UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE MEDICINA DE RIBEIRÃO PRETO
DEPARTAMENTO DE CLÍNICA MÉDICA

FERNANDA PINHEIRO AMADOR DOS SANTOS PESSANHA

*Efeitos da interrupção do tempo sentado prolongado na resposta glicêmica e
insulinêmica de mulheres idosas*

Ribeirão Preto

2018

FERNANDA PINHEIRO AMADOR DOS SANTOS PESSANHA

*Efeitos da interrupção do tempo sentado prolongado na resposta glicêmica e
insulinêmica de mulheres idosas*

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação do
Departamento de Clínica Médica da Faculdade de
Medicina de Ribeirão Preto – Universidade de São
Paulo - como requisito parcial à obtenção do título de
doutora em Ciências Médicas.

Área de concentração: Investigação Biomédica

Orientador: Prof. Dr. Eduardo Ferriolli

Ribeirão Preto

2018

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Pessanha, Fernanda Pinheiro Amador dos Santos
Efeitos da interrupção do tempo sentado prolongado na resposta glicêmica e insulinêmica de mulheres idosas. Ribeirão Preto, 2018.

127 p. : il. ; 30 cm

Tese de doutorado apresentada à Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto/USP. Área de concentração: Investigação Biomédica.
Orientador: Ferriolli, Eduardo.

1. Glicemia. 2. Insulina. 3. Comportamento sedentário. 4. Inatividade. 5. Idosos.

FOLHA DE APROVAÇÃO

PESSANHA, Fernanda Pinheiro Amador dos Santos. **Efeitos da interrupção do tempo sentido prolongado na resposta glicêmica e insulinêmica de mulheres idosas.** Tese apresentada à Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo- Ribeirão Preto para obtenção do título de Doutor em Ciências Médicas.

Aprovado em:

Banca Examinadora

Prof. Dr. _____ Instituição: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

Prof. Dr. _____ Instituição: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

Prof. Dr. _____ Instituição: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

Prof. Dr. _____ Instituição: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

Prof. Dr. _____ Instituição: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

Dedicatória

**Ao meu filho,
GUSTAVO AMADOR DOS SANTOS PESSANHA,
por me fazer descobrir o maior amor do mundo,
o amor de mãe.**

**E a minha sobrinha HELENA AMADOR GALLEAZO VILLELA
por me fazer aprender o poder do amor e da união.
Você será para sempre luz em nossas vidas.**

Agradecimentos

À **Deus** e aos meus amigos protetores por colocarem luz em minha vida, por me guiarem e por colocarem em meu caminho pessoas tão especiais e importantes nessa jornada!

Ao meu orientador **Eduardo Ferrioli**, pelo direcionamento, suporte e pela amizade! Obrigada por acreditar no meu trabalho e por me fazer alçar voos para lugares aos quais jamais imaginei chegar. Seu apoio e incentivo foram fundamentais para que eu me tornasse não apenas uma profissional, mas também, um ser humano mais seguro e corajoso. Você foi essencial na abertura dos meus horizontes profissionais e de vida! Serei eternamente grata!

Aos meus pais **Auromar e Helena** por todo o apoio durante essa jornada e durante todas as jornadas da minha vida. Vocês me possibilitaram por meio do amor e da educação que me deram traçar os caminhos que desejei de maneira responsável e integra. Além disso, estiveram ao meu lado nos momentos mais difíceis me dando a tranquilidade e o suporte que eu necessitava. Amo vocês e agradeço a Deus por tê-los como pais. À minha irmã **Renata** pelo incentivo e amizade de sempre! Por se fazer presente mesmo de longe em cada conquista e por me dar força e apoio para vencer os desafios que surgiram! Amo você!

Ao meu marido **Bruno Pessanha**, pelo amor, companheirismo e pela amizade. Essa caminhada, certamente, foi mais leve e mais feliz ao seu lado. Obrigada por seu apoio, paciência e por estar ao meu lado em todas as minhas decisões. Obrigada por me fazer feliz e por me dar o maior presente de nossas vidas. Te amo muito!

Aos meus avós **Léa e Manoel**, alicerces da nossa família e exemplos maior de sabedoria, amor e tolerância! A todos os meus **familiares**, que tanto me deram segurança de que eu era capaz e que tanto torceram pelo meu sucesso!

A **Priscila Fassini**, minha querida amiga por compartilhar os momentos de tensão, pela amizade e suporte, pela ajuda na coleta e por me fazer valorizar todas as pequenas conquistas! Te adoro muito!

A **Karina Pfrimer** pelos conselhos, pelo exemplo de dedicação, pela amizade e carinho! Você é um exemplo para mim!

Não poderia, jamais, deixar de agradecer a duas pessoas que foram essenciais para a realização desse trabalho: **Natália Maira da Cruz Alves e Tatiane de Lopes Pontes**. Vocês merecem todo o mérito do encerramento desse projeto. Obrigada por formarem a melhor equipe que eu poderia ter, por participarem da coleta dos meus dados com toda a energia e disposição que poderiam doar, por acordarem comigo às 5 horas da manhã com o sorriso no rosto e sem nunca reclamar. Obrigada por serem o meu braço direito e esquerdo durante todo esse processo! Sem vocês nada seria possível. Vocês foram mais que profissionais competentes, vocês foram amigas indescritíveis! Esse trabalho é NOSSO!

A **cada uma das minhas voluntárias** por sua imensa disponibilidade, carinho oferecido e comprometimento com o meu trabalho. Nossos caminhos se cruzaram e vocês estarão para sempre em minha vida!

A **Vivianne Rêis Bertonsello Catto** por toda sua atenção, disponibilidade em ajudar e carinho, sua ajuda foi essencial. As **funcionárias da cozinha da Unidade de Pesquisa Clínica/UPC** pela ajuda e disposição.

As **enfermeiras e técnicas de enfermagem da UPC** pela disposição e pelo excelente trabalho prestado. A **equipe do laboratório da UPC** por toda a simpatia e disponibilidade.

A Profa. **Maria Cristina Freitas Foss** por toda sua atenção, suporte científico e conhecimento compartilhado. Aos **Técnicos do Laboratório de Endocrinologia Sebastião, Priscila e Mioko**, por toda paciência, trabalho dispendido e colaboração. Vocês foram fundamentais para o andamento desse projeto.

Aos professores **Júlio César Moriguti e Nereida Kilza da Costa Lima** pelos ensinamentos e pela disponibilidade de sempre!

Aos **funcionários e secretários da FMRP** e pós-graduação pela boa vontade, competência e solicitude!

Obrigada a todos, não há palavras para expressar o quão grata eu sou a vocês!

Epigrafe

*“We are the silver lining
in any and every dark cloud
we could ever find.
There is no need to go looking
for the light when you bring it with you”.*

Tyler Knott Gregson

Resumo

PESSANHA, F. P. A. S. Efeitos da interrupção do tempo sentado prolongado na resposta glicêmica e insulinêmica de mulheres idosas. 2018. 127 f. Tese (Doutorado) – Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2018.

Objetivo: avaliar, em mulheres idosas, os efeitos agudos do tempo sentado prolongado (TSP) de 5 horas na curva glicêmica e insulinêmica e comparar com os efeitos de diferentes padrões de interrupção do TSP por meio de atividade física (AF), nestes mesmos marcadores. **Materiais e Métodos:** participaram do estudo mulheres, com idade ≥ 65 anos, não obesas e não diabéticas. As voluntárias realizaram uma pré-avaliação na qual foram analisadas variáveis clínicas, antropométricas e padrão de AF espontânea. Em seguida, foram propostas 4 diferentes fases de intervenção. 1) **TSP:** composto por 300 minutos ininterruptos na postura sentada; 2) **Intensidade Leve e Curta Duração (ILCD):** TSP interrompido a cada 20 minutos por 2 minutos de AF de baixa intensidade (50 a 60% da FC máx prevista para a idade); 3) **Intensidade Moderada e Curta Duração (IMCD):** TSP interrompido a cada 20 minutos por 2 minutos de AF de moderada intensidade (65 a 75% da FC máx prevista para a idade); 4) **Intensidade Moderada e Longa Duração (IMLD):** TSP interrompido a cada 75 minutos por 10 minutos de AF de moderada intensidade (65 a 75% da FC máx prevista para a idade). As áreas sob a curva (ASC) glicêmica e insulinêmica foram verificadas por meio de coleta seriada de sangue, após a ingestão de refeição padrão e calculada pelo método do trapézio. Para as comparações entre os grupos foi proposto o modelo de regressão linear com efeitos mistos e controlado para idade, peso e classificação de NAF. **Resultados:** 16 idosas da comunidade com média de $69,2 \pm 4$ anos participaram do estudo. Na fase pré-avaliação as voluntárias passaram cerca de 9 horas/dia em posturas sedentárias. O TSP foi a fase de intervenção que apresentou os maiores valores de ASC de glicemia e insulina ($555,9 \pm 75,4$ mg / dl) e ($220,1 \pm 76,2$ μ IU/mL), respectivamente. As fases de interrupção do TSP apresentaram menores valores de ASC de glicemia (ILCD: $514,0 \pm 55,1$; IMCD: $531,7 \pm 69,1$; IMLD: $530,0 \pm 45,5$ mg/dl) e insulina (ILCD: $155,0 \pm 53,1$; IMCD: $169,5 \pm 81,7$; IMLD: $164,9 \pm 54,4$ μ IU/mL) em comparação com a fase de TSP ($p < 0,05$). No entanto, quando comparadas entre si, não houve diferença entre as fases ILCD, IMCD e IMLD ($p > 0,05$). **Conclusão:** o TSP foi relacionado a piora dos níveis de glicemia e insulinemia, enquanto a interrupção por meio de AF de intensidade leve ou moderada, de curta ou longa duração mostraram-se potenciais estratégias de redução desses marcadores de risco cardiovascular. Nenhum padrão de interrupção mostrou-se significativamente superior ao outro, sendo interrupções de curta duração e leve intensidade eficazes na redução dos níveis da ASC glicêmica e insulinêmica.

Palavras-Chave: idosos, glicemia, insulina, comportamento sedentário.

Abstract

PESSANHA, F. P. A. S. **Effects of breaking up prolonged sitting on postprandial glucose and insulin responses of older women.**2018. 127 f. Tese (Doutorado) – Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2018.

Objective: assess the acute effects of uninterrupted sitting time compared to sitting interrupted by physical activity (PA) bouts (light and moderate intensity, short and long duration) in relation to blood glucose and insulin responses, in older women. **Subjects and Methods:** community- dwelling women aged ≥ 65 years, non-obese and non-diabetic. The volunteers performed a pre-evaluation in which clinical, anthropometric and spontaneous PA patterns were analysed. Four different phases of intervention were proposed. 1) *Uninterrupted sitting*: 300 minutes in sitting posture 2) *Sitting + 2 min Light Breaks*: sitting time break every 20 minutes for 2 minutes of low intensity PA (50 to 60% of predicted HR max for age). 3) *Sitting + 2 min Moderate Breaks*: sitting time break every 20 minutes for 2 minutes of moderate intensity PA (65 to 75% of predicted HR max for age). 4) *Sitting + 10 min Moderate Breaks*: sitting time break every 75 minutes for 10 minutes of moderate intensity PA (65 to 75% of predicted HR max for age). The glucose and insulin area under curve were verified by serial blood collection after the ingestion of a standard meal. **Results:** 16 older women, aged 69 ± 4 years were evaluated. In the pre-evaluation phase the volunteers spent about 9 hours / day in sedentary postures. The participants had lower values of blood glucose AUC during interrupted sitting time (*2 min light* 514.0 ± 55.1 vs *2 min moderate* 531.7 ± 69.1 vs *10 min moderate* 530.0 ± 45.5 mg / dl) and of insulin AUC (*2 min light* 155.0 ± 53.1 vs *2 min moderate* 169.5 ± 81.7 vs *10 min moderate* 164.9 ± 54.4 μ UI / mL) when compared to the uninterrupted phase (555.9 ± 75.4 mg / dl, 220.1 ± 76.2) ($p < 0.05$). There was no significant differences between the different interruption patterns physical ($p > 0.05$).

Conclusion: Uninterrupted sitting was associated with worsening blood glucose and insulin response, while breaking up prolonged sitting by bouts of short or long duration, light or moderate intensity showed to be potential strategies for improving blood glucose and insulin responses to a meal. No interruption pattern was found to be better than other, with even short breaks of light intensity being effective in reducing blood glucose and insulin levels.

Keywords: elderly, sedentary behaviour, glucose, insulin.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Características sócio demográficas da amostra n=16.	61
Tabela 2. Características clínicas e Auto Percepção de Saúde da amostra n=16.	62
Tabela 3. Características antropométricas, físicas e funcionais da amostra n=16.	63
Tabela 4. Perfil de atividade física espontânea da amostra n=16.	63
Tabela 5. Perfil de saúde da amostra segundo exames laboratoriais n=16	64
Tabela 6. Correlação entre variáveis clínicas, antropométricas, físicas e funcionais da amostra n=16.	65
Tabela 7. Comparação dos valores médios e quartis da área sob a curva de 5 horas de resposta glicêmica (ASC glicemia) da fase de TSP e fases de intervenção com AF (mg/dl) n=16.	66
Tabela 8. Comparação entre as diferentes fases de intervenção por meio da estimativa média de diferença e IC em relação aos valores de curva glicêmica de 5 horas (ASC 5 horas) n=16.	67
Tabela 9. Comparação dos valores médios e quartis da fase da área sob a curva de 5 horas de resposta insulínica (ASC insulínica) da fase de TSP e fases de intervenção com AF (μ IU/mL) n=16.	68
Tabela 10. Comparação entre as diferentes fases de intervenção por meio da estimativa média de diferença e IC em relação aos valores de curva insulinêmica de 5 horas (ASC 5 horas) n=16.	69

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Gráfico de distribuição (Box plot) dos valores de área sob a curva dos níveis de glicemia nas diferentes fases de intervenção.	67
Gráfico 2. Gráfico de distribuição (Box plot) dos valores de área sob a curva dos níveis de insulina nas diferentes fases de intervenção.	69
Gráfico 3. Representação gráfica das curvas de glicemia nos diferentes tempos de coleta (-30, Basal, 30, 60, 120, 180, 240 e 300 min) para as diferentes fases de intervenção.	70
Gráfico 4. Representação gráfica das curvas de insulina nos diferentes tempos de coleta (-30, Basal, 30, 60, 120, 180, 240 e 300 min) para as diferentes fases de intervenção.	71

LISTA DE FLUXOGRAMAS

Fluxograma 1. Seleção da amostra e coleta de dados	44
Fluxograma 2. Triagem, critérios de não inclusão, exclusão e seleção da amostra. n=16.	60

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Isocinético para avaliação da força muscular de flexores e extensores de joelho; Biodex 4 Pro, Biodex®, USA.	47
Figura 2. Dinamômetro hidráulico manual para avaliação da força muscular do membro superior e posicionamento sugerido pela ASHT; Saehan® Sh5001, Coreia	48
Figura 3. Acelerômetro triaxial; ActivPAL®, Glasgow, UK.	49
Figura 4. Padrão de visualização do acelerômetro triaxial; ActivPAL®, Glasgow, UK. Diferenciação das posturas sentadas/deitada, em pé e caminhado, estipulado por dia e minutos.	49
Figura 5.1. Ilustração da fase de intervenção do TSP.	53
Figura 5.2. Ilustração das fases de intervenção ILCD e IMCD.	53
Figura 5.3. Ilustração da fase de intervenção IMLD.	54
Figura 6.1. Representação dos dados registrados pelo monitor de AF, Activpal®, das intervenções de interrupção do TSP: ILCD e IMCD.	55
Figura 6.2. Representação dos dados registrados pelo monitor de AF, Activpal®, das intervenções de interrupção do TSP: ILCD e IMCD.	55

LISTA DE ABREVIATURAS

AF	Atividade Física
AIVD	Atividades Instrumentais de Vida Diária
AMPK	Proteína quinase dependente de AMP
ANOVA	Análise de variância
APS	Auto Percepção de Saúde
ASC	Área sob a curva
ASTH	American Society of Hand Therapists
AVE	Acidente Vascular Encefálico
CB	Circunferência Braquial
CC	Circunferência Cintura
CEP	Comitê de ética em Pesquisa
CIR	Centro Integrado de Reabilitação
Cm	Centímetros
CP	Circunferência da Panturrilha
CQ	Circunferência Quadril
CS	Comportamento Sedentário
DM	Diabetes Mellitus
ES	Effect Size
FC	Frequência Cardíaca
FMRP	Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto
FPM	Força de Preensão Manual
GH	Hormônio de Crescimento
GLUT-4	Transportador de glicose tipo 4
GSK3β	Glicogênio Sintase Quinase 3
H	Hora
HAS	Hipertensão Arterial Sistêmica
HCRP	Hospital das Clínicas de Ribeirão Preto
HDL	High Density Lipoprotein
HOMA- IR	Homeostasis Model Assessment- Insulin Resistance Index
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IC	Intervalo de Confiança
ICQ	Índice Cintura-Quadril
IF	Incontinência Fecal
IF	Índice de Fragmentação
IGF-1	Fator de crescimento de insulina-1
ILCD	Intensidade Leve Curta Duração
IMCD	Intensidade Moderada Curta Duração
IMLD	Intensidade Moderada e Longa Duração
IL-6	Interleucina 6
IMC	Índice de Massa Corporal
ISAK	International Society for Advancement in Kinanthropometry
IU	Incontinência Urinária
Kg	Quilogramas
KgF	Quilograma Força
LDL	Low Density Lipoprotein
LPL	Lipoproteína lipase
m²	metro ao quadrado

MET	Unidade de Equivalente Metabólico
Min	Minuto
MI	Mililitros
MG	Massa Gorda
MLG	Massa Livre de Gordura
mRNA	RNA mensageiro
NAF	Nível de Atividade Física
OMS	Organização Mundial de Saúde
OPAS	Organização Pan-Americana da Saúde
PCR	Proteína C Reativa
RNA	Ácido ribonucleico
SABE	Estudo SABE- Saúde, Bem-estar, Envelhecimento
Seg	Segundo
SM	Salário Mínimo
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
TNF- α	Fator de Necrose Tumoral α
TSH	Hormônio estimulante da tireoide
TSP	Tempo Sentado Prolongado
TUG	Timed Up and Go
UPC	Unidade de Pesquisa Clínica
USP	Universidade de São Paulo
VM	Velocidade de Marcha
μIU/mL	Micro Unidade Internacional por mililitro
mg/dl	Miligramas por decilitro
mmol/L	Milimol por litro

SUMÁRIO

1. <u>INTRODUÇÃO</u>	
1.1 Comportamento Sedentário	
1.1.1 <i>Definição e relevância</i>	23
1.1.2 <i>Comportamento sedentário e Inatividade física: condições distintas</i>	24
1.1.3 <i>Prevalência e fatores determinantes</i>	25
1.1.4 <i>Comportamento sedentário, mortalidade e morbidade</i>	26
1.1.5 <i>Fisiopatologia do Comportamento sedentário</i>	28
1.2 Diabetes Mellitus tipo II em idosos	31
1.3 Comportamento sedentário e risco de Diabetes Mellitus tipo II	33
2. <u>JUSTIFICATIVA</u>	36
3. <u>HIPÓTESES A TESTAR</u>	38
4. <u>OBJETIVOS</u>	40
5. <u>CASUÍSTICA E MÉTODOS</u>	
5.1 Tipo de estudo	42
5.2 Seleção da amostra	42
5.3 Critérios de inclusão, exclusão e não exclusão	42
5.4 Fluxograma da coleta de dados	44
5.5 Coleta de dados	45
5.6 Intervenção	50
5.6.1 <i>Descrição Geral</i>	50
5.6.2 <i>Coleta das amostras de sangue</i>	51
5.6.3 <i>Fases de intervenção</i>	52
5.7 Cálculo amostral	56
6. <u>ANÁLISE ESTATÍSTICA</u>	58
7. <u>RESULTADOS</u>	60
8. <u>DISCUSSÃO</u>	73
9. <u>CONCLUSÕES</u>	87
10. <u>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</u>	89
ANEXOS/APÊNDICES	100/106
ARTIGO	114

1. Introdução

1.1 Comportamento sedentário

1.1.1 Definição e relevância

O comportamento sedentário (CS) é definido como qualquer atividade que envolva um gasto energético entre 1.0 e 1.5 METs (unidade de equivalente metabólico, correspondendo 1 MET ao custo energético de repouso, determinado em termos de absorção de oxigênio como $3,5\text{ml/Kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$) (PATE; O'NEILL; LOBELO, 2008). No entanto, como o termo sedentário deriva do Latim *sedere* = sentar, atualmente propõem-se que não apenas a intensidade do comportamento seja avaliada, mas também a postura. Assim, CS pode ser definido como qualquer atividade que envolva um gasto energético ≤ 1.5 METs sendo o tempo gasto na postura sentada e deitada usualmente utilizados para caracterizar este comportamento (BEHAVIOUR, 2013).

O termo, CS, vem se destacando na última década e ganhando cada vez mais notoriedade. Isso porque, a transição tecnológica e científica vem afetando a sociedade não apenas na forma de produção e trabalho, mas também atinge dimensões e contextos de hábitos de vida, lazer, transporte, cultura e comportamentos de toda uma população (GEELS, 2002). Mais abruptamente, nos últimos 20 anos, o tempo de lazer frente a dispositivos eletrônicos (televisão, computadores e celulares) cresceu drasticamente (OWEN et al., 2010). Esse fato chamou, apenas mais recentemente, a atenção de pesquisadores da saúde que identificaram o aumento do CS como um processo complexo, multifacetário, relacionado a mudanças no padrão de gasto energético e ao surgimento de eventos adversos à saúde (OWEN et al., 2010). Segundo Katzmarzyk (2010), durante anos estivemos paralisados no paradigma único do aumento dos níveis de atividade física (AF) para reduzir os danos do sedentarismo, benefícios estes já claramente elucidados pela ciência e irrefutáveis. Atualmente, o foco de pesquisa e intervenção passou a não ser somente relacionado aos benefícios da prática regular da AF na saúde humana, mas também a redução dos grandes períodos de tempo sentado e deitado ao longo do dia, considerado agora como um novo risco emergente a saúde (KATZMARZYK, 2010).

Além de ter assumindo o papel de um dos principais fatores comportamentais modificáveis relacionados a eventos adversos a saúde e a mortalidade, a diminuição do CS pode ser fator chave para a redução indireta de custos ao sistema de saúde. Análises realizadas na população canadense indicam que a redução do CS e inatividade física poderiam reduzir em aproximadamente 45 milhões de dólares até o ano de 2020 os custos na saúde do país, em

decorrência principalmente da redução indireta de mortes prematuras, eventos cardiovasculares e incapacidade funcional (THE CONFERENCE BOARD CANADA, 2014). Mais precisamente, outro estudo projetou que os custos totais com a saúde são elevados em 126 dólares por cada hora extra gasta na postura sentada (ROSENBERG et al., 2015).

