâmetros espaço-temporais do caminhar

A análise do caminhar é um dos principais recursos utilizados na detecção de problemas funcionais relacionados com a locomoção. Em especial, os parâmetros espaço-temporais permitem avaliar o caminhar normal e o caminhar patológico (Granat et al., 1995; Santos et al., 2008).

Como já foi dito anteriormente, o caminhar pode ser segmentado em ciclos que são tipicamente divididos em diferentes fases, tendo em conta a posição de cada pé em relação ao solo e de um pé em relação ao outro (Trojaniello et al., 2014b). Assim, a determinação dos parâmetros espaço-temporais, passo-a-passo, tem uma grande relevância clínica (Balasubramanian, Neptune, & Kautz, 2009), pois a variabilidade destes fornece informação que é independente dos valores médios, refletindo a consistência do caminhar (Trojaniello et al., 2014b).

Várias tecnologias suportadas por sensores que permitem a recolha de dados sobre parâmetros da exteriorização mecânica do comportamento do contacto do pé com o solo, como por exemplo plataformas de força, tapetes, palmilhas, acelerómetros ou osciloscópios, têm sido propostos para estimar os parâmetros espaço-temporais do caminhar (Liu, Inoue, & Shibata, 2009; Trojaniello et al., 2014b). Os sistemas de análise de movimento e os UMI, bem como combinações destes com outras tecnologias, têm sido empregues na estimação dos *timings* dos eventos do caminhar. Os contactos iniciais e finais do pé, referidos como eventos do caminhar, são utilizados para a estimar os parâmetros temporais e, através das UMI, é possível avaliar tanto os parâmetros temporais como os espaciais do caminhar (Trojaniello, Cereatti, & Croce, 2014a).

Os sistemas de captura do movimento, além de estimarem os parâmetros espaço-temporais do caminhar, tem a capacidade de executar medições cinemáticas a três dimensões. O método padrão para o estudo do movimento humano é a análise ótica da deslocação, usando câmaras para capturar o movimento humano (Liu et al., 2009). No entanto, é necessário um considerável espaço de trabalho (laboratório), os dispositivos são dispendiosos e, geralmente, apenas podem capturar um pequeno número de passos consecutivos. Desta forma, estes métodos são muitas vezes impraticáveis ou até impossíveis de utilizar quando se trata de realizar um estudo em condições reais (Zijlstra & Hof, 2003). Em contrapartida, uma UMI (Figura 2.2), devido à

capacidade de adaptação para a recolha de dados em diferentes ambientes e contextos em que as tarefas ocorrem, permite avaliar os parâmetros espaço-temporais e analisar alguns parâmetros cinemáticos e ainda comparar os mesmos com valores normativos em contextos de maior validade ecológica.



Figura 2.2 - Utilização de uma unidade de medição inercial para a avaliação do caminhar em mulheres pós-menopáusicas.

As UMI's suportam-se em tecnologia não-intrusiva, conferindo uma redução drástica da complexidade dos protocolos experimentais para a obtenção de dados sobre o comportamento de um executante durante vários e consecutivos ciclos do caminhar, em espaços interiores e exteriores e com diferentes tipos de superfícies.

Neste contexto, a título de exemplo, pode-se indicar o dispositivo BTS G-Walk, utilizado na recolha de dados do nosso trabalho, como um dispositivo suportado por uma UMI, válido na avaliação dos parâmetros espaço-temporais do caminhar (Bugané et al., 2012) e com vantagens na parametrização do caminhar através da deteção dos subsequentes contactos do pé com a superfície de apoio (Zijlstra & Hof, 2003).

2.3.4 Importância do estudo da variabilidade dos parâmetros espaço-temporais do caminhar

O movimento humano é inerentemente variável, mesmo quando é executado repetidamente e de forma constante, existem variações entre as repetições. Segundo a teoria de sistemas dinâmicos, a variabilidade não é inerentemente boa ou má, porém reflete a variedade dos padrões de coordenação utilizados para completar uma tarefa (Miller, Chang, Baird, Van Emmerik, & Hamill, 2010).

A variabilidade do caminhar é definida como a variação relativa das características desta tarefa, como por exemplo as espaço-temporais (Brach, Studenski, Perera, VanSwearingen, & Newman, 2008). Tem sido também considerada como um indicador importante de mobilidade reduzida em adultos mais velhos, estando uma maior variabilidade do caminhar relacionada com uma menor confiança no ato de andar e níveis mais limitados de atividade física habitual (Brach et al., 2010). Neste sentido, o estudo da variabilidade do caminhar oferece uma forma complementar de quantificar a locomoção, assim como as suas alterações decorrentes do processo de envelhecimento (Hausdorff, 2005).

De acordo com Balasubramanian, Clark, & Gouelle (2015), embora a maior parte da literatura relate uma maior variabilidade do caminhar em adultos mais velhos, a diminuição da variabilidade do caminhar, também tem sido relatada em alguns parâmetros espaço-temporais e relacionada com défices de mobilidade.

A variabilidade do caminhar pode ser quantificada de várias formas/indicadores/parâmetros, tais como o desvio padrão (Rowe et al., 2011) ou o coeficiente de variação (CV) (Balasubramanian et al., 2015). O CV é uma medida estatística de dispersão, obtido pela razão entre o desvio padrão (DP) e a média, e ainda pode ser multiplicado por 100, passando a ser expresso como percentagem $[(DP/média) \times 100]$. No caso do cálculo da variabilidade intra-individual de cada parâmetro do caminhar, o CV é obtido a partir de dados provenientes do número total de passos ou passadas válidas para cada indivíduo (Lord, Howe, Greenland, Simpson, & Rochester, 2011).

Em suma, a variabilidade do caminhar para além de ser um parâmetro clinicamente relevante na avaliação da mobilidade, risco de queda e na resposta a intervenções terapêuticas (Hausdorff, 2005), é também um indicador importante na avaliação do desempenho motor humano (König, Singh, Beckerath, Janke, & Taylor, 2014).

2.4 Composição corporal em mulheres pós-menopáusicas

A composição corporal é um conceito que diz respeito à proporção entre os diferentes componentes da massa corporal, sendo normalmente expressa pelas percentagens de massa gorda e de massa magra. A massa gorda inclui os lípidos essenciais e não essenciais, enquanto que a massa magra envolve os ossos, órgãos, músculos, tecidos e água (Mazzei, 2015). A

avaliação da composição corporal permite determinar os componentes do corpo humano de forma quantitativa (Heyward & Stolarczyk, 2000). Neste contexto, o envelhecimento está normalmente associado ao aumento de adiposidade, particularmente intra-abdominal, mas o padrão e a magnitude das alterações são influenciados pela raça ou etnia e pelos padrões de atividade física evidenciados pela mulher (Kuk, Saunders, Davidson, & Ross, 2009).

A menopausa é caracterizada por alterações da composição corporal, como a diminuição da massa magra, nomeadamente no que se refere às componentes muscular e óssea, e o aumento da massa gorda (Monteiro et al., 2010; Svendsen, Hassager, & Christiansen, 1995). A mulher pós-menopáusicas tende então a adquirir um formato corporal do tipo androide, devido a um menor dispêndio energético e a um declínio nos níveis de estrogénio, que normalmente promovem a deposição de gordura na região glúteo-femoral do corpo (Caple & Schub, 2014). No entanto, não é completamente claro se as mudanças na distribuição da adiposidade estão mais relacionadas com a idade ou com a menopausa (Trémollières, Pouilles, & Ribot, 1996). Sabe-se que existe uma perda acelerada de conteúdo mineral ósseo após a menopausa, mas o impacto da menopausa na massa magra e na massa gorda é ainda incerto (Svendsen et al., 1995).

Segundo Bouchard, Dionne, & Brochu (2009), o envelhecimento está relacionado com mudanças significativas na composição corporal, que com o avanço da idade levam, em muitos adultos, a níveis de obesidade e de sarcopenia como desfecho inevitável. O risco aumentado de deficiência física em adultos mais velhos tem sido associado à presença de obesidade sarcopénica, caracterizada pela presença de um excesso de massa gorda associado a uma limitada massa muscular e força (Jankowski et al., 2008).

A combinação destas duas condições conduz a implicações adversas para saúde. Mulheres pós-menopáusicas obesas sarcopénicas têm um maior risco de comprometimento da capacidade aeróbica (Aragão et al., 2011), reduzida aptidão física funcional (Moreira et al., 2008), maior prevalência de osteoporose e défices no equilíbrio e no caminhar (Waters, Hale, Grant, Herbison, & Goulding, 2010), maior risco cardiometabólico (Chung, Kang, Lee, Lee, & Lee, 2013), maior declínio funcional (Schaap, Koster, & Visser, 2013) e picos de pressão e impulsos absolutos mais elevados na parte média do pé (Monteiro et al., 2010).

2.4.1 Adiposidade total e central

O aparecimento da menopausa está frequentemente associado ao aumento de peso e a alterações na distribuição da massa gorda (MG) (Yüksel et al., 2007), mas o estilo de vida também influencia a composição corporal, em particular, o estilo de vida sedentário e a diminuição da taxa metabólica basal, aliados usualmente ao aumento de ingestão de alimentos. As alterações hormonais na menopausa parecem estar mais relacionadas com as mudanças na distribuição da adiposidade do que com o ganho de peso em si (Orsatti et al., 2010).

No estudo desenvolvido por Toth, Tchernof, Sites, & Poehlman (2000) as mulheres pós-menopáusicas apresentaram um aumento de 49% na massa gorda abdominal e 22% em gordura subcutânea, comparativamente às mulheres pré-menopáusicas. Esta mudança na composição corporal sucede em consequência da depleção estrogénica. A perda da função dos ovários, mais precisamente a diminuição dos níveis de estrogénio, modifica o padrão de distribuição da adiposidade e amplia os níveis de adiposidade total (Al-Safi & Polotsky, 2015). Em particular, sucede a mudança de uma distribuição da gordura na região glúteo-femoral (ginoide) para uma distribuição mais central (androide), com o aumento da adiposidade na região intra-abdominal (Yüksel et al., 2007).

A hipertrofia dos adipócitos gera uma alteração da produção de adipocinas pelo tecido adiposo e estimula a infiltração de macrófagos no mesmo, os quais por sua vez vão também eles produzir adipocinas pro-inflamatórias e pro-trombóticas, aumentando a inflamação do tecido adiposo. Estas condições geram a hipoxia do tecido adiposo (reduzido teor de oxigénio), a qual por sua vez gera a apoptose das células adiposas, estimula a angiogénese (formação de novos vasos sanguíneos a partir de outros já existentes) e inibe a adipogénese (diferenciação dos pré-adipócitos em adipócitos maduros, apenas estes últimos com capacidade para acumular triglicéridos e responder à ação hormonal), limitando desta forma a hiperplasia dos adipócitos (Tchernof & Després, 2013).

O facto dos adipócitos ultrapassarem a sua capacidade de expansão (porque estão hipertrofiados e a hiperplasia está limitada) torna-os ainda mais lipolíticos (derivado do aumento do fator de necrose tumoral alfa, da leptina e da interleucina 6), aumentando a concentração de ácidos gordos livres no plasma e gerando a deposição ectópica da gordura em outros órgãos e tecidos

como o fígado, o músculo e os rins, processo que é designado de lipotoxicidade (Tchernof & Després, 2013).

Apesar do aumento da MG estar associado a maiores riscos de saúde, a quantidade de gordura abdominal, nomeadamente a visceral desta região, tem sido associada ao risco aumentado de comorbidades, tais como diabetes tipo 2, dislipidemia, doença cardiovascular, acidente vascular cerebral, apneia do sono, hipertensão, inflamação e alguns tipos de cancro (Orsatti et al., 2010; Senapati et al., 2014; Tchernof & Després, 2013). Entre as mulheres pós-menopáusicas, a doença cardiovascular constitui a principal causa de mortalidade (Orsatti et al., 2010).

Em relação aos níveis de adiposidade total, o índice de massa corporal (IMC) constitui uma variável antropométrica que está muito correlacionada com a %MG, envolvendo variáveis de medição simples e equipamentos pouco dispendiosos. Contudo não discrimina a MG da massa magra e não considera a variação destas variáveis com a idade, o género, a etnia e os níveis de treino (Kyle, Schutz, Dupertuis, & Pichard, 2003; Pasco, Nicholson, Brennan, & Kotowicz, 2012).

No sentido de colmatar algumas destas limitações, tem sido propostos por vários autores valores de corte específicos para a obesidade em mulheres pós-menopáusicas. Utilizando uma amostra de 383 mulheres pós-menopáusicas Portuguesas e considerando como método de referência a densitometria radiológica de dupla energia, Sardinha & Teixeira (2000) propõem o valor de corte 25,5 kg/m². Um estudo desenvolvido por Blew et al. (2002) na Universidade de Arizona, propõe o valor de corte de 24,9 kg/m² e outros autores (Peppas et al., 2013) propõem a presença de obesidade em mulheres pós-menopáusicas quando o valor de IMC ultrapassa os 27 kg/m².

O perímetro da cintura constitui um indicador antropométrico útil na estimação da adiposidade intra-abdominal, sendo propostos distintos pontos para a sua medição, os quais não proporcionam a mesma estimação da adiposidade intra-abdominal e a mesma facilidade de identificação dos pontos de referência. O aumento do perímetro da cintura na mulher é sempre mais destacado em relação ao verificado no género masculino, para a mesma idade e etnia, e continua a aumentar no decorrer do processo de envelhecimento, embora os valores desta variável sejam sempre superiores no género masculino. A *International Diabetes Federation* sugere a sua medição a meia distância entre o bordo inferior da grelha costal e o topo da crista

ilíaca direita, identificando a presença de maiores riscos para a saúde da mulher Europeia quando o perímetro da cintura é igual ou superior a 80 cm (IDF, 2006).

Sendo assim, o declínio nos níveis de estrogénio conduz a um aumento da adiposidade total e central (Teede, Lombard, & Deeks, 2010) e essas mudanças na composição corporal são agravadas sobretudo pela redução dos níveis de atividade física habitual, contribuindo para o agravamento da qualidade de vida da mulher (Moreira et al., 2014).

2.4.2 Condição muscular

As mulheres pós-menopáusicas apresentam frequentemente uma perda de massa muscular que pode resultar num aumento de risco de deficiência física e em limitação funcional (Rolland, Perry, Patrick, Banks, & Morley, 2007). As alterações hormonais, particularmente o declínio dos níveis de estrogénio na menopausa, podem ter um efeito direto sobre a massa muscular, mas também não devem ser excluídos como potenciais causas, os reduzidos níveis de atividade física, a limitada ingestão de proteínas e o aumento do stresse oxidativo (Messier et al., 2011). De facto, todos estes fatores são considerados de risco para o desenvolvimento da sarcopenia, inclusive ser do género feminino (Anagnostis, Dimopoulou, Karras, Lambrinouadaki, & Goulis, 2015).

Segundo Merwe (2005), a partir do climatério a massa muscular esquelética na mulher diminui de 3% a 6% em cada década, sendo que as fibras musculares de contração rápida são as mais afetadas (comprometimento da força e da potência musculares). A partir dos 60 anos, essa redução é ainda mais acelerada. Rolland et al. (2007) documentaram no seu estudo transversal um declínio na massa muscular de 0,6% por ano, após a menopausa. Igualmente têm sido relatadas mudanças nas características do tecido muscular durante a menopausa. Outro estudo mostrou que as mulheres pós-menopáusicas tinham o dobro da quantidade de tecido muscular não-contrátil, assim como de gordura intramuscular, em comparação com as mulheres mais jovens (Jubrias, Odderson, Esselman, & Conley, 1997).

Desta forma, a função muscular é um importante determinante da capacidade funcional em mulheres mais velhas. Inclusive, a perda de força e de massa muscular têm sido associadas a

um aumento do risco de queda, de incapacidade funcional e de fraturas osteoporóticas (Cangussu, Nahas-Neto, Orsatti, Bueloni-Dias, & Nahas, 2015).

Em comparação com os homens, as mulheres desenvolvem sarcopenia mais cedo, mais ou menos por volta do período da menopausa (Lee & Lee, 2013). O termo, sarcopenia é amplamente utilizado para descrever a perda progressiva e generalizada de massa muscular esquelética e força com risco para a manifestação de várias complicações, tais como deficiência física, baixa qualidade de vida e até morte (Cruz-Jentoft et al., 2010). Mas, nem sempre foi assim. Inicialmente, as definições da sarcopenia eram baseadas apenas na diminuição da massa muscular e só mais tarde foi adicionada uma dimensão qualitativa para focar as diminuições da força muscular e do desempenho físico (Beaudart et al., 2015).