Ainda, recente revisão sistemática indicou que a redução da postura sentada para tempo inferior três horas/dia seria responsável pelo aumento de dois anos na expectativa de vida da população norte-americana (KATZMARZYK; LEE, 2012). Tais projeções e estatísticas ainda não foram estudadas na população brasileira.

1.1.2 Comportamento sedentário e Inatividade física: condições distintas

A inatividade física é termo usado para descrever a insuficiência ou ausência da prática de AF de intensidade moderada ou vigorosa segundo as recomendações sugeridas por grupo etário. Segundo as recomendações atuais da Organização Mundial de Saúde (OMS), pessoas com idade igual ou superior a 65 anos, devem realizar ao menos 150 minutos de atividade física aeróbia de intensidade moderada por semana em períodos de no mínimo 10 minutos de duração (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2010). Para minimizar o equívoco e a utilização indiscriminada dos termos, Tremblay et al. (2010, p.727) sugeriu a seguinte diferenciação:

- **Sedentário:** classe distinta de comportamentos (ex: sentar, assistir televisão, dormir) caracterizados por pequeno movimento físico e baixo gasto energético (≤ 1.5 METs);
- **Comportamento sedentário/ Sedentarismo:** amplo engajamento em comportamentos caracterizados por mínimo movimento, baixo gasto energético e repouso;
- **Fisicamente ativo:** atender as recomendações estabelecidas para atividade física (usualmente reflete em alcançar um estabelecido tempo de atividade moderada a vigorosa por dia);
- **Fisicamente Inativo/ Inatividade Física:** ausência de atividade física, usualmente refletida como a proporção ou quantidade de tempo não engajado em atividades físicas de uma intensidade pré-determinada.

Portanto, por definição, o CS deve ser visto como condição distinta da inatividade física. Além disso, não raro, o mesmo indivíduo pode ser considerado ativo pelos critérios da OMS, porém apresentar elevado CS. Segundo The Conference Board Canada (2014), aproximadamente um terço da população adulta canadense se encaixa no perfil de fisicamente inativos e sedentários, enquanto cerca de 16% da população se enquadraria no perfil não sedentário, porém fisicamente inativo. Outro estudo global estima que 31% da população não segue as recomendações mínimas de AF (HALLAL et al., 2012). Assim, não apenas a definição como também a prevalência dessas duas condições diferem.

A relevância de se diferenciar tais condições não se atém a questões de nomenclatura e na interferência da metodologia empregada em estudos, perfil da população estudada e propostas de intervenções adequadas para cada condição (SEDENTARY BEHAVIOUR RESEARCH NETWORK, 2013), mas também ao fato de que essas duas entidades não se relacionam da mesma forma em relação a saúde (TREMBLAY et al., 2010). Ainda, novos estudos têm demonstrado que o tempo total que um indivíduo passa sentado ou deitado pode ser um indicador mais forte de saúde do que o seu próprio nível de AF (HENSON et al., 2013).

1.1.3 Prevalência e fatores determinantes

Projeções indicam que não apenas a AF continuará em declínio nas próximas décadas como também o aumento do CS está em rápido crescimento em todo o mundo. Particularmente, países como China e Brasil apresentarão as maiores taxas de crescimento do CS uma vez que a revolução industrial aconteceu mais tardiamente nos mesmos (NG; POPKIN, 2012). Ainda segundo essas projeções, o CS do brasileiro em geral deverá passar de 24 horas semanais para 33 horas semanais em 2030, chegando a índices próximos aos de países desenvolvidos (NG; POPKIN, 2012).

A incorporação da mensuração objetiva do CS, por meio de acelerômetros, em contraposição a mensuração subjetiva, por meio do auto relato, identificou que os padrões de CS podem ser ainda mais longos do que se previa anteriormente (HARVEY, 2015).

Os idosos são considerados o grupo etário com maior CS, apresentando padrões de comportamentos sedentários mais longos para todos os domínios, exceto tempo gasto em frente ao computador (HARVEY, 2015). De acordo com recente revisão sistemática, a população idosa passa cerca de 65 a 80% do seu dia ativo em posturas sedentárias (HARVEY; CHASTIN; SKELTON, 2013). Em adultos ocidentais, o tempo gasto nas posturas sentada e deitada varia de 45 a 60% do dia (AADAHL et al., 2014), enquanto as

crianças apresentam menor CS, refletido em cerca de 40% do dia ativo (MATTHEWS et al., 2008). Em termos de horas/dia, o CS avaliado na população norte americana entre os anos de 2003 e 2004, variou de um total de 6 horas/dia em crianças de 6 a 11 anos até quase 9.3 horas/dia em idosos entre 70 e 85 anos de idade (MATTHEWS et al., 2008). Outra recente revisão sistemática que avaliou o CS de idosos de forma objetiva, ou seja, por meio de acelerômetros, verificou que a maior parte dos idosos passa cerca de 8.5 horas/ dia em posturas sedentárias (HARVEY; CHASTIN; SKELTON, 2013). A média do CS avaliada de forma objetiva entre idosos variou de 8.5 a 10.7 horas/dias do dia ativo (HARVEY, 2015).

O maior CS de idosos parece ocorrer em atividades de lazer, associadas a atividades em frente a dispositivos eletrônicos, principalmente televisão. Além disso, ocorrem preferencialmente no período da tarde e em isolamento social (LEASK et al., 2015). A maior prevalência de CS em idosos é explicada pela associação com fatores como limitação funcional, dores, comorbidades, medo de quedas e depressão, mais usuais nesta população.

A prevalência do CS também se difere entre os gêneros. Embora as mulheres apresentem um maior CS na adolescência e vida adulta, este padrão parece se inverter com o envelhecimento, sendo os homens idosos mais sedentários que as mulheres idosas (MATTHEWS et al., 2008). Homens idosos tendem a apresentar um aumento médio de 30 min do CS em relação a mulheres da mesma faixa etária (HARVEY, 2015).

Outros estudos ainda mostraram associação entre maior prevalência de CS com baixa escolaridade (principalmente relacionado ao hábito de assistir televisão), não ser casado (a) (VAN CAUWENBERG et al., 2015), sintomas depressivos, pior qualidade de vida estimada (YOUNG et al., 2016) e aposentadoria (LEASK et al., 2015). A relação entre CS e raça e ambiente ainda são controversas (YOUNG et al., 2016).

1.1.4 Comportamento sedentário, mortalidade e morbidade

Inúmeros estudos epidemiológicos observaram associação entre CS e mortalidade em diferentes populações. Essa associação parece ocorrer por meio de um efeito dose resposta e estar relacionada não apenas ao metabolismo humano, mas também a questões biológicas e genéticas.

Uma meta-análise realizada com base em estudos prospectivos concluiu que não somente o CS se associa ao risco de morte por todas as causas como também que duas horas adicionais de CS por dia são associadas a um aumento de 2% no risco de morte em adultos e idosos. Para aqueles com elevado CS (> 7 horas/ dia) esse padrão pode chegar ao aumento do risco de morte em 5% a cada hora adicional em CS. Tal fato é observado mesmo após ajuste para variáveis como nível de AF (CHAU et al., 2013).

Outra recente meta-análise realizada em 54 países, estimou que o CS seja responsável por aproximadamente 4% das mortes em todo o mundo (REZENDE et al., 2016). Esse mesmo estudo sugere que, no Brasil, uma redução de 30 min/dia no tempo sentado poderia ser responsável por evitar cerca de 0,2% das mortes por todas as causas (REZENDE et al., 2016). Embora o risco de morte continue presente após o ajuste para a AF, estudo longitudinal demonstrou que a maior taxa de mortalidade é encontrada naqueles com maior CS associado ao menor nível de atividade física (GLENN et al., 2015). Além disso, revisão sistemática, incluindo 1.005.791 indivíduos, indicou que altos níveis de AF (60 a 75 min/dia) são capazes de atenuar, porém não eliminar, a associação entre mortalidade e tempo despendido em frente à televisão (EKELUND et al., 2016).

A associação entre mortalidade e CS parece se comportar como um fenômeno dose-resposta. Pessoas que ficavam mais tempo em CS foram as que apresentaram maior risco de morte. De forma contrária, sentar menos de 8 horas/dia e realizar as recomendações mínimas propostas para AF são vistos como fatores de proteção para a mortalidade (VAN DER PLOEG et al., 2012). Apesar de a maior parte dos estudos ter sido realizada em adultos, a associação entre todas as causas de morte também foi encontrada na população idosa (REZENDE et al., 2014).

O CS está, também, associado ao risco de eventos desfavoráveis a saúde, dentre eles: síndrome metabólica, diabetes mellitus tipo II (DM tipo II), dislipidemias, doenças cardiovasculares, e também, obesidade (SHIELDS; TREMBLAY, 2008), osteoporose (CHASTIN et al., 2014) e câncer (LYNCH, 2010). Ainda, recente estudo realizado em 2286 pessoas com mais de 60 anos revelou que as chances de desenvolver incapacidade funcional é 46% maior para cada hora por dia gasta em comportamentos sedentários, mesmo após ajuste para variáveis como AF (DUNLOP et al., 2015).

1.1.5 Fisiopatologia do Comportamento sedentário

A fisiopatologia do CS está relacionada a efeitos agudos e crônicos consequentes a períodos prolongados da postura sentada no nosso organismo. Embora haja ainda poucos estudos em humanos, o CS, como condição distinta a falta de AF/inatividade, apresenta mecanismos metabólicos e alterações biológicas, celulares e moleculares próprias. Até o momento, sugere-se que a lipoproteína lipase (LPL) seja um dos principais pontos chaves desse processo.

A LPL é uma enzima da família das lipases que tem como função principal hidrolisar partículas de triglicérides presentes nas lipoproteínas (HAMILTON; HAMILTON; ZDERIC, 2004) e permitir a captação dos ácidos graxos livres para o tecido esquelético e adiposo. Baixos níveis de LPL estão, portanto, associados ao aumento dos níveis de triglicérides circulantes e redução dos níveis de HDL. A LPL também já se mostrou associada a presença de DM tipo II, síndrome metabólica, hipertensão arterial e doença cardíaca (HAMILTON; HAMILTON; ZDERIC, 2007).

Experimentalmente, um estudo realizado com ratos, mostrou que alterações transcricionais do RNA ocorrem após um período de CS prolongado, causando uma redução da atividade intracelular da LPL que variou de 25 a 75% em um período de 6 a 18 horas de CS (BEY; HAMILTON, 2003). Esse fator seria decisivo para identificar diferenças fisiológicas entre o CS e a inatividade física. Isso porque, embora haja alterações moleculares na LPL também pelo mecanismo da inatividade física (ausência de AF), a mesma estaria relacionada estritamente a modificações na expressão do mRNA da LPL, enquanto a baixa atividade da LPL durante o CS parece se dar pela transcrição de um gene inibitório e supressor dessa enzima (HAMILTON; HAMILTON; ZDERIC, 2007). Nenhuma alteração no mRNA da LPL é observada durante o CS.

A redução da atividade da LPL também foi encontrada em humanos adultos (YANAGIBORI et al., 1998).

Outra diferença na fisiologia dessas duas condições ainda pode ser citada em relação a esta enzima. A redução da atividade da LPL está relacionada apenas as fibras musculares oxidativas durante o CS, enquanto as fibras glicolíticas seriam as únicas afetadas na inatividade física (TREMBLAY et al., 2010). Segundo Hamilton, Hamilton e Zderic (2007) a regulação diferencial na atividade da LPL está relacionada a ausência de contratilidade local e não a uma demanda generalizada e sistêmica de energia, no caso do CS.

Outro importante componente que se relacionaria a fisiopatologia do CS é a proteína transportadora de glicose do tipo 4 (GLUT-4). Dentre as 14 isoformas de transportadores já caracterizadas, o GLUT- 4 é considerado um transportador insulino-dependente e encontrado, principalmente, nas membranas celulares dos músculos esquelético e cardíaco, bem como tecido adiposo branco e marrom (MACHADO; SCHAAN; SERAPHIM, 2006). Embora dependa da ação hormonal para o aumento da captação da glicose, existem evidências que a contração muscular é capaz de estimular a translocação desse transportador na musculatura esquelética por um mecanismo distinto da insulina (LUND; HOLMANT, 1995). Em estudos com lesados medulares, esse transportador mostrou decair como consequência a denervação muscular e aumentar drasticamente a mínima contração muscular estimulada (TREMBLAY et al., 2010). Assim, a perda de contração muscular local seria fator redutor da captação de glicose pelo prejuízo na translocação do GLUT-4 (HAMILTON; HAMILTON; ZDERIC, 2007).

Estes mecanismos moleculares seriam os principais responsáveis por gerar uma cascata de alterações bioquímicas. Os maiores níveis circulantes de glicose, triglicérides e ácidos graxos livres levam a processos inflamatórios, disfunção endotelial e aumento da atividade simpática (THORP et al., 2011), eventos esses reconhecidamente relacionados ao risco cardiovascular.

Além dos mecanismos moleculares propostos, a inflamação parece desempenhar papel chave na fisiopatologia do CS. Estudos recentes mostraram que o CS está associado a marcadores inflamatórios. Falconer et al. (2014) verificaram uma relação entre alto padrão de CS e altos níveis de marcadores inflamatórios, em especial a interleucina-6 (IL-6). Além disso, neste estudo, mulheres diagnosticadas com DM tipo II, após acompanhamento longitudinal, apresentaram redução dos níveis de Proteína C Reativa (PCR) em 24% para cada hora a menos despendida em CS (basal em comparação a 6 meses depois).

A IL-6 é uma citocina que reconhecidamente apresenta papel central na cascata inflamatória e fator crucial na saúde vascular estando relacionada a patogênese de diversas doenças crônicas. Apesar disso, apresenta ação antagônica logo após o exercício (associado a contração muscular), já que nessas situações é capaz de atuar como uma miosina e produzir uma reação anti-inflamatória aguda (HENSON et al., 2013). Segundo Henson et al. (2013), que verificaram um aumento dos níveis de IL-6 após CS prolongado, independentemente do nível de AF, glicemia e adiposidade, o CS e, conseqüentemente, a redução da contração muscular por grandes períodos pode atuar de forma a prejudicar a ação da miosina IL-6, contribuindo assim para gerar um estado pró-inflamatório de baixa intensidade.

Já Allisson et al. (2013), em uma população de adultos e idosos, demonstraram que o CS está associado a um perfil inflamatório relacionado principalmente a adiposidade, independentemente do Índice de Massa Corporal (IMC). As adipocinas estão envolvidas não apenas no processo regulador da glicemia e resistência insulínica, como também de processos inflamatórios. Esses autores encontraram altos níveis de Fator de Necrose Tumoral- α (TNF- α) e leptina naqueles com maior CS. Contrariamente, a razão adiponectina/ leptina foi menor para aqueles com baixos níveis de CS. A adiponectina é considerada uma adipocina com ação anti-inflamatória e anti-aterogênica. Para eles, a contração muscular, novamente, é o principal mecanismo contribuinte para redução dos níveis inflamatórios. Isso porque, a mesma é capaz de estimular o processo de lipólise, reduzindo o acúmulo de massa gorda e gerando uma redução de triglicerídeos intramiomusculares. Tal fato resultaria em aumento da sensibilidade insulínica muscular e redução dos níveis de leptina.

A ligação entre o CS e obesidade também já foi comprovada. O mecanismo potencial para esta relação estaria no fato de que o CS apresenta um baixo gasto energético (próximo as condições basais), geralmente não compensado pela redução da ingestão energética (HEINONEN et al., 2013). Pelo contrário, o CS foi relacionado a hábitos de alimentação não saudáveis. Por exemplo, adultos que relatam passar mais de duas horas em frente a televisão apresentam um consumo maior de carboidratos, alimentos com alto valor energético e ricos em gordura (BOWMAN, 2006). Esses hábitos, estão também, relacionados a dislipidemia, síndrome metabólica e principalmente ao desenvolvimento da obesidade.

Ainda, estudos realizados em condições de baixa ou nenhuma gravidade demonstraram que a redução das forças de gravidade atuantes no nosso organismo quando adotamos a postura sentada ou deitada, por determinado período, podem resultar em diversas alterações metabólicas que gerariam, a longo prazo, prejuízo no revestimento endotelial, redução da integridade das veias, perda de colágeno e ainda diminuição da secreção de hormônios anabólicos como o hormônio de crescimento (GH) e a testosterona. Também foram consequências da ausência da gravidade a redução da sensibilidade dos sistemas sensoriais e aumento do estresse oxidativo (VERNIKOS, 2017).

Por último, a expressão alterada de mais de 100 genes, incluindo aqueles responsáveis pela modulação do metabolismo da glicose, já foram citadas durante as transições entre períodos agudos de sedentarismo e atividade física (HAMILTON; HAMILTON; ZDERIC, 2015) e o seu papel na fisiopatologia do CS precisa ser melhor esclarecido.

Em suma, a ausência da frequente contração muscular ao longo do dia poderia ser um fator capaz de provocar a ativação de pequenos circuitos moleculares considerados não

saudáveis, causando a longo prazo doenças metabólicas (HAMILTON; HAMILTON; ZDERIC, 2015). Assim sendo, o principal mecanismo causador de eventos adversos a saúde, relacionado ao comportamento sedentário, é a ausência de contratilidade muscular por longos períodos.

1.2 Diabetes Mellitus tipo II em idosos

Diabetes Mellitus (DM) é um grupo heterogêneo de distúrbios metabólicos crônicos e progressivos caracterizados por elevados níveis de glicose sanguínea. Considera-se haver uma epidemia mundial de DM, cuja prevalência vem aumentando de forma alarmante em todas as faixas etárias, inclusive em idosos (KIRKMAN et al., 2012). Projeções indicam que o número de pessoas afetadas por essa condição em todo o mundo vai praticamente dobrar entre os anos de 2013 e 2035, passando de 382 milhões de casos para 592 milhões ao final desse período (GUARIGUATA et al., 2014).

A incidência do diabetes aumenta com a idade até aproximadamente os 65 anos (KIRKMAN et al., 2012). Como resultado, idosos diabéticos podem apresentar diagnóstico recente da doença ou mesmo diabetes adquirida na idade adulta o que faz com que a prevalência dessa doença seja ainda maior nesse grupo etário. Não obstante, o envelhecimento populacional vem sendo destacado como a mudança demográfica mais influente neste processo e segundo a OMS, pode ser considerado responsável por cerca de 40% do aumento na prevalência do DM (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2014). No Brasil, dados do estudo SABE (Saúde, Bem-Estar e Envelhecimento) indicam que aproximadamente 18% dos idosos relatam ter DM tipo II, enquanto nos EUA a prevalência relatada para esse grupo etário é de 25% (CENTER FOR DISEASE CONTROL, 2017).

Em idosos, o DM tipo II é o mais prevalente, chegando a representar 90% dos diabéticos idosos (STEVEN; GAMBERT; PINKSTAFF, 2006). Embora o impacto do DM seja constantemente relatado para populações adultas, os idosos são o grupo em que essa doença mais se relaciona a mortalidade, redução da capacidade funcional e consequências adversas a saúde como amputações, doenças cardiovasculares, neuropatia diabética e hospitalizações (KIRKMAN et al., 2012).

A fisiopatologia do DM em indivíduos idosos apresenta aspectos metabólicos distintos dos do indivíduo adulto. Dentre esses aspectos, a mudança na composição corporal com a redução da massa magra parece desempenhar papel chave nesse processo, uma vez que o tecido muscular é o principal tecido alvo da ação insulínica, representando cerca de 80% da

captação de glicose estimulada via insulina (WILMOT et al., 2012). Além disso, a redução patológica de massa magra associada a redução da força muscular e/ou desempenho funcional, denominada *sarcopenia*, foi vinculada ao aumento da resistência insulínica (CLEASBY; JAMIESON; ATHERTON, 2016). Em direção oposta, a resistência insulínica também parece contribuir de forma significativa para a redução da qualidade muscular e redução das taxas de síntese proteica, gerando um ciclo vicioso entre esses dois processos (BARZILAI et al., 2012).

Ainda em relação as mudanças na composição corporal, o aumento da gordura visceral com o aumento da idade se relaciona a maior secreção de citocinas inflamatórias, já comprovadamente relacionadas ao aumento da resistência insulínica (BARZILAI et al., 2012). Porém, não apenas as alterações da composição corporal se relacionam a inflamação, já que, de fato, o próprio envelhecimento está relacionado a um processo de inflamação crônica, de pequena intensidade, denominado mais recentemente como “*inflammaging*” (FRANCESCHI et al., 2007). O aumento da gordura visceral ainda pode influenciar nos níveis de adiponectina que se encontra paradoxalmente aumentada em indivíduos magros e está relacionada ao aumento da sensibilidade insulínica (BARZILAI et al., 2012). Ainda, indivíduos idosos apresentam redução do nível de atividade física, já previamente definido como fator associado a resistência insulínica (SZOKE et al., 2008).

Ademais, o processo de envelhecimento, além de estar relacionado ao aumento da resistência insulínica (provavelmente por fatores vinculados as alterações da composição corporal e redução do nível de atividade física), também parece se relacionar a redução das taxas de secreção insulínica. Estudos demonstraram prejuízo na função celular das ilhotas pancreáticas, gerando uma redução na secreção de insulina a um ritmo de 0.7% ao ano em idosos não diabéticos (SZOKE et al., 2008).

Outro fator que parece estar relacionado a DM em idosos é o declínio na produção de alguns hormônios como os hormônios sexuais, tireoidianos, GH/ IGF-1 (Fator de crescimento insulina-1). Esses hormônios, que estão diretamente ligados ao metabolismo energético, estão sendo cada vez mais estudados em relação a condições como o DM, embora as intervenções com reposição hormonal sejam contraditórias (BARZILAI et al., 2012). Por último, idosos apresentam maior número de comorbidades e número de medicações, fatores esses que podem influenciar indiretamente no metabolismo da glicose.

Todas essas alterações, e diversos mecanismos celulares, predispoem a apresentação do DM de forma mais frequente em idosos.

1.3 Comportamento sedentário e risco de Diabetes Mellitus tipo II

Mais recentemente, não só a inatividade física, mas também o CS foi descrito como associado ao risco de DM tipo II. Meta- análise que incluiu aproximadamente 800 mil indivíduos concluiu que o CS é fortemente associado ao risco de DM tipo II, sendo o maior tempo sedentário relacionado ao aumento em 112% da razão de risco de DM (WILMOT et al., 2012). Para homens adultos, aqueles que relataram tempo diário dispendido em CS superior a quatro horas por dia apresentaram maior chance de serem diabéticos mesmo após ajuste para variáveis de confusão como o nível de AF e o IMC (GEORGE; ROSENKRANZ; KOLT, 2013). Healy et al. (2008) demonstraram em homens e mulheres uma relação entre tempo sentado prolongado e aumento da glicose plasmática após duas horas (GTT), níveis pressóricos e triglicérides, mesmo em adultos que seguiam as recomendações mínimas propostas pela OMS. Em adultos com alto risco de desenvolver diabetes, por meio de avaliação objetiva, o CS mais longo também foi relacionado a piores valores de glicose plasmática pós-prandial e de triacilglicerol, mesmo após ajuste para AF e adiposidade (HENSON et al., 2013). Já em adultos com diagnóstico recente de DM, o maior tempo sedentário foi relacionado a maiores valores de insulina e do índice de resistência insulínica HOMA-IR (Homeostasis Model Assessment- Insulin Resistance Index) (COOPER et al., 2012). O CS também foi, em homens e mulheres adultos, inversamente relacionado a sensibilidade insulínica avaliada por meio do método de clamp euglicêmico hiperinsulinêmico (BALKAU et al., 2008). Nessa mesma amostra, em análises longitudinais, o tempo sedentário prolongado foi associado ao aumento dos níveis de glicemia e insulina em jejum e dos valores do índice de HOMA-IR em três anos (LAHJIBI et al., 2013)

Em idosos, aqueles com diagnóstico de síndrome metabólica apresentaram não apenas um maior tempo gasto em CS durante o dia, como também o CS se caracterizou por períodos prolongados de duração (intervalos ≥ 30 min) (BANKOSKI et al., 2011). Também, em estudo longitudinal, Honda et al. (2016) observaram que o tempo sedentário prolongado está associado ao aumento do risco de desenvolver a síndrome metabólica em três anos. Esses autores ainda sugerem que a interrupção do CS deve ser acrescida dentre as recomendações de saúde pública para a prevenção da síndrome metabólica.

Nesse sentido, novos estudos têm mostrado que a interrupção do tempo sedentário prolongado pode ser uma medida importante a ser adotada. Dunstan et al. (2012), ao avaliar o efeito agudo da AF na glicemia e resposta insulínica, demonstraram que mesmo a atividade de

baixa intensidade e de curta duração, nos intervalos de uma postura sentada, parecem trazer benefícios em adultos com sobrepeso/obesidade. A mesma intervenção também se mostrou benéfica na redução dos níveis pressóricos (LARSEN et al., 2014). Ainda, embora um tempo sentado prolongado maior ou igual a 20 minutos já tenha se mostrado associado a maiores valores de insulina plasmática, em média, um acréscimo de 10 interrupções da postura sedentária por dia foi fator de proteção para diversos marcadores do risco cardiovascular como a glicemia e triglicerídeos (CARSON et al., 2014). No entanto, as evidências científicas ainda estão mais centradas nos malefícios que o tempo sentado prolongado pode trazer a saúde do que, propriamente, qual o padrão de acúmulo do tempo sedentário que irá contribuir para o desenvolvimento de doenças crônicas como o DM tipo II.

2. Justificativa

O comportamento sedentário, há tempos, é visto como um comportamento de risco à saúde. No entanto, as intervenções sugeridas nos últimos anos ocorreram no sentido do incentivo ao aumento da AF regular e espontânea. Atualmente, sabe-se que o aumento de horas sedentárias se relaciona a efeitos deletérios a saúde independentemente ao perfil de AF dos indivíduos. Novos estudos que propuseram a interrupção do tempo sentado prolongado obtiveram resultados positivos em adultos. No entanto, o efeito desta intervenção em idosos, considerado o grupo de maior sedentarismo, ainda não foi investigado. Além disso, o efeito de diferentes padrões de interrupção do tempo sentado, precisa ser testado a fim de verificar qual o melhor padrão de atuação na quebra da postura sentada/deitada. A interrupção do tempo sedentário por curtos períodos de AF pode ser fator determinante para a saúde cardiovascular de idosos e talvez uma sistemática simples e factível a ser adotada, em adição aos parâmetros de prescrição de AF já estipulados.

3. Hipóteses a Testar

H1: O tempo sentado prolongado (de 5 horas) será relacionado a maiores valores das curvas glicêmica e insulinêmica, após a ingestão de uma refeição padrão, enquanto a interrupção do tempo sentado, neste mesmo período, será capaz de promover a redução desses parâmetros, em idosos;

H2: A interrupção do tempo sentado prolongado por atividade física de intensidade moderada será mais eficaz na redução dos valores das curvas glicêmica e insulinêmica, em comparação a interrupção do tempo sentado prolongado por atividade intensidade leve;

H3: O padrão de interrupção com curtos períodos de atividade física apresentará resultados diferentes do padrão de interrupção do tempo sentado com períodos de longa duração.

4. Objetivo

4.1 Objetivo Geral

Avaliar a influência de um período sedentário ininterrupto em marcadores de risco cardiovascular, de idosos, bem como de diferentes formas de interrupção do tempo sedentário em relação aos mesmos marcadores.

4.2 Objetivos Específicos

Avaliar as curvas glicêmicas e insulinêmicas de idosos durante o tempo sentado prolongado de 5 horas e comparar com os efeitos da interrupção do tempo sedentário em períodos de AF leve e moderada em intervalos de curta e longa duração.

4.3 Objetivos secundários

Relacionar como o perfil de comportamento sedentário pode se associar a alterações de saúde relacionadas ao envelhecimento como: incapacidade funcional, redução da força muscular, velocidade marcha, presença de comorbidades e níveis glicêmicos e insulinêmicos

5. Casuística e Métodos

5.1 Tipo de estudo

Este é um estudo clínico controlado randomizado do tipo cruzado, realizado em idosas residentes na comunidade da cidade de Ribeirão Preto, São Paulo. Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto /CEP-FMRP por meio do parecer nº. 1563/2015 (ANEXO 1) e registrado no *Clinical Trials- U.S. National Institutes of Health* por meio do registro NCT02894099 no ano de 2016.

5.2 Seleção da amostra

A seleção da amostra foi realizada por meio de busca ativa nos serviços de atenção primária vinculados a FMRP, após prévia autorização (ANEXO 2), bem como por banco de dados pré-existente com contato de idosos da comunidade com interesse em participação em pesquisas. Após a seleção dos participantes e verificação dos critérios de não inclusão, os mesmos foram chamados para uma avaliação no Centro Integrado de Reabilitação (CIR- RP) (ANEXO 3). Nessa fase foram verificados os critérios de exclusão sendo realizada avaliação antropométrica (APÊNDICE 1) para o cálculo do IMC e avaliação para o risco cardiovascular durante a prática de atividade física (APÊNDICE 2). Os idosos foram questionados sobre os exames recentes de glicemia e risco de diabetes. Uma vez descartados os critérios de exclusão, foi realizada a aplicação de testes físicos, funcionais, coleta de dados sócio demográficos e clínicos, além da fixação de um acelerômetro tri-axial para medida do perfil de atividade física espontânea. O Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) foi assinado pelas participantes que atendiam aos critérios de inclusão e não apresentavam critérios de exclusão (APÊNDICE 2).

5.3 Critérios de inclusão, exclusão e não exclusão

Após extensa revisão de literatura foram definidos os seguintes critérios de seleção da amostra:

- Critérios de inclusão:

- Mulheres com idade igual ou maior a 65 anos;
 - Auto relato de realizar AF moderada a vigorosa em tempo menor que 150 min/semana há pelo menos 3 meses (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2010);
 - IMC menor que 30,0 kg/m² (não obesas);
 - Consentir a participação no estudo por meio da assinatura do TCLE.
- Critérios de não inclusão:
 - Diagnóstico prévio de diabetes mellitus;
 - Estar em uso de qualquer medicação para controle glicêmico ou que interfira no metabolismo da glicose
 - Problemas ortopédicos que prejudiquem a caminhada ou uso de órteses para deambulação.
 - Contraindicações absolutas e/ou relativas para realizar AF (ACSM,2014)
 - Dietas especiais com restrições para a ingestão de qualquer dos alimentos presentes na refeição ofertada para a curva glicêmica.
- Critérios de exclusão:
 - Apresentar glicemia ≥ 126 mg/dl em jejum;
 - Apresentar risco baseado na triagem de risco cardiovascular (AHA/ACSM Health/Fitness Facility Pre-participation Screening Questionnaire e Revised Physical Activity Readiness Questionnaire) (ANEXO 4) exceto para os fatores de risco: idade e/ou desconhecimento do colesterol e açúcar sanguíneo.

5.4 Fluxograma 1. Seleção da amostra e coleta de dados

5.5 Coleta de dados

Após preencherem os critérios de inclusão e exclusão, as voluntárias eram convidadas a realizar uma pré-avaliação realizada no CIR-RP, como mencionado anteriormente. Nesta fase, eram coletados dados antropométricos, sócio demográficos e clínicos, bem como aplicados testes físicos e funcionais. Ainda nesta fase, as voluntárias recebiam todas as orientações para a fase de intervenção que era marcada para a semana seguinte a esta avaliação. Os instrumentos e procedimentos da fase denominada pré-avaliação estão descritos a seguir:

5.5.1 Dados antropométricos, dados sócio demográficos e clínicos: foram avaliadas medidas antropométricas como peso, altura, índice da massa corporal (IMC), e circunferências (cintura, quadril e braquial). O peso foi verificado em balança mecânica padronizada (marca: Welmy, modelo W200/5). Para a medição as voluntárias foram orientadas a vestirem roupas leves, sem calçado, de preferência em jejum e com a bexiga vazia (pela manhã). A estatura foi avaliada por estadiômetro acoplado a balança. Para a classificação do IMC foi utilizada a classificação sugerida pela Organização Pan-Americana da Saúde (OPAS) (OPAS, 2001) sendo considerado (Baixo peso $\leq 23\text{kg/m}^2$, eutrofia $23 < \text{IMC} < 28\text{kg/m}^2$, sobrepeso $28 \leq \text{IMC} < 30\text{kg/m}^2$ e obesidade $\geq 30\text{kg/m}^2$). Dentre as circunferências, a circunferência braquial (CB) foi avaliada com a voluntária na posição em pé e com o braço pendente utilizando como referência a porção média do braço direito, a Circunferência da Cintura (CC) foi avaliada pela medida do ponto médio entre as costelas e a crista ilíaca e a Circunferência do Quadril (CQ) por meio da maior protuberância do quadril. Todas as circunferências foram avaliadas com o uso da fita métrica padrão. Foram realizadas três medidas, sendo considerada para análise a média entre as medidas. As medidas antropométricas foram realizadas segundo as recomendações propostas pela International Society for Advancement in Kinanthropometry (ISAK), em idosos.

5.5.2. Testes físicos e funcionais: Para a avaliação do desempenho funcional das participantes foi aplicada a *Escala de Lawton & Brody* (LAWTON; BRODY, 1969) escolhida para avaliar Atividades Instrumentais Vida Diária (AIVDs). Além de ter destaque na prática clínica esse questionário foi escolhido por entender-se que idosos da comunidade passíveis de serem submetidos a um treinamento físico possuem independência nas atividades básicas de vida diária. Foi utilizado o questionário com

pontuação máxima de 21 pontos, sendo a maior pontuação relacionada a máxima independência na realização das AIVDs. Já para a análise da capacidade funcional foi utilizado o teste de velocidade de marcha (VM). Esse teste funcional simples e de fácil aplicação possui confiabilidade de 0,90 (BOHANNON, 1997) e está associado à sobrevivência em idosos (STUDENSKI et al., 2011) à incapacidade funcional e ao declínio da saúde em geral (STUDENSKI et al., 2003), além de ser um dos critérios de triagem para a sarcopenia (CRUZ-JENTOFT et al., 2010) e fragilidade (FRIED et al., 2001). O teste de VM foi realizado em 4 metros e em velocidade habitual, (MUÑOZ-MENDOZA et al., 2010), sendo considerada a média de duas medidas.

5.5.3 Força Muscular: avaliada por dinamômetro isocinético (Biodex 4 Pro, Biodex®, USA), disponível no CIR-RP. O teste de força muscular foi realizado no membro inferior direito, após aquecimento prévio, para o grupo muscular de extensores e flexores de joelho utilizando a velocidade angular de 60°/seg (5 contrações) normalizado pelo peso corporal (AQUINO et al., 2002). Para o posicionamento do teste, as voluntárias deveriam se manter sentadas na cadeira do dinamômetro, com tronco, pelve e coxa (ipsilateral) estabilizados por faixas. A distância utilizada entre a borda da cadeira e a fossa poplíteia foi estipulada em cinco centímetros, o encosto da cadeira posicionado em 85°, e o eixo rotacional do aparelho alinhado na altura do côndilo lateral do fêmur. O braço da alavanca era posicionado paralelamente à perna, 3 centímetros acima do maléolo lateral (GARCIA et al., 2011). A amplitude de movimento de realização do teste ocorreu a partir do ângulo de 90° de flexão do joelho até o máximo de extensão possível, com o voluntário sem dor (CARVALHO et al., 2003), ou em casos onde não houvesse limitação, a amplitude de movimento foi definida de 90° a 10° de flexão de joelho. Durante todo o teste os participantes receberam feedback visual e estímulo verbal (OLIVEIRA et al., 2008). O equipamento foi previamente calibrado, e utilizou-se como medida de avaliação da força da musculatura extensora e flexora de joelho, o pico de torque.

Já para a avaliação da força muscular de membros superiores foi utilizado um dinamômetro hidráulico manual (Saehan® Sh5001, Coréia), sendo utilizada a maior medida do membro dominante (COLDHAM; LEWIS; LEE, 2006). Como forma de padronizar a medida, assim como recomendado pela *American Society of Hand Therapists* (ASTH) (FIGUEIREDO et al., 2007), as voluntárias foram orientadas a sentar em uma cadeira, padronizada, sem apoio de braços e com os pés apoiados no

solo. O braço dominante foi posicionado próximo ao corpo (adução de ombro), com flexão de cotovelo de 90°, antebraço posicionado em neutro e o punho entre 0 e 30°. Também a alça móvel foi ajustada de forma generalizada, para mulheres na posição II. Os participantes foram estimulados por comando verbal durante 6 segundos, sendo realizadas três medidas com repouso estabelecido de 1 minuto entre as mesmas. Cabe ainda ressaltar, que durante os testes de força muscular, tanto em membros superiores quanto inferiores, os participantes eram orientados a respirar espontaneamente durante o esforço a fim de evitar a realização da manobra de valsalva (TAKAHASHI et al., 2009). Em caso de a pesquisadora constatar que o participante estava fazendo uso desta manobra durante a execução do teste foi solicitado que a voluntária contasse em voz alta durante as contrações.

Figura 1: Dinamômetro isocinético para avaliação da força muscular de flexores e extensores de joelho; Biodex 4 Pro, Biodex®, USA.

Figura 2: Dinamômetro hidráulico manual para avaliação da força muscular do membro superior e posicionamento sugerido pela ASHT; Saehan® Sh5001, Coreia

5.5.4 Atividade Física Espontânea: foi objetivamente avaliada por meio de um acelerômetro triaxial (activPAL®, Glasgow, UK). Tal monitor, que já foi identificado como um método de excelente confiabilidade ($>0,99$) e com porcentagem de erro $< 1,1\%$ em adultos (RYAN et al., 2006), vem sendo aplicado largamente na população idosa por sua facilidade de uso (LORD et al., 2011). O acelerômetro que possui pequena dimensão e peso (53x35x7mm e 20g), foi fixado na região médio-lateral da coxa direita de cada voluntária e utilizado ininterruptamente por 7 dias anteriores à intervenção, entre a fase de pré-avaliação e a primeira fase de intervenção. Este monitor permite a avaliação de dois principais domínios: 1) Determinação de posturas: no qual é possível determinar o tempo gasto na postura sentado ou deitado, em pé e andando 2) Contagem de passos e atividades: determinando o número de passos, cadência e estimando do gasto energético em METs. Além disso, este monitor permite avaliar por meio da razão tempo total sedentário/ n° de eventos sedentários o índice de fragmentação do tempo sedentário de um indivíduo. Em outras palavras, esse índice nos dá a ideia de quão prolongado ou interrompido é o CS, sendo os maiores índices de fragmentação relacionados a maior padrão de interrupção do CS, e este padrão também se relaciona de forma independente com mortalidade e eventos adversos à saúde (JANSSEN et al., 2015). Para a análise dos dados foram desconsiderados o primeiro e último dia de registro e selecionado para análise o dia ativo das participantes, ou seja, foram excluídos o tempo dormindo e o período entre 06:00 as 23:30 de cada dia, de acordo com interpretação previa dos dados.

Figura 3. Acelerômetro triaxial; ActivPAL®, Glasgow, UK.

Figura 4. Padrão de visualização das atividades registradas pelo acelerômetro triaxial ActivPAL®, Glasgow, UK. Diferenciação das posturas sentadas/deitada, em pé e caminhando, estipulado por dia e minutos.

5.6 Intervenção

5.6.1 Descrição geral

Assim que chegavam à Unidade de Pesquisa Clínica (UPC) do Hospital das Clínicas de Ribeirão Preto (HCRP), para iniciarem a fase de intervenção, as voluntárias eram orientadas a esvaziar a bexiga. Logo depois, durante o tempo sentado as voluntárias eram posicionadas em uma cadeira de rodas com encosto para costas, braços e pernas, da maneira que se sentissem mais confortáveis. As mesmas recebiam a instrução de não levantarem durante o período determinado, já que nestes casos o teste seria invalidado. Era realizada verificação quanto ao jejum e possíveis intercorrências na última semana, os dados vitais eram aferidos e a primeira coleta de sangue realizada, sendo a partir deste momento definida a contagem do tempo de intervenção. Durante o tempo sentado, eram oferecidos para distração materiais como revistas, livros e palavras cruzadas e um televisor ficava ligado durante todo o tempo da intervenção. A coleta era realizada com duas a três voluntárias por vez, fato esse que favoreceu a comunicação e interação entre as participantes.

A prática de atividade física foi realizada por meio de caminhada no corredor do 12º andar do Hospital das Clínicas de Ribeirão Preto/ SP, local onde está localizada a Unidade de Pesquisa Clínica (UPC) da FMRP. Esse local foi escolhido por apresentar um corredor amplo, de grande extensão e com pouco fluxo de pessoas durante a manhã. As voluntárias eram levadas na cadeira de rodas até a ponta do corredor e instruídas a permanecerem sentadas até o comando da pesquisadora. Após se levantarem, o cronômetro era disparado e as voluntárias deveriam caminhar dentro da frequência cardíaca (FC) pré-estipulada. A pesquisadora realizava a caminhada ao lado da voluntária, acompanhando a FC e estimulando a aceleração ou desaceleração da caminhada, quando necessário, por meio de comandos verbais. Após o tempo de caminhada determinado ser cumprido, as voluntárias se sentavam, novamente, na cadeira de rodas e eram conduzidas até o quarto da UPC para mais um período de tempo sentado. O cálculo da intensidade da atividade física foi realizado por percentuais da FC máxima prevista para a idade, por meio da fórmula:

$$\text{FCmáx prevista} = 220 - \text{idade}$$

Ficou estipulado como intensidade leve de AF, percentuais entre 50 a 60% da $FC_{\text{máx}}$ prevista e como intensidade moderada 65 a 75% da $FC_{\text{máx}}$ prevista (AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE POSITION STAND. 1998). Para voluntária em uso de betabloqueadores era realizado um ajuste da FC de treinamento por meio da fórmula de correção da FC em uso de betabloqueadores sugerida pelo Consenso Nacional de Reabilitação Cardiovascular (COSTA; BRAGA; CARLOS, 1997):

$FC = Y + 95,58 / 9,74$ onde, Y é a dosagem do betabloqueador utilizado pelo paciente.

5.6.2 Coleta das amostras de sangue:

Para análise da glicemia e sensibilidade a insulina as voluntárias, em jejum de 12 horas, eram posicionadas sentadas e em seguida iniciava-se o processo de coleta seriada de sangue. A fim de diminuir o desconforto da perfuração do vaso sanguíneo várias vezes durante a coleta seriada e para maior segurança das voluntárias, era inserido um acesso venoso periférico flexível na veia antecubital permitindo assim maior facilidade de retirada das próximas amostras. Todos os procedimentos de segurança foram realizados e a técnica de manutenção do acesso venoso com uso de heparina e soro fisiológico adotada. Após 30 minutos da 1ª coleta de sangue, a coleta basal era realizada e em seguida, solicitava-se às voluntárias que ingerissem uma solução oral mista composta por carboidrato, gordura e proteínas adaptada da refeição rotineiramente usada no Hospital das Clínicas da FMRP para exames de glicemia. Especificamente, a refeição era composta por um pão francês pequeno, 20g de margarina sem sal, 200 ml de leite integral, 100 ml de suco de laranja natural e uma banana média. Essa refeição apresenta em torno de 460 kcal e a seguinte distribuição de macronutrientes: 63.4% de carboidratos, 23.7% de gordura e 12.9% de proteína. A refeição era ofertada em todas as etapas de intervenção. As voluntárias eram orientadas a comer toda a refeição em aproximadamente 15 minutos. Após a ingestão da refeição mais 6 amostras sanguíneas eram recolhidas nos tempos (+30min, 1h, 2h, 3h, 4h e 5 h), totalizando 8 coletas de material biológico (-30 min, Basal, +30min, 1h, 2h, 3h, 4h e 5 h) para construção da curva glicêmica e de insulina.

A análise dos níveis de glicemia foi realizada no laboratório de endocrinologia da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto (FMRP). Para isso, as amostras biológicas coletadas, nos tempos pré-determinados, eram centrifugadas (3500 rpm, 10 minutos,

temperatura ambiente) e encaminhadas refrigeradas para o laboratório. A análise foi realizada em aparelho da marca Cobas Mira S® e o método colorimétrico automatizado foi o escolhido.

Já para a análise dos níveis de insulina, a amostra foi armazenada, até o final da coleta das amostras, em freezer a temperatura de -80°, após centrifugação e separação do soro. Para análise foi utilizado o Kit Liaison Insulin da marca Diasorin Ltda, método de quimioluminescência, e as análises foram realizadas no aparelho Liaison® XL.

Na primeira coleta de sangue da primeira fase de intervenção, também eram recolhidas amostras para as análises dos seguintes exames laboratoriais: Hemograma completo; Albumina sérica; Uréia Lipidograma; TSH e Proteína C Reativa. Esses exames foram solicitados para a avaliação do estado geral das voluntárias garantindo assim que as mesmas estavam em bom estado de saúde durante a coleta. Para o cálculo do índice de resistência à insulina, denominado HOMA-IR (*Homeostasis Model Assessment Insulin Resistance*) foi utilizada a fórmula: $\text{insulina jejum } (\mu\text{UI/ml}) \times \text{glicemia jejum } (\text{mmol/L}) / 22,5$.

Quando verificadas alterações significativas do lipidograma, as voluntárias recebiam, no último dia de coleta, orientações nutricionais oferecidas pela nutricionista da equipe.

5.6.3 Fases de Intervenção

Foram propostas quatro diferentes fases de intervenção descritas abaixo. O Tempo Sentado Prolongado (TSP) foi definido, em todos os casos, como a 1ª fase de intervenção. As outras três fases, compostas por interrupções do TSP com períodos de AF, foram randomizadas de forma simples por meio de sorteio. Isso foi possível porque todas as voluntárias deveriam completar as três fases de intervenção. Além disso, para permitir o efeito *washout* entre as intervenções, foi proposto um intervalo de sete dias entre cada fase (DUNSTAN et al., 2012), assegurando a não sobreposição de efeitos entre as intervenções. A seguir estão descritas as quatro fases do estudo:

- **Tempo Sentado Prolongado (TSP):** invariavelmente, primeira fase da intervenção. Nessa fase as voluntárias eram posicionadas sentadas durante 300 minutos

ininterruptos a contar da coleta de sangue Basal. A coleta de sangue ocorreu a cada 60 minutos até completar o tempo total de 5 horas. (Figura 5.1)

Figura 5.1: Ilustração da fase de intervenção do TSP. As setas representam os tempos da coleta seriada de sangue. A seta em negrito representa a oferta da refeição padrão.