As mudanças na massa muscular são diretamente responsáveis pelas alterações na força muscular (Cesari & Pahor, 2008). Segundo Jubrias et al. (1997), a produção de força está intimamente relacionada com a área de secção transversa do músculo, e por isso mesmo a atrofia muscular é uma importante razão para o declínio da produção de força com a idade. Vários estudos indicam que a perda da força muscular não é inteiramente explicada por esta razão, sugerindo que a mesma deve-se ao contributo de uma mudança na capacidade para gerar força com a idade (Jubrias et al., 1997).

A sarcopenia é uma das condições mais comuns relacionada com a idade. Esta aumenta os riscos de incapacidade funcional e de queda em idosos e é muitas vezes acompanhada de reduzida resistência, inatividade física, limitada velocidade no caminhar e comprometimento da mobilidade (Cesari & Pahor, 2008; Lee & Lee, 2013). Além disso, está associada com comorbidades como a diabetes tipo 2, a obesidade e a osteoporose (Beaudart et al., 2015).

A avaliação da massa muscular pode ser realizada através da utilização de vários métodos, como a ressonância magnética, a tomografia computadorizada e a densitometria radiológica de dupla energia (Anagnostis et al., 2015). Quando recorremos à utilização da bioimpedância, a classificação da condição muscular é realizada a partir do índice de massa muscular esquelética (IMME), obtido pela divisão da massa muscular esquelética pelo peso, sendo o valor obtido multiplicado por 100 (Janssen, Heymsfield, & Ross, 2002). A presença de um valor de IMME inferior ou igual a 28% nas mulheres é indicativo da presença de sarcopenia.

Vários autores têm relacionado a sarcopenia à obesidade. De facto, a perda músculo-esquelética não é isolada, mas fortemente relacionada com o aumento paralelo de MG, o que pode levar à presença concomitante da sarcopenia e da obesidade. Se por um lado a sarcopenia representa o maior contribuidor para o ganho de gordura, esta última, por sua vez, reforça a perda de massa muscular. Assim, com a MG a aumentar e com a massa muscular a diminuir, a atividade física torna-se progressivamente mais limitada na mulher pós-menopáusicas. Este ciclo vicioso potencializa a obesidade sarcopénica, fator de risco para o aparecimento de deficiência física (Cesari & Pahor, 2008).

Estudos neste campo indicam que a força muscular dos membros inferiores é um fator crucial que influencia o desempenho sobre outras habilidades, como o equilíbrio dinâmico/estático e a agilidade. Isto porque, o grau de oscilação do corpo durante o caminhar e o controle dos nervos do músculo está positivamente correlacionado com o desempenho da força muscular dos membros inferiores. Sabe-se ainda que nas pessoas de meia-idade a força muscular dos membros inferiores, a resistência muscular e a aptidão aeróbia encontram-se visivelmente deterioradas (Lee, Chang, Chung, Lin, & Shiang, 2015).

Neste contexto, é importante ainda sublinhar o papel potencial da vitamina D na estrutura e função do músculo-esquelético, uma vez que a sua deficiência parece estar associada com alterações na morfologia do músculo. Sabe-se que uma prolongada insuficiência de vitamina D em idosos está articulada à redução das fibras musculares tipo II e da densidade mineral óssea (Anagnostis et al., 2015).

Em suma, durante o período pós-menopausa a perda de massa e força muscular ocorre de forma mais acelerada, particularmente nos primeiros 3 anos após a depleção estrogénica, e por isso mesmo torna-se necessária uma intervenção preventiva nestas mulheres (Rolland et al., 2007).

2.4.3 Condição óssea

A osteoporose tende a afetar os indivíduos de maior idade, particularmente mulheres na pós-menopausa. O aumento da reabsorção óssea e a perda óssea estão relacionados com a deficiência em estrogénio, e por isso mesmo, a diminuição da massa óssea com a menopausa conduz inevitavelmente ao aumento do risco de osteoporose e à maior incidência de fraturas

osteoporóticas nas mulheres de meia-idade (Kanis et al., 2013; Trémollières et al., 1996). Além desta perda estar relacionada a um desequilíbrio hormonal, foi provada a sua relação com o envelhecimento, com diversos fatores ambientais, estilo de vida e predisposição genética (Hita-Contreras et al., 2014). O pico de massa óssea e a perda de massa óssea são ambos importantes na previsão desta desordem músculo-esquelética que afeta sobretudo as mulheres pós-menopáusicas. É reconhecido que as mulheres caucasianas podem perder até 10,5% de densidade mineral óssea (Gibson, Holmes, Desautels, Edmonds, & Nuudi) da coluna durante a transição da menopausa (Cheung et al., 2011), iniciando-se esta etapa do climatério vulgarmente por volta dos 47 anos e tendo uma duração média de cerca de 4 anos.

Assim, a osteoporose é uma condição que sucede quando os ossos são frágeis e mais sensíveis à fratura, resultado de um desequilíbrio nos processos de formação óssea e de reabsorção óssea que mantêm a força do osso (Leyland, 2013). Ela é caracterizada pela diminuição do conteúdo mineral ósseo e pela alteração da microarquitetura do osso (Etxebarria-Foronda et al., 2015). As fraturas ocorrem comumente na coluna vertebral, anca e terço distal do antebraço (zonas corporais mais ricas em osso trabecular), afetando as pessoas mais velhas e, especialmente, o género feminino (Leyland, 2013). Além disso, têm um impacto importante na qualidade de vida e na expectativa de vida, pois reduzem a capacidade funcional, limitando significativamente o desempenho na realização das atividades de vida diária. É ainda importante referir que a presença de fraturas relacionadas com a osteoporose constitui um grande fator de risco para a ocorrência de fraturas subsequentes, sobretudo durante o primeiro ano após ocorrência da amenorreia permanente (Etxebarria-Foronda et al., 2015).

Em mulheres com osteoporose, o medo de cair e as alterações posturais revelam um grande impacto no risco de queda (Arnold, Busch, Schachter, Harrison, & Olszynski, 2005). O medo de cair refere-se sobretudo à falta de autoconfiança sobre realizar atividades sem cair e por isso mesmo tem sido descrito como um fator de risco associado ao historial de quedas em mulheres pós-menopáusicas (Hita-Contreras et al., 2013). Pois, além de ser uma consequência comum das quedas pode levar a uma degeneração secundária do controle postural, completando assim um ciclo vicioso. A instabilidade postural está, desta forma, diretamente relacionada com o risco de queda (Hita-Contreras et al., 2014).

A osteoporose é uma das doenças metabólicas mais comuns e uma importante causa de morbidade e mortalidade entre mulheres pós-menopáusicas. Os fatores responsáveis pela perda

óssea variam entre as diferentes populações de mulheres pós-menopáusicas. Contudo, a idade de início de menopausa e a duração da mesma são as principais causas da perda durante este período (Heidari et al., 2015). Adicionalmente, várias condições têm sido propostas como fatores associados às mudanças na DMO em idosos, incluindo o envelhecimento, a menopausa, as doenças metabólicas e endócrinas, a atividade física inadequada, o índice de massa corporal, o tabagismo, a deficiência de vitamina D, a história familiar de osteoporose, entre outros (Heidari et al., 2015).

Vários estudos demonstram uma associação entre a saúde óssea e a condição muscular, em específico, existe evidência de uma inter-relação mecânica entre o músculo e o osso em indivíduos sarcopênicos com maior risco de osteoporose e vice-versa. Uma explicação possível para essa inter-relação é a hipótese mecanostática que descreve a ação de contração do músculo, proporcionando um estímulo mecânico direto ao osso e promovendo a osteogênese. Outra possível explicação é o caso da hormona do crescimento que pode ter efeitos positivos sobre o crescimento do músculo e do osso. O exercício e os níveis de atividade também aumentam ambos os componentes do sistema músculo-esquelético (Edwards, Dennison, Sayer, Fielding, & Cooper, 2015).

Em conclusão, a atividade física e o exercício físico são amplamente reconhecidos como intervenções saudáveis de estilo de vida e são recomendados para a prevenção de várias condições de saúde (Woodward, Lu, Levandowski, Kostis, & Bachmann, 2015). Por conseguinte, um estilo de vida ativo está associado à manutenção e melhoria da composição corporal em mulheres na pós-menopausa. Em especial, o andar é adequado para a diminuição do risco de fratura da anca (Monteiro et al., 2010).

2.5 Referências

- Al-Safi, Z., & Polotsky, A. (2015). Obesity and menopause. *Best Practice & Research Clinical Obstetrics & Gynaecology*, 29(4), 548-553. doi: 10.1016/j.bpobgyn.2014.12.002
- AlDughaiter, A., AlMutairy, H., & AlAteeq, M. (2015). Menopausal symptoms and quality of life among saudi women visiting primary care clinics in Riyadh, Saudi Arabia. *International Journal of Women's Health*, 7, 645-653. doi: 10.2147/IJWH.S84709
- Anagnostis, P., Dimopoulou, C., Karras, S., Lambrinoudaki, I., & Goulis, D. (2015). Review: sarcopenia in post-menopausal women: is there any role for vitamin D? *Maturitas*, 82(1), 56-64. doi: 10.1016/j.maturitas.2015.03.014

- Aragão, F., Abrantes, C., Gabriel, R., Sousa, M., Castelo-Branco, C., & Moreira, M. (2011). Effects of body composition and menopause characteristics on maximal oxygen uptake of postmenopausal women. *Menopause*, *18*(11), 1191-1197. doi: 10.1097/gme.0b013e31821b00b0
- Arnold, C., Busch, A., Schachter, C., Harrison, L., & Olszynski, W. (2005). The relationship of intrinsic fall risk factors to a recent history of falling in older women with osteoporosis. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, *35*(7), 452-460. doi: 10.2519/jospt.2005.35.7.452
- Ayers, B., Forshaw, M., & Hunter, M. (2010). The impact of attitudes towards the menopause on women's symptom experience: a systematic review. *Maturitas*, *65*(1), 28-36. doi: 10.1016/j.maturitas.2009.10.016
- Balasubramanian, C., Clark, D., & Gouelle, A. (2015). Validity of the gait variability index in older adults: effect of aging and mobility impairments. *Gait & Posture*, *41*(4), 941-946. doi: 10.1016/j.gaitpost.2015.03.349
- Balasubramanian, C., Neptune, R., & Kautz, S. (2009). Variability in spatiotemporal step characteristics and its relationship to walking performance post-stroke *Gait & Posture*, *29*(3), 408-414. doi: 10.1016/j.gaitpost.2008.10.061
- Beudart, C., Reginster, J., Slomiana, J., Buckinx, F., Dardenne, N., Quabron, A., . . . Bruyère, O. (2015). Estimation of sarcopenia prevalence using various assessment tools. *Experimental Gerontology*, *61*, 31-37. doi: 10.1016/j.exger.2014.11.014
- Bień, A., Rzońca, E., Iwanowicz-Palus, G., & Pańczyk-Szeptuch, M. (2015). The influence of climacteric symptoms on women's lives and activities. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, *12*(4), 3835-3846. doi: 10.3390/ijerph120403835
- Blew, R., Sardinha, L., Milliken, L., Teixeira, P., Going, S., Ferreira, D., . . . Lohman, T. (2002). Assessing the validity of body mass index standards in early postmenopausal women. *Obesity Research*, *10*(8), 799-808. doi: 10.1038/oby.2002.108
- Bohannon, R., & Williams Andrews, A. (2011). Normal walking speed: a descriptive meta-analysis. *Physiotherapy*, *97*(3), 182-189. doi: 10.1016/j.physio.2010.12.004
- Bouchard, D., Dionne, I., & Brochu, M. (2009). Sarcopenic/obesity and physical capacity in older men and women: data from the nutrition as a determinant of successful aging (NuAge)—the Quebec Longitudinal Study. *Obesity*, *17*(11), 2082-2088. doi: 10.1038/oby.2009.109
- Brach, J., Perera, S., Studenski, S., Katz, M., Hall, C., & Verghese, J. (2010). Meaningful change in measures of gait variability in older adults. *Gait & Posture*, *31*(2), 175-179. doi: 10.1016/j.gaitpost.2009.10.002
- Brach, J., Studenski, S., Perera, S., VanSwearingen, J., & Newman, A. (2008). Stance time and step width variability have unique contributing impairments in older persons. *Gait & Posture*, *27*(3), 431-439. doi: 10.1016/j.gaitpost.2007.05.016
- Bradbury, J. (2001). Mechanism found for smoking-induced early menopause. *The Lancet*, *358*(9277), 215. doi: 10.1016/S0140-6736(01)05453-8
- Brown, J., Harhay, M., & Harhay, M. (2014). Walking cadence and mortality among community-dwelling older adults. *Journal of General Internal Medicine*, *29*(9), 1263-1269. doi: 10.1007/s11606-014-2926-6
- Bruce, D., & Rymer, J. (2009). Symptoms of the menopause. *Best Practice & Research Clinical Obstetrics & Gynaecology*, *23*(1), 25-32. doi: 10.1016/j.bpobgyn.2008.10.002

- Bugané, F., Benedetti, M., Casadio, G., Attala, S., Biagi, F., Manca, M., & Leardini, A. (2012). Estimation of spatial-temporal gait parameters in level walking based on a single accelerometer: validation on normal subjects by standard gait analysis. *Computer Methods and Programs in Biomedicine*, *108*(1), 129-137. doi: 10.1016/j.cmpb.2012.02.003
- Cangussu, L., Nahas-Neto, J., Orsatti, C., Bueloni-Dias, F., & Nahas, E. (2015). Effect of vitamin D supplementation alone on muscle function in postmenopausal women: a randomized, double-blind, placebo-controlled clinical trial. *Osteoporosis International*, *26*(10), 2413-2421. doi: 10.1007/s00198-015-3151-9
- Caple, C., & Schub, T. (2014). Menopause: risk for obesity. In D. Pravikoff (Ed.), *Evidence-based care sheet* Glendale, CA.
- Cesari, M., & Pahor, M. (2008). Target population for clinical trials on sarcopenia *The Journal of Nutrition Health & Aging*, *12*(7), 470-478. doi: 10.1007/BF02982708
- Chang, S., Kim, C., Lee, K., Kim, H., Yim, S., Lim, Y., & Park, S. (2007). Premenopausal factors influencing premature ovarian failure and early menopause. *Maturitas*, *58*(1), 19-30. doi: 10.1016/j.maturitas.2007.04.001
- Cheung, E., Tsang, S., Bow, C., Soong, C., Yeung, S., Loong, C., . . . Kung, A. (2011). Bone loss during menopausal transition among southern Chinese women. *Maturitas*, *69*(1), 50-56. doi: 10.1016/j.maturitas.2011.01.010
- Chung, J., Kang, H., Lee, D., Lee, H., & Lee, Y. (2013). Body composition and its association with cardiometabolic risk factors in the elderly: a focus on sarcopenic obesity. *Archives of Gerontology and Geriatrics*, *56*(1), 270-278. doi: 10.1016/j.archger.2012.09.007
- Cox, L., & Liu, J. (2014). Primary ovarian insufficiency: an update. *International Journal of Women's Health*, *6*, 235-243. doi: 10.2147/IJWH.S37636
- Cramer, D., & Xu, H. (1996). Predicting age at menopause. *Maturitas*, *23*(3), 319-326. doi: 10.1016/0378-5122(96)00992-9
- Cruz-Jentoft, A., Baeyens, J., Bauer, J., Boirie, Y., Cederholm, T., Landi, F., . . . Zamboni, M. (2010). Sarcopenia: European consensus on definition and diagnosis: report of the european working group on sarcopenia in older people. *Age Ageing*, *39*(4), 412-423. doi: 10.1093/ageing/afq034
- Davis, S., Lambrinou, I., Lumsden, M., Mishra, G., Pal, L., Rees, M., . . . Simoncini, T. (2015). Menopause. *Nature Reviews Disease Primers*, *1*, 1-19. doi: 10.1038/nrdp.2015.4
- Delanoë, D., Hajri, S., Bachelot, A., Draoui, D., Hassoun, D., Marsicano, E., & Ringa, V. (2012). Class, gender and culture in the experience of menopause: a comparative survey in Tunisia and France. *Social Science & Medicine*, *75*(2), 401-409. doi: 10.1016/j.socscimed.2012.02.051
- Dvornyk, V., Long, J., Liu, P., Zhao, L., Shen, H., Recker, R., & Deng, H. (2006). Predictive factors for age at menopause in caucasian females. *Maturitas*, *54*(1), 19-26. doi: 10.1016/j.maturitas.2005.08.005
- Edwards, M., Dennison, E., Sayer, A., Fielding, R., & Cooper, C. (2015). Osteoporosis and sarcopenia in older age. *Bone*, *80*, 126-130. doi: 10.1016/j.bone.2015.04.016
- ElDeeb, A., & Khodair, A. (2014). Three-dimensional analysis of gait in postmenopausal women with low bone mineral density. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*, *11*(1), 55. doi: 10.1186/1743-0003-11-55

- Etxebarria-Foronda, I., Caeiro-Rey, J., Larrainzar-Garijo, R., Vaquero-Cervino, E., Roca-Ruiz, L., Mesa-Ramos, M., . . . Gil-Garay, E. (2015). Review article: SECOT-GEIOS guidelines in osteoporosis and fragility fracture. An update. *Guía SECOT-GEIOS en osteoporosis y fractura por fragilidad*, 59, 373-393. doi: 10.1016/j.recote.2015.09.008
- Faubion, S., Kuble, C., Shuster, L., & Rocca, W. (2015). Long-term health consequences of premature or early menopause and considerations for management. *Climacteric*, 18(4), 483-491. doi: 10.3109/13697137.2015.1020484
- Federolf, P., Tecante, K., & Nigg, B. (2012). A holistic approach to study the temporal variability in gait. *Journal of Biomechanics*, 45(7), 1127-1132. doi: 10.1016/j.jbiomech.2012.02.008
- Fernandes, A., Ferreira, J., Stolt, L., Brito, G., Clementino, A., & Sousa, N. (2012). Efeitos da prática de exercício físico sobre o desempenho da marcha e da mobilidade funcional em idosos. *Fisioterapia em Movimento*, 25(4), 821-830.
- Ferreira, V., Chinelato, R., Castro, M., & Ferreira, M. (2013). Menopausa: marco biopsicossocial do envelhecimento feminino. *Psicologia & Sociedade*, 25(2), 410-419. doi: 10.1590/S0102-71822013000200018
- Fish, D., & Nielsen, J. (1993). Clinical assessment of human gait. *Journal of Prosthetics and Orthotics*, 5(2), 39-48. doi: 10.1097/00008526-199304000-00005
- Fortaleza, A., Rossi, F., Buonani, C., Fregonesi, C., Neves, L., Diniz, T., & Júnior, I. (2014). Gordura corporal total e do tronco e o desempenho da marcha em mulheres na menopausa. *Revista Brasileira de Ginecologia e Obstetrícia*, 36(4), 176-181. doi: 10.1590/S0100-7203201400040003
- Gibson, A., Holmes, J., Desautels, R., Edmonds, L., & Nuudi, L. (2008). Ability of new octapolar bioimpedance spectroscopy analyzers to predict 4-component-model percentage body fat in Hispanic, black, and white adults. *American Journal of Clinical Nutrition*, 87(2), 332-338.
- Gonzaga, J., Barros, S., Lisboa, M., Barbieri, F., & Gobbi, L. (2011). Efeitos de diferentes tipos de exercício nos parâmetros do andar de idosas. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, 17(3), 166-170. doi: 10.1590/S1517-86922011000300003
- Granat, M., Maxwell, D., Bosch, C., Ferguson, A., Lees, K., & Barbenel, J. (1995). A body-worn gait analysis system for evaluating hemiplegic gait. *Medical Engineering & Physics*, 17(5), 390-394. doi: 10.1016/1350-4533(95)97321-F
- Harcourt-Smith, W., & Aiello, L. (2004). Fossils, feet and the evolution of human bipedal locomotion. *Journal of Anatomy*, 204(5), 403-416. doi: 10.1111/j.0021-8782.2004.00296.x
- Harlow, B., & Signorello, L. (2000). Factors associated with early menopause. *Maturitas*, 35(1), 3-9. doi: 10.1016/S0378-5122(00)00092-X
- Harlow, S., Gass, M., Hall, J., Lobo, R., Maki, P., Rebar, R., . . . Villiers, T. (2012). Executive summary of the stages of reproductive aging workshop + 10: addressing the unfinished agenda of staging reproductive aging. *Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, 97(4), 1159-1168. doi: 10.1210/jc.2011-3362
- Hartmann, A., Murer, K., Bie, R., & Bruin, E. (2009). Reproducibility of spatio-temporal gait parameters under different conditions in older adults using a trunk tri-axial accelerometer system. *Gait & Posture*, 30(3), 351-355. doi: 10.1016/j.gaitpost.2009.06.008

- Hausdorff, J. (2005). Gait variability: methods, modeling and meaning. *Journal of Neuroengineering & Rehabilitation*, 2(19), 1-9. doi: 10.1186/1743-0003-2-19
- Hausdorff, J., Yogev, G., Springer, S., Simon, E., & Giladi, N. (2005). Walking is more like catching than tapping: gait in the elderly as a complex cognitive task. *Experimental Brain Research*, 164(4), 541-548. doi: 10.1007/s00221-005-2280-3
- Hayatbakhsh, M., Clavarino, A., Williams, G., Sina, M., & Najman, J. (2012). Cigarette smoking and age of menopause: a large prospective study. *Maturitas*, 72(4), 346-352. doi: 10.1016/j.maturitas.2012.05.004
- Heidari, B., Hosseini, R., Javadian, Y., Bijani, A., Sateri, M., & Nouroddini, H. (2015). Factors affecting bone mineral density in postmenopausal women. *Archives of Osteoporosis*, 10(1), 1-7. doi: 10.1007/s11657-015-0217-4
- Heyward, V., & Stolarczyk, L. (2000). *Avaliação da composição corporal aplicada*. São Paulo: Editora Manole.
- Hita-Contreras, F., Martínez-Amat, A., Lomas-Vega, R., Álvarez, P., Aránega, A., Martínez-López, E., & Mendoza, N. (2013). Predictive value of stabilometry and fear of falling on falls in postmenopausal women. *Climacteric*, 16(5), 584-589. doi: 10.3109/13697137.2012.733464
- Hita-Contreras, F., Martínez-López, E., González-Matarín, P., Mendoza, N., Cruz-Díaz, D., Ruiz-Ariza, A., & Martínez-Amat, A. (2014). Association of bone mineral density with postural stability and the fear of falling in Spanish postmenopausal women. *Maturitas*, 79(3), 322-328. doi: 10.1016/j.maturitas.2014.07.015
- Hollman, J., McDade, E., & Petersen, R. (2011). Normative spatiotemporal gait parameters in older adults. *Gait & Posture*, 34(1), 111-118. doi: 10.1016/j.gaitpost.2011.03.024
- Hunter, M., & Rendall, M. (2007). Bio-psycho-socio-cultural perspectives on menopause. *Best Practice & Research Clinical Obstetrics & Gynaecology*, 21(2), 261-274. doi: 10.1016/j.bpobgyn.2006.11.001
- IDF. (2006). The IDF consensus worldwide definition of the metabolic syndrome *International Diabetes Federation*, 1-16.
- Inman, V., Ralston, H., & Todd, F. (1981). Human walking. *Ergonomics*, 24(12), 969-976.
- Jankowski, C., Gozansky, W., Van Pelt, R., Schenkman, M., Wolfe, P., Schwartz, R., & Kohrt, W. (2008). Relative contributions of adiposity and muscularity to physical function in community-dwelling older adults. *Obesity*, 16(5), 1039-1044. doi: 10.1038/oby.2007.84
- Janssen, I., Heymsfield, S., & Ross, R. (2002). Low relative skeletal muscle mass (sarcopenia) in older persons is associated with functional impairment and physical disability. *Journal of the American Geriatrics Society*, 50(5), 889-896. doi: 10.1046/j.1532-5415.2002.50216.x
- Jubrias, S., Odderson, I., Esselman, P., & Conley, K. (1997). Decline in isokinetic force with age: muscle cross-sectional area and specific force. *Pflügers Archiv European Journal of Physiology*, 434(3), 246-253. doi: 10.1007/s004240050392
- Kang, H., & Dingwell, J. (2008). Effects of walking speed, strength and range of motion on gait stability in healthy older adults. *Journal of Biomechanics*, 41(14), 2899-2905. doi: 10.1016/j.jbiomech.2008.08.002

- Kanis, J., McCloskey, E., Johansson, H., Cooper, C., Rizzoli, R., & Reginster, J. (2013). European guidance for the diagnosis and management of osteoporosis in postmenopausal women. *Osteoporosis International*, 24(1), 23-57. doi: 10.1007/s00198-012-2074-y
- Kinney, A., Kline, J., & Levin, B. (2006). Alcohol, caffeine and smoking in relation to age at menopause. *Maturitas*, 54(1), 27-38. doi: 10.1016/j.maturitas.2005.10.001
- Kirtley, C. (2006). *Clinical gait analysis: theory and practice*: Elsevier Health Sciences.
- Ko, S., Ling, S., Winters, J., & Ferrucci, L. (2009). Age-related mechanical work expenditure during normal walking: the Baltimore Longitudinal Study of Aging. *Journal of Biomechanics*, 42(12), 1834-1839. doi: 10.1016/j.jbiomech.2009.05.037
- König, N., Singh, N., Beckerath, J., Janke, L., & Taylor, W. (2014). Is gait variability reliable? an assessment of spatio-temporal parameters of gait variability during continuous overground walking. *Gait & Posture*, 39(1), 615-617. doi: 10.1016/j.gaitpost.2013.06.014
- Kuk, J., Saunders, T., Davidson, L., & Ross, R. (2009). Age-related changes in total and regional fat distribution. *Ageing Research Reviews*, 8(4), 339-348. doi: 10.1016/j.arr.2009.06.001
- Kyle, U., Schutz, Y., Dupertuis, Y., & Pichard, C. (2003). Body composition interpretation: contributions of the fat-free mass index and the body fat mass index. *Nutrition*, 19(7-8), 597-604. doi: 10.1016/S0899-9007(03)00061-3
- Lee, J., & Lee, D. (2013). Muscle strength and quality are associated with severity of menopausal symptoms in peri- and post-menopausal women. *Maturitas*, 76(1), 88-94. doi: 10.1016/j.maturitas.2013.06.007
- Lee, Y., Chang, L., Chung, W., Lin, T., & Shiang, T. (2015). Does functional fitness decline in accordance with our expectation? - a pilot study in healthy female. *BioMed Central Sports Science, Medicine & Rehabilitation*, 7(1), 1-6. doi: 10.1186/s13102-015-0012-y
- Leyland, S. (2013). Assessing fracture risk and preventative strategies in older people. *Nurse Prescribing*, 11(11), 554-560 557p. doi: 10.12968/npre.2013.11.11.554
- Li, L., Wu, J., Pu, D., Zhao, Y., Wan, C., Sun, L., . . . Zhang, M. (2012). Factors associated with the age of natural menopause and menopausal symptoms in chinese women. *Maturitas*, 73(4), 354-360. doi: 10.1016/j.maturitas.2012.09.008
- Lindh-Åstrand, L., Hoffmann, M., Hammar, M., & Kjellgren, K. (2007). Women's conception of the menopausal transition – a qualitative study. *Journal of Clinical Nursing*, 16(3), 509-517. doi: 10.1111/j.1365-2702.2005.01547.x
- Liu, T., Inoue, Y., & Shibata, K. (2009). Development of a wearable sensor system for quantitative gait analysis. *Measurement*, 42(7), 978-988. doi: 10.1016/j.measurement.2009.02.002
- Lord, S., Howe, T., Greenland, J., Simpson, L., & Rochester, L. (2011). Gait variability in older adults: a structured review of testing protocol and clinimetric properties. *Gait & Posture*, 34(4), 443-450. doi: 10.1016/j.gaitpost.2011.07.010
- Mazzei, M. (2015). *Body composition*: Salem Press.
- Merwe, M. (2005). Weight gain after the menopause - is it inevitable? *Continuing Medical Education*, 23(4), 180-185.

- Messier, V., Rabasa-Lhoret, R., Barbat-Artigas, S., Elisha, B., Karelis, A., & Aubertin-Leheudre, M. (2011). Review: Menopause and sarcopenia: a potential role for sex hormones. *Maturitas*, 68(4), 331-336. doi: 10.1016/j.maturitas.2011.01.014
- Miller, R., Chang, R., Baird, J., Van Emmerik, R., & Hamill, J. (2010). Variability in kinematic coupling assessed by vector coding and continuous relative phase. *Journal of Biomechanics*, 43(13), 2554-2560. doi: 10.1016/j.jbiomech.2010.05.014
- Mills, P., Barrett, R., & Morrison, S. (2008). Toe clearance variability during walking in young and elderly men. *Gait & Posture*, 28(1), 101-107. doi: 10.1016/j.gaitpost.2007.10.006
- Monteiro, M., Gabriel, R., Aranha, J., Castro, M., Sousa, M., & Moreira, M. (2010). Influence of obesity and sarcopenic obesity on plantar pressure of postmenopausal women. *Clinical Biomechanics*, 25(5), 461-467. doi: 10.1016/j.clinbiomech.2010.01.017
- Moreira, B., Sampaio, R., & Kirkwood, R. (2015). Spatiotemporal gait parameters and recurrent falls in community-dwelling elderly women: a prospective study. *Brazilian Journal of Physical Therapy*, 19(1), 61-69. doi: 10.1590/bjpt-rbf.2014.0067
- Moreira, H., Passos, B., Rocha, J., Reis, V., Carneiro, A., & Gabriel, R. (2014). Cardiorespiratory fitness and body composition in postmenopausal women. *Journal of Human Kinetics*, 43, 139-148. doi: 10.2478/hukin-2014-0099
- Moreira, M., Castro, R., Freitas, J., Gabriel, R., Monteiro, M., & Machado, M. (2008). Functional fitness, obesity and sarcopenia in postmenopausal women. *Climacteric*, 11(S 20).
- NAMS. (2012). *Guia da menopausa: ajudando a mulher climatérica a tomar decisões informadas sobre a sua saúde* (7ª ed.). EUA.
- Newhart, M. (2013). Menopause matters: the implications of menopause research for studies of midlife health. *Health Sociology Review*, 22(4), 365-376. doi: 10.5172/hesr.2013.22.4.365
- Ogawa, H., Fujitani, K., Tsujinaka, T., Imanishi, K., Shirakata, H., Kantani, A., . . . Utsumi, S. (2011). InBody 720 as a new method of evaluating visceral obesity. *Hepatology*, 58(105), 42-44.
- Orsatti, F., Nahas, E., Nahas-Neto, J., Maesta, N., Orsatti, C., Vespoli, H., & Traiman, P. (2010). Association between anthropometric indicators of body fat and metabolic risk markers in postmenopausal women. *Gynecological Endocrinology*, 26(1), 16-22. doi: 10.3109/09513590903184076
- Panay, N., & Fenton, A. (2015). Menopause: natural selection or modern disease? *Climacteric*, 18(1), 1-2. doi: 10.3109/13697137.2015.996846
- Panel on Prevention of Falls in Older Persons AGS, & BGS. (2011). Summary of the updated American Geriatrics Society/British Geriatrics Society clinical practice guideline for prevention of falls in older persons. *Journal of the American Geriatrics Society*, 59(1), 148-157. doi: 10.1111/j.1532-5415.2010.03234.x
- Parente, R., Faerstein, E., Celeste, R., & Werneck, G. (2008). The relationship between smoking and age at the menopause: a systematic review. *Maturitas*, 61(4), 287-298. doi: 10.1016/j.maturitas.2008.09.021
- Pasco, J., Nicholson, G., Brennan, S., & Kotowicz, M. (2012). Prevalence of obesity and the relationship between the body mass index and body fat: cross-sectional, population-based data. *PLoS ONE*, 7(1), e29580. doi: 10.1371/journal.pone.0029580