- **Intensidade Leve e Curta Duração (ILCD):** TSP (5 horas) interrompido a cada 20 minutos por 2 minutos de AF de baixa intensidade (50 a 60% da $FC_{\text{máx}}$ prevista para a idade). A coleta de sangue ocorreu a cada 66 minutos até completar o tempo total de 5 horas de TSP e 30 min de AF de baixa intensidade. (Figura 5.2)

Figura 5.2: Ilustração das fases de intervenção ILCD e IMCD. As setas representam os tempos da coleta seriada de sangue. A seta em negrito representa a oferta da refeição padrão.

- **Intensidade Moderada e Curta Duração (IMCD):** TSP (5 horas) interrompido a cada 20 minutos por 2 minutos de AF de moderada intensidade (65 a 75% da $FC_{\text{máx}}$ prevista para a idade). A coleta de sangue ocorreu a cada 66 minutos até completar o tempo total de 5 horas de TSP e 30 min de AF de moderada intensidade. (Figura 5.3)
- **Intensidade Moderada e Longa Duração (IMLD):** TSP (5 horas) interrompido a cada 75 minutos por 10 minutos de AF de moderada intensidade (65 a 75% da $FC_{\text{máx}}$ prevista para a idade). A coleta de sangue ocorreu a cada 66 minutos até completar o tempo total de 5 horas de TSP e 30 min de AF de moderada intensidade. (Figura 5.3)

Figura 5.3: Ilustração da fase de intervenção do IMLD. As setas representam os tempos da coleta seriada de sangue. A seta em negrito representa a oferta da refeição padrão.

Em todas as fases, exceto TSP, as voluntárias permaneceram um total de 300 minutos (5 horas) na postura sentada e realizaram um montante de 30 minutos de atividade física (intercaladas das maneiras descritas acima). Nenhuma coleta de sangue, em nenhuma das fases ocorreu durante a AF. O tempo mínimo pós AF para coleta de sangue foi de 9 minutos.

As diversas fases de intervenção ainda puderam ser visualizadas por meio dos dados obtidos pelo monitor de AF, Activpal®, que foi colocado em uma sub amostra durante a coleta de dados. Por meio desse monitor objetivou-se comprovar a diferença entre as intensidades de AF propostas no estudo, verificando a cadência dos passos nas diferentes fases. Os gráficos registrados pelo monitor estão exemplificados nas Figuras 6.1 e 6.2:

Figura 6.1: Representação dos dados registrados pelo monitor de AF, Activpal®, das intervenções de interrupção do TSP: ILCD e IMCD.

Figura 6.2: Representação dos dados registrados pelo monitor de AF, Activpal®, das intervenções de interrupção do TSP: IMLD.

5.7 Cálculo amostral

Os tamanhos amostrais relacionados à comparação das médias dos grupos dependentes foram calculados utilizando o software G*Power (versão 3.1.9.2) e com informações de uma amostra piloto (foi definido como amostra piloto os dados das primeiras quatro voluntárias analisadas neste estudo). Todos os cálculos foram baseados em uma Análise de Variância (ANOVA) com medidas repetidas. Foi necessário calcular o Effect Size (ES) a partir da amostra piloto no programa SPSS. O ES foi calculado para a variável insulina sendo encontrado o valor de aproximadamente 0.53. O poder do teste considerado foi de 0.80 e o nível de significância adotado foi de 5%. O cálculo amostral identificou a necessidade de um tamanho amostral mínimo de 16 voluntárias.

6. Análise Estatística

Realizou-se uma análise exploratória dos dados permitindo uma visão global das variáveis. A análise descritiva dos dados foi realizada utilizando média, desvio padrão, mínimo e máximo. Também foi verificada a frequência absoluta e relativa das variáveis. Todos os dados foram testados de acordo com sua normalidade sendo utilizado para isso o teste de normalidade de Shapiro Wilk. Para análise das correlações, entre as variáveis verificadas na fase pré intervenção, foi utilizado o coeficiente de correlação de Spearman (ρ) de acordo com a distribuição não normal dos dados. Os valores de força de correlação foram adotados de acordo com Levin, 1987. A análise descritiva exploratória e os testes de correlação foram analisados pelo software SAS®, versão 9.0.

A área sob a curva (ASC) foi calculada pelo método do trapézio. Para as comparações entre os grupos em relação a ASC de glicemia e insulina, foi proposto o modelo de regressão linear com efeitos mistos (efeitos aleatórios e fixos). Os modelos lineares de efeitos mistos são utilizados na análise de dados em que as respostas estão agrupadas (mais de uma medida para um mesmo indivíduo) e a suposição de independência entre as observações num mesmo grupo não é adequada (SCHALL, 1991). Esses modelos têm como pressuposto que seus resíduos têm distribuição normal com média 0 e variância σ^2 constante. Todas as comparações foram controladas por possíveis fatores confundidores, como idade, peso e classificação de Nível de Atividade Física. Para as comparações entre as diferentes fases de intervenção foi utilizado o pós-teste por contrastes ortogonais. Todos os gráficos apresentados foram feitos com o auxílio do software R, versão 3.2.1 e as análises, através do SAS 9.2. Para todas as comparações adotou-se um nível de significância de 5%.

7. Resultado

Todas as voluntárias participaram das quatro fases do estudo. Apenas uma voluntária foi excluída do grupo ILCD por ter se sentido mal durante a punção sanguínea. Abaixo, pode ser visualizado um fluxograma referente ao processo de triagem e seleção das voluntárias.

Fluxograma 2. Triagem, critérios de não inclusão, exclusão e seleção da amostra. n=16.

TSP= Tempo Sentado Prolongado; ILCD= Intensidade Leve e Curta Duração; IMCD= Intensidade Moderada e Curta Duração; IMLD= Intensidade Moderada e Longa Duração.

A média de idade da amostra foi de $69,2 \pm 4,1$ anos. Não houve a participação de idosas longevas, sendo a idade máxima de 78 anos. A maior proporção da amostra foi composta por idosas casadas (37,5%), com escolaridade entre 1 e 8 anos de estudo (56,2%), renda entre 2 a 3 salários mínimos SM (56,2%), da raça branca (75%) e não

fumantes (100%). A descrição detalhada das características sócio demográficas da amostra estão representadas na **Tabela 1**. Dentre as características clínicas, 56,2% da amostra era hipertensa e 31,2% apresentou comorbidades (média de $1,2 \pm 0,8$ doenças auto relatadas). Apenas duas voluntárias relataram ter caído nos últimos seis meses (12,5 %) e a maior proporção da amostra avaliou sua saúde como Muito Boa (43,8%). As características clínicas e auto percepção de saúde estão representadas na **Tabela 2**.

Tabela 1. Características sócio demográficas da amostra n= (16).

	% (n)/ Média± DP	Min	Máx
Idade	69,2 ± 4,1	65	78
Estado civil			
Casada	37,5 (6)		
Viúva	25,0 (4)		
Divorciada	25,0 (4)		
Solteira	12,5 (2)		
Escolaridade			
Analfabetas	0,0 (0)		
1 a 4 anos de estudo	25,0 (4)		
5 a 8 anos de estudo	31,2 (5)		
>8 anos de estudo	43,8 (7)		
Anos de Estudo	10,1 ± 6,4	4	24
Renda			
Sem Renda	0,0 (0)		
1 SM	25,0 (4)		
2 a 3 SM	56,2 (9)		
4 a 5 SM	12,5 (2)		
>5 SM	6,2 (1)		
Raça			
Branca	75,0 (12)		
Negra	6,2 (1)		
Mulata/parda	18,8 (3)		
Amarela/oriental	0,0 (0)		
Tabagista (sim)	0,0 (0)		
Ex-tabagista (sim)	25,0 (4)		

DP= Desvio Padrão; Mín= Mínimo; Máx= Máximo; SM= Salário Mínimo

Tabela 2. Características clínicas e Auto Percepção de Saúde da amostra n= (16).

	% (n) Média ± DP	Min	Máx
HAS (sim)	56,2 (9)		
AVE (sim)	0,0 (0)		
Câncer (sim)	0,0 (0)		
Artrite (sim)	12,5 (2)		
Doença Pulmonar (sim)	0,0 (0)		
Depressão (sim)	18,8 (3)		
Osteoporose (sim)	18,8 (3)		
IU (sim)	31,2 (5)		
IF (sim)	0,0 (0)		
Nº de doenças	1,2 ± 0,8	0	3
Nº de medicamentos	2,0 ± 1,8	0	5
Acamado (último 6 meses)	12,5 (2)		
Hospitalizado (último 6 meses)	6,2 (1)		
Quedas (último 6 meses)	12,5 (2)		
APS			
Muito Boa	43,8 (7)		
Boa	25,0 (4)		
Regular	31,3 (5)		
Ruim	0,0 (0)		
Muito Ruim	0,0 (0)		

HAS= Hipertensão Arterial Sistêmica; AVE= Acidente Vascular Encefálico; IU= Incontinência Urinária; IF= Incontinência Fecal;

Na **Tabela 3** estão representadas algumas características antropométricas, físicas e funcionais da amostra. Seguindo os critérios de não inclusão do estudo, o IMC máximo apresentado foi de 29,6 kg/m², média de 26,4 ± 2,1 kg/m², sendo a amostra caracterizada por idosas eutróficas e como sobrepeso. A média da CC foi de 92,5 ± 7,4 cm e do ICQ de 0,9 ± 0,06 cm. Os resultados evidenciaram um padrão de funcionalidade adequado para idosas da comunidade com valores médios de velocidade de marcha 1,2 ± 0,4 m/s, força de preensão manual de 24,2 ± 4,4 kgf e pontuação elevada no questionário de avaliação das atividades instrumentais de vida diária (AIVDs), média de 20,9 ± 0,2 pontos.

Na **Tabela 4** pode ser visualizado o perfil de atividade física espontânea das voluntárias por meio da avaliação objetiva por acelerometria. As voluntárias passaram, em média, 8,6 ± 2,4 horas de um dia ativo nas posturas sentada ou deitada e caminharam cerca de

10.000 passos por dia (média $9573,4 \pm 4111,6$). O índice de fragmentação (IF) calculado foi de $5,3 \pm 1,5$, chegando ao valor máximo de 9,1.

Tabela 3. Características antropométricas, físicas e funcionais da amostra n= (16).

	Média $\pm$ DP	Min	Máx
Peso (Kg)	$64,5 \pm 9,1$	46,5	83,4
IMC (kg/m²)	$26,4 \pm 2,1$	25,5	29,6
CB (cm)	$30,9 \pm 3,2$	25,5	36,0
CP (cm)	$36,0 \pm 3,5$	27,5	39,5
CC (cm)	$92,5 \pm 7,4$	83,0	108,0
ICQ	$0,9 \pm 0,06$	0,8	1,03
FPM (máx) kgf	$24,2 \pm 4,4$	14,0	32,0
VM (m/seg)	$1,2 \pm 0,4$	0,8	2,4
TUG (seg)	$8,9 \pm 1,4$	5,7	11,2
Torque Extensores Joelho	$82,8 \pm 22,9$	45,6	114,2
Torque Flexores de Joelho	$40,0 \pm 12,5$	18,7	60,5
AIVDs (Lawton & Brody)	$20,9 \pm 0,2$	20	21

IMC= Índice de Massa Corporal; CB= Circunferência Braquial; CP= Circunferência da Panturrilha; CC= Circunferência da Cintura; ICQ= Índice Cintura/ Quadril; FPM= Força de Preensão Manual; VM= Velocidade de Marcha; TUG= Timed Get Up and Go Teste; AIVDs= Atividades Instrumentais de Vida Diária.

Tabela 4. Perfil de atividade física espontânea da amostra n= (16).

	Média/ DP	Min	Máx
Tempo sedentário (h)	$8,6 \pm 2,4$	4,6	12,7
Tempo em pé (h)	$6,6 \pm 1,8$	3,5	9,2
Tempo caminhando (h)	$2,1 \pm 0,9$	0,8	4,8
No de passos (passos/dia)	$9573,4 \pm 4111,6$	3758,0	22055,0
IF	$5,3 \pm 1,5$	2,8	9,1
Gasto energético (METs)	$26,2 \pm 1,8$	23	31

IF= Índice de Fragmentação; METs= Unidade de equivalente metabólico

Na **Tabela 5** estão descritos os exames laboratoriais da amostra. Esses exames foram solicitados na primeira fase de intervenção, para a confirmação do perfil de saúde das voluntárias selecionadas. Com os exames laboratoriais foi certificado que as mesmas não apresentavam DM tipo II não diagnosticado (valores de glicemia de jejum ≥ 126 mg/dl, confirmados em dois testes) ou problemas de saúde que pudessem afetar o quadro geral de saúde e metabólico. Também foram solicitados exames de colesterol total, triglicérides, HDL e LDL a fim de verificar a relação desses com outras variáveis estudadas. Ainda na Tabela 5 estão representados os valores encontrados por meio do cálculo do índice de HOMA-IR para avaliação indireta da resistência insulínica.

Tabela 5. Perfil de saúde da amostra segundo exames laboratoriais n= (16)			
	Média $\pm$ DP	Min	Máx
Glicemia jejum (mg/dl)	93,9 $\pm$ 9,8	75,0	112,0
Insulina jejum (mg/dl)	10,2 $\pm$ 3,5	4,0	16,3
Colesterol Total (mg/dl)	210,1 $\pm$ 43,6	149,0	301,0
Triglicérides (mg/dl)	143,1 $\pm$ 70,3	22,0	308,0
LDL (mg/dl)	132,9 $\pm$ 39,2	82,0	218,0
HDL (mg/dl)	48,5 $\pm$ 1,2	27,0	78,0
PCR (mg/dl)	0,7 $\pm$ 1,3	0,1	4,0
Albumina (G/dl)	4,2 $\pm$ 0,1	3,9	4,4
Ureia (mg/dl)	29,4 $\pm$ 5,6	20,0	39,0
Creatinina (mg/dl)	0,7 $\pm$ 0,1	0,5	0,9
TSH (uUI / mL)	2,8 $\pm$ 1,7	0,8	7,4
HOMA-IR	2,39 $\pm$ 0,9	0,8	3,9

PCR= Proteína C Reativa; LDL= Lipoproteína de baixa densidade; HDL= Lipoproteína de alta densidade; TSH= Hormônio estimulante da Tireoide; HOMA-IR= índice de avaliação da resistência insulínica
#Valores de referência apresentado em apêndice.

Na **Tabela 6** estão apresentados os valores (ρ) das correlações entre variáveis clínicas, antropométricas, físicas e funcionais avaliadas na fase de pré-avaliação. Dentre o perfil de atividade física espontânea, o IF se correlacionou de forma moderada negativa com os níveis de insulina em jejum, colesterol total, LDL e de forma moderada positiva com os níveis de HDL. Além disso, as características antropométricas de IMC e CC se correlacionaram de forma moderada positiva com os níveis de glicemia em jejum. O

torque de flexores de joelho foi a única variável de força muscular que se correlacionou com as variáveis clínicas (glicemia em jejum).

Tabela 6. Correlação entre variáveis clínicas, antropométricas, físicas e funcionais da amostra n=16.

	Glicemia	Insulina	HOMA -IR	Colesterol Total	Triglicérides	LDL	HDL
	ρ	ρ	ρ	ρ	ρ	ρ	P
Tempo sentado/deitado	0,02	0,27	0,32	-0,05	0,07	-0,16	-0,07
Tempo Caminhando	-0,33	-0,35	-0,45	0,21	0,02	0,24	0,23
Nº de passos	-0,25	-0,23	-0,35	0,29	0,03	0,38	0,04
IF	-0,14	- 0,62 *	-0,61*	-0,52*	-0,37	-0,63*	0,52*
METs	-0,24	-0,27	-0,36	0,24	0,03	0,29	0,12
IMC	0,53*	0,41	0,48	-0,07	0,11	0,10	-0,52
CC	0,54*	-0,91	0,55*	0,02	0,31	0,07	-0,47
FPM	-0,04	0,30	0,28	0,22	0,13	0,32	-0,35
VM	0,04	0,20	0,20	0,33	0,0	0,32	0,13
Torque extensores	-0,46	0,21	0,14	0,25	0,07	0,37	-0,75
Torque Flexores	-0,63*	0,14	0,07	0,32	0,12	0,33	0,092

IF= Índice de Fragmentação; METs= Unidade de Equivalente Metabólico; IMC= Índice de Massa Corporal, CC= Circunferência da Cintura; FPM= Força de Preensão Manual; VM= Velocidade de Marcha.

* $p \leq 0,05$.

Ainda houve associação entre a FPM e as variáveis: tempo de realização do TUG ($\rho = -0,52$; $p = 0,04$), torque dos extensores de joelho ($\rho = 0,81$; $p \leq 0,01$) e torque dos flexores de joelho ($\rho = 0,70$; $p = 0,02$), também entre as variáveis clínicas glicemia de jejum e HDL ($\rho = -0,83$; $p \leq 0,01$). Não foram encontradas outras correlações entre as variáveis investigadas no estudo.

As **Tabelas 7 e 8** dizem respeito à resposta média da glicemia após refeição ingerida. Na tabela 7 estão representados os valores médios, mediana e quartis dos valores encontrados por meio da área sob a curva glicêmica (ASC -30, basal, +30, 60, 120, 180, 240, 300 min) nas diferentes fases de intervenção. A maior média encontrada foi na fase de TSP $555,9 \pm 75,4$ mg/dl. De forma ilustrativa, é possível verificar na **Gráfico 1** o blox plot da distribuição dos

dados em quartis de cada fase de intervenção. Ainda com relação à comparação das diferentes fases de intervenção em relação à resposta glicêmica (refletidos nos valores da ASC em 5 horas), estão descritos na **Tabela 8** a estimativa da diferença entre as quatro fases e os seus respectivos intervalos de confiança (IC). Por meio da análise de regressão linear para efeitos mistos, houve diferença estatística entre a fase do TSP em relação a todas as três fases de quebra do TSP (ILCD, IMCD e IMLD) ($p \leq 0.05$). No entanto, não foi verificada diferença quando as três fases de intervenção com interrupção do TSP foram comparadas entre elas ($p > 0,05$). Os resultados apresentados foram ajustados para as variáveis idade, peso e classificação de NAF.

A área sob a curva de glicemia foi 7,5% menor após a fragmentação do TSP com atividade de leve intensidade e curta duração, 4,4 % menor após a fragmentação do TSP com atividade de moderada intensidade e curta duração e 4,7% menor após a fragmentação do TSP com atividade de moderada intensidade e longa duração.

Tabela 7. Comparação dos valores médios e quartis da área sob a curva de 5 horas de resposta glicêmica (ASC glicemia) da fase de TSP e fases de intervenção com AF (mg/dl) n= 16.

	Média	Mínimo	1º Quartil	Mediana	3º Quartil	Máximo
TSP	555,9 ± 75,4	423,5	504,0	551,2	629,5	646,5
ILCD	514,0 ± 55,1	420,2	474,7	504,5	577,5	603,5
IMCD	531,7 ± 69,1	377,7	505,6	536,6	570,1	637,5
IMLD	530,0 ± 45,5	468,7	481,2	535,2	558,4	614,2

TSP= Tempo Sentado Prolongado; ILCD= Intensidade Leve e Curta Duração; IMCD= Intensidade Moderada e Curta Duração; IMLD= Intensidade Moderada e Longa Duração.

*valores expressos na unidade mg/dl.

Gráfico 1. Gráfico de distribuição (box plot) dos valores de área sob a curva dos níveis de glicemia nas diferentes fases de intervenção. Os valores de glicemia estão expressos na unidade de medida mg/dl.

TSP= Tempo Sentado Prolongado; ILCD= Intensidade Leve e Curta Duração; IMCD= Intensidade Moderada e Curta Duração; IMLD= Intensidade Moderada e Longa Duração.

Tabela 8. Comparação entre as diferentes fases de intervenção por meio da estimativa média de diferença e IC em relação aos valores de curva glicêmica de 5 horas (ASC 5 horas) n= 16.

Grupos			Estimativa diferença (IC 95%)	Valor p
TSP	X	ILCD	-41,7 (-63,4: -20,1)	<0,01
TSP	X	IMCD	-24,2 (-45,4 : -3,0)	0,03
TSP	X	IMLD	-25,9 (-47,1 : -4,7)	0,02
ILCD	X	IMCD	-17,5 (-39,2 : 4,1)	0,1
ILCD	X	IMLD	-15,9 (-37,5 : 5,8)	0,1
IMCD	X	IMLD	1,6 (-19,5 : 22,8)	0,9

TSP= Tempo Sentado Prolongado; ILCD= Intensidade Leve e Curta Duração; IMCD= Intensidade Moderada e Curta Duração; IMLD= Intensidade Moderada e Longa Duração.

As **Tabelas 9 e 10** dizem respeito à resposta média da insulina após refeição ingerida. Na **Tabela 9** estão representados os valores médios, mediana e quartis dos valores encontrados da área sob a curva insulinêmica (ASC -30, basal, +30, 60, 120, 180, 240, 300 min), nas diferentes fases de intervenção. Novamente, a maior média encontrada foi na fase de TSP ($220,1 \pm 76,2$ μ IU/mL) e a menor para a fase de ILCD ($155,0 \pm 53,1$ μ IU/mL). No **Gráfico 2** está representado o blox plot da distribuição dos dados em quartis de cada fase de intervenção. Já na **Tabela 10** estão descritas as estimativas da diferença entre todas as fases e os seus respectivos intervalos de confiança (IC). Com a análise de regressão linear para efeitos mistos, foi encontrada diferença estatística entre as fases do TSP em relação às três fases de intervenção, com quebra do TSP com AF (ILCD, IMCD e IMLD) ($p \leq 0,05$). Novamente, quando realizada a comparação, entre si, das 3 fases de TSP intermitente, não foi verificada diferença estatística ($p > 0,05$). Os resultados apresentados, também, foram ajustados para as variáveis de confusão: idade, peso e classificação de NAF.

A área sob a curva de insulina foi 29,5% menor após a fragmentação do TSP com atividade de leve intensidade e curta duração, 23,0% menor após a fragmentação do TSP com atividade de moderada intensidade e curta duração e 25,1% menor após a fragmentação do TSP com atividade de moderada intensidade e longa duração.

Tabela 9. Comparação dos valores médios e quartis da fase da área sob a curva de 5 horas de resposta insulínica (ASC insulínica) da fase de TSP e fases de intervenção com AF (μ IU/mL) n= 16.