- Paterson, K., Hill, K., Lythgo, N., & Maschette, W. (2008). The reliability of spatiotemporal gait data for young and older women during continuous overground walking. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 89(12), 2360-2365. doi: 10.1016/j.apmr.2008.06.018
- Peppas, M., Koliaki, C., Hadjidakis, D., Garoflos, E., Papaefstathiou, A., Katsilambros, N., . . . Dimitriadis, G. (2013). Regional fat distribution and cardiometabolic risk in healthy postmenopausal women. *European Journal of Internal Medicine*, 24(8), 824-831. doi: 10.1016/j.ejim.2013.07.001
- Preuschoft, H. (2004). Mechanisms for the acquisition of habitual bipedality: are there biomechanical reasons for the acquisition of upright bipedal posture? *Journal of Anatomy*, 204(5), 363-384. doi: 10.1111/j.0021-8782.2004.00303.x
- Prince, F., Corriveau, H., Hebert, R., & Winter, D. A. (1997). Gait in the elderly. *Gait & Posture*, 5(2), 128-135.
- Rocca, W., Grossardt, B., & Shuster, L. (2014). Oophorectomy, estrogen, and dementia: a 2014 update. *Molecular and Cellular Endocrinology*, 389(0), 7-12. doi: 10.1016/j.mce.2014.01.020
- Rodacki, A., Souza, R., Ugrinowitsch, C., Cristopoliski, F., & Fowler, N. (2009). Transient effects of stretching exercises on gait parameters of elderly women. *Manual Therapy*, 14(2), 167-172. doi: 10.1016/j.math.2008.01.006
- Rolland, Y., Perry, H., Patrick, P., Banks, W., & Morley, J. (2007). Loss of appendicular muscle mass and loss of muscle strength in young postmenopausal women. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, 62(3), 330-335. doi: 10.1093/gerona/62.3.330
- Rowe, D., Welk, G., Heil, D., Mahar, M., Kemble, C., Calabro, M., & Camenisch, K. (2011). Stride rate recommendations for moderate intensity walking. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 43(2), 312 - 318.
- Santos, D., Melo, S., Carneiro, L., & Andrade, M. (2008). Características da marcha de idosos considerando a atividade física e o sexo. *Fisioterapia em Movimento*, 21(4), 137-148.
- Sardinha, L., & Teixeira, P. (2000). Obesity screening in older women with the body mass index: a receiver operating characteristic (ROC) analysis. *Science & Sports*, 15(4), 212-219. doi: 10.1016/S0765-1597(00)80008-8
- Schaap, L., Koster, A., & Visser, M. (2013). Adiposity, muscle mass, and muscle strength in relation to functional decline in older persons. *Epidemiologic Reviews*, 35(1), 51-65. doi: 10.1093/epirev/mxs006
- Senapati, S., Gracia, C., Freeman, E., Sammel, M., Lin, H., Kim, C., . . . Pien, G. (2014). Hormone variations associated with quantitative fat measures in the menopausal transition. *Climacteric: Journal of the International Menopause Society*, 17(2), 183-190. doi: 10.3109/13697137.2013.845876
- Senden, R., Grimm, B., Heyligers, I., Savelberg, H., & Meijer, K. (2009). Acceleration-based gait test for healthy subjects: reliability and reference data. *Gait & Posture*, 30(2), 192-196. doi: 10.1016/j.gaitpost.2009.04.008
- Shuster, L., Rhodes, D., Gostout, B., Grossardt, B., & Rocca, W. (2010). Premature menopause or early menopause: long-term health consequences. *Maturitas*, 65(2), 161-166. doi: 10.1016/j.maturitas.2009.08.003

- Sowers, M., Eyvazzadeh, A., McConnell, D., Yosef, M., Jannausch, M., Zhang, D., . . . Randolph, J. (2008). Anti-mullerian hormone and inhibin B in the definition of ovarian aging and the menopause transition. *Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, *93*(9), 3478-3483. doi: 10.1210/jc.2008-0567
- Sussman, M., Trocio, J., Best, C., Mirkin, S., Bushmakin, A., Yood, R., . . . Louie, M. (2015). Prevalence of menopausal symptoms among mid-life women: findings from electronic medical records. *BioMed Central Women's Health*, *15*(1), 58. doi: 10.1186/s12905-015-0217-y
- Sutherland, D. (1997). The development of mature gait. *Gait & Posture*, *6*(2), 163-170. doi: 10.1016/S0966-6362(97)00029-5
- Svendsen, O., Hassager, C., & Christiansen, C. (1995). Age- and menopause-associated variations in body composition and fat distribution in healthy women as measured by dual-energy x-ray absorptiometry. *Metabolism*, *44*(3), 369-373. doi: 10.1016/0026-0495(95)90168-X
- Tchernof, A., & Després, J. (2013). Pathophysiology of human visceral obesity: an update. *Physiological Reviews*, *93*(1), 359-404. doi: 10.1152/physrev.00033.2011
- Teede, H., Lombard, C., & Deeks, A. (2010). Obesity, metabolic complications and the menopause: an opportunity for prevention. *Climacteric*, *13*(3), 203-209. doi: 10.3109/13697130903296909
- Thaler-Kall, K., Peters, A., Thorand, B., Grill, E., Autenrieth, C., Horsch, A., & Meisinger, C. (2015). Description of spatio-temporal gait parameters in elderly people and their association with history of falls: results of the population-based cross-sectional KORA-Age study. *BioMed Central Geriatrics*, *15*(1), 32. doi: 10.1186/s12877-015-0032-1
- Topatan, S., & Yıldız, H. (2012). Symptoms experienced by women who enter into natural and surgical menopause and their relation to sexual functions. *Health Care for Women International*, *33*(6), 525-539. doi: 10.1080/07399332.2011.646374
- Toth, M., Tchernof, A., Sites, C., & Poehlman, E. (2000). Menopause-related changes in body fat distribution. *Annals of the New York Academy of Sciences*, *904*(1), 502-506. doi: 10.1111/j.1749-6632.2000.tb06506.x
- Trémollières, F., Pouilles, J., & Ribot, C. (1996). Relative influence of age and menopause on total and regional body composition changes in postmenopausal women. *American Journal of Obstetrics and Gynecology*, *175*(6), 1594-1600. doi: 10.1016/S0002-9378(96)70111-4
- Trojaniello, D., Cereatti, A., & Croce, U. (2014a). Accuracy, sensitivity and robustness of five different methods for the estimation of gait temporal parameters using a single inertial sensor mounted on the lower trunk. *Gait & Posture*, *40*(4), 487-492. doi: 10.1016/j.gaitpost.2014.07.007
- Trojaniello, D., Cereatti, A., Pelosin, E., Avanzino, L., Mirelman, A., Hausdorff, J., & Croce, U. (2014b). Estimation of step-by-step spatio-temporal parameters of normal and impaired gait using shank-mounted magneto-inertial sensors: application to elderly, hemiparetic, parkinsonian and choreic gait. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*, *11*, 152. doi: 10.1186/1743-0003-11-152
- Utian, W. (2004). Menopause-related definitions. *International Congress Series*, *1266*(0), 133-138. doi: 10.1016/j.ics.2004.01.102
- Vaughan, C., Davis, B., & Connor, J. (1999). *Dynamics of human gait*. South Africa: Kiboho Publishers.

- Villiers, T., Gass, M., Haines, C., Hall, J., Lobo, R., Pierroz, D., & Rees, M. (2013). Global consensus statement on menopausal hormone therapy. *Maturitas*, 74(4), 391-392. doi: 10.1016/j.maturitas.2013.02.001
- Voorhis, B., Santoro, N., Harlow, S., Crawford, S., & Randolph, J. (2008). The relationship of bleeding patterns to daily reproductive hormones in women approaching menopause. *Obstetrics and Gynecology*, 112(1), 101-108. doi: 10.1097/AOG.0b013e31817d452b
- Wang, W., & Crompton, R. (2004). The role of load-carrying in the evolution of modern body proportions. *Journal of Anatomy*, 204(5), 417-430. doi: 10.1111/j.0021-8782.2004.00295.x
- Waters, D., Hale, L., Grant, A., Herbison, P., & Goulding, A. (2010). Osteoporosis and gait and balance disturbances in older sarcopenic obese New Zealanders. *Osteoporosis International*, 21(2), 351-357. doi: 10.1007/s00198-009-0947-5
- Welt, C., McNicholl, D., Taylor, A., & Hall, J. (1999). Female reproductive aging is marked by decreased secretion of dimeric inhibin. *Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*, 84(1), 105-111. doi: 10.1210/jc.84.1.105
- Wickstrom, R. (1990). *Patrones motores básicos* Madrid: Alianza Editorial.
- Woods, N., & Mitchell, E. (2005). Symptoms during the perimenopause: prevalence, severity, trajectory, and significance in women's lives. *The American Journal of Medicine*, 118(12, Supplement 2), 14-24. doi: 10.1016/j.amjmed.2005.09.031
- Woodward, M., Lu, C., Levandowski, R., Kostis, J., & Bachmann, G. (2015). Review: The exercise prescription for enhancing overall health of midlife and older women. *Maturitas*, 82(1), 65-71. doi: 10.1016/j.maturitas.2015.03.020
- Yüksel, H., Odabaşı, A., Demircan, S., Köseoğlu, K., Kizilkaya, K., & Onur, E. (2007). Effects of postmenopausal hormone replacement therapy on body fat composition. *Gynecological Endocrinology*, 23(2), 99-104. doi: 10.1080/09513590601152177
- Zanchi, V., Papić, V., & Cecić, M. (2000). Quantitative human gait analysis. *Simulation Practice and Theory*, 8(1-2), 127-139. doi: 10.1016/S0928-4869(00)00014-8
- Zijlstra, A., & Zijlstra, W. (2013). Trunk-acceleration based assessment of gait parameters in older persons: a comparison of reliability and validity of four inverted pendulum based estimations. *Gait & Posture*, 38(4), 940-944. doi: 10.1016/j.gaitpost.2013.04.021
- Zijlstra, W., & Hof, A. (2003). Assessment of spatio-temporal gait parameters from trunk accelerations during human walking. *Gait & Posture*, 18(2), 1-10. doi: 10.1016/S0966-6362(02)00190-X

CAPÍTULO 3 – PARÂMETROS ESPÁCIO-TEMPORAIS DO CAMINHAR E COMPOSIÇÃO CORPORAL EM MULHERES PÓS-MENOPÁUSICAS

3.1 Resumo

A depleção estrogénica na menopausa aumenta os níveis de adiposidade e afeta de forma adversa a condição muscular e óssea da mulher, gerando distúrbios na locomoção e no equilíbrio e aumentando a predisposição para a queda. Esta última ocorre habitualmente durante a realização de atividades do dia-a-dia e, sobretudo, durante o caminhar. O estudo procurou descrever a variabilidade dos parâmetros espaço-temporais do caminhar em mulheres pós-menopáusicas e analisar a influência da composição corporal e das características da menopausa na sua variação. A amostra incluiu 31 mulheres ($61,20 \pm 4,86$ anos) fisicamente ativas, a sua maioria com menopausa natural e sem terapia hormonal (58,1%). A composição corporal foi avaliada com a bioimpedância InBody 720 e o sonómetro Sahara e os parâmetros espaço-temporais do caminhar foram obtidos com o BTS G-Walk. A análise estatística incluiu correlações r de Pearson, testes t para amostras independentes (ou Teste de Mann Whitney) e regressões múltiplas *stepwise*. A amostra evidenciou uma condição muscular normal e 90,3% dos seus elementos um baixo risco de osteoporose. Acentuados níveis de adiposidade total e central foram registados em, respetivamente 61,3% e 90,3% das mulheres. Os valores médios da variabilidade do comprimento da passada normalizada e da variabilidade da taxa de incremento da aceleração foram, respetivamente, 21,06% e 14,4%, sendo a primeira influenciada pela massa isenta de gordura e de osso do tronco ($\beta = 0,371$, $p < 0,05$), independentemente da terapia hormonal (R^2 Ajustado = 10,8%). A densidade mineral óssea do calcâneo ($\beta = -0,563$) e a terapia hormonal ($\beta = 0,387$) explicaram ($p \leq 0,01$) em 41,9% a variabilidade da taxa de incremento da aceleração, existindo uma associação inversa da densidade mineral óssea do calcâneo com a variabilidade da duração da fase de apoio bipedal normalizada. As mulheres com tempo de menopausa inferior a 10 anos evidenciaram valores médios mais elevados ($p < 0,05$) de variabilidade da cadência e da variabilidade da duração do ciclo do caminhar. A menopausa induzida gera maiores valores da duração da fase de apoio normalizada e da duração da fase de apoio bipedal normalizada ($r \geq 0,368$, $p \leq 0,05$). Os resultados sugerem que os níveis de adiposidade não afetam os parâmetros espaço-temporais do caminhar de mulheres pós-menopáusicas fisicamente ativas e com uma condição muscular normal, o mesmo não acontecendo com as características da menopausa. Maiores níveis de massa isenta de gordura e de osso do tronco estão associados a uma maior variabilidade do comprimento da passada (com e sem normalização). Uma melhor condição óssea ao nível do calcâneo influencia positivamente a variabilidade da taxa de incremento da aceleração, não sendo essa relação independente da terapia hormonal.

Palavras-chave: Variabilidade, parâmetros espaço-temporais, mulheres pós-menopáusicas, composição corporal, características da menopausa

3.2 Introdução

As quedas ocorrem habitualmente na realização das atividades da vida diária e, sobretudo, durante o caminhar (Mortaza, Abu Osman, & Mehdikhani, 2014), traduzindo-se as lesões resultantes no aumento das despesas de saúde, em depressão e isolamento social e na diminuição da aptidão física e da qualidade de vida das mulheres pós-menopáusicas.

As quedas são frequentes nas mulheres mais velhas que caminham menos de uma hora por semana e que exibem uma menor velocidade do caminhar (Klenk et al., 2015). Segundo Manikowska, Hojan, Chen, Jozwiak, & Jozwiak (2013), a menopausa parece ter um efeito limitado no ciclo do caminhar, mas as fases de apoio tornam-se mais longas, diminuindo a velocidade do caminhar e o comprimento da passada, com o consequente aumento do risco de queda. A redução destas variáveis e da cadência é explicada pelo facto das mulheres, particularmente as mais velhas, valorizarem a estabilidade do caminhar em detrimento do deslocamento para a frente, diligenciando uma maior segurança na sua realização (Winter, Patla, Frank, & Walt, 1990).

A prática de maiores níveis de atividade física no tempo de lazer em mulheres de meia-idade e idosas está associada a um menor risco de queda nesta população (Caban-Martinez et al., 2015). A caminhada constitui uma proposta atraente de promoção de um estilo de vida mais ativo na pós-menopausa, não requerendo equipamento sofisticado ou material técnico específico. Sendo reconhecida a preferência da mulher pela prática de atividades físicas moderadas em oposição às vigorosas (Vallance, Murray, Johnson, & Elavsky, 2011), conferindo as primeiras maior bem-estar psicológico, autoeficácia e reforço positivo (Perez & Garber, 2011), o cumprimento desses níveis de intensidade revela-se adequado ao controlo dos níveis de adiposidade e à atenuação da perda de massa muscular e óssea relacionada com a depleção estrogénica. Para o mesmo equivalente de energia, a caminhada produz uma melhoria de várias condições crónicas de saúde comuns na pós-menopausa (hipertensão, hipercolesterolemia e diabetes do tipo 2), em comparação com a corrida (Williams & Thompson, 2013), estando a sua prática regular associada a uma melhor função cognitiva na mulher idosa (Weuve et al., 2004).

A avaliação quantitativa do padrão do caminhar tem provado ser útil na previsão e identificação precoce de patologias várias, incluindo o declínio cognitivo (Riva, Bisi, & Stagni, 2014). Medidas precisas de variabilidade temporal e espacial durante o caminhar parecem fornecer

uma melhor compreensão do controlo motor saudável e patológico (König, Singh, Beckerath, Janke, & Taylor, 2014).

O conhecimento da relação da composição corporal com os parâmetros espaço-temporais do caminhar em mulheres pós-menopáusicas revela-se útil na compreensão da influência das várias componentes da massa corporal na sua variação e na definição de programas de exercício que melhor se adequem às necessidades exibidas pela mulher. Os estudos existentes que avaliam os parâmetros biomecânicos em mulheres nesta etapa do climatério relacionam-se habitualmente com os níveis de atividade física (Hollman et al., 2016; Tudor-Locke et al., 2014) ou examinam a influência de programas estruturados de atividade física (Ming-Chien et al., 2010; Park, Kim, Komatsu, Park, & Mutoh, 2008). Por outro lado, os referidos parâmetros são habitualmente relacionados com a densidade mineral óssea (Eldeeb & Khodair, 2014; Sakazaki, Koike, Yanagimoto, & Oshida, 2012; Sun et al., 2009) ou a massa gorda (Fortaleza et al., 2014), sendo limitadas as pesquisas que estudam a variabilidade dos parâmetros espaço-temporais (Hollman et al., 2016).

O estudo agora apresentado procurou descrever a variabilidade dos parâmetros espaço-temporais do caminhar em mulheres pós-menopáusicas ativas, examinando a influência da composição corporal e das características da menopausa.

3.3 Metodologia

3.3.1 Desenho de estudo

Este estudo transversal faz parte do Programa Menopausa em Forma, desenhado para examinar os efeitos do exercício no risco cardiovascular, no risco de queda e na aptidão física e funcional de mulheres pós-menopáusicas (Moreira, 2004). Todas as avaliações foram conduzidas por avaliadores treinados e com a supervisão dos investigadores responsáveis. A pesquisa foi conduzida de acordo com a Declaração de Helsínquia (WMA, 2013), tendo sido obtido de todas as participantes o consentimento informado assinado.

3.3.2 Amostra

A amostra incluiu 31 mulheres pós-menopáusicas (Harlow et al., 2012), com idades compreendidas entre os 52 e os 72 anos. A inclusão no estudo foi realizada após a avaliação da história clínica e reprodutiva, tendo sido observados os seguintes critérios de inclusão: (a) ausência de menopausa precoce (Faubion, Kuble, Shuster, & Rocca, 2015); (b) idade igual ou superior a 45 anos; (c) não existência de dores agudas ou deformidades no pé; (d) inexistência de distúrbios visuais e auditivos suscetíveis de comprometerem a aplicação dos testes; (e) ausência de neuropatia periférica relacionada com a diabetes; e (f) mulheres fisicamente ativas (prática de exercício físico pelo menos 3 vezes por semana, com 30 ou mais minutos de duração por sessão) (Pollock et al., 1998).