Grupo	Média	Mínimo	1º Quartil	Mediana	3º Quartil	Máximo
TSP	$220,1 \pm 76,2$	97,2	155,7	201,1	293,2	334,9
ILCD	$155,0 \pm 53,1$	84,1	111,8	137,9	202,3	262,2
IMCD	$169,5 \pm 81,7$	68,3	127,1	145,9	196,1	390,4
IMLD	$164,9 \pm 54,4$	89,9	120,4	162,1	204,8	284,9

TSP= Tempo Sentado Prolongado; ILCD= Intensidade Leve e Curta Duração; IMCD= Intensidade Moderada e Curta Duração; IMLD= Intensidade Moderada e Longa Duração.

*valores expressos na unidade μ IU/mL

Gráfico 2. Gráfico de distribuição (box plot) dos valores de área sob a curva dos níveis de insulina nas diferentes fases de intervenção. Os valores de insulina estão expressos na unidade de medida $\mu\text{IU/mL}$.

TSP= Tempo Sentado Prolongado; ILCD= Intensidade Leve e Curta Duração; IMCD= Intensidade Moderada e Curta Duração; IMLD= Intensidade Moderada e Longa Duração.

Tabela 10. Comparação entre as diferentes fases de intervenção por meio da estimativa média de diferença e IC em relação aos valores de curva insulinêmica de 5 horas (ASC 5 horas) n= 16.

Grupos			Estimativa diferença (IC 95%)	Valor p
TSP	X	ILCD	-67,4 (-98,1: -36,7)	<0,01
TSP	X	IMCD	-50,6 (-80,7: -20,6)	<0,01
TSP	X	IMLD	-55,2 (-85,2: -25,1)	<0,01
ILCD	X	IMCD	-16,7 (-47,4: 13,9)	0,3
ILCD	X	IMLD	-12,2 (-42,9: 18,5)	0,4
IMCD	X	IMLD	4,5 (-25,5: 34,6)	0,8

TSP= Tempo Sentado Prolongado; ILCD= Intensidade Leve e Curta Duração; IMCD= Intensidade Moderada e Curta Duração; IMLD= Intensidade Moderada e Longa Duração.

Os **Gráficos 3 e 4** ilustram, respectivamente, as diferentes áreas sob a curva formadas para os níveis de glicemia e insulina nos tempos avaliados (-30, Basal, 30, 60, 120, 180, 240 e 300 min). A observação visual demonstra a maior área do TSP tanto para a curva glicêmica quanto insulinêmica em relação a todos as demais fases de interrupção do TSP com AF, confirmado pelos valores mais elevados da média da ASC apresentados nas Tabelas 7 e 9. Os grupos ILCD IMCD e IMLD, que apresentam em comum interrupção do TSP, aparentam ter comportamentos semelhantes nas duas curvas apresentadas.

Gráfico 3. Representação gráfica das curvas de glicemia (mg/dl) nos diferentes tempos de coleta (-30, Basal, 30, 60, 120, 180, 240 e 300 min) para as diferentes fases de intervenção.

Gráfico 4. Representação gráfica das curvas de insulina ($\mu\text{IU/mL}$) nos diferentes tempos de coleta (-30, Basal, 30, 60, 120, 180, 240 e 300 min) para as diferentes fases de intervenção.

Embora a intensidade da atividade física tenha sido monitorada por meio do monitor cardíaco e as voluntárias tenham sido estimuladas a caminhar dentro de uma faixa de treinamento pré-estipulada, a fim de reafirmar a realização da atividade dentro da intensidade prescrita para cada fase de intervenção, em uma sub amostra de voluntárias ($n= 6$), o acelerômetro tri-axial activPal® foi utilizado. Por meio dessa análise verificou-se que a média da cadência para a fase de intervenção de intensidade leve foi de $103 \pm 3,6$ passos/min, enquanto que para as fases de intensidade moderada a média da cadência foi de $122 \pm 3,8$ passos/min.

8. Discussão

Esse estudo objetivou verificar, em um grupo de idosas da comunidade, a associação entre o tempo sentado prolongado bem como de diferentes formas agudas de interrupção dessa postura a resposta glicêmica e insulinêmica. Diversos autores têm sugerido que diferentes padrões de interrupção do TSP sejam testados, a fim de verificar qual o melhor padrão de interrupção em relação as variáveis metabólicas e cardíacas (CHASTIN et al., 2015). Pelo nosso conhecimento, esse foi o único estudo, até o presente momento, que se propôs a verificar os possíveis benefícios da interrupção do TSP por meio do padrão de atividade física proposto pela OMS (30 minutos de atividade física em intervalos de no mínimo 10 minutos contínuos), como também de avaliar os efeitos agudos da interrupção do TSP em idosas não obesas.

Inicialmente, serão discutidos os dados referentes as pré-avaliações e medidas de caracterização da amostra.

De maneira geral, a amostra foi composta por idosas casadas, da raça branca e de baixa renda e escolaridade. Embora o percentual de mulheres casadas tenha sido maior, os arranjos sociais de mulheres viúvas, divorciadas e solteiras compuseram 62,5% da amostra. Segundo a Síntese de Indicadores Sociais (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2016) o grupo populacional de idosos está relacionado ao aumento dos arranjos unipessoais, em especial para as mulheres. Isto estaria interligado, indiretamente, ao fenômeno de feminização da velhice definido como maiores proporções de mulheres idosas em faixas etárias mais elevadas, e seria resultado da maior expectativa de vida de mulheres e a maior sobremortalidade masculina de adultos e jovens (VAN OYEN et al., 2013). Segundo Van Oyen et al. (2013) esse fenômeno pode ser explicado por fatores biológicos, culturais e sociais. Dentre os componentes que justificariam um aumento da expectativa de vida feminina estão as hipóteses de hormônio proteção, que reduziria a prevalência de algumas doenças, em especial cardiovasculares, mas também a maior procura aos serviços de saúde por mulheres. Por outro lado, os homens estariam mais expostos a fatores de risco sociais tais como hábitos não saudáveis (tabagismo e etilismo), maior exposição a trabalhos perigosos e retirada da licença automotiva em idades mais precoces. Não se pode deixar de destacar, no entanto, que questões sociais e culturais como agressão às mulheres e as piores condições de renda podem ser considerados fatores de desvantagem ao gênero. Também, a feminização da velhice pode vir acompanhada de um efeito de incapacidade associado (VAN OYEN et al., 2013).

A média de idade da amostra foi de $69 \pm 4,1$ anos, sendo a faixa de idade estudada entre 65 a 78 anos. A definição do idoso como indivíduo com idade igual ou superior a 65 anos já está bem definida na literatura (SINGH; BAJOREK, 2014). No entanto, a

heterogeneidade da população idosa e o aumento da expectativa de vida mundial (resultando em um aumento do número de idosos com idade ≥ 80 anos), vem acarretando na necessidade da diferenciação de estudos em idosos longevos e não longevos, uma vez que o primeiro grupo apresenta peculiares em relação as faixas etárias menos avançadas (LOURENÇO et al., 2012). Esse estudo, portanto, se restringiu a avaliar os efeitos agudos na glicemia e insulina durante o tempo sentado prolongado contínuo e intermitente em idosas da comunidade não longevas.

A doença crônica mais frequentemente relatada (56,2%) foi a HAS. A prevalência auto referida dessa doença foi próxima àquela encontrada no estudo SABE (Saúde, Bem Estar e Envelhecimento), realizado em idosos do município de São Paulo, que encontrou uma prevalência de 53,3% (DUARTE, 2003). A HAS é vista como uma doença comum em idades mais avançadas e está relacionada com alterações referentes ao processo de envelhecimento como o enrijecimento arterial (NGUYEN et al., 2012). Apesar da elevada prevalência de HAS, a porcentagem de demais doenças crônicas foi inferior a relatada em estudo com idosos brasileiros (DUARTE, 2003). Este último fato pode ter refletido no baixo número de medicamentos $2,0 \pm 1,8$ e doenças crônicas auto relatas $1,2 \pm 0,8$. Tais achados sustentam o perfil de idosas saudáveis e ativas, que apresentam um menor número de comorbidades, capacidade funcional preservada e boa auto percepção de saúde (BORGES et al., 2008).

Em relação ao perfil antropométrico da amostra estudada, embora tenham sido excluídas idosas com obesidade, definido pelo $IMC \geq 30 \text{ kg/m}^2$, observou-se uma considerável porcentagem (25%) de idosas com indicador de sobrepeso (média $26,4 \pm 2,1$; min: 25,5 e máx: $29,6 \text{ kg/m}^2$). O aumento alarmante dos níveis de obesidade e sobrepeso em todo o mundo nas últimas décadas, tem sido observado em todas as faixas etárias, inclusive em idosos (VILLAREAL et al., 2005). O excesso da gordura corporal é apontado como um dos principais fatores de risco cardiovascular e está relacionado a anormalidades metabólicas como redução da sensibilidade à insulina e alteração dos perfis lipídicos. Em suma, o aumento do IMC, está relacionado a um desequilíbrio entre gasto e consumo energético. Especialmente em idosos, a redução do gasto energético se relaciona não apenas à redução da massa muscular, mas também à diminuição da atividade física (HAN; TAJAR; LEAN, 2011), sendo considerado, uma das principais causas de sobrepeso/obesidade neste grupo. Com o envelhecimento, ocorre uma diminuição gradual do nível de atividade física (MEIJER et al., 2001), resultante de alterações na composição corporal, declínio funcional, comorbidades e diminuição da tolerância ao exercício (JOHANNSEN et al., 2008).

Para classificação do IMC foi utilizado o ponto de corte sugerido pela Organização Pan – Americana de Saúde (OPAS, 2001) e adotada a classificação: baixo-peso ($\text{IMC} \leq 23 \text{ kg/m}^2$), peso adequado ($23 < \text{IMC} < 28 \text{ kg/m}^2$), excesso de peso ($28 \leq \text{IMC} < 30 \text{ kg/m}^2$) e obesidade ($\text{IMC} \geq 30 \text{ kg/m}^2$). É fato que, ainda hoje, não existe consenso sobre a melhor classificação do IMC em relação a população idosa. Embora seja considerado um bom índice para avaliação do estado nutricional, estar associado ao estado funcional, à presença de comorbidades e a síndromes relacionadas ao envelhecimento (PESSANHA et al., 2017), além de ser o marcador mais utilizado para detectar o risco de desnutrição e sobrepeso (PERISSINOTTO et al., 2002), a utilização desse índice, particularmente em idosos, é ainda alvo de intenso debate. Em especial, acredita-se que a redistribuição da gordura corporal e da compensação entre diminuição da massa livre de gordura (MLG) e aumento da massa gorda (MG), poderiam influenciar na real estimativa do IMC neste grupo etário. Portanto, para este estudo, optou-se por utilizar uma classificação sugerida para idosos saudáveis da América Latina.

Ainda em relação às outras variáveis antropométricas avaliadas no estudo, a média da CC foi elevada ($92,5 \pm 7,4 \text{ cm}$). Segundo os critérios da OMS, mulheres com $\text{CC} > 88 \text{ cm}$, apresentam um risco elevado para complicações metabólicas, independente do IMC (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2008). Isto porque a CC está relacionada, de forma mais específica, à redistribuição da gordura corporal do que o próprio IMC. Dentre as alterações da composição corporal que se relacionam ao processo de envelhecimento está o aumento da gordura abdominal, que pode quadruplicar entre a terceira e sétima década de vida (HUNTER; GOWER; KANE, 2010) e com isso o consequente aumento do risco de doenças metabólicas em idades mais avançadas. Estudo populacional realizado em 5638 idosos brasileiros indicou que 49,8% apresentam CC elevada de acordo com a classificação sugerida (FERRIOLLI et al., 2017). No presente estudo a prevalência de idosos com CC elevada chegou a 62,5%.

As demais medidas de avaliação antropométrica (CB e CP) se assemelharam às de outros estudos populacionais em idosos brasileiros (ALMEIDA et al., 2013) (BARBOSA et al., 2005) (BOWMAN, 2006) (CORREIA et al., 2014) e os valores médios da amostra se encontram dentro dos valores de normalidade da população idosa, assegurando novamente o perfil de saúde das idosas avaliadas.

Outro ponto investigado foi a funcionalidade da amostra. A capacidade funcional foi avaliada por meio de testes físicos e a avaliação do desempenho funcional por meio do auto relato (Escala de Lawton & Brody). Ambos, capacidade funcional e desempenho físico, foram satisfatórios e traduzem valores próximos aqueles encontrados na população idosa saudável

(BEZ; NERI, 2014) (BARBOSA et al., 2014). É fato que, com o envelhecimento, ocorre, redução da independência e perda das reservas funcionais, decorrentes, dentre outros fatores, das alterações da composição funcional e alteração do estilo de vida. Além disso, a “*optimal functionality*” é um termo recentemente proposto para avaliar a função de grupos heterogêneos de idosos sistematizado em uma função mais holística e baseado em fatores de bem-estar físico, mental e fatores externos (ALGILANI et al., 2016). Nesse estudo, embora não tenha sido objetivo primário, a funcionalidade não se correlacionou com nenhuma outra variável clínica ou antropométrica analisada. Embora já existam evidências na literatura dessa possível associação, inclusive com variáveis metabólicas investigadas (CLEASBY; JAMIESON; ATHERTON, 2016), a amostra estudada, como é possível constatar nos resultados, foi bastante homogênea e apresentou um bom desempenho funcional como um todo. Tal fato pode ter influenciado na ausência de correlações já que grupos “menos funcionais” não foram incluídos.

Os exames laboratoriais, novamente, confirmam o perfil considerado saudável da amostra e descartaram alterações metabólicas que pudessem comprometer os resultados do estudo. O valor máximo de glicemia de jejum encontrado foi de 112 mg/dl. Segundo as recomendações mais recentes da Sociedade Brasileira de Diabetes (SOCIEDADE BRASILEIRA DE DIABETES, 2015), esse valor de glicose plasmática já traduziria um quadro de tolerância à glicose diminuída (≥ 100 a < 126 mg/dl), no entanto, cabe ressaltar que os valores médios da amostra ficaram abaixo desse valor e que nenhuma idosa com DM foi incluída no estudo (≥ 126 mg/dl). Também os exames laboratoriais permitiram que fosse avaliada, indiretamente, a resistência insulínica. O HOMA-IR, índice simples, que mede a insulinemia em relação à glicemia, foi calculado por meio de fórmulas matemáticas utilizando os valores de glicemia e insulina basais da primeira fase de coleta. Ainda segundo as diretrizes atuais da Sociedade Brasileira de Diabetes, valores de HOMA-IR $> 4,65$, ou HOMA-IR $> 3,60$ e IMC $> 27,5$ Kg.m² são indicativos de resistência insulínica. Portanto, segundo esses parâmetros, a amostra estudada não foi incluída no perfil de resistência insulínica. Cabe ressaltar que estes valores de referência foram sugeridos para uma população multiétnica adulta (CARR et al., 2005). Pontos de corte específicos para a população brasileira idosa ainda não foram sugeridos. Apesar disso, já se sabe que o processo fisiológico do envelhecimento está relacionado ao aumento da resistência insulínica por si só. Tal fato estaria relacionado às alterações da composição corporal como a perda de massa magra, e aumento da adiposidade central. Além disso, a redução do NAF com o envelhecimento é fator relacionado a esta condição em idosos (RYAN, 2000).

Já para os valores de colesterol total e LDL, os valores médios da amostra, segundo as Diretrizes brasileiras atuais de dislipidemias (SOCIEDADE BRASILEIRA DE CARDIOLOGIA, 2017) foram superiores àqueles considerados desejáveis na população adulta e atingiram valores de alto risco para doenças cardiovasculares. Nesse sentido, observando este perfil, no último dia de coleta, uma nutricionista da equipe, ministrou orientações nutricionais a todas as voluntárias. Em apenas um caso, foi necessária a prescrição de medicação para redução do colesterol, realizada pelo geriatra da equipe.

Embora as idosas fossem consideradas sedentárias por meio do auto relato (realizar menos de 150 min/sem de atividade física), tal fato não foi confirmado pela avaliação direta e objetiva da AF. As idosas da amostra apresentaram média de $9573,4 \pm 4111,6$ passos/ dia. Tudor- Locke et al. (2011), propõem um ponto de corte baseado no número de passos/dia para graduação do nível de atividade física. Segundo esses autores, idosos que caminham entre 7000 e 9999 passos/ dias devem ser considerados como saudáveis e moderadamente ativos, enquanto aqueles que caminham um número inferior a 5000 passos/dias devem ser classificados como sedentários. Essa classificação, portanto, reforça a característica de idosos saudáveis da amostra embora se oponha em relação ao perfil sedentário auto referido. Não raro, encontramos discrepância entre a atividade física auto relatada e a mensuração objetiva dessa medida. De acordo com Shephard (2003), questionários que visam avaliar o nível de atividade física apresentam limitada validade e confiabilidade, além de apresentarem limitações relacionadas à memória e ao comportamento, em especial, quando aplicados na população idosa. Além disso, houve extrema heterogeneidade dessa medida na amostra estudada, uma vez que o número de passos/ dia variou de 3758 (mínimo) a 22055 (máximo). Acreditamos, no entanto, que tal fato foi minimizado durante a interpretação dos resultados ao realizarmos uma análise estatística controlada também pelo nível de atividade física.

Ainda em relação ao perfil de atividade espontânea da amostra, as idosas avaliadas apresentaram média de $8,6 \pm 2,4$ horas de um dia ativo dispendidas em CS. Esses dados vão de encontro aos dados apresentados por Harvey, Chatin e Skelton (2013), em revisão sistemática sobre o CS em idosos. Esses autores que avaliaram um total de 23 artigos identificaram que por meio da avaliação objetiva, esse grupo etário passa em média 8,5 horas/dia na postura sentada ou deitada. Em estudo realizado em 3296 idosos brasileiros, o tempo médio despendido em CS foi de 4 horas/dia (MENEGUCI et al., 2015). Cabe ressaltar que os idosos foram avaliados por meio de questionário de auto relato. Nesse mesmo sentido, (BUENO et al., 2016) ao avaliarem idosos do município de São Paulo, observaram alta prevalência de CS nessa população. No estudo citado, 63,1% da amostra foi considerada

sedentária (menos de 10 minutos/dia em atividade moderada ou vigorosa) e os idosos passaram cerca de 13 horas do dia em comportamentos sedentários. Vale salientar que esse estudo, por utilizar diferente equipamento de acelerometria, se focou, para definição do sedentarismo, no nível de atividade física e não na postura sedentária, caso desse estudo. Ainda de maneira mais específica, um estudo em uma larga amostra de adultos e idosos hispânicos (DIAZ et al., 2017) observou que embora a média de duração do CS (posturas sentadas e deitada) tenha sido pequeno para essa amostra (10,4 minutos), o CS de duração ≥ 30 min são responsáveis por cerca de 40% do tempo sedentário total. Além disso, aproximadamente 70% da amostra apresentava, por dia, ao menos um período de CS com duração superior a 60 min. A duração dos períodos de CS não foram analisados no presente estudo.

O IF (índice de fragmentação) determinado pela razão entre o número de eventos sedentários e o tempo sedentário total também foi avaliado para essa amostra. As idosas apresentaram em média, IF de $5,3 \pm 1,5$. Poucos são os estudos que se propuseram a avaliar tal índice, já que o mesmo foi descrito, apenas recentemente, como um bom indicador do grau em que um CS é prolongado ou interrompido/ intermitente (JANSSEN et al., 2015). Assim, o IF representa o padrão de acúmulo do CS ou, em outras palavras, o quanto o CS é interrompido durante um dia ativo, portanto, quanto maior o valor numérico desse índice maior é o número de interrupções no CS. Em idosos da comunidade com idade ≥ 70 anos, Cardon-Thomas et al. (2017), verificaram um IF igual a $3,1 \pm 1,0$, valor inferior ao da amostra estudada. Outros estudos verificaram o IF em populações especiais.

Nesse estudo, o IF foi a variável relativa ao perfil de atividade física espontânea que mais se correlacionou com as variáveis clínicas. O IF apresentou correlação inversa e moderada com os níveis de insulina em jejum, colesterol total e LDL. Por outro lado, o IF se correlacionou de maneira positiva com os níveis de HDL. Honda et al. (2016) em estudo longitudinal com seguimento de três anos, verificou que aqueles com períodos mais prolongados de CS, ou seja, com menor IF, apresentavam maior risco de desenvolver a síndrome metabólica. Já Cliff et al. (2014), observaram, em crianças obesas, que maiores intervalos de CS (> 30 minutos) podem resultar em menores níveis de HDL, independentemente do nível de atividade física. Ainda, em relação a fragmentação do tempo sentado prolongado Carson et al. (2014), em uma amostra de 4935 adultos e idosos canadenses, verificaram que a maior fragmentação, representada por intervalos sedentários com duração igual ou inferior a 20 minutos/ dia, se associou com menores valores de CC, pressão arterial sistólica, triglicérides e maiores valores de HDL. Nesse estudo, o IF ainda se

correlacionou de maneira moderada e negativa ao índice de resistência insulínica, HOMA-IR. O HOMA-IR, assim como citado anteriormente, é uma fórmula matemática desenvolvida com o intuito de traduzir a resistência insulínica, utilizando, apenas, as medidas de insulina e glicemia em jejum. Embora apresente críticas, relacionadas principalmente ao fato desse índice avaliar parâmetros exclusivos do jejum, onde a captação da glicose ocorre principalmente nos tecidos independentes da ação da insulina, estudos em diferentes populações mostraram uma boa correlação entre o mesmo e o método de clamp euglicêmico hiperinsulinêmico, considerado padrão-ouro para avaliação da resistência insulínica.

Embora a maior interrupção do tempo sentado prolongado tenha sido relatada como fator benéfico para a saúde em geral e para a redução do risco cardiovascular, conforme citado anteriormente, a relação entre fragmentação e qualidade muscular parece ser diretamente influenciada pela intensidade da atividade física realizada durante a “quebra” da postura sedentária. Nesse sentido, Chastin et al. (2012) sugerem que indivíduos que realizam interrupções com atividade física de intensidade vigorosa apresentam uma melhor qualidade muscular, embora, por meio da compensação do gasto energético, esse fator possa refletir em uma menor fragmentação e consequentemente em uma maior adiposidade corporal. Já Gianoudis, Bailey e Daly (2015) não encontraram nenhuma associação entre massa muscular e IF, quando avaliaram idosos da comunidade.

Ainda, foram observadas correlações entre características clínicas e antropométricas. De forma esperada, o IMC e a CC se correlacionaram positivamente com os valores glicêmicos em jejum. Já está bem estabelecido na literatura que a CC e o IMC apresentam uma forte correlação com o DM tipo II e a síndrome metabólica (ROGOWSKI et al., 2010). Em especial, a medida da CC indica a redistribuição da gordura corporal com aumento da gordura central, sendo considerada um indicador mais forte do risco de DM tipo II do que a avaliação do IMC (KLEIN et al., 2007). O principal mecanismo que parece influenciar na associação entre a medida da obesidade central e doenças metabólicas como o diabetes é o estado pró-inflamatório. A adiposidade central está relacionada a alteração da produção de adipocinas, citocinas inflamatórias como a IL-6 e TNF- α , resistência insulínica e disfunção endotelial (RITCHIE et al., 2007). Além disso, tanto o aumento da IL-6 quanto do TNF- α , relacionados com a obesidade central, podem desencadear a resistência insulínica, promovendo diversas alterações nas vias de sinalização da insulina (BASTARD et al., 2006).

Por último, em relação às correlações, o torque dos músculos flexores de joelho apresentou correlação negativa com a glicemia de jejum. Sabe-se, atualmente, que o DM tipo II está relacionado a perda acentuada de força e massa muscular, enquanto, de forma oposta, o

treino contra resistência é capaz auxiliar no controle dos níveis glicêmicos (LEE; KIM; KIM, 2017). Dentre os diferentes fatores que podem justificar tal associação, previamente investigados na literatura, estão os efeitos da hiperglicemia na disfunção endotelial, degradação proteica e redução da função nervosa periférica (KALYANI et al., 2015). Além disso, a redução da atividade física pode acentuar o aumento dos níveis glicêmicos e ainda está relacionada a redução da força muscular com o envelhecimento. Neste estudo a correlação encontrada foi relacionada apenas à musculatura flexora de joelho.

Em relação ao objetivo geral do estudo, tanto para os níveis glicêmicos quanto insulinêmicos, a fase de TSP foi aquela que apresentou os maiores valores de ASC. A relação entre CS e DM tipo II já foi previamente investigada em estudos que avaliaram a resposta crônica do CS em relação a alterações metabólicas. Estudo em adultos e idosos australianos, verificou que independente do tempo gasto em atividades físicas de leve e moderada intensidade, o CS está associado não apenas ao aumento da glicemia de jejum como de outros marcadores de risco para a síndrome metabólica (HEALY et al., 2008). De forma oposta, em idosos, o menor CS, descrito como intervalos sedentários inferiores a 15 minutos foram relacionados a menores valores insulinêmicos e menor risco de alterações metabólicas (JEFFERIS et al., 2016).

Mais recentemente Diaz et al. (2017) ao estudarem 12083 adultos e idosos hispânicos por meio da acelerometria, verificaram que o CS está associado a efeitos deletérios em marcadores glicêmicos (HOMA-IR, teste de tolerância a glicose / 2 horas, hemoglobina glicada A_{1C}- HgA_{1C}). Os resultados desse estudo indicaram que participantes com maior tempo sentado prolongado total bem como aqueles com maior duração dos períodos de CS, apresentaram maiores valores para o índice HOMA-IR e para o teste de tolerância a glicose. No entanto, quando essas variáveis foram avaliadas isoladamente (tempo sentado prolongado total/ duração do CS) não foram verificadas associações. Tal fato sugere que não apenas o volume total de CS mas também o seu padrão de acumulação são fatores importantes a serem considerados.

Poucos estudos se propuseram a avaliar a resposta aguda e controlada do CS em relação a esses mesmos marcadores de saúde. Stephens et al. (2011), demonstraram a resposta aguda de 24 horas da redução do gasto energético. A priorização da postura sentada/deitada, foi suficiente para reduzir a ação insulínica em até 39% em comparação ao mesmo período de um dia ativo. Também em relação a testes de tolerância a glicose, estudos encontraram que períodos agudos de TSP podem resultar em redução da tolerância a glicose de efeitos moderados (SAUNDERS et al., 2012).

No presente estudo, todas as fases de interrupção do CS propostas apresentaram redução nos níveis insulinêmicos e glicêmicos quando comparados com a fase de TSP. Um dos primeiros estudos que propuseram avaliar os benefícios da interrupção do TSP em marcadores de risco cardiovascular, de forma experimental, foi o estudo realizado por Dunstan et al. (2012). Esses autores avaliaram 19 adultos obesos em três fases de intervenção: 1) Tempo sentado prolongado por 5 horas; 2) Interrupção do TSP por caminhada de leve intensidade e 3) Interrupção do TSP por caminhada de intensidade moderada. Também neste estudo as interrupções tiveram duração de 2 minutos e ocorreram a cada 20 minutos. Os resultados demonstraram que a interrupção do TSP é capaz de promover melhoras no metabolismo glicêmico, tendo sido observada uma redução de 24,1% e 29,6% na área glicêmica e de 23% na área insulinêmica para as condições de AF de leve e moderada intensidade, respectivamente. Segundo esses autores, essas taxas representativas de redução na área sob a curva após as condições de interrupção do TSP são comparáveis aos benefícios já comprovados do efeito agudo do exercício físico nesses mesmos marcadores. Além disso, os autores sugerem que os resultados encontrados podem indicar uma melhora da sensibilidade à insulina e a menor necessidade de secreção desse hormônio pelas células β pancreáticas. Os benefícios da interrupção do CS nas variáveis analisadas no presente estudo, também foram comprovados nos estudos de Peddie et al. (2013) e Healy et al. (2008). Contraditoriamente e divergindo do presente estudo, Altenburg et al. (2013) ao avaliarem adultos saudáveis, não encontraram redução dos níveis de glicemia pós-prandiais após a interrupção do CS de 8 horas por meio da realização de AF de intensidade moderada em bicicleta ergométrica.

Esses resultados parecem confirmar que os mecanismos fisiopatológicos ligados aos benefícios da interrupção do CS são distintos daqueles relacionados à prática de AF. Embora ainda não se saiba ao certo quais processos fisiológicos são promovidos com a descontinuação do CS, estudos recentes apontam que mecanismos moleculares relacionados à via da insulina podem estar presentes. Latouche et al. (2013) avaliaram a expressão gênica muscular de adultos obesos durante as interrupções do TSP. Nessas condições, os autores encontraram a alteração de 10 genes envolvidos no metabolismo de carboidratos, incluindo o aumento da expressão de genes que regulam indiretamente o transportador de glicose GLUT-4. Além disso, a interrupção do TSP foi responsável por alterar a expressão de genes relacionados à modulação de vias anti-inflamatórias, anti-oxidativas e relacionadas ao metabolismo dos triglicerídeos. Recentemente, Bergouignan et al. (2016) por meio da biopsia muscular realizada no músculo vasto lateral de adultos com sobrepeso, avaliaram os efeitos agudos da

interrupção do TSP por meio da AF de leve e moderada intensidade em relação aos mecanismos moleculares responsáveis pela redução da glicemia plasmática pós-prandial. Os resultados desse estudo sugerem que as interrupções agudas de leve e moderada intensidade (um dia de intervenção), foram capazes de estimular a via de captação de glicose mediada pela contração muscular, por meio da elevação dos valores de AMPK (proteína quinase dependente de AMP). Esta enzima atua, indiretamente, desinibindo a translocação do transportador GLUT-4 para a membrana. Além disso, as interrupções agudas, de intensidade moderada, foram capazes de induzir uma modulação na via de sinalização da insulina em associação com o aumento da capacidade de transporte da glicose. Esse tipo de interrupção também foi capaz de produzir uma elevação no complexo V da fosforilação oxidativa (OXPHOS), sugerindo melhor capacidade de produção de ATP, e também um aumento dos níveis da proteína GSK3 β (Glicogênio Sintase Quinase 3), o que indicaria uma melhor capacidade de síntese de glicogênio. Estudos que se propuseram a avaliar, ao nível genético, os possíveis benefícios da interrupção do CS ainda são escassos e restritos à população adulta. No entanto, essa forma de metodologia de pesquisa pode indicar pontos-chaves na compreensão dos mecanismos fisiopatológicos envolvidos neste processo.

Não foi encontrada diferença entre os tipos de interrupção do TSP sugeridos no presente estudo. Os benefícios superiores da interrupção por meio da AF de intensidade moderada em relação a AF de intensidade leve ainda são controversos na literatura. Relevante meta-análise, realizada em 2015, (CHASTIN et al., 2015) evidenciou os benefícios da interrupção aguda do CS nos níveis glicêmicos e insulinêmicos tanto por meio da AF de intensidade leve como moderada, sem evidenciar qualquer superioridade de uma intensidade em relação a outra. Tal fato sugere que mesmo a interrupção com uma caminhada em velocidade habitual pode ser uma boa estratégia para a redução dos níveis de glicemia e insulina. No entanto, nesta meta-análise não foram encontrados benefícios para nenhuma das variáveis analisadas, quando houve interrupção do CS por meio da mudança da postura sentada para em pé, sem realização de AF. Já Phillips, Dillon e Perry (2017) encontraram que a substituição de 30 min de TSP por AF de moderada intensidade são associados à melhora do perfil inflamatório com aumento dos níveis de adiponectina e redução dos níveis de leptina e IL-6. Esses autores não encontraram benefícios quando o TSP foi substituído por períodos de AF de intensidade leve.

Analogamente, alguns autores se propuseram a comparar os possíveis benefícios da interrupção frequente do CS por meio da AF de intensidade leve *versus* uma única interrupção de AF de intensidade moderada ao longo do dia. Van Dijk et al. (2013) avaliaram homens

diabéticos em condições de sedentarismo e propuseram a interrupção do CS por períodos curtos (3 intervalos de 15 min) de atividades básicas de vida diária (consideradas de leve intensidade) e um episódio único de atividade moderada de 45 min. Embora ambas as intervenções tenham se mostrado efetivas para a redução dos níveis plasmáticos de glicemia e insulina, a realização de uma atividade física de intensidade moderada em um único episódio apresentou valores superiores de redução das variáveis avaliadas. De forma oposta, mais recentemente, autores avaliaram, também em indivíduos diabéticos, a possível diferença entre tempo total sedentário, fragmentação constante do CS com atividade de leve intensidade e exercício estruturado (uma hora de atividade moderada) nos níveis de glicemia e na resistência insulínica (DUVIVIER et al., 2017). Embora os níveis glicêmicos (área sob a curva de 24 horas) tenham reduzido similarmente para os grupos de intervenção, a intervenção com constantes interrupções do CS com atividade leve evidenciou maiores reduções nos valores de HOMA-IR do que a intervenção com um único exercício isolado de intensidade moderada. No presente estudo a intervenção estruturada por meio de um único exercício não foi avaliada.

A ASC glicêmica apresentou uma redução de 7,5% para a fase de ILCD, 4,4% para IMCD e 4,7% para IMLD. Já a redução da ASC insulinêmica foi mais robusta sendo: 29,5% para a fase de ILCD, 23,0% para IMCD e 25,1% para IMLD. A redução da ASC insulinêmica encontrada foi próxima aos valores demonstrados no estudo de Dunstan et al. (2012) em adultos, que encontraram uma redução de 23% para ambos os grupos de intervenção. No entanto, a menor redução da ASC glicêmica, quando comparada a ASC insulinêmica, pode sugerir que a sensibilização dos tecidos periféricos a ação insulínica foi um dos principais mecanismos relacionados à melhora do perfil glicêmico. Isto porque, a maior sensibilização dos tecidos periféricos seria capaz de promover a entrada de glicose nas células sem a necessidade de maior secreção deste hormônio. Além disso, reduções em torno de 5% nos valores de ASC já podem ser considerados clinicamente relevantes.

Os resultados desse estudo apontam que, independente do padrão de interrupção do CS, os benefícios para os marcadores avaliados (glicose e insulina) são similares. Não houve benefício adicional na interrupção de curta duração e frequente (2 min a cada 20 min) em relação à interrupção de maior duração e menor frequência (10 min a cada 75 min). O padrão ideal de interrupção ainda é controverso e, portanto, novos estudos serão necessários na tentativa de elucidar qual modelo de interrupção é capaz de trazer mais vantagens aos diversos marcadores de risco cardiovascular. A princípio, nossos resultados sugerem que independente do padrão de interrupção, o acúmulo de 30 minutos de AF ao longo de um TSP

de 5 horas é capaz de trazer benefícios nos marcadores cardiovasculares avaliados. Assim, a prescrição de AF sugerida pela OMS para prática de exercício físico parece não trazer benefícios adicionais quando realizada no intuito de interromper o CS. Isto porque não foi verificada uma redução superior dos níveis glicêmicos e/ou insulinêmicos deste padrão de interrupção do CS quando comparado aos demais padrões sugeridos. Uma hipótese possível é de que a maior duração dos períodos de AF (10 min cada) pode exercer uma função compensatória na menor fragmentação do CS, já que nesta fase de intervenção os períodos de CS duravam mais de 1 hora (75 min).

Embora a caminhada não tenha sido realizada em esteira mecânica com o controle restrito da velocidade e consequentemente a determinação precisa da intensidade da AF, as idosas foram constantemente monitoradas por meio do cardiofrequencímetro e foram estimuladas a caminhar dentro da faixa de treinamento calculada individualmente para cada intensidade. Além disso, como descrito na metodologia, em uma sub amostra foi, adicionalmente, utilizado o monitor de AF (acelerômetro tri-axial) que verificou uma média de cadência diferente de acordo com as intensidades propostas em cada fase do estudo. Mais recentemente, revisão sistemática apontou que, em idosos, uma cadência superior a 114 passos/min seria indicativa de se ter alcançado uma intensidade moderada. Assim, novamente, os valores encontrados nas diferentes fases de intervenção reforçam que a intensidade da AF foi realizada dentro da intensidade prescrita para cada fase.

Este estudo possui algumas limitações que devem ser expostas. Como mencionado anteriormente, a AF não foi realizada em esteira. Indubitavelmente, o controle da intensidade da AF é mais fácil e rigoroso por esse método. Apesar disso, a utilização do monitor cardíaco foi bem compreendido pelas voluntárias e como mencionado acima, a avaliação da cadência reafirmou a diferença de intensidade alcançada nas diferentes fases de intervenção. Outro ponto limitante foi o não monitoramento do NAF, por meio de um método quantitativo, entre as semanas de intervenção. Para minimizar esse viés, as voluntárias eram orientadas desde a fase de pré-intervenção a manterem o padrão de AF habitual e não ingressarem em qualquer programa de AF durante o período de intervenção. Por último, a prescrição da refeição oferecida as voluntárias, foi realizada de acordo com dieta pré-estabelecida pelo hospital para exames de glicemia pós-prandial de 2 horas. Na tentativa de retardar a resposta insulinêmica e glicêmica por 5 horas, foi adicionada a dieta padrão um maior componente de gordura.

Os resultados desse estudo nos permitem afirmar que a interrupção do TSP, por meio de 30 min acumulados de AF, traz benefícios nos níveis glicêmicos e insulinêmicos pós-prandiais, independente do padrão de acúmulo dos episódios de AF. Outros padrões de

interrupção devem ser testados, futuramente, a fim de verificar qual a melhor abordagem nesta população.

9. Conclusões

- O comportamento sedentário, avaliado pelo tempo sentado prolongado de cinco horas, está relacionado a maiores níveis de glicemia e insulinemia pós-prandiais, em idosas da comunidade;
- A interrupção do comportamento sedentário é uma intervenção capaz de reduzir os níveis de glicemia e insulinemia, em idosas da comunidade.
- Mesmo interrupções de curta duração e intensidade leve, realizadas por meio de uma caminhada em velocidade habitual, são capazes de promover benefícios de redução da área sob a curva de glicemia e insulina.
- Embora todos os padrões de interrupção do tempo sentado prolongado reduzam os níveis de glicemia e insulinemia pós-prandiais, não há benefício adicional por maiores intensidades.

Assim, em uma amostra de idosas saudáveis, o TSP foi relacionado a piora dos níveis de glicemia e insulinemia, enquanto a interrupção por meio de AF de intensidade leve ou moderada, de curta ou longa duração mostraram-se potenciais estratégias de redução desses marcadores de risco cardiovascular. Nenhum padrão de interrupção mostrou-se significativamente superior ao outro. Ainda, novos estudos são necessários para identificar possíveis padrões de interrupção do CS a serem orientados a população idosa.

10. Referências Bibliográficas

AADAHL, M; LINNEBERG, A; MØLLER, T.C; ROSENØRN,S; DUNSTAN,D.W; WITTE, D.R; JØRGENSEN, T. Motivational counseling to reduce sitting time: A community-based randomized controlled trial in adults. **American Journal of Preventive Medicine**, v. 47, n. 5, p. 576–586, 2014.

AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE (ACSM). **Guidelines for Exercise Testing and Prescription**. 9 ed. São Paulo: Guanabara, 2014.

ALGILANI, S; ÖSTLUND-LAGERSTRÖM, L; SCHOULTZ, I, BRUMMER, R.J; KIHLGREN, A. Increasing the qualitative understanding of optimal functionality in older adults : a focus group based study. **BMC Geriatrics**, v. 16, p. 1–9, 2016.

ALLISON, M. A.; JENSKY, N.E; MARSHALL, S.J; PHD, BERTONI, A.G; CUSHMAN, M. Sedentary Behavior and Adiposity-Associated Inflammation The Multi-Ethnic Study of Atherosclerosis. **NIH Public Access**, v. 42, n. 1, p. 8–13, 2013.

ALMEIDA, M. F.; MARUCCI, M.F.N; 1 GOBBO, L.A; FERREIRA, L.S; DOURADO, D.A.Q.S; DUARTE, Y.A.O; LEBRÃO, M.L. Anthropometric changes in the brazilian cohort of older adults: SABE survey (Health, Well-Being, and Aging). **Journal of Obesity**, v. 2013, p. 1-9, 2013.

ALTENBURG, T. M.; ROTTEVEEL, J; DUNSTAN,D.W; SALMON, J; CHINAPAW, M.J.M. The effect of interrupting prolonged sitting time with short , hourly , moderate-intensity cycling bouts on cardiometabolic risk factors in healthy , young adults. **Appl Physiol**, v.115, p. 1751–1756, 2013.

AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE POSITION STAND. American College of Sports Medicine Position Stand. **Medical Science Sports exercise**, v. 30, p. 975–991, 1998.

AQUINO, M. DE A. LEME, L.E.G; AMATUZZI, M.M; GREVE J.M. DA; TERRERI, A.S.A.P; ANDRUSAITIS F.R; NARDELLI, J.C.C. Isokinetic assessment of knee flexor/extensor muscular strength in elderly women. **Revista do Hospital das Clínicas**, v. 57, n. 4, p. 131–134, 2002.

BALKAU, B; MHAMDI, L; OPPERT, J.M; NOLAN, J; GOLAY,A; PORCELLATI, F; LAAKSO, M; FERRANNINI, E. Physical activity and insulin sensitivity the RISC study. **Diabetes**, v. 57, p. 2613–2618, 2008.

BANKOSKI, A; HARRIS, T.B; MCCLAIN, J.J;BRYCHTA, R.J; CASEROTTI, P; CHEN, K.Y; BERRIGAN, D; TROIANO, R.P; KOSTER, A. Sedentary activity associated with metabolic syndrome independent of physical activity. **Diabetes Care**, v. 34, n. 2, p. 497–503, 2011.

BARBOSA, B R; ALMEIDA, J M; BARBOSA, M R; ROSSI-BARBOSA, L. A. R. Avaliação da capacidade funcional dos idosos e fatores associados à incapacidade. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 29, n. 8, p. 3317–3325, 2014.

BARBOSA, A. R; SOUZA, J.M.P; LEBRÃO, M.L; LAURENTI, R; MARUCCI, M.F.N. Anthropometry of elderly residents in the city of São Paulo, Brazil .**Cadernos de Saúde Pública**, v. 21, n. 6, p. 1929–38, 2005.

BARZILAI, N; HUFFMAN, D.M; MUZUMDAR, R.H; BARTKE, A. The critical role of metabolic pathways in aging. **Diabetes**, v. 61, n. 6, p. 1315–1322, 2012.

BASTARD, J. P. MAACHI, M; LAGATHU, C; KIM, M.J; CARON, M; VIDAL, J; CAPEAU, J; FEVE, B. Recent advances in the relationship between obesity, inflammation, and insulin resistance. **Eur.Cytokine.Netw**. v. 17, n. 1148–5493 (Print), p. 4–12, 2006.

BERGOUIGNAN, A; LATOUCHE,C; HEYWOOD,S; GRACE, M.S; LUTHMOODOO, M.R; NATOLI, A.L; OWEN, N; DUNSTAN, D.W; KINGWELL, B.A. Frequent interruptions of sedentary time modulates contraction- and insulin-stimulated glucose uptake pathways in muscle: Ancillary analysis from randomized clinical trials. **Scientific Reports**, v. 6, n. 1, p. 1-13, 2016.

- BEY, L.; HAMILTON, M. T. Suppression of skeletal muscle lipoprotein lipase activity during physical inactivity: a molecular reason to maintain daily low-intensity activity. **The Journal of Physiology**, v. 551, n. 2, p. 673–682, 2003.
- BEZ, J. P. DE O.; NERI, A. L. Velocidade da marcha, força de preensão e saúde percebida em idosos: dados da rede FIBRA Campinas, São Paulo, Brasil. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 19, n. 8, p. 3343–3353, 2014.
- BOHANNON, R. W. Comfortable and maximum walking speed of adults aged 20-79 years: reference values and determinants. **Age and ageing**, v. 26, n. 1, p. 15–9, 1997.
- BORGES, P. L. DE C. E; BRETAS, R.P; AZEVEDO, S.F; BARBOSA, J.M.M. Perfil dos idosos frequentadores de grupos de convivência em Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 24, n. 12, p. 2798–2808, 2008.
- BOWMAN, S. A. Television-viewing characteristics of adults: correlations to eating practices and overweight and health status. **Preventing chronic disease**, v. 3, n. 2, p. A38, 2006.
- BUENO, D. R; MARUCCI, M.F.N; ROEDIGER, M.A; GOMES, I.C; DUARTE, Y.A.O; LEBRÃO, M.L. Nível de atividade física, por acelerometria, em idosos do município de São Paulo: Estudo SABE. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 22, n. 2, p. 108–112, 2016.
- CARDON-THOMAS, D. K; RIVIERE, T; TIEGES Z; GREIG, C.A. Dietary Protein in Older Adults: Adequate Daily Intake but Potential for Improved Distribution. **Nutrients**, v. 9, n. 3, p. 184, 2017.
- CARR, D. B; UZSCHNEIDER, K.M; BOYKO, E.J; ASBERRY, P.J; HULL, R.L; KODAMA, K; CALLAHAN, H.S; MATTHYS, C.C; LEONETTI, D.L; SCHWARTZ, R.S; KAHN, S.E; FUJIMOTO, W.Y. A reduced-fat diet and aerobic exercise in Japanese Americans with impaired glucose tolerance decreases intra-abdominal fat and improves insulin sensitivity but not beta-cell function. **Diabetes**, v. 54, n. 2, p. 340–7, 2005.
- CARSON, V; Wong, S.L; Winkler,E; Healy, G.N; Colley, R.C; Tremblay, M.S. Patterns of sedentary time and cardiometabolic risk among Canadian adults. **Preventive Medicine**, v. 65, p. 23–27, 2014.
- CARVALHO, J; OLIVEIRA, J; MAGALHÃES, J; ASCENSÃO, A; MOTA, J; SOARES, J.M.C. Efeito de um programa de treino em idosos: comparação da avaliação isocinética e isotônica. **Rev Paul Educ Fis**, v. 17, n. 1, p. 74–84, 2003.
- CENTER FOR DISEASE CONTROL. **Estimates of Diabetes and Its Burden in the United States. National Diabetes Statistics Report, 2017**. Disponível em: <<https://www.cdc.gov/diabetes/pdfs/data/statistics/national-diabetes-statistics-report.pdf>>. Acesso em: 26 dez. 2017.
- CHASTIN, S. F. M; FERRIOLLI, E; STEPHENS, N.A; FEARON, K.C.H; GREIG,C.Relationship between sedentary behaviour, physical activity, muscle quality and body composition in healthy older adults. **Age and Ageing**, v. 41, n. 1, p. 111–114, 2012.
- CHASTIN, S. F. M; MANDRICHENKO, O; HELBOSTADT, J.L; SKELTON, D.A. Associations between objectively-measured sedentary behaviour and physical activity with bone mineral density in adults and older adults, the NHANES study. **Bone**, v. 64, p. 254–262, 2014.
- CHASTIN, S. F. M; Buck,C; Freiburger,E; Murphy,M; Brug, J; Cardon,G; O'Donoghue,G; Pigeot, I., Oppert, J.M. Meta-analysis of the relationship between breaks in sedentary behavior and cardiometabolic health. **Obesity**, v. 23, n. 9, p. 1800–1810, 2015.
- CHAU, J. Y; GRUNSEIT,A.C; CHEY,T; STAMATAKIS, E; BROWN,W.J; MATTHEWS,C.E; BAUMAN,A.E; P. VAN DER PLOEG, H. Daily sitting time and all-cause mortality: A meta-analysis. **PLoS ONE**, v. 8, n. 11, p. 1–14, 2013.