A natureza da menopausa (Inman, Ralston, & Todd) foi codificada em 1 (natural) e 2 (induzida) e, a terapia hormonal (TH), em 0 (não utilizadora de TH) e 1 (uso documentado de TH). O tempo médio de menopausa foi de 12,61 anos e a maioria das participantes exibiu uma menopausa natural (83,9%) e documentou não utilizar terapia hormonal (58,1%).

3.3.3 Parâmetros espaço-temporais do caminhar

Os dados sobre os parâmetros espaço-temporais do caminhar foram obtidos através do sistema sem fios, portátil, de sensores inerciais BTS G-WALK (BTS Bioengineering Corp., Brooklyn NY, USA), com taxa de amostragem de 100 Hz. Este sensor permite uma análise válida, fiável e precisa do caminhar (Bugané et al., 2012). De forma a recolher os dados, o sensor foi ligado e colocado num cinto semi-elástico, posicionado em torno da cintura (vértebras L4-L5) das participantes. Depois de permanecerem alguns segundos numa postura bípede, estas foram convidadas a caminharem descalças ao longo de um percurso horizontal de 9 metros de comprimento, utilizando uma cadência natural. De cada participante foram obtidos 6 ensaios. Os parâmetros espaço-temporais do caminhar adquiridos a partir dos sinais recebidos pelo sensor foram os seguintes: *velocidade* (m/s, velocidade média durante o ciclo do caminhar); *cadência* (passos/min, número de passos num minuto), *comprimento da passada* (m, comprimento entre dois contactos consecutivos do calcanhar do mesmo pé com o solo); *comprimento da passada/altura* (% , comprimento do passo normalizado à altura do sujeito); *duração da passada* (s, intervalo de tempo entre dois contactos consecutivos do calcanhar do

mesmo pé com o solo); *duração do apoio* (% , intervalo de tempo durante o qual o pé está em contacto com o solo, apresentado como percentagem do ciclo do caminhar); *duração da suspensão* (% , intervalo de tempo durante o qual o pé não está em contacto com o solo, sendo apresentado como percentagem do ciclo do caminhar); *duração do apoio bipedal* (% , intervalo de tempo durante o qual os dois pés estão simultaneamente em contacto com o solo, apresentado como percentagem do ciclo do caminhar) e *duração do apoio unipedal* (% , intervalo de tempo durante o qual apenas um dos pés está em contacto com o solo, apresentado como percentagem do ciclo do caminhar). A variabilidade destas variáveis foi determinada e inserida na análise.

3.3.4 Antropometria/Composição corporal

A altura (ALT) foi medida com o estadiómetro SECA 220 (Seca Corporation, Hamburg, Germany) e a altura trocantérica (membro inferior direito e esquerdo) com o segmómetro (Rosscraft, Blaine, USA), de acordo com os procedimentos referidos por Martin, Carter, Hendy, & Malina (1988). O peso (P), a massa gorda (MG), a área de adiposidade visceral (AAV) e a massa muscular esquelética (MME) foram avaliados com a bioimpedância octopolar InBody 720 (Biospace, Seoul, Coreia), respeitando os procedimentos especificados na literatura (Biospace, 2004). Foram também avaliadas a massa isenta de gordura (MIG) e a massa isenta de gordura e de osso total (MIGO_{TOT}) e regional (MIGO_{MS}, membros superiores; MIGO_T, tronco; MIGO_{MI}, membros inferiores;). A taxa metabólica basal foi estimada pela fórmula TMB (kcal/dia) = 370 + 21,6 × MIG, proposta por Cunningham (Cunningham, 1991).

O índice de massa muscular esquelética (IMME = MME/P × 100) foi calculado (Janssen, Heymsfield, & Ross, 2002) e os pontos de referência para a sarcopenia, a obesidade e a elevada adiposidade visceral foram, respetivamente, os seguintes: IMME ≤ 28% (Janssen et al., 2002), MG ≥ 35% (Lohman & Going, 1998) e AAV ≥ 100 cm (Després & Lamarche, 1993). As medidas foram realizadas de manhã e em jejum pelo mesmo técnico e os dados importados eletronicamente para o Microsoft Excel, usando o software Lookin'Body 3.0 (Biospace, Seoul, Coreia).

As normas de preparação para a realização da bioimpedância foram as seguintes (Chumlea & Sun, 2005): (a) não comer ou beber 4 horas antes do teste; (b) não consumir bebidas alcoólicas nas 48 horas anteriores à avaliação, (c) não praticar exercício de intensidade moderada e elevada

12 horas prévias à apreciação da composição corporal, (d) não realizar a avaliação diante de uma situação febril ou de desidratação; (e) não usar bijutarias metálicas ou alguns implantes dentários com metal e; (f) efetuar a avaliação em fato de banho ou roupa interior. A validação do InBody 720 está documentada na literatura (Fürstenberg & Davenport, 2011; Ling et al., 2011). O índice de massa corporal foi derivado da massa corporal e da altura ($IMC = MC/ALT^2$).

A condição óssea ao nível do calcâneo foi apreciada através do sonómetro Sahara (Hologic, Bedford, MA, USA), sendo avaliada a velocidade de propagação do som (SOS, m/s) e a atenuação ultrassónica de banda larga (BUA, dB/MHz). Os resultados destas duas variáveis foram combinados para obter o índice ultrassónico (Quirino et al., 2012) e a densidade mineral óssea do calcâneo: $DMOc = 0,0025926 \times (BUA + SOS) - 368715,16$. Para garantir que as medições fossem todas processadas na zona correta, o tornozelo das participantes foi mantido numa flexão de 90 graus e os transdutores foram acoplados à pele através de um gel próprio, recomendado pelo fabricante. As medições foram realizadas pelo mesmo técnico, com um controlo rigoroso da temperatura da sala de exame ($22^{\circ}C \pm 1^{\circ}C$) e depois do equipamento ter sido mantido no laboratório desde o dia anterior. O dispositivo foi verificado quanto à sua qualidade de desempenho diário antes da primeira participante, usando o *phantom* fornecido pelo fabricante. Os dados de precisão in vivo documentados para a população portuguesa com este equipamento são de 5,5% para o BUA e de 0,4% para o SOS (Canhão et al., 2006). O risco de osteoporose foi classificado utilizando o QUI e seguindo os valores de corte expressos por Noale et al. (2012): *baixo risco de osteoporose*, $QUI > 78\%$; *moderado risco de osteoporose*, $78\% \geq QUI > 57\%$ e; *elevado risco de osteoporose*, $QUI \leq 57\%$.

Os erros técnicos das variáveis foram determinados ($ET = [\Sigma d^2/2n]^{0,5}$; sendo n , o número de elementos da amostra e d , a diferença entre duas avaliações). Os mesmos foram obtidos através de medições em duplicado em 6 mulheres pós-menopáusicas, estando os resultados ilustrados na Tabela 3.1.

Tabela 3.1 – Erros técnicos das variáveis antropométricas e da composição corporal

| Variáveis | Erros Técnicos |
|--|----------------|
| Altura (ALT, m) | 0,17 |
| Peso (P, kg) | 0,12 |
| Massa Gorda (MG, kg) | 0,20 |
| Área de Adiposidade Visceral (AAV, cm ²) | 0,97 |
| Massa Isenta de Gordura (MIG, kg) | 0,11 |
| Massa Muscular Esquelética (MME, kg) | 0,06 |
| Massa Isenta de Gordura e de Osso (MIGO, kg) | 0,11 |
| Massa Isenta de Gordura e de Osso do Braço Direito (kg) | 0,01 |
| Massa Isenta de Gordura e de Osso do Braço Esquerdo (kg) | 0,03 |
| Massa Isenta de Gordura e de Osso do Tronco (MIGO _T , kg) | 0,05 |
| Massa Isenta de Gordura e de Osso da Perna Direita (kg) | 0,03 |
| Massa Isenta de Gordura e de Osso Perna Esquerda (kg) | 0,09 |
| Velocidade de Propagação do Som (SOS, m/s) | 6,55 |
| Atenuação Ultrassônica (BUA, dB/MHz) | 10,76 |

3.3.5 Análise estatística

A análise estatística foi realizada com a versão 22 do programa SPSS (SPSS Inc., Chicago, Illinois) e considerando um grau de significância estatística de 5%. Os dados são expressos em média±desvio padrão, sendo apresentada a amplitude das variáveis. A associação dos parâmetros espaço-temporais do caminhar com a composição corporal, a taxa metabólica basal e as características da menopausa (tempo de menopausa, natureza da menopausa e terapia hormonal) foi analisada através do coeficiente de correlação r de Pearson. Com base nas relações encontradas, foram desenvolvidos modelos de regressão *stepwise*, procurando-se identificar a influência da composição corporal e de algumas características da menopausa na variação dos parâmetros biomecânicos. A multicolinearidade foi analisada em função do grau de correlação das variáveis independentes (r), da proporção da sua variação em função do conjunto dos restantes preditores introduzidos no modelo (tol, tolerância), do fator de inflação da variância ($VIF=1/tolerância$), do indicador de condição (IC) e da proporção de variação de cada um dos coeficientes de regressão estimados (PV). Foram rejeitados os modelos com $r > 0,90$, $tol < 0,1$, $VIF > 10$, $PV \geq 90\%$ e $IC > 30$ para mais de um coeficiente (Pestana & Gageiro, 2014). Em relação a alguns parâmetros biomecânicos, foi comparada a sua média em mulheres

com tempo de menopausa inferior a 10 anos e igual ou superior a este valor e em mulheres com e sem TH. Para esta análise, recorreu-se ao teste *t* para amostras independentes e ao teste de Mann Whitney.

3.4 Resultados

A Tabela 3.2 apresenta a análise descritiva dos dados referentes aos parâmetros da antropometria/composição corporal, idade, tempo de menopausa e taxa metabólica basal. A idade média da amostra foi de 61,20 anos ($\pm 4,86$) e o tempo de menopausa variou entre 1 e 28 anos. Os elevados níveis de adiposidade total ($MG \geq 35\%$) e central ($AAV \geq 100 \text{ cm}^2$) foram documentados, respetivamente, por 61,3% e 90,3% das mulheres.

Tabela 3.2 – Caracterização da idade, do tempo de menopausa, da taxa metabólica basal e da composição corporal da amostra (n=31).

| <i>Variáveis</i> | <i>Média±DP</i> | <i>Amplitude</i> |
|--|-----------------|-------------------|
| Idade (anos) | 61,20±4,86 | 52,61 - 72,56 |
| Tempo de menopausa (anos) | 12,61±6,45 | 1 - 28 |
| Antropometria/Composição corporal | | |
| Peso (kg) | 65,88±8,41 | 44,87 - 83,38 |
| Altura (m) | 1,56±0,045 | 1,45 - 1,63 |
| Índice de massa corporal (kg/m ²) | 27,02±3,37 | 19,01 - 33,83 |
| Massa gorda (%) | 36,91±5,82 | 21,59 - 47,78 |
| Área de adiposidade visceral (cm ²) | 128,16±24,67 | 65,5 - 175,6 |
| Massa isenta de gordura (kg) | 41,20±3,59 | 35,10 - 48,60 |
| Massa isenta de gordura e de osso (kg) | | |
| Total | 38,84±3,40 | 33,10 - 45,90 |
| Membros superiores | 4,37±0,59 | 3,31 - 5,34 |
| Tronco | 19,14±1,79 | 15,73 - 22,12 |
| Membros inferiores | 12,00±1,28 | 9,68 - 14,61 |
| Velocidade de propagação do som (m/s) | 1560,47±25,51 | 1500,20 - 1610,50 |
| Atenuação ultrassónica (dB/MHz) | 72,45±16,57 | 42,80 - 109,20 |
| Índice ultrassónico | 98,50±16,01 | 66,90 - 131,40 |
| Densidade mineral óssea do calcâneo (g/cm ²) | 0,55±0,10 | 0,35 - 0,75 |
| Taxa metabólica basal (kcal/dia) | 1259,42±77,44 | 1128,00 - 1420,00 |

Todas as mulheres revelaram uma condição muscular normal (IMME > 28%) e 90,3% um baixo risco de osteoporose. Os valores médios de massa isenta de gordura e de osso ao nível dos membros superiores e do tronco foram, respectivamente, 4,37 kg ($\pm 0,59$) e 19,14 kg ($\pm 1,79$) e a taxa metabólica basal variou entre 1128,00 e 1420,00 kcal/dia.

Os parâmetros espaço-temporais do caminhar são apresentados na Tabela 3.3. Os valores médios da velocidade, da cadência e do comprimento da passada foram, respectivamente, 1,58 m/s, 113,65 passos/min e 1,53 m. Em relação à variabilidade destes parâmetros, foram registadas, respectivamente, as seguintes médias 24,07%, 3,45% e 21,06%. A amplitude da duração da fase de suspensão normalizada e da fase de apoio normalizada foi de 10,97%.

Tabela 3.3 – Análise descritiva dos parâmetros biomecânicos.

| <i>Parâmetros Espaço-Temporais do Caminhar</i> | <i>Média\pmDP</i> | <i>Amplitude</i> |
|--|--------------------------------|------------------|
| Velocidade (m/s) | 1,58 \pm 0,27 | 1,02 - 2,03 |
| Cadência (passos/min) | 113,65 \pm 7,80 | 98,61 - 133,89 |
| Comprimento da passada (m) | 1,53 \pm 0,21 | 1,10 - 1,92 |
| Comprimento da passada normalizado (%) | 97,60 \pm 12,96 | 67,92 - 121,19 |
| Duração do ciclo do caminhar (segundos) | 1,06 \pm 0,07 | 0,91 - 1,20 |
| Duração da fase de apoio normalizada (%) | 63,26 \pm 2,55 | 58,37 - 69,34 |
| Duração da fase de suspensão normalizada (%) | 36,74 \pm 2,55 | 30,66 - 41,63 |
| Duração da fase de apoio bipedal normalizada (%) | 13,36 \pm 2,45 | 8,30 - 18,60 |
| Duração da fase de apoio unipedal normalizada (%) | 36,76 \pm 2,32 | 32,12 - 41,72 |
| Taxa de incremento da aceleração (graus) | 7,32 \pm 1,25 | 4,96 - 10,41 |
| Variabilidade da velocidade (%) | 24,07 \pm 6,51 | 7,11 - 35,54 |
| Variabilidade da cadência (%) | 3,45 \pm 1,18 | 1,44 - 6,01 |
| Variabilidade do comprimento da passada (%) | 21,06 \pm 5,97 | 8,31 - 31,82 |
| Variabilidade do comprimento da passada normalizada (%) | 21,06 \pm 5,97 | 8,29 - 31,81 |
| Variabilidade da duração do ciclo do caminhar (%) | 3,60 \pm 1,14 | 1,47 - 6,44 |
| Variabilidade da duração da fase de apoio normalizada (%) | 2,85 \pm 1,41 | 1,01 - 7,09 |
| Variabilidade da duração da fase de suspensão normalizada (%) | 5,12 \pm 3,07 | 1,65 - 14,62 |
| Variabilidade da duração da fase de apoio bipedal normalizada (%) | 12,12 \pm 5,39 | 4,14 - 24,73 |
| Variabilidade da duração da fase de apoio unipedal normalizada (%) | 5,38 \pm 3,18 | 1,49 - 14,15 |
| Variabilidade da taxa de incremento da aceleração (%) | 14,44 \pm 6,36 | 5,28 - 29,30 |

Em relação à duração da fase de apoio bipedal normalizada e à duração da fase de apoio unipedal normalizada os valores médios foram, respetivamente, 13,36% e 36,76%. A taxa de incremento da aceleração teve uma média de 7,32°.

Na Tabela 3.4 estão representadas as associações dos parâmetros espaço-temporais do caminhar com as variáveis de composição corporal, com as características da menopausa e a taxa metabólica basal. Os resultados evidenciam um maior número de associações dos parâmetros biomecânicos com as características da menopausa, particularmente com a natureza da menopausa e a TH, do que com a composição corporal. As mulheres com um maior tempo de menopausa apresentaram uma menor ($p \leq 0,01$) variabilidade da cadência ($r = -0,462$) e variabilidade da duração do ciclo do caminhar ($r = -0,456$). As mulheres que documentaram o uso de TH exibiram uma maior ($p \leq 0,05$) variabilidade da velocidade ($r = 0,357$), variabilidade do comprimento da passada (com e sem normalização) e variabilidade da taxa de incremento da aceleração ($r = 0,375$). A menopausa induzida está associada a uma maior duração ($p \leq 0,05$) da fase de apoio normalizada e da fase de apoio bipedal normalizada. Correlação inversa ($p \leq 0,05$) foi registada para a duração da fase de suspensão normalizada ($r = -0,368$) e para a duração da fase de apoio unipedal normalizada ($r = -0,398$).

Não foram assinaladas correlações significativas dos parâmetros biomecânicos com a taxa metabólica basal, os níveis de adiposidade total e central, a massa muscular esquelética e a massa isenta de gordura e de osso total e dos membros inferiores. A densidade mineral óssea do calcâneo exibiu uma associação inversa e moderada com a variabilidade da duração da fase de apoio bipedal normalizada ($r = -0,411$, $p \leq 0,05$) e com a variabilidade da taxa de incremento da aceleração. As mulheres com maior quantidade de $MIGOT$ e $MIGOMS$ ($p \leq 0,05$) ostentaram uma maior variabilidade do comprimento da passada e da variabilidade do comprimento da passada normalizada.

Tabela 3.4 – Associações entre as variáveis.

| <i>Variáveis</i> | <i>% MG</i> | <i>AAV</i> | <i>MME</i> | <i>MIGO_{TOT}</i> | <i>MIGO_{MS}</i> | <i>MIGO_T</i> | <i>MIGO_{MI}</i> | <i>DMO_C</i> | <i>TMB</i> | <i>TM</i> | <i>NM</i> | <i>TH</i> |
|--|-------------|------------|------------|---------------------------|--------------------------|-------------------------|--------------------------|------------------------|------------|-----------|-----------|-----------|
| Velocidade (m/s) | 0,012 | 0,095 | 0,122 | 0,118 | 0,110 | 0,138 | 0,142 | 0,257 | 0,116 | 0,072 | -0,219 | 0,109 |
| Cadência (passos/min) | -0,108 | -0,082 | -0,200 | -0,202 | -0,151 | -0,165 | -0,169 | 0,159 | -0,211 | 0,102 | -0,337 | 0,172 |
| Comprimento da passada (m) | 0,010 | 0,086 | 0,207 | 0,203 | 0,156 | 0,198 | 0,227 | 0,186 | 0,203 | 0,015 | -0,092 | 0,036 |
| Comprimento normalizado da passada (%) | 0,037 | 0,104 | 0,099 | 0,095 | 0,099 | 0,115 | 0,081 | 0,191 | 0,094 | 0,047 | -0,172 | 0,029 |
| Duração do ciclo do caminhar (segundos) | 0,098 | 0,065 | 0,257 | 0,258 | 0,216 | 0,219 | 0,200 | -0,151 | 0,266 | -0,174 | 0,341 | -0,161 |
| Duração da fase de apoio normalizada (%) | -0,182 | -0,226 | 0,093 | 0,103 | 0,012 | 0,024 | 0,121 | 0,041 | 0,101 | -0,104 | 0,368* | -0,142 |
| Duração da fase de suspensão normalizada (%) | 0,182 | 0,226 | -0,093 | -0,103 | -0,012 | -0,024 | -0,121 | -0,041 | -0,101 | 0,104 | -0,368* | 0,142 |
| Duração da fase de apoio bipedal normalizada (%) | -0,225 | -0,253 | 0,176 | 0,189 | 0,080 | 0,091 | 0,200 | 0,024 | 0,187 | -0,099 | 0,407* | -0,098 |
| Duração da fase de apoio unipedal normalizada (%) | 0,241 | 0,274 | -0,182 | -0,193 | -0,091 | -0,094 | -0,186 | -0,027 | -0,190 | 0,145 | -0,398* | 0,096 |
| Taxa de incremento da aceleração (graus) | -0,004 | 0,026 | 0,100 | 0,100 | 0,154 | 0,131 | 0,061 | 0,319 | 0,095 | 0,119 | -0,273 | 0,054 |
| Variabilidade da velocidade (%) | 0,069 | 0,187 | 0,247 | 0,252 | 0,301 | 0,304 | 0,179 | 0,246 | 0,246 | -0,158 | -0,017 | 0,357* |
| Variabilidade da cadência (%) | -0,074 | 0,037 | 0,111 | 0,102 | 0,120 | 0,105 | -0,034 | -0,097 | 0,106 | -0,462** | -0,010 | -0,066 |
| Variabilidade do comprimento da passada (%) | 0,107 | 0,241 | 0,302 | 0,308 | 0,356* | 0,371* | 0,241 | 0,309 | 0,302 | -0,111 | 0,022 | 0,359* |
| Variabilidade do comprimento da passada normalizada (%) | 0,107 | 0,241 | 0,302 | 0,308 | 0,356* | 0,371* | 0,240 | 0,309 | 0,302 | -0,111 | 0,023 | 0,359* |
| Variabilidade da duração do ciclo do caminhar (%) | -0,117 | -0,064 | 0,041 | 0,041 | 0,073 | 0,046 | -0,092 | -0,064 | 0,040 | -0,456** | -0,139 | 0,082 |
| Variabilidade da duração da fase de apoio normalizada (%) | -0,069 | -0,090 | 0,209 | 0,213 | 0,147 | 0,152 | 0,247 | -0,292 | 0,211 | -0,102 | 0,251 | 0,059 |
| Variabilidade da duração da fase de suspensão normalizada (%) | -0,084 | -0,110 | 0,178 | 0,183 | 0,116 | 0,121 | 0,217 | -0,233 | 0,181 | -0,095 | 0,279 | 0,016 |
| Variabilidade da duração da fase de apoio bipedal normalizada (%) | 0,076 | -0,040 | 0,147 | 0,156 | 0,093 | 0,117 | 0,228 | -0,411* | 0,156 | -0,295 | 0,159 | 0,053 |
| Variabilidade da duração da fase de apoio unipedal normalizada (%) | -0,099 | -0,157 | 0,189 | 0,199 | 0,154 | 0,144 | 0,191 | -0,320 | 0,194 | -0,193 | 0,299 | 0,085 |
| Variabilidade da taxa de incremento da aceleração (%) | -0,197 | -0,059 | 0,278 | 0,292 | 0,248 | 0,241 | 0,190 | -0,554** | 0,293 | -0,188 | 0,261 | 0,375* |

%MG, percentagem de massa gorda; AAV, área de adiposidade visceral; MME, massa muscular esquelética; MIGO_{TOT}, massa isenta de gordura e osso total; MIGO_{MS}, massa isenta de gordura e osso dos membros superiores; MIGO_T, massa isenta de gordura e osso do tronco; MIGO_{MI}, massa isenta de gordura e osso dos membros inferiores; DMO_C, densidade mineral óssea do calcâneo; TMB, taxa metabólica basal; TM, tempo de menopausa; NM, natureza da menopausa; TH, terapia hormonal; *p≤0,05; **p≤0,01.

Em função das associações registadas na tabela anterior procedeu-se à elaboração da Tabela 3.5 na qual são confrontados os valores médios dos parâmetros biomecânicos em mulheres com e sem TH e com tempo de menopausa inferior a 10 anos e igual ou superior a este valor. As mulheres com menopausa há menos de 10 anos evidenciaram valores médios de variabilidade da cadência e da variabilidade da duração do ciclo do caminhar (4,29%) superiores ($p < 0,05$) em comparação com as mulheres com menopausa há pelo menos 10 anos. Os elementos da amostra que documentaram o uso de TH revelaram, comparativamente às mulheres sem TH, valores médios superiores ($p \leq 0,05$) da variabilidade da velocidade, da variabilidade do comprimento da passada, da variabilidade do comprimento da passada normalizada e da variabilidade da taxa de incremento da aceleração.

Tabela 3.5 – Comparação dos valores médios de alguns parâmetros biomecânicos em função do tempo de menopausa e da terapia hormonal.

| Variáveis Dependentes | Características da Menopausa | | |
|---|---------------------------------|--------------------------------|-------|
| | TM < 10 anos (n=10) Média±DP | TM ≥10 anos (n=21) Média±DP | P |
| Variabilidade da cadência (%) ^β | 4,17±1,15 | 3,11±1,06 | 0,022 |
| Variabilidade da duração do ciclo do caminhar (%) | 4,29±1,14 | 3,27±1,00 | 0,018 |
| | Sem TH (n=18) Média±DP | Com TH (n=13) Média±DP | P |
| Variabilidade da velocidade (%) | 22,12±7,07 | 26,76±4,65 | 0,049 |
| Variabilidade do comprimento da passada (%) | 19,27±6,43 | 23,55±4,37 | 0,047 |
| Variabilidade do comprimento da passada normalizada (%) | 19,27±6,43 | 23,55±4,37 | 0,047 |
| Variabilidade da taxa de incremento da aceleração (%) | 12,44±4,57 | 17,20±7,57 | 0,037 |

^β Teste de Mann Whitney; TM, tempo de menopausa; TH, terapia hormonal

Na Tabela 3.6 é ilustrada a influência da TH e da composição corporal na variação da variabilidade do comprimento da passada, da variabilidade do comprimento da passada normalizada e da variabilidade da taxa de incremento da aceleração, tendo em atenção as associações registadas na Tabela 3.4.

Tabela 3.6 – Análises de regressão múltipla *stepwise* desenvolvidas para a variabilidade do comprimento da passada, a variabilidade do comprimento da passada normalizada e a variabilidade da taxa de incremento da aceleração.

| <i>Variáveis Dependentes</i> | <i>MIGOMS (Kg)</i> | <i>MIGOT (Kg)</i> | <i>TH (0 e 1)</i> | <i>R² Ajustado × 100 (%)</i> | <i>EPE</i> |
|---|--------------------|--------------------------------|-------------------|---|------------|
| Variabilidade do comprimento da passada (%) | --- | 0,371* | --- | 10,8 | 5,64 |
| Variabilidade do comprimento da passada normalizada (%) | --- | 0,371* | --- | 10,8 | 5,64 |
| | | <i>DMOC (g/cm²)</i> | <i>TH (0 e 1)</i> | <i>R² Ajustado × 100 (%)</i> | <i>EPE</i> |
| Variabilidade da taxa de incremento da aceleração (%) | | -0,563** | 0,387** | 41,9 | 4,85 |

MIGOMS, massa isenta de gordura e osso dos membros superiores; MIGOT, massa isenta de gordura e osso do tronco; TH, terapia hormonal; R², coeficiente de determinação ajustado ao número de preditores; EPE, erro padrão de estimação; *p<0,05; **p≤0,01.

Verificamos que a variabilidade do comprimento da passada e a variabilidade do comprimento da passada normalizada são influenciadas pela MIGOT ($\beta=0,371$, $p<0,05$), independentemente da TH (R^2 Ajustado $\times 100=10,8\%$) e da MIGOMS. Em relação à variabilidade da taxa de incremento da aceleração, a DMOc ($\beta=-0,563$) e a TH ($\beta=0,387$) explicaram em 41,9% a sua variação, com um erro de estimação de 4,85%.

3.5 Discussão

O objetivo deste estudo foi analisar a relação da composição corporal e das características da menopausa com a variabilidade dos parâmetros espaço-temporais do caminhar em mulheres pós-menopáusicas.

As mulheres com TH apresentaram valores médios mais elevados da variabilidade da velocidade, da variabilidade do comprimento da passada (com e sem normalização) e da variabilidade da taxa de incremento da aceleração, sendo esta última também influenciada pela DMOc. A MIGOT revelou-se um preditor independente da variabilidade do comprimento da passada. As mulheres com uma menopausa mais recente exibiram valores médios mais elevados da variabilidade da cadência e da variabilidade da duração do ciclo do caminhar.

Apesar de ativas e de 83,9% das mulheres ostentarem uma menopausa natural, os níveis elevados de adiposidade foram evidentes numa extensa porção da amostra, resultando da influência de vários fatores comuns nesta fase do climatério. Destacamos a redução da lipólise (Ferrara, Lynch, Nicklas, Ryan, & Berman, 2002), o aumento do consumo calórico

(Mastorakos, Valsamakis, Paltoglou, & Creatsas, 2010), a redução da massa magra (Al-Safi & Polotsky, 2015; Poehlman, 2002), com a conseqüente redução da taxa metabólica em repouso (Teede, Lombard, & Deeks, 2010), os eventos da vida que ocorrem na transição para a menopausa (reforma, cuidados de saúde com familiares próximos, etc.) e o uso de medicação, como antidepressivos, analgésicos e ansiolíticos (Castelo-Branco, 2009). De mencionar também que o aumento da MG é amplamente afetada pela idade cronológica (Al-Safi & Polotsky, 2015), sendo os picos desta variável alcançados na mulher entre os 50 e os 70 anos (Gába & Přidalová, 2014), valores que se enquadram na média de idades registada na amostra ($61,20 \pm 4,86$ anos). O facto de mais de 90% das mulheres apresentarem níveis de $AAV \geq 100$ cm^2 está relacionada com o efeito da depleção estrogénica no aumento da lipoproteína lípase nos adipócitos viscerais (Tchernof et al., 2004), influenciando a aquisição de uma topografia corporal do tipo androide.

O estudo de Fortaleza et al. (2014) demonstrou que a presença de uma maior quantidade de massa gorda no tronco na pós-menopausa aumenta a duração da fase de apoio bipedal e diminui a duração da fase de apoio unipedal, prejudicando o equilíbrio durante a caminhada. Na presente investigação, não foi identificada uma associação significativa da MG e da AAV com os parâmetros biomecânicos analisados, aspeto que poderá estar relacionado com os níveis de atividade física da amostra (mulheres fisicamente ativas). Os mesmos terão também influenciado a condição muscular (ausência de sarcopenia) e óssea (90,3% das mulheres com baixo risco de osteoporose) exibida pelos seus elementos, sendo referido por Diniz et al. (2015) que as mulheres pós-menopáusicas que despendem mais tempo na prática de atividade física de intensidade moderada-vigorosa ostentam melhores valores de massa magra total e segmentar.

Os resultados relacionados com a composição corporal revelam-se particularmente importantes já que cerca de 17% das incapacidades na mulher entre os 50 e os 69 anos de idade são produzidas por desordens músculo-esqueléticas, das quais se destacam na pós-menopausa a osteoporose, a sarcopenia e a osteoartrite (Dijk, Kavousi, Troup, & Franco, 2015). De acordo com os mesmos autores, as desordens músculo-esqueléticas e as quedas constituem duas das condições que mais contribuem nas mulheres de meia-idade e sobretudo nas mais velhas (70 ou mais anos) para a vivência de mais anos com incapacidade.

Os valores médios dos parâmetros espaço-temporais registados na pesquisa, nomeadamente os relacionados com a velocidade e o comprimento da passada, são superiores aos assinalados e classificados como normais por Moreira, Sampaio, & Kirkwood (2015) em mulheres idosas sem quedas recorrentes, refletindo um menor risco de internamento e de dependência da nossa amostra (Woo, Ho, & Yu, 1999). O aumento da cadência e do comprimento da passada, sobretudo deste último parâmetro, tende a refletir-se no incremento da velocidade do caminhar (Zijlstra, Bruin, Bruins, & Zijlstra, 2008), embora os valores da cadência no nosso estudo tenham sido inferiores aos obtidos por Auvinet et al. (2002).

Ao não apresentarem valores simultaneamente inferiores de velocidade, comprimento da passada e cadência, os elementos avaliados neste estudo exibiram um comportamento oposto ao de uma amostra com fragilidade (Montero-Odasso et al., 2011; Schwenk et al., 2014; Woo et al., 1999), síndrome definida por Fried et al. (2001) pela presença de três ou mais das seguintes condições: limitada velocidade no caminhar, reduzidos níveis de atividade física, perda de peso não intencional, exaustão e fraqueza muscular. Vulgarmente articulada com a obesidade central e a inflamação, a fragilidade está associada a várias comorbidades, entre as quais se destacam as doenças cerebrovasculares, cardiovasculares, a doença renal crónica e a maior propensão para a queda (Hubbard & Ng, 2015).

Destacamos que a maior variabilidade da velocidade e do comprimento da passada pode sobrevir de uma melhor adaptação motora da amostra, conferindo-lhe maior diversidade de soluções durante a execução da tarefa de locomoção (Palmer, Van Emmerik, & Hamill, 2012). A maior variabilidade é associada a uma maior incidência de fragilidade (Montero-Odasso et al., 2011; Schwenk et al., 2014), no entanto tem também sido apontada como um aspeto fundamental para a maior eficácia das relações funcionais de um sistema (Palmer et al., 2012), gerando uma maior adaptabilidade do comportamento motor.

No caso da duração da fase de apoio, os valores médios registados na amostra foram superiores aos revelados no estudo desenvolvido por Moreira et al. (2015), contudo os valores médios da duração da fase de apoio bipedal apresentaram-se mais reduzidos. Os dados obtidos sugerem que as mulheres permanecem mais tempo com os pés em contacto com o solo, devido ao maior comprimento da passada, mas menos tempo em duplo apoio, realçando a condição física exibida pelas participantes (Mills, Barrett, & Morrison, 2008; Prince, Corriveau, Hebert, & Winter, 1997).