- CLEASBY, M. E.; JAMIESON, P. M.; ATHERTON, P. J. Insulin resistance and sarcopenia: Mechanistic links between common co-morbidities. **Journal of Endocrinology**, v. 229, n. 2, p. R67–R81, 2016.
- CLIFF, D. P; JONES, R.A; BURROWS, T.L.; MORGAN, P.J; COLLINS, C.E; BAUR, L.A; OKELY, A.D. Volumes and Bouts of Sedentary Behavior and Physical Activity : Associations with Cardiometabolic Health in Obese Children. **Obesity (Silver Spring)**, v. 22, n. 5, p. 112–118, 2014.
- COLDHAM, F.; LEWIS, J.; LEE, H. The Reliability of One vs. Three Grip Trials in Symptomatic and Asymptomatic Subjects. **Journal of Hand Therapy**, v. 19, n. 3, p. 318–327, 2006.
- COOPER, A. R; SEBIRE, S; MONTGOMERY, A.A; PETERS, T.J; SHARP, D.J; JACKSON, N; FITZSIMONS, K; DAYAN, C.M; ANDREWS, R.C. Sedentary time, breaks in sedentary time and metabolic variables in people with newly diagnosed type 2 diabetes. **Diabetologia**, v. 55, n. 3, p. 589–599, 2012.
- COSTA, R. V. C.; BRAGA, A. M. W.; CARLOS, A. I CONSENSO NACIONAL DE REABILITAÇÃO CARDIOVASCULAR. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v. 69, n. 4, p. 267–291, 1997.
- CRUZ-JENTOFT, A. J; BAEYENS, J.P; BAUER, J.M; BOIRIE, Y; CEDERHOLM, T; LANDI, F; MARTIN, F.C; MICHEL, J.P; ROLLAND, Y; SCHNEIDER, S.M; TOPINKOVÁ, E; VANDEWOUDE, M; ZAMBONI, M. Sarcopenia: European consensus on definition and diagnosis: Report of the European Working Group on Sarcopenia in Older People. **Age and ageing**, v. 39, n. 4, p. 412–23, 2010.
- DIAZ, K. M; GOLDSMITH, J; GREENLEE, H; STRIZICH, G; QI, Q; MOSSAVAR-RAHMANI, Y; VIDOT, D.C; BUELNA, C; BRINTZ, C.E; ELFASSY, T; GALLO, L.C; DAVIGLUS, M.L; SOTRES-ALVAREZ, D; KAPLAN, R. Prolonged, Uninterrupted Sedentary Behavior and Glycemic Biomarkers Among US Hispanic/Latino Adults: The HCHS/SOL (Hispanic Community Health Study/Study of Latinos). **Circulation**, v. 136, n. 15, p. 1362–1373, 2017.
- DUARTE, Y. A. D. O. **O PROJETO SABE NO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO: uma abordagem inicial**. 1. Ed. Brasília: Athalaia Gráfica, 2003.
- DUNLOP, D. D; SONG, J; ARNTSON, E.K; SEMANIK, P.A; LEE, J; CHANG, R.W; HOOTMAN, J.M. Sedentary time in U.S. older adults associated with disability in activities of daily living independent of physical activity Dorothy. **Journal of Physical Activity and Health**, v. 12, n. 1, p. 93–101, 2015.
- DUNSTAN, D. W; KINGWELL, B.A; LARSEN, R; HEALY, G.N; CERIN, E; HAMILTON, M.T; SHAW, J.E; BERTOVIĆ, D.A; ZIMMET, P.Z; SALMON, J; OWEN, N. Breaking Up Prolonged Sitting Reduces Postprandial Glucose and Insulin Responses. **Diabetes Care**, v. 35, n. 5, p. 976–983, 2012.
- DUVIVIER, B. M. F. M; SCHAPER, N.C; HESSELINK, M.K.C; VAN KAN, L; STIENEN, N; WINKENS, B; KOSTER, A; SABELBERG, H.H.C.M. Breaking sitting with light activities vs structured exercise: a randomised crossover study demonstrating benefits for glycaemic control and insulin sensitivity in type 2 diabetes. **Diabetologia**, v. 60, n. 3, p. 490–498, 2017.
- EKELUND, U; STEENE-JOHANNESSEN, J; BROWN, W.J; FAGERLAND, M.W; OWEN, N; POWELL, K.E; BAUMAN, A; LEE, I. Does physical activity attenuate, or even eliminate, the detrimental association of sitting time with mortality? A harmonised meta-analysis of data from more than 1 million men and women. **The Lancet**, v. 388, n. 10051, p. 1302–1310, 2016.
- FALCONER, C. L; COOPER, A.R; WALHIN, J.P; THOMPSON, D; C, PAGE, A.S; PETERS, T.J; MONTGOMERY, A.A; SHARP, D.J; DAYAN, C.M; ANDREWS, R.C. Sedentary time and markers of inflammation in people with newly diagnosed type 2 diabetes. **Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases**, v. 24, n. 9, p. 956–962, 2014.

- FERRIOLLI, E; PESSANHA, F.P.A.D.S; MOREIRA, V.G; DIAS, R.C; NERI, A.L; LOURENÇO, R.A. Body composition and frailty profiles in Brazilian older people: Frailty in Brazilian Older People Study-FIBRA-BR. **Archives of Gerontology and Geriatrics**, v. 71, p. 99–104, 2017.
- FIGUEIREDO, I. M; Sampaio, R.F; Mancini, M.C; Silva, F.C.M; Souza, M.A.P. Test of grip strength using the Jamar dynamometer. **Acta Fisiátrica**, v. 14, n. 2, p. 104–110, 2007.
- FRANCESCHI, C; CAPRI, M; MONTI, D; GIUNTA, S; OLIVIER, I F; SEVINI, F; PANOURGIA, M.P; INVIDIA, L; CELANI, L; SCURTI, M; CEVENINI, E; CASTELLANI, G.C; SALVIOLI, S. Inflammaging and anti-inflammaging: A systemic perspective on aging and longevity emerged from studies in humans. **Mechanisms of Ageing and Development**, v. 128, n. 1, p. 92–105, 2007.
- FRIED, L. P; TANGEN, C.M; WALSTON, J; NEWMAN, A.B; HIRSCH, C; GOTTDIENER, J; SEEMAN, T; TRACY, R; KOP, W.J; BURKE, G; MCBURNIE, M.A. Frailty in older adults: evidence for a phenotype. **The journals of gerontology. Series A, Biological sciences and medical sciences**, v. 56, n. 3, p. M146–56, 2001.
- GARCIA, P. A; DIAS, J.M; DIAS, R.C; SANTOS, P; ZAMPA, C.C. A study on the relationship between muscle function, functional mobility and level of physical activity in community-dwelling elderly. **Brazilian Journal of Physical Therapy**, v. 15, n. 1, p. 15–22, 2011.
- GEELS, F. W. Technological transitions as evolutionary reconfiguration processes : a multi-level perspective and a case-study. **Research policy**, v. 31, p. 1257–1274, 2002.
- GEORGE, E.; ROSENKRANZ, R.; KOLT, G. Chronic disease and sitting time in middle-aged Australian males: findings from the 45 and up study. **International Journal of Behavioural Nutrition and Physical Activity**, v. 10, p. 20, 2013.
- GIANOUDIS, J.; BAILEY, C. A.; DALY, R. M. Associations between sedentary behaviour and body composition, muscle function and sarcopenia in community-dwelling older adults. **Osteoporosis International**, v. 26, n. 2, p. 571–579, 2015.
- GLENN, K. R; SLAUGHTER, J.C; FOWKE, J.H; BUCHOWSKI, M.S; MATTHEWS, C.E; SIGNORELLO, L.B; BLOT, W.J; LIPWORTH, L. Physical activity, sedentary behavior and all-cause mortality among blacks and whites with diabetes. **Annals of Epidemiology**, v. 25, n. 9, p. 649–655, 2015.
- GUARIGUATA, L; WHITING, D.R; HAMBLETON, I; BEAGLEY, J; LINNENKAMP, U; SHAW, J.E. Global estimates of diabetes prevalence for 2013 and projections for 2035. **Diabetes Research and Clinical Practice**, v. 103, n. 2, p. 137–149, 2014.
- HALLAL, P. C; ANDERSEN, L.B; BULL, F.C; GUTHOLD, R; HASKELL, W; EKELOUND, U. Global physical activity levels: surveillance progress, pitfalls, and prospects. **The Lancet**, v. 380, n. 9838, p. 247–257, 2012.
- HAMILTON, M. T.; HAMILTON, D. G.; ZDERIC, T. W. Exercise physiology versus inactivity physiology: an essential concept for understanding lipoprotein lipase regulation. **Exercise and sport sciences reviews**, v. 32, n. 4, p. 161–6, 2004.
- HAMILTON, M. T.; HAMILTON, D. G.; ZDERIC, T. W. Role of low energy expenditure and sitting in obesity, metabolic syndrome, type 2 diabetes, and cardiovascular disease. **Diabetes**, v. 56, p. 2655–2667, 2007.
- HAMILTON, M. T.; HAMILTON, D. G.; ZDERIC, T. W. Sedentary behavior as a mediator of type 2 diabetes. **Med Sport Sci**, n. 225, p. 11–26, 2015.
- HAN, T. S.; TAJAR, A.; LEAN, M. E. J. Obesity and weight management in the elderly. **British Medical Bulletin**, v. 97, n. 1, p. 169–196, 2011.

HARVEY, J. How Sedentary are Older People? A Systematic Review of the Amount of Sedentary Behavior. **Journal of Aging & Physical Activity**, v. 23, n. 3, p. 471–487, 2015.

HARVEY, J. A.; CHASTIN, S. F. M.; SKELTON, D. A. Prevalence of sedentary behavior in older adults: A systematic review. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 10, n. 12, p. 6645–6661, 2013.

HEALY, G. N.; DUNSTAN, D.W.; SALMON, J.; CERIN, E.; SHAW, J.E.; ZIMMET, P.Z.; OWEN, N. Breaks in Sedentary Time: Beneficial associations with metabolic risk. **Diabetes Care**, v. 31, n. 4, p. 661–666, 2008.

HEINONEN, I.; PAHKALA, K.; HEINONEN, O.J.; HIRVENSALO, M.; PÄLVE, K.; TAMMELIN, T.; YANG, X.; JUONALA, M.; MIKKILÄ, V.; KÄHÖNEN, M.; LEHTIMÄKI, T.; VIKARI, J.; RAITAKARI, O.T. Sedentary behaviours and obesity in adults: the Cardiovascular Risk in Young Finns Study. **BMJ open**, v. 3, n. 6, p. e002901-, 2013.

HENSON, J.; YATES, T.; BIDDLE, S.J.; EDWARDSON, C.L.; KHUNTI, K.; WILMOT, E.G.; GRAY, L.J.; GORELY, T.; NIMMO, M.A.; DAVIES, M.J. Associations of objectively measured sedentary behaviour and physical activity with markers of cardiometabolic health. **Diabetologia**, v. 56, n. 5, p. 1012–1020, 2013.

HONDA, T.; CHEN, S.; YONEMOTO, K.; KISHIMOTO, H.; CHEN, T.; NARAZAKI, K.; HAEUCHI, Y.; KUMAGAI, S. Sedentary bout durations and metabolic syndrome among working adults: a prospective cohort study. **BMC Public Health**, v. 16, n. 1, p. 888, 2016.

HUNTER, G. R.; GOWER, B. A.; KANE, B. L. Age Related Shift in Visceral Fat. **NIH Public Access**, v. 8, n. 3, p. 103–108, 2010.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Síntese de Indicadores Sociais. Uma análise das condições de vida da população brasileira, 2016**. Disponível em: <<https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv98965.pdf>>. Acesso em: 26 dez. 2017.

JANSSEN, X.; BASTERFIELD, L.; PARKINSON, K.N.; PEARCE, M.; REILLY, J.K.; ADAMSON, A.J.; REILLY, J.J. Determinants of changes in sedentary time and breaks in sedentary time among 9 and 12 year old children. **Prev Med Rep**. v.10, n.2, p.880-885, 2015.

JEFFERIS, B. J.; PARSONS, T.J.; SARTINI, C.; ASH, S.; LENNON, L.T.; WANNAMETHEE, S.G.; LEE, I.M.; WHINCUP, P.H. Does duration of physical activity bouts matter for adiposity and metabolic syndrome? A cross-sectional study of older British men. **The international journal of behavioral nutrition and physical activity**, v. 13, p. 36, 2016.

KALYANI, R. R.; METTER, E.J.; EGAN, J.; GOLDEN, S.H.; FERRUCCI, L. Hyperglycemia predicts persistently lower muscle strength with aging. **Diabetes Care**, v. 38, n. 1, p. 82–90, 2015.

KATZMARZYK, P. T. Physical activity, sedentary behavior, and health: Paradigm paralysis or paradigm shift? **Diabetes**, v. 59, n. 11, p. 2717–2725, 2010.

KATZMARZYK, P. T.; LEE, I.-M. Sedentary behaviour and life expectancy in the USA: a cause-deleted life table analysis. **BMJ Open**, v. 2, n. 4, p. e000828–e000828, 2012.

KIRKMAN, M. S.; BRISCOE, V.J.; CLARK, N.; FLOREZ, H.; HAAS, L.B.; HALTER, J.B.; HUANG, E.S.; KORYTKOWSKI, M.T.; MUNSHI, M.N.; ODEGARD, P.S.; PRATLEY, R.E.; SWIFT, C.S. Diabetes in older adults. **Diabetes Care**, v. 35, n. 12, p. 2650–2664, 2012.

KLEIN, S.; ALLISON, D.B.; HEYMSFIELD, S.B.; KELLEY, D.E.; LEIBEL, R.L.; NONAS, C.; KAHN, R. Waist circumference and cardiometabolic risk: A consensus statement from Shaping America's Health: Association for

Weight Management and Obesity Prevention; NAASO, the Obesity Society; the American Society for Nutrition; and the American Diabetes Association. **Diabetes Care**, v. 30, n. 6, p. 1647–1652, 2007.

LAHJIBI, E; HEUDE, B; DEKKER, J.M; HØJLUND, K; LAVILLE, M; NOLAN, J; OPPERT, J.M; BALKAU, B. Impact of objectively measured sedentary behaviour on changes in insulin resistance and secretion over 3 years in the RISC study: interaction with weight gain. **Diabetes & metabolism**, v. 39, n. 3, p. 217–25, 2013.

LARSEN, R. N; KINGWELL, B.A; SETHI, P; CERIN, E; OWEN, N; DUNSTAN, D.W. Breaking up prolonged sitting reduces resting blood pressure in overweight/obese adults. **Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases**, v. 24, n. 9, p. 976–982, 2014.

LATOUCHE, C; JOWETT, J.B; CAREY, A.L; BERTOVIĆ, D.A; OWEN, N; DUNSTAN, D.W; KINGWELL, B.A. Effects of breaking up prolonged sitting on skeletal muscle gene expression. **Journal of Applied Physiology**, v. 114, n. 4, p. 453–460, 2013.

LAWTON, M. P.; BRODY, E. M. Assessment of older people: self-maintaining and instrumental activities of daily living. **The Gerontologist**, v. 9, n. 3, p. 179–86, 1969.

LEASK, C. F; HARVEY, J.A; SKELTON, D.A; CHASTIN, S.F. Exploring the context of sedentary behaviour in older adults (what, where, why, when and with whom). **European Review of Aging and Physical Activity**, v. 12, n. 1, p. 4, 2015.

LEE, J.; KIM, D.; KIM, C. Resistance Training for Glycemic Control, Muscular Strength, and Lean Body Mass in Old Type 2 Diabetic Patients: A Meta-Analysis. **Diabetes Therapy**, v. 8, n.3, p. 459–473, 2017.

LORD, S; CHASTIN, S.F; MCINNES, L; LITTLE, L; BRIGGS, P; ROCHESTER L. Exploring patterns of daily physical and sedentary behaviour in community-dwelling older adults. **Age and Ageing**, v. 40, n. 2, p. 205–210, 2011.

LOURENÇO, T; LENARDT, M.H; KLETEMBERG, D.F; SEIMA, M.D; TALLMANN, A.E.C; NEU, D.K.M. Capacidade funcional no idoso longo vivo: uma revisão integrativa. **Rev Gaucha Enferm**, v. 33, n. 2, p. 176–185, 2012.

LUND, S.; HOLMANT, G. D. Contraction stimulates translocation of glucose transporter GLUT4 in skeletal muscle through a mechanism distinct from that of insulin. **Biochemistry**, v. 92, p. 5817–5821, 1995.

LYNCH, B. M. Sedentary behavior and cancer: A systematic review of the literature and proposed biological mechanisms. **Cancer Epidemiology Biomarkers and Prevention**, v. 19, n. 11, p. 2691–2709, 2010.

MACHADO, U. F.; SCHAAN, B. D.; SERAPHIM, P. M. Transportadores de glicose na síndrome metabólica. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia & Metabologia**, v. 50, n. 2, p. 177–189, 2006.

MATTHEWS, C. E; CHEN, K.Y; FREEDSON, P.S; BUCHOWSKI, M.S; BEECH, B.M; PATE, R.R; TROIANO, R.P. Amount of Time Spent in Sedentary Behaviors in the United States, 2003–2004. **Am J Epidemiol**, v. 167, n. 7, p. 875–881, 2008.

MEIJER, E; GORIS, A.H; WOUTERS, L; WESTERTERP, K.R. Physical inactivity as a determinant of the physical activity level in the elderly. **International Journal of Obesity**, v. 25, n. 7, p. 935–939, 2001.

MENEGUCI, J; SASAKI, J.E; DA SILVA SANTOS, Á; SCATENA, L.M; DAMIÃO, R. Socio-demographic, clinical and health behavior correlates of sitting time in older adults. **BMC Public Health**, v.15, n. 65, p. 1–10, 2015.

MUÑOZ-MENDOZA, C. L; CABRERO-GARCÍA, J; REIG-FERRER, A; CABAÑERO-MARTÍNEZ, M.J. Evaluation of walking speed tests as a measurement of functional limitations in elderly people: A structured

review. **International Journal of Clinical and Health Psychology Int J Clin Health Psychol**, v. 10, n. 2, p. 359–378, 2010.

NG, S. W.; POPKIN, B. M. Time use and physical activity: A shift away from movement across the globe. **Obesity Reviews**, v. 13, n. 8, p. 659–680, 2012.

NGUYEN, Q. T; ANDERSON, S.R; SANDERS, L; NGUYEN, L.D. Managing hypertension in the elderly: A common chronic disease with increasing age. **American Health and Drug Benefits**, v. 5, n. 3, p. 146–153, 2012.

OLIVEIRA, D. M. G; NARCISO, F.M; SANTOS, M.L; PEREIRA, D.S; COELHO, F.M; DIAS, J.M; PEREIRA, L.S. Muscle strength but not functional capacity is associated with plasma interleukin-6 levels of community-dwelling elderly women. **Brazilian journal of medical and biological research = Revista brasileira de pesquisas medicas e biologicas**, v. 41, n. 12, p. 1148–53, 2008.

ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICA DE SAÚDE (OPAS). **Salud y Bienestar envejecimiento en América Latina y el Caribe. Informe Preliminar**. Washington, D.C : OPAS, 2001.

OWEN, N; SPARLING, P.B; HEALY, G.N; DUNSTAN, D.W; MATTHEWS, C.E. Sedentary Behavior : Emerging Evidence for a New Health Risk. **Mayo Clin Proc**, v. 85, n. 12, p. 1138-1141, 2010.

PATE, R. R.; O'NEILL, J. R.; LOBELO, F. The evolving definition of “sedentary”. **Exercise and sport sciences reviews**, v. 36, n. 4, p. 173–178, 2008.

PEDDIE, M. C; BONE, J.L; REHRER, N.J; SKEAFF, C.M; GRAY, A.R; PERRY, T.L. Breaking prolonged sitting reduces postprandial glycemia in healthy, normal-weight adults: A randomized crossover trial. **American Journal of Clinical Nutrition**, v. 98, n. 2, p. 358–366, 2013.

PERISSINOTTO, E; PISENT, C; SERGI, G; GRIGOLETTO, F. Anthropometric measurements in the elderly: age and gender differences. **The British journal of nutrition**, v. 87, n. 2, p. 177–86, 2002.

PESSANHA, F. P. A. S; LUSTOSA, L.P; CARNEIRO, J.A; PFRIMER, K; FASSINI, P.G; ALVES, N.M; PONTES, T.L; MORIGUTI, J.C; LIMA, N.K; FERRIOLLI, E. Body mass index and its relationship with disability , chronic diseases and frailty in older people : a comparison of the Lipschitz and WHO classifications. v. 6, n. 1, p. 24–28, 2017.

PHILLIPS, C. M.; DILLON, C. B.; PERRY, I. J. Does replacing sedentary behaviour with light or moderate to vigorous physical activity modulate inflammatory status in adults ? p. 1–12, 2017.

REZENDE, L. F. M; REY-LÓPEZ, J.P; MATSUDO, V.K; DO CARMO, L.O. Sedentary behavior and health outcomes among older adults: a systematic review. **BMC Public Health**, v. 14, n. 1, p. 1-9, 2014.

REZENDE, L. F. M; SÁ, T.H; MIELKE, G.I; VISCONDI, J.Y.K; REY-LÓPEZ, J.P; GARCIA, L.M.T. All-Cause Mortality Attributable to Sitting Time: Analysis of 54 Countries Worldwide. **American Journal of Preventive Medicine**, v. 51, n. 2, p. 253–263, 2016.