O estudo documentou um maior número de associações significativas dos parâmetros biomecânicos com as características da menopausa do que com a composição corporal das mulheres pós-menopáusicas. Assim as mulheres cuja depleção estrogénica foi induzida por cirurgia (ooforectomia bilateral) ou por adulteração da função ovárica exibiram, comparativamente às mulheres com menopausa natural, maiores durações da fase de apoio bipedal normalizada e da fase de apoio normalizada e menores durações da fase de apoio unipedal normalizada e da fase de suspensão normalizada, sugerindo a necessidade de incremento da estabilidade durante o caminhar, decorrente da redução mais célere dos níveis de estrogénio endógeno.

A taxa metabólica basal não revelou uma associação significativa com os parâmetros biomecânicos analisados, facto que julgamos poder estar relacionado com os valores médios desta variável na amostra (1259,42 kcal/dia), apresentando 61% dos seus elementos valores superiores a 1230 kcal/dia. Reconhecendo que a osteoporose tende a gerar uma menor propulsão e estabilidade do caminhar em mulheres pós-menopáusicas (Eldeeb & Khodair, 2014) e que a condição cardiorrespiratória afeta a sua performance (Sibley, Tang, Patterson, Brooks, & McIlroy, 2009), Choi & Pai (2003) revelam que a presença de uma TMB < 1230 kcal/dia está associada a um maior risco de osteoporose a nível lombar e do fémur proximal, sendo mencionado por Quirino et al. (2012) que 18,9% da variabilidade da densidade mineral óssea ao nível da área de Ward (constituída por 90% de osso trabecular) é explicada pela taxa metabólica basal e pela idade das mulheres pós-menopáusicas. Por outro lado, níveis de TMB inferiores a 1238 kcal tendem a estar associados a uma menor condição cardiorrespiratória em mulheres obesas pós-menopáusicas (Aragão et al., 2011).

As correlações registadas entre a TH e os vários parâmetros de variabilidade, bem como da $MIGO_{MS}$ e $MIGO_T$ com a variabilidade do comprimento da passada, reforçam a ideia da relação positiva entre a variabilidade e um comportamento mais jovem da amostra. A TH, particularmente quando iniciada dentro dos 10 anos após a instalação da amenorreia permanente, reduz a incidência de todas as fraturas, incluindo as vertebrais e da anca, a rigidez dos tendões e a degradação das cartilagens articulares (Baber, Panay, & Fenton, 2016), com um efeito positivo no desempenho do caminhar. Apesar do estudo não ter avaliado o tipo de TH, a via de administração e o tempo de utilização da mesma, é reconhecido na literatura que a combinação do estrogénio com o progestagénio revela-se vantajosa na preservação das

componentes da massa magra e no controlo dos níveis de adiposidade central e que a terapia transdérmica, ao contrário da oral, não gera reduções da massa magra e a ampliação dos níveis de adiposidade (Baber et al., 2016).

Em relação à MIGO, os resultados sugerem que uma melhor MIGO_T influencia positivamente a variação da variabilidade do comprimento da passada (com e sem normalização), aspeto que poderá estar relacionado com o papel dos vários músculos do tronco (profundos e superficiais) na estabilização da região lombo-pélvica, melhorando a marcha e minimizando a ocorrência de dores lombares (Kim, Gong, & Hwang, 2011). Assim, por exemplo, os eretores da espinha controlam o movimento angular do tronco em relação à anca, logo após o contacto do calcanhar com o solo em cada passo. Já o reto do abdómen estabiliza a pelve e a coluna lombar, fornecendo um ponto de fixação estável para os músculos flexores da coxa, sobretudo o iliopsoas e o reto femoral (Newman, 2012). De referir também que os exercícios isométricos e dinâmicos ao nível do tronco contribuem ambos para a melhoria do padrão de caminhada dos idosos (aumento da velocidade e do tempo e comprimento do passo direito e esquerdo e redução da cadência), sendo os primeiros mais adequados ao aumento da velocidade da caminhada, beneficiando o equilíbrio e a estabilidade (Kim, Kim, Wang, Park, & Choi, 2015). Segundo, Grabiner, Koh, Lundin, & Jahnigen (1993), maiores velocidades na caminhada estão associadas a uma maior capacidade de flexão do tronco, incrementando a energia na fase de balanço da perna.

As associações negativas evidenciadas no nosso estudo entre o TM e alguns parâmetros espaço-temporais do caminhar, sublinham o nosso fundamento na aptidão jovem da amostra, alicerçada na maior robustez/adaptabilidade do comportamento motor. Neste contexto, seria esperado que com o aumento do tempo decorrido desde o término dos ciclos menstruais e ovulatórios, as mulheres evidenciassem uma maior variabilidade da cadência e da duração do ciclo de caminhar, adotando um padrão de caminhada mais conservador (Hartmann, Murer, Bie, & Bruin, 2009). A relação inversa, moderada e significativa do TM com estes dois parâmetros biomecânicos reflete, presumivelmente, várias condições da nossa amostra, entre as quais se incluem a ausência de sarcopenia, o baixo risco de osteoporose e o facto de todas as participantes serem ativas. O estudo também evidenciou que as mulheres com TM < 10 anos apresentavam valores significativamente mais elevados dos parâmetros mencionados anteriormente, comparativamente às mulheres com TM ≥ 10 anos. De referir que é

particularmente após a primeira década de instalação da amenorreia permanente que a hormona adrenocorticotrófica, produzida no lobo anterior da hipófise e estimuladora da produção de androgénios adrenais e da sua conversão em estrogénios no tecido adiposo, sofre maiores reduções, comprometendo a composição corporal da mulher, nomeadamente a massa muscular e óssea.

A DMOc ostentou uma relação inversa com a variabilidade da duração da fase de apoio normalizada e, particularmente, com a variabilidade da taxa de incremento da aceleração, traduzindo na nossa amostra uma maior capacidade de amortecimento do impacto do calcanhar no solo durante a fase de transferência do suporte (Turner, 1998; Turner, 2006), capacidade esta que é mais vincada em mulheres com melhores níveis de aptidão física. De salientar que, de acordo com os nossos resultados, a relação desta variável da composição corporal com a variabilidade da taxa de incremento da aceleração não é independente da TH.

Como a ampliação da longevidade na mulher não coincide com o aumento equivalente de anos vividos com um apropriado estado de saúde, refletindo-se no aumento de consultas médicas, hospitalizações e prescrição de medicamentos (Daan & Fauser, 2015), as relações encontradas nesta investigação poderão ser úteis na definição de programas de exercício que melhor se adequem às necessidades específicas desta população e na identificação e tratamento de fatores de risco modificáveis, contribuindo para uma menopausa saudável, definida por Jaspers et al. (2015) como um estado dinâmico associado à perda permanente da função ovariana que se traduz numa satisfatória auto percepção física, psicológica e social, proporcionando a obtenção de uma adequada capacidade de adaptação e de autogestão.

Neste contexto e reconhecendo que a presença de uma reduzida massa muscular associada a uma limitada função muscular (força e/ou performance) tende a ser prevalente na pós-menopausa, particularmente após os 80 anos de idade (Yu, 2015), o trabalho de força assume particular relevância nesta etapa do climatério. O mesmo deverá ser executado 2 a 3x por semana (Yu, 2015) e envolver valores de intensidade entre 60% a 80% de 1 repetição máxima (Cadore & Izquierdo, 2013; Pescatello, 2014; Yu, 2015). Para além da valorização do trabalho dos extensores e flexores da anca e do joelho, pelo seu papel na mobilidade, equilíbrio e padrão da caminhada, os nossos resultados vêm destacar também a importância da realização de exercícios (isométricos e dinâmicos) ao nível da região do tronco, pelos seus benefícios na velocidade, cadência e comprimento da passada na mulher pós-menopáusicas. Atendendo à

relação observada no estudo entre a DMOC e a variabilidade da taxa de incremento da aceleração, o reforço dos músculos responsáveis pela flexão plantar do pé (trícipite sural, longo peronial lateral, tibial posterior do pé, flexor comum dos dedos e flexor próprio do dedo grande) assumem também grande importância.

A habilidade da mulher pós-menopáusia em manter o exercício dinâmico, utilizando grandes grupos musculares a um nível moderado a vigoroso, revela-se também importante na redução da mortalidade (McAuley & Beavers, 2014), associada ao perfil cardiovascular e metabólico e influenciado pelo excesso de adiposidade; na melhoria da aptidão física funcional (Bouchard, McGuire, Davidson, & Ross, 2011) e; na redução dos níveis de ansiedade e de depressão, comuns nesta etapa do climatério (Becofsky et al., 2015). A mulher deverá realizar pelo menos 150 minutos de atividade física de intensidade moderada por semana, mas preferencialmente 250 minutos por semana, para facilitar a manutenção do peso perdido. Aragão, Moreira, Gabriel, & Abrantes (2013) propõem níveis de intensidade entre 40% a 70% da frequência cardíaca de reserva.

Associada ao exercício, a prescrição clínica da TH, sustentada numa avaliação clínica anual (Baber et al., 2016), revela-se também marcante na manutenção de um adequado padrão da caminhada e na redução de vários fatores de risco associados à queda (preservação do colagénio, da força e da coordenação muscular; conservação da mobilidade das articulações e de níveis adequados de acetilcolina; estímulo dos recetores de estrogénio localizados no cérebro, em particular no hipocampo; entre outros).

O nosso estudo apresenta algumas limitações que passamos a descrever. Em primeiro lugar, todas as participantes realizavam exercício físico pelo menos 3 vezes por semana, com 30 ou mais minutos de duração por sessão, limitando a inferência dos resultados para a população pós-menopáusia em geral. Apesar de muitas mulheres de meia-idade reconhecerem os benefícios decorrentes da prática de atividade física estruturada, a sua grande maioria não a realiza de forma regular, não cumprindo os níveis mínimos estabelecidos na literatura (Guo, Bradbury, Reeves, & Key, 2015).

A investigação também teria beneficiado da utilização de metodologias mais precisas de avaliação da composição corporal. Assim, apesar do InBody 720 ser considerado um equipamento válido para a avaliação da composição corporal total e segmentar (Anderson,

Erceg, & Schroeder, 2012; Miyatake et al., 2009), particularmente na quantificação da massa magra (Ling et al., 2011), subsistem na literatura alguns resultados contraditórios relacionados com a sua precisão na avaliação da massa gorda (Gibson, Holmes, Desautels, Edmonds, & Nuudi, 2008; Völgyi et al., 2008) e da área de adiposidade visceral (Lee, Kim, Yoo, Kim, & Lee, 2010; Ogawa et al., 2011). A densitometria radiológica de dupla energia também teria sido útil na análise da condição óssea em outras regiões corporais com predominância de osso trabecular.

Em conclusão, os nossos resultados sugerem que os níveis de adiposidade não afetam os parâmetros espaço-temporais do caminhar de mulheres pós-menopáusicas fisicamente ativas e com uma condição muscular normal, o mesmo não acontecendo com as características da menopausa. Maiores níveis de $MIGOT$ estão associados a uma maior variabilidade do comprimento da passada (com e sem normalização). Uma melhor condição óssea ao nível do calcâneo influencia positivamente a variabilidade da taxa de incremento da aceleração, não sendo essa relação independente da TH.

3.6 Referências

- Al-Safi, Z., & Polotsky, A. (2015). Obesity and menopause. *Best Practice & Research Clinical Obstetrics & Gynaecology*, 29(4), 548-553. doi: 10.1016/j.bpobgyn.2014.12.002
- Anderson, L., Erceg, D., & Schroeder, E. (2012). Utility of multifrequency bioelectrical impedance compared with dual-energy x-ray absorptiometry for assessment of total and regional body composition varies between men and women. *Nutrition Research*, 32(7), 479-485. doi: 10.1016/j.nutres.2012.05.009
- Aragão, F., Abrantes, C., Gabriel, R., Sousa, M., Castelo-Branco, C., & Moreira, M. (2011). Effects of body composition and menopause characteristics on maximal oxygen uptake of postmenopausal women. *Menopause*, 18(11), 1191-1197. doi: 10.1097/gme.0b013e31821b00b0
- Aragão, F., Moreira, H., Gabriel, R., & Abrantes, C. (2013). The upper limit of the cardiorespiratory training zone (40–84%HRR) is overestimated for postmenopausal women. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 16(6), 571-576. doi: 10.1016/j.jsams.2012.12.008
- Auvinet, B., Berrut, G., Touzard, C., Moutel, L., Collet, N., Chaleil, D., & Barrey, E. (2002). Reference data for normal subjects obtained with an accelerometric device. *Gait and Posture*, 16(2), 124-134. doi: 10.1016/S0966-6362(01)00203-X
- Baber, R., Panay, N., & Fenton, A. t. I. W. G. (2016). 2016 IMS Recommendations on women's midlife health and menopause hormone therapy. *Climacteric*, 19(2), 109-150. doi: 10.3109/13697137.2015.1129166

- Becofsky, K., Sui, X., Lee, D., Wilcox, S., Zhang, J., & Blair, S. (2015). A prospective study of fitness, fatness, and depressive symptoms. *American Journal of Epidemiology*, *181*(5), 311-320. doi: 10.1093/aje/kwu330
- Biospace. (2004). *Inbody 720, the precision body composition analyser: user's manual*. Seoul: Biospace Co., Ltd.
- Bouchard, D., McGuire, K., Davidson, L., & Ross, R. (2011). Cardiorespiratory fitness, obesity, and functional limitation in older adults. *Journal of Aging & Physical Activity*, *19*(4), 336-346.
- Bugané, F., Benedetti, M., Casadio, G., Attala, S., Biagi, F., Manca, M., & Leardini, A. (2012). Estimation of spatial-temporal gait parameters in level walking based on a single accelerometer: validation on normal subjects by standard gait analysis. *Computer Methods and Programs in Biomedicine*, *108*(1), 129-137. doi: 10.1016/j.cmpb.2012.02.003
- Caban-Martinez, A., Courtney, T., Chang, W., Lombardi, D., Huang, Y., Brennan, M., . . . Verma, S. (2015). Leisure-time physical activity, falls, and fall injuries in middle-aged adults. *American Journal of Preventive Medicine*, *49*(6), 888-901. doi: 10.1016/j.amepre.2015.05.022
- Cadore, E., & Izquierdo, M. (2013). How to simultaneously optimize muscle strength, power, functional capacity, and cardiovascular gains in the elderly: an update. *Age*, *35*(6), 2329-2344. doi: 10.1007/s11357-012-9503-x
- Canhão, H., Ferreira, R., Costa, L., Romeu, J., Fonseca, J., Branco, J., & Barros, H. (2006). Valores de referência para uma população urbana Portuguesa de avaliação quantitativa por ultrasons do calcâneo. *Ata Reumatológica Portuguesa*, *31*(1), 65-73.
- Castelo-Branco, C. (2009). Clinical aspects and relationship between weight gain, obesity and menopause. *Maturitas*, *63*, Supplement 1(0), S19. doi: 10.1016/S0378-5122(09)70075-1
- Choi, J., & Pai, S. (2003). Bone mineral density correlates strongly with basal metabolic rate in postmenopausal women. *Clinica Chimica Acta*, *333*(1), 79-84. doi: 10.1016/S0009-8981(03)00190-6
- Chumlea, W., & Sun, S. (2005). Bioelectrical impedance analysis. In S. Heymsfield, T. Lohman, Z. Wang & S. Going (Eds.), *Human Body Composition* (pp. 79-88). Champaign: Human Kinetics.
- Cunningham, J. (1991). Body composition as a determinant of energy expenditure: a synthetic review and a proposed general prediction equation. *American Journal of Clinical Nutrition*, *54*(6), 963-969.
- Daan, N., & Fauser, B. (2015). Menopause prediction and potential implications. *Maturitas*, *82*(3), 257-265. doi: 10.1016/j.maturitas.2015.07.019.
- Després, J., & Lamarche, B. (1993). Effects of diet and physical activity on adiposity and body fat distribution: implications for the prevention of cardiovascular disease. *Nutrition Research Reviews*, *6*(1), 137-159. doi: 10.1079/NRR19930010
- Dijk, G., Kavousi, M., Troup, J., & Franco, O. (2015). Health issues for menopausal women: the top 11 conditions have common solutions. *Maturitas*, *80*(1), 24-30. doi: 10.1016/j.maturitas.2014.09.013
- Diniz, T., Christofaro, D., dos Santos, V., Viezel, J., Buonani, C., Rossi, F., & Junior, I. (2015). Practice of moderate physical activity can attenuate the loss of lean body mass in menopausal women. *Motricidade*, *11*(1), 151-159 doi: 10.6063/motricidade.3727

- Eldeeb, A., & Khodair, A. (2014). Three-dimensional analysis of gait in postmenopausal women with low bone mineral density. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*, *11*(1), 55. doi: 10.1186/1743-0003-11-55
- Faubion, S., Kuble, C., Shuster, L., & Rocca, W. (2015). Long-term health consequences of premature or early menopause and considerations for management. *Climacteric*, *18*(4), 483-491. doi: 10.3109/13697137.2015.1020484
- Ferrara, C., Lynch, N., Nicklas, B., Ryan, A., & Berman, D. (2002). Differences in adipose tissue metabolism between postmenopausal and perimenopausal women. *Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, *87*(9), 4166-4170. doi: 10.1210/jc.2001-012034
- Fortaleza, A., Rossi, F., Buonani, C., Fregonesi, C., Neves, L., Diniz, T., & Júnior, I. (2014). Gordura corporal total e do tronco e o desempenho da marcha em mulheres na menopausa. *Revista Brasileira de Ginecologia e Obstetrícia*, *36*(4), 176-181. doi: 10.1590/S0100-7203201400040003
- Fried, L., Tangen, C., Walston, J., Newman, A., Hirsch, C., Gottdiener, J., . . . McBurnie, M. (2001). Frailty in older adults: evidence for a phenotype. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, *56*(3), M146-M157. doi: 10.1093/gerona/56.3.M146
- Fürstenberg, A., & Davenport, A. (2011). Comparison of multifrequency bioelectrical impedance analysis and dual-energy X-ray absorptiometry assessments in outpatient hemodialysis patients. *American Journal of Kidney Diseases*, *57*(1), 123-129. doi: 10.1053/j.ajkd.2010.05.022
- Gába, A., & Přidalová, M. (2014). Age-related changes in body composition in a sample of Czech women aged 18–89 years: a cross-sectional study. *European Journal of Nutrition*, *53*(1), 167-176. doi: 10.1007/s00394-013-0514-x
- Gibson, A., Holmes, J., Desautels, R., Edmonds, L., & Nuudi, L. (2008). Ability of new octapolar bioimpedance spectroscopy analyzers to predict 4-component-model percentage body fat in Hispanic, black, and white adults. *American Journal of Clinical Nutrition*, *87*(2), 332-338.
- Grabiner, M., Koh, T., Lundin, T., & Jahnigen, D. (1993). Kinematics of recovery from a stumble. *Journal of Gerontology*, *48*(3), 97-102. doi: 10.1093/geronj/48.3.M97
- Guo, W., Bradbury, K., Reeves, G., & Key, T. (2015). Physical activity in relation to body size and composition in women in UK Biobank. *Annals of Epidemiology*, *25*(6), 406-413. doi: 10.1016/j.annepidem.2015.01.015
- Harlow, S., Gass, M., Hall, J., Lobo, R., Maki, P., Rebar, R., . . . Villiers, T. (2012). Executive summary of the stages of reproductive aging workshop + 10: addressing the unfinished agenda of staging reproductive aging. *Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, *97*(4), 1159-1168. doi: 10.1210/jc.2011-3362
- Hartmann, A., Murer, K., Bie, R., & Bruin, E. (2009). Reproducibility of spatio-temporal gait parameters under different conditions in older adults using a trunk tri-axial accelerometer system. *Gait & Posture*, *30*(3), 351-355. doi: 10.1016/j.gaitpost.2009.06.008
- Hollman, J., Watkins, M., Imhoff, A., Braun, C., Akervik, K., & Ness, D. (2016). A comparison of variability in spatiotemporal gait parameters between treadmill and overground walking conditions. *Gait & Posture*, *43*(1), 204-209. doi: 10.1016/j.gaitpost.2015.09.024

- Hubbard, R., & Ng, K. (2015). Australian and New Zealand Society for Geriatric Medicine: position statement - frailty in older people. *Australasian Journal on Ageing*, 34(1), 68-73. doi: 10.1111/ajag.12195
- Inman, V., Ralston, H., & Todd, F. (1981). Human walking. *Ergonomics*, 24(12), 969-976.
- Janssen, I., Heymsfield, S., & Ross, R. (2002). Low relative skeletal muscle mass (sarcopenia) in older persons is associated with functional impairment and physical disability. *Journal of the American Geriatrics Society*, 50(5), 889-896. doi: 10.1046/j.1532-5415.2002.50216.x
- Jaspers, L., Daan, N., Dijk, G., Gazibara, T., Muka, T., Wen, K., . . . Kavousi, M. (2015). Health in middle-aged and elderly women: a conceptual framework for healthy menopause. *Maturitas*, 81(1), 93-98. doi: 10.1016/j.maturitas.2015.02.010
- Kim, J., Gong, W., & Hwang, B. (2011). The effects of resistivity and stability-combined exercise for lumbar muscles on strength, cross-sectional area and balance ability: exercises for prevention of lower back pain. *Journal of Physical Therapy Science*, 23(2), 247-250. doi: 10.1589/jpts.23.247
- Kim, N., Kim, J., Wang, J., Park, J., & Choi, J. (2015). The effects of isometric trunk exercises and dynamic trunk exercises on gait in elderly people. *Journal of Physical Therapy Science*, 27(6), 1685-1689 doi: 10.1589/jpts.27.1685
- Klenk, J., Kerse, N., Rapp, K., Nikolaus, T., Becker, C., Rothenbacher, D., . . . Denking, M. (2015). Physical activity and different concepts of fall risk estimation in older people: results of the ActiFE-Ulm study. *PLoS ONE*, 10(6), 1-11. doi: 10.1371/journal.pone.0129098
- König, N., Singh, N., Beckerath, J., Janke, L., & Taylor, W. (2014). Is gait variability reliable? an assessment of spatio-temporal parameters of gait variability during continuous overground walking. *Gait & Posture*, 39(1), 615-617. doi: 10.1016/j.gaitpost.2013.06.014
- Lee, E., Kim, D., Yoo, S., Kim, K., & Lee, S. (2010). Association of visceral fat area measured by InBody 720 with the results measured by CT, DEXA and anthropometric measurement. *Korean Journal of Family Medicine*, 31(3), 190-197. doi: 10.4082/kjfm.2010.31.3.190
- Ling, C., Craen, A., Slagboom, P., Gunn, D., Stokkel, M., Westendorp, R., & Maier, A. (2011). Accuracy of direct segmental multi-frequency bioimpedance analysis in the assessment of total body and segmental body composition in middle-aged adult population. *Clinical Nutrition*, 30(5), 610-615. doi: 10.1016/j.clnu.2011.04.001
- Lohman, T., & Going, S. (1998). Assessment of body composition and energy balance. In D. Lamb & R. Murray (Eds.), *Exercise, nutrition, and control of body weight* (pp. 61-99). Carmel, IN: Cooper Publishing Group.
- Manikowska, F., Hojan, K., Chen, P., Jozwiak, M., & Jozwiak, A. (2013). The gait pattern in post-menopausal women. Pilot study. *Ortopedia Traumatologia Rehabilitacja*, 15(6), 575-583. doi: 10.5604/15093492.1091513
- Martin, A., Carter, J., Hendy, K., & Malina, R. (1988). Segment lengths. In T. Lohman, A. Roche & R. Martorell (Eds.), *Anthropometric standardization reference manual* (pp. 9-26). Champaign: Human Kinetics.
- Mastorakos, G., Valsamakis, G., Paltoglou, G., & Creatsas, G. (2010). Management of obesity in menopause: diet, exercise, pharmacotherapy and bariatric surgery. *Maturitas*, 65(3), 219-224. doi: 10.1016/j.maturitas.2009.12.003

- McAuley, P., & Beavers, K. (2014). Contribution of cardiorespiratory fitness to the obesity paradox. *Progress in Cardiovascular Diseases*, 56(4), 434-440. doi: 10.1016/j.pcad.2013.09.006
- Mills, P., Barrett, R., & Morrison, S. (2008). Toe clearance variability during walking in young and elderly men. *Gait & Posture*, 28(1), 101-107. doi: 10.1016/j.gaitpost.2007.10.006
- Ming-Chien, C., James, C., Sawyer, S., Brismée, J., Xu, K., Poklikuha, G., . . . Chwan-Li, S. (2010). Effects of tai chi exercise on posturography, gait, physical function and quality of life in postmenopausal women with osteopaenia: a randomized clinical study. *Clinical Rehabilitation*, 24(12), 1080-1090. doi: 10.1177/0269215510375902
- Miyatake, N., Tanakai, A., Eguchi, M., Miyachi, M., Tabata, I., & Numata, T. (2009). Reference data of multi frequencies bioelectric impedance method in Japanese. *Anti-Aging Medicine*, 6(3), 10-14. doi: 10.3793/jaam.6.10
- Montero-Odasso, M., Muir, S., Hall, M., Doherty, T., Klooseck, M., Beauchet, O., & Speechley, M. (2011). Gait variability is associated with frailty in community-dwelling older adults. *The Journals of Gerontology Series A*, 66A(5), 568-576. doi: 10.1093/gerona/glr007
- Moreira, B., Sampaio, R., & Kirkwood, R. (2015). Spatiotemporal gait parameters and recurrent falls in community-dwelling elderly women: a prospective study. *Brazilian Journal of Physical Therapy*, 19(1), 61-69. doi: 10.1590/bjpt-rbf.2014.0067
- Moreira, H. (2004). Influência do exercício físico no risco cardiovascular e na aptidão física e funcional de mulheres pós-menopáusicas. (Projeto Ref^a POCI/DES/59049/2004). Vila Real.
- Mortaza, N., Abu Osman, N., & Mehdikhani, N. (2014). Are the spatio-temporal parameters of gait capable of distinguishing a faller from a non-faller elderly? *European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine*, 50(6), 677-691.
- Newman, P. (2012). *Kinesiology of the musculoskeletal system foundation for physical rehabilitation*. St. Louis, Missouri: Mosby Elsevier.
- Noale, M., Maggi, S., Gonnelli, S., Limongi, F., Zanoni, S., Zambon, S., . . . Crepaldi, G. (2012). Quantitative ultrasound criteria for risk stratification in clinical practice: a comparative assessment. *Ultrasound in Medicine & Biology*, 38(7), 1138-1144. doi: 10.1016/j.ultrasmedbio.2012.02.022
- Ogawa, H., Fujitani, K., Tsujinaka, T., Imanishi, K., Shirakata, H., Kantani, A., . . . Utsumi, S. (2011). InBody 720 as a new method of evaluating visceral obesity. *Hepatogastroenterology*, 58(105), 42-44.
- Palmer, C., Van Emmerik, R., & Hamill, J. (2012). Ecological gait dynamics: stability, variability and optimal design. *Footwear Science*, 4(2), 167-182. doi: 10.1080/19424280.2012.666271
- Park, H., Kim, K., Komatsu, T., Park, S., & Mutoh, Y. (2008). Effect of combined exercise training on bone, body balance, and gait ability: a randomized controlled study in community-dwelling elderly women. *Journal of Bone and Mineral Metabolism*, 26(3), 254-259. doi: 10.1007/s00774-007-0819-z
- Perez, K., & Garber, C. (2011). Exercise prescription for the menopausal years: promoting and enhancing well-being. *ACSM's Health & Fitness Journal*, 15(3), 8-14. doi: 10.1249/FIT.0b013e3182160f2f
- Pescatello, L. (2014). *ACSM's guidelines for exercise testing and prescription* (Nineth Edition ed.). Philadelphia: Lippincott William & Wilkins.

- Pestana, M., & Gageiro, J. (2014). *Análise de dados para ciências sociais: a complementaridade do SPSS*. Lisboa: Edições Sílabo.
- Poehlman, E. T. (2002). Menopause, energy expenditure, and body composition. *Acta Obstetrica et Gynecologica Scandinavica*, 81(7), 603-611. doi: 10.1034/j.1600-0412.2002.810705.x
- Pollock, M., Gaesser, G., Butcher, J., Després, J., Dishman, R., Franklin, B., & Garber, C. (1998). ACSM position stand: the recommended quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory and muscular fitness, and flexibility in healthy adults. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 30(6), 975-991. doi: 10.1097/00005768-199806000-00032
- Prince, F., Corriveau, H., Hebert, R., & Winter, D. A. (1997). Gait in the elderly. *Gait & Posture*, 5(2), 128-135.
- Quirino, M., Modesto-Filho, J., de Lima Vale, S., Alves, C., Leite, L., & Brandão-Neto, J. (2012). Influence of basal energy expenditure and body composition on bone mineral density in postmenopausal women. *International Journal of General Medicine*, 5, 909-915. doi: 10.2147/IJGM.S36823
- Riva, F., Bisi, M., & Stagni, R. (2014). Gait variability and stability measures: minimum number of strides and within-session reliability. *Computers in Biology and Medicine*, 50(0), 9-13. doi: 10.1016/j.combiomed.2014.04.001
- Sakazaki, T., Koike, T., Yanagimoto, Y., & Oshida, Y. (2012). Association between gait speed and bone strength in community-dwelling postmenopausal Japanese women. *Environmental Health and Preventive Medicine*, 17(5), 394-400. doi: 10.1007/s12199-012-0267-9
- Schwenk, M., Howe, C., Saleh, A., Mohler, J., Grewal, G., Armstrong, D., & Najafi, B. (2014). Frailty and technology: a systematic review of gait analysis in those with frailty. *Gerontology*, 60(1), 79-89. doi: 10.1159/000354211
- Sibley, K., Tang, A., Patterson, K., Brooks, D., & McIlroy, W. (2009). Changes in spatiotemporal gait variables over time during a test of functional capacity after stroke. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*, 6(1), 27-27. doi: 10.1186/1743-0003-6-27
- Sun, W., Watanabe, M., Tanimoto, Y., Kono, R., Saito, M., Hirota, C., & Kono, K. (2009). Assessment of the best gait parameter in relation to bone status in community-dwelling young-old and old-old women in Japan. *Archives of Gerontology and Geriatrics*, 49(1), 158-161. doi: 10.1016/j.archger.2008.06.008
- Tchernof, A., Desmeules, A., Richard, C., Laberge, P., Daris, M., Mailloux, J., . . . Dupont, P. (2004). Ovarian hormone status and abdominal visceral adipose tissue metabolism. *Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, 89(7), 3425-3430. doi: 10.1210/jc.2003-031561
- Teede, H., Lombard, C., & Deeks, A. (2010). Obesity, metabolic complications and the menopause: an opportunity for prevention. *Climacteric*, 13(3), 203-209. doi: 10.3109/13697130903296909
- Tudor-Locke, C., Swift, D., Schuna, J., Dragg, A., Davis, A., Martin, C., . . . Church, T. (2014). WalkMore: a randomized controlled trial of pedometer-based interventions differing on intensity messages. *BioMed Central Public Health*, 14(1), 168. doi: 10.1186/1471-2458-14-168
- Turner, C. (1998). Three rules for bone adaptation to mechanical stimuli. *Bone*, 23(5), 399-407. doi: 10.1016/S8756-3282(98)00118-5
- Turner, C. (2006). Bone strength: current concepts. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1068(1), 429-446. doi: 10.1196/annals.1346.039

- Vallance, J., Murray, T., Johnson, S., & Elavsky, S. (2011). Understanding physical activity intentions and behavior in postmenopausal women: an application of the theory of planned behavior. *International Journal of Behavioral Medicine, 18*(2), 139-149. doi: 10.1007/s12529-010-9100-2
- Völgyi, E., Tylavsky, F., Lyytikäinen, A., Suominen, H., Alén, M., & Cheng, S. (2008). Assessing body composition with DXA and bioimpedance: effects of obesity, physical activity, and age. *Obesity, 16*(3), 700-770. doi: 10.1038/oby.2007.94
- Weuve, J., Kang, J., Manson, J., Breteler, M., Ware, J., & Grodstein, F. (2004). Physical activity, including walking, and cognitive function in older women. *JAMA, 292*(12), 1454-1461. doi: 10.1001/jama.292.12.1454
- Williams, P., & Thompson, P. (2013). Walking versus running for hypertension, cholesterol, and diabetes mellitus risk reduction. *Arteriosclerosis, Thrombosis and Vascular Biology, 33*(5), 1085–1091. doi: 10.1161/ATVBAHA.112.300878
- Winter, D., Patla, A., Frank, J., & Walt, S. (1990). Biomechanical walking pattern changes in the fit and healthy elderly. *Physical Therapy, 70*(6), 340-347.
- WMA. (2013). WMA Declaration of Helsinki: ethical principles for medical research involving human subjects. Fortaleza: World Medical Association.
- Woo, J., Ho, S., & Yu, A. (1999). Walking speed and stride length predicts 36 months dependency, mortality, and institutionalization in Chinese aged 70 and older. *Journal of the American Geriatrics Society, 47*(10), 1257-1260 doi: 10.1111/j.1532-5415.1999.tb05209.x
- Yu, J. (2015). The etiology and exercise implications of sarcopenia in the elderly. *International Journal of Nursing Sciences, 2* (2), 199-203. doi: 10.1016/j.ijnss.2015.04.010
- Zijlstra, A., Bruin, E., Bruins, N., & Zijlstra, W. (2008). The step length-frequency relationship in physically active community-dwelling older women. *European Journal of Applied Physiology, 104-111*(3), 427. doi: 10.1007/s00421-008-0795-6