RITCHIE, S. A; CONNELL, J.M. The link between abdominal obesity, metabolic syndrome and cardiovascular disease. **Nutrition, metabolism, and cardiovascular diseases**, v. 17, n. 4, p. 319–26, 2007.

ROGOWSKI, O; SHAPIRA, I; BASSAT, O.K; CHUNDADZE, T; FINN, T; BERLINER, S; STEINVIL, A. Waist circumference as the predominant contributor to the micro-inflammatory response in the metabolic syndrome: a cross sectional study. **Journal of inflammation (London, England)**, v. 7, p. 1-7, 2010.

- ROSENBERG, D; COOK, A; GELL, N; LOZANO, P; GROTHAUS, L; ARTERBURN, D. Relationships between sitting time and health indicators, costs, and utilization in older adults. **Preventive Medicine Reports**, v. 2, p. 247–249, 2015.
- RYAN, A. S. Insulin resistance with aging: effects of diet and exercise. **Sports medicine (Auckland, N.Z.)**, v. 30, n. 5, p. 327–346, 2000.
- RYAN, C. G; GRANT, P.M; TIGBE, W.W; GRANAT, M.H. The validity and reliability of a novel activity monitor as a measure of walking. **British Journal of Sports Medicine**, v. 40, n. 9, p. 779–784, 2006.
- CORREIA, A.R.B; COQUEIRO, R.S; SANTOS, M. C; NETO, J.S.L; DE QUEIROZ, B.M; BARBOSA, A.R; FERNANDES, M.H. Anthropometric reference values for community-dwelling older adults from northeastern Brazil. **Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano**, v. 16, n. 5, p. 494–503, 2014.
- SAUNDERS, T. J; LAROUCHE, R; COLLEY, R.C; TREMBLAY, M.S. Acute sedentary behaviour and markers of cardiometabolic risk: A systematic review of intervention studies. **Journal of Nutrition and Metabolism**, v. 2012, p. 1-12, 2012.
- SCHALL, R. Estimation in generalized linear models with random effects. **Biometrika**, v. 78, n. 4, p. 719–727, 1991.
- SEDENTARY BEHAVIOUR RESEARCH NETWORK. Letter to the Editor: Standardized use of the terms “sedentary” and “sedentary behaviours”. **Mental Health and Physical Activity**, v. 6, n. 1, p. 55–56, 2013.
- SHEPHARD, R. J. Limits to the measurement of habitual physical activity by questionnaires. **Br J Sports Med**, v. 37, p. 197–206, 2003.
- SHIELDS, M.; TREMBLAY, M. S. Sedentary behaviour and obesity article. **Health Reports Statistics Canada**, v. 19, n. 2, p. 82–3, 2008.
- SINGH, S.; BAJOREK, B. Defining “elderly” in clinical practice guidelines for pharmacotherapy. **Pharmacy practice**, v. 12, n. 4, p. 489, 2014.
- SOCIEDADE BRASILEIRA DE CARDIOLOGIA. Atualização Da Diretriz Brasileira De Dislipidemias E Prevenção Da Aterosclerose – 2017. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**. Sociedade Brasileira de Cardiologia v. 109, n.2, 2017.
- SOCIEDADE BRASILEIRA DE DIABETES. **Diretrizes da Sociedade Brasileira de Diabetes (2015-2016)**. São Paulo: AC Farmacêutica Ltda, 2016. Disponível em: <<http://www.diabetes.org.br/profissionais/images/docs/DIRETRIZES-SBD-2015-2016.pdf>>. Acesso em: 12 dez. 2017.
- STEPHENS, B. R; GRANADOS, K; ZDERIC, T.W; HAMILTON, M.T; BRAUN, B. Effects of 1 day of inactivity on insulin action in healthy men and women: Interaction with energy intake. **Metabolism: Clinical and Experimental**, v. 60, n.7, p. 941–949, 2011.
- STEVEN, R; GAMBERT; PINKSTAFF, S. Emerging Epidemic: Diabetes in Older Adults: Demography, Economic Impact, and Pathophysiology. **Diabetes Spectrum**, v.19, n.4, p. 221-228, 2006.
- STUDENSKI, S; PERERA, S; WALLACE, D; CHANDLER, J.M; DUNCAN, P.W; ROONEY, E; FOX, M; GURALNIK, J.M. PHYSICAL performance measures in the clinical setting. **Journal of the American Geriatrics Society**, v. 51, n. 3, p. 314–22, 2003.
- STUDENSKI, S; PERERA, S; PATEL, K; ROSANO, C; FAULKNER, K; INZITARI, M; BRACH, J; CHANDLER, J; CAWTHON, P; CONNOR, E.B; NEVITT, M; VISSER, M; KRITCHEVSKY, S;

BADINELLI, S; HARRIS, T; NEWMAN, A.B; CAULEY, J; FERRUCCI, L; GURALNIK, J. Gait speed and survival in older adults. **JAMA**, v. 305, n. 1, p. 50–8, 2011.

SZOKE, E; SHRAYYEF, M.Z; MESSING, S; WOERLE, H.J; VAN HAEFTEN, T.W; MEYER, C; MITRAKOU, A; PIMENTA, W; GERICH, J.E. Effect of Aging on Glucose Homeostasis: accelerated deterioration of beta-cell function in individuals with impaired glucose tolerance. **Diabetes Care**, v. 31, n. 3, p. 539–543, 2008.

TAKAHASHI, A. C. M; MELO, R.C; QUITÉRIO, R.J; SILVA, E; CATAI, A.M. The effect of eccentric strength training on heart rate and on its variability during isometric exercise in healthy older men. **European Journal of Applied Physiology**, v. 105, n. 2, p. 315–323, 2009.

THE CONFERENCE BOARD OF CANADA. The Economic Impact of Reducing Physical Inactivity and Sedentary Behaviour. Ottawa: The Conference of Canada, 2014.

THORP, A. A; OWEN, N; NEUHAUS, M; DUNSTAN, D.W. Sedentary Behaviors and Subsequent Health Outcomes in Adults. **AMEPRE**, v. 41, n. 2, p. 207–215, 2011.

TREMBLAY, M. S; COLLEY, R.C; SAUNDERS, T.J; HEALY, G.N; OWEN, N. Physiological and health implications of a sedentary lifestyle. **Appl Physiol Nutr Metab**, v. 35, n. 6, p. 725–740, 2010.

TUDOR-LOCKE, C; CRAIG, C.L; BEETS, M.W; BELTON, S; CARDON, G.M; DUNCAN, S; HATANO, Y; LUBANS, D.R; OLDS, T.S; RAUSTORP, A; ROWE, D.A; SPENCE, J.C; TANAKA, S; BLAIR, S.N. How many steps/day are enough? For older adults and special populations. **International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity**, v. 8, n. 80, p. 1–19, 2011.

VAN CAUWENBERG, J; HOLLE, V.V; DE BOURDEAUDHUIJ, I; OWEN, N; DEFORCHE, B. Diurnal patterns and correlates of older adults' sedentary behavior. **PLoS ONE**, v. 10, n. 8, p. 1–14, 2015.

VAN DER PLOEG, H. P; CHEY, T; KORDA, R.J; BANKS, E; BAUMAN, A. Sitting Time and All-Cause Mortality Risk in 222 497 Australian Adults. **Archives of Internal Medicine**, v. 172, n. 6, p. 494–500, 2012.

VAN DIJK, J.-W; VENEMA, M; VAN MECHELEN, W; STEHOUWER, C.D; HARTGENS, F; VAN LOON, L.J. Effect of Moderate-Intensity Exercise Versus Activities of Daily Living on in Male Patients With Type 2 Diabetes. **Diabetes Care**, v. 36, n. 1, p. 3448–3453, 2013.

VAN OYEN, H; NUSSELDER, W; JAGGER, C; KOLIP, P; CAMBOIS, E; ROBINE, J.M. Gender differences in healthy life years within the EU: An exploration of the “health-survival” paradox. **International Journal of Public Health**, v. 58, n. 1, p. 143–155, 2013.

VERNIKOS, J. Gravity, Sitting and Health. In: ZHU, W; OWEN, N. Sedentary Behavior and Health: Concepts, Assessments, and Interventions. 1. ed. Canada: Human Kinetics, 2017. cap. 2.

VILLAREAL, D. T; APOVIAN, C.M; KUSHNER, R.F; KLEIN, S. Obesity in older adults: technical review and position statement of the American Society for Nutrition and NAASO, The Obesity Society. **The American journal of clinical nutrition**, v. 82, n. 5, p. 923–34, 2005.

WILMOT, E. G; EDWARDSON, C.L; ACHANA, F.A; DAVIES, M.J; GORELY, T; GRAY, L.J; KHUNTI, K; YATES, T; BIDDLE, S.J. Sedentary time in adults and the association with diabetes, cardiovascular disease and death: Systematic review and meta-analysis. **Diabetologia**, v. 55, n. 11, p. 2895–2905, 2012.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). Waist Circumference and Waist-Hip Ratio: Report of a WHO Expert Consultation. **World Health Organization**, Geneva, 2008.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). Global Recommendations on Physical Activity for Health **World Health Organization**, Geneva, 2010. Disponível em:
<http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/44399/1/9789241599979_eng.pdf>. Acesso em: 26 dez. 2017.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). Global Report on Diabetes Current medical research and opinion. **World Health Organization**, França, 2016. : Disponível em:
<<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27457072>%5Cn<http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=PMC4960830>%5Cnhttp://apps.who.int/iris/bitstream/10665/204871/1/9789241565257_eng.pdf>.

YANAGIBORI, R; KONDO, K; SUZUKI, Y; KAWAKUBO, K; IWAMOTO, T; ITAKURA, H; GUNJI, A. Effect of 20 days' bed rest on the reverse cholesterol transport system in healthy young subjects. **Journal of Internal Medicine**, v. 243, n. 4, p. 307–312, 1998.

YOUNG, D. R; HIVERT, M; ALHASSAN, S; CAMHI, S.M; FERGUSON, J.F; KATZMARZYK, P.T; LEWIS, C.E; OWEN, N; PERRY, C.K; SIDDIQUE, J; YONG, C.M. Sedentary Behavior and Cardiovascular Morbidity and Mortality: A Science Advisory From the American Heart Association. **Circulation**, v. 134, p. e1-e18, 2016.

News

Carta de aprovação da pesquisa pelo CEP- HCFMRP

HOSPITAL DAS CLÍNICAS DA FACULDADE DE MEDICINA
DE RIBEIRÃO PRETO DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

Ribeirão Preto, 25 de fevereiro de 2015

Ofício nº 738/2015
CEP/MGV

Prezados Senhores,

O trabalho intitulado **“GLICEMIA E RESPOSTA INSULÍNICA DE IDOSOS SEDENTÁRIOS DURANTE O TEMPO SENTADO PROLONGADO CONTÍNUO E INTERMITENTE”**, foi analisado pelo Comitê de Ética em Pesquisa, em sua 402ª Reunião Ordinária realizada em 23/02/2015 e enquadrado na categoria: **APROVADO**, bem como o **Termo de Consentimento Livre e Esclarecido**, de acordo com o Processo HCRP nº 1563/2015.

De acordo com Carta Circular nº 003/2011/CONEP/CNS, datada de 21/03/2011, o sujeito de pesquisa ou seu representante, quando for o caso, deverá rubricar todas as folhas do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – TCLE – apondo sua assinatura na última do referido Termo; o pesquisador responsável deverá da mesma forma, rubricar todas as folhas do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – TCLE – apondo sua assinatura na última página do referido Termo.

Este Comitê segue integralmente a Conferência Internacional de Harmonização de Boas Práticas Clínicas (IGH-GCP), bem como a Resolução nº 466/12 CNS/MS.

Lembramos que devem ser apresentados a este CEP, o Relatório Parcial e o Relatório Final da pesquisa.
Atenciosamente.

DR^a MARCIA GUIMARÃES VILLANOVA
Coordenadora do Comitê de Ética em
Pesquisa do HCRP e da FMRP-USP

Ilustríssimos Senhores
FERNANDA PINHEIRO AMADOR DOS SANTOS PESSANHA
PROF.DR. EDUARDO FERRIOLLI(Orientador)
Depto. de Clínica Médica - Geriatria

Carta de aprovação da pesquisa pelo CEP- HCFMRP após modificações no projeto

HOSPITAL DAS CLÍNICAS DA FACULDADE DE MEDICINA
DE RIBEIRÃO PRETO DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

Ofício nº 2258/2015
CEP/MGV

Ribeirão Preto, 25 de junho de 2015.

PROCESSO HCRP Nº 1563/2015

Prezados Pesquisadores,

O Comitê de Ética em Pesquisa, em sua 410ª Reunião Ordinária, realizada em 22/06/2015, analisou e aprovou o projeto de pesquisa versão 2-modificado em 03/06/2015 e TCLE-Versão 2-modificado em 03/06/2015, referentes ao projeto intitulado **“GLICEMIA E RESPOSTA INSULÍNICA DE IDOSOS SEDENTÁRIOS DURANTE O TEMPO SENTADO PROLONGADO CONTÍNUO E INTERMITENTE”**.

Atenciosamente,

DRª MARCIA GUIMARÃES VILLANOVA
Coordenadora do Comitê de Ética em
Pesquisa do HCRP e da FMRP-USP

Ilustríssimos Senhores
FERNANDA PINHEIRO AMADOR DOS SANTOS PESSANHA
PROF. DR. EDUARDO FERRIOLLI (Orientador)
Depto. de Clínica Médica - Geriatria

Campus Universitário – Monte Alegre
14046-900 Ribeirão Preto SP

Comitê de Ética em Pesquisa do HCRP e FMRP-USP
FWA-00002733; IRB-00002186 e
Registro Plataforma Brasil / CONEP nº 5440
(016) 3602-2228
cep@hcrp.usp.br

www.hcrp.usp.br

Carta de aprovação do Centro de Saúde Escola para alocação de idosos

**CENTRO DE SAÚDE ESCOLA
FACULDADE DE MEDICINA DE RIBEIRÃO PRETO
UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO**

Ribeirão Preto, 17 de março de 2015.

**DIREÇÃO ACADÊMICA DE ENSINO E PESQUISA
LIBERAÇÃO DE PESQUISA Nº. 005/2015.**

Comunicamos que a pesquisadora **Fernanda Pinheiro Amador dos Santos Pessanha**, cumpriu as exigências operacionais e legais, podendo dar início à coleta de dados no Centro de Saúde Escola da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo, para o estudo ***"Glicemia e resposta insulínica de idosos sedentários durante o tempo sentado prolongado contínuo e intermitente"***.

Atenciosamente,

Prof. Dra. Nereida Kilza da Costa Lima
Diretora Acadêmica de Ensino e Pesquisa do
CSE-FMRP-USP

Ilmo. Senhor.

Prof. Dr. Eduardo Ferriolli (orientador)
Departamento de Clínica Médica da
Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto-USP.

RUA TEREZINA, Nº 690 – SUMAREZINHO – CEP 14055-380 – RIBEIRÃO PRETO – SP FONE: (16) 3315-0000/0001 FAX: (16) 3315-0029
EMAIL: CSECUABA@FMRP.USP.BR

Carta de aprovação da pesquisa pelo CIR- HERibeirão

Ribeirão Preto, 15 de abril de 2015.

Projeto de Pesquisa: *“Glicemia e resposta insulínica de idosos sedentários durante o tempo sentado prolongado contínuo e intermitente.”*

Pesquisadores principais: Fernanda Pinheiro Amador dos Santos Pessanha.

Contatos: (16) 981135032

e-mail: fernandapessanha@usp.br

Orientador: Prof Dr. Eduardo Ferriolli

Contatos: Tel. 3602-3370

email: eferriol@fmrp.usp.br

Área de especialização: Fisioterapia

Fica autorizada a realização da pesquisa supracitada nas dependências do Hospital Estadual de Ribeirão Preto – CIR, a partir do momento que forem entregues na secretaria da administração, os documentos abaixo relacionados:

(X) parecer com APROVAÇÃO do Comitê de Ética em Pesquisa do HCFMRPUSP

() outros.....

O pesquisador está ciente que não haverá financiamentos por parte do HERibeirão, para quaisquer materiais que não sejam de uso habitual desta instituição, incluindo bens de consumo e equipamentos.

O pesquisador também declara estar ciente e plenamente de acordo com a determinação da Diretoria do Hospital Estadual de Ribeirão Preto que estabelece que todo e qualquer material e/ou equipamento trazidos para utilização nas dependências do Hospital deverão ser previamente entregues para esterilização ou avaliação na Central de Material e Esterilização do HERibeirão, depois de acordado com a Enfermeira responsável pelo setor.

O pesquisador se compromete a encaminhar a esta Diretoria o Relatório Final de Pesquisa e a publicação de seus resultados bem como comunicar qualquer intercorrência ou a sua interrupção.

HERibeirão
Hospital Estadual de Ribeirão Preto
"Prof. Dr. Carlos Eduardo Martinelli"

CIR-HERibeirão
Centro Integrado de Residência - Hospital Estadual de Ribeirão Preto
"Prof. Dr. Carlos Eduardo Martinelli"

Eduardo Ferriolli

Fernanda PAS Pessanha

Prof. Dr. Wilson Salgado Júnior
Diretor Geral

Appendices

Protocolo de avaliação idosos durante a fase de pré-avaliação

Protocolo de Avaliação Idosos Doutorado

NOME:

ENDEREÇO:

TELEFONE:

DATA DE NASCIMENTO: ____/____/____

IDADE: (65 a 85 anos)

Gênero: ☐ Masculino ☐ Feminino

CARACTERÍSTICAS SÓCIO-DEMOGRÁFICAS

1.0 Estado Civil:

- ☐ Casado(a)/mora junto
☐ Viúvo(a)
☐ Divorciado(a)
☐ Solteiro (a)

2.0 Escolaridade:

- ☐ Nunca foi à escola (analfabeto ou sabe escrever o nome)
☐ Primário (atual nível fundamental, 1ª a 4ª série)
☐ Ginásio (atual nível fundamental, 5ª a 8ª série)
☐ Científico e Superior

Anos de Estudo = _____

3.0 Renda Mensal

- ☐ Sem Renda
☐ 1 SM
☐ 2 A 3 SM
☐ 4 A 5 SM
☐ > 5 SM

Renda Mensal = R\$ _____

4.0 Raça:

- ☐ Branca
☐ Negra
☐ Mulata/parda
☐ Amarela/oriental

5.0 Mora com:

- ☐ Sozinho
☐ Esposo/Esposa
☐ Filhos
☐ Outros: _____

DOENÇAS CRÔNICAS AUTO-RELATADAS E SAÚDE AUTO-RELATADA ÚLTIMOS 12 MESES

6.0 Doenças crônicas e condições associadas

- ☐ Doença cardíaca (angina, IAM, IC)
☐ HAS
☐ AVE
☐ DM
☐ Tumor
☐ Artrite/Reumatismo
☐ Doença Pulmonar

☐ Depressão

☐ Osteoporose

☐ IU

☐ IF

☐ Outros

6.1 Acamado(a) último ano? ☐ Sim ☐ Não

6.2 Hospitalizado(a) último ano? ☐ Sim ☐ Não

6.3 Quedas 6 meses? ☐ Sim ☐ Não

Nº quedas= _____

6.4 Fratura devido a queda? ☐ Sim ☐ Não

Se sim, Local fratura: _____

6.5 Cirurgia prévia? ☐ Sim ☐ Não

TIPO: _____

6.6 Nº Medicamentos: _____/dia

Citar: _____

6.6 Tabagista? ☐ Sim ☐ Não

6.7 Ex- tabagista? ☐ Sim ☐ Não

Fumou/ fuma durante _____ anos

6.8 Etilista? ☐ Sim ☐ Não

6.7 Ex- etilista? ☐ Sim ☐ Não

AUTO PERCEPÇÃO DE SAÚDE

7.0 Em geral, o Sr.(ª) diria que sua saúde é:

☐ Muito boa

☐ Boa

☐ Regular

☐ Ruim

☐ Muito ruim

8.0 AIVD (ÍNDICE DE LAWTON & BRODY)

- Usar o telefone

3=É capaz de discar os números e atender sem ajuda?

2=É capaz de responder às chamadas, mas precisa de alguma ajuda para discar os números?

1=É incapaz de usar o telefone? (não consegue nem atender e nem discar)

- Uso do transporte

3=É capaz de tomar transporte coletivo ou táxi sem ajuda?

2=É capaz de usar transporte coletivo ou táxi, porém não sozinho?

1=É incapaz de usar transporte coletivo ou táxi?

- Fazer compras

3=É capaz de fazer todas as compras sem ajuda?

2=É capaz de fazer compras, porém com algum tipo de ajuda?

1=É incapaz de fazer compras?

- Preparo de alimentos

3=Planeja, prepara e serve os alimentos sem ajuda?

2=É capaz de preparar refeições leves, porém tem dificuldade de preparar refeições maiores sem ajuda?

1=É incapaz de preparar qualquer refeição?

- Tarefas domésticas

3=É capaz de realizar qualquer tarefa doméstica sem ajuda?

2=É capaz de executar somente tarefas domésticas mais leves?

1=É incapaz de executar qualquer trabalho doméstico?

- Uso de medicação

3=É capaz de usar a medicação de maneira correta sem ajuda?

2=É capaz de usar a medicação, mas precisa de algum tipo de ajuda?

1=É incapaz de tomar a medicação sem ajuda?

- Manejo do dinheiro

3=É capaz de pagar contas, aluguel e preencher cheques, de controlar as necessidades diárias de compras sem ajuda?

2=Necessita de algum tipo de ajuda para realizar estas atividades?

1=É incapaz de realizar estas atividades?

COMPOSIÇÃO CORPORAL

10.0 Peso 10.1 Altura 10.2 IMC

10.3 Circunferência braquial:

10.4 Circunferência cintura:

10.5 Circunferência quadril:

10.6 Circunferência panturrilha:

10.7 ICQ:

11. Força de preensão manual (Mão dominante):

1ª medida:

2ª medida:

3ª medida:

Média:

Baixa FPM (< 20 KGF em Mulheres e < 30 KGF em Homens)

☐ Sim ☐ Não

12. SPPB:

Equilíbrio: Romberg ☐ 0 pontos (Tempo: _____)

☐ 1 ponto (10 segundos)

Semi Tandem ☐ 0 pontos (Tempo: _____)

☐ 1 ponto (10 segundos)

Tandem ☐ 0 pontos (Tempo: _____)

☐ 1 ponto (3 a 9.99 segundos)

☐ 2 pontos (10 segundos)

Velocidade de marcha 4 metros: 1ª medida : _____ seg

2ª medida: _____ seg

☐ 1 ponto (>8.70 seg)

☐ 2 pontos (6.21 a 8.70 seg)

☐ 3 pontos (4.82 a 6.20 seg)

☐ 4 pontos (<4.82 seg)

Velocidade de marcha: _____ ☐ ≥ 0.8 m/s ☐ < 0.8 m/s

Teste de Sentar e Levantar:

Consegue levantar sem auxílio? ☐ Sim ☐ Não (☐ 0 pontos)

Tempo: _____

☐ 1 ponto (≥ 16.70 seg)

☐ 2 pontos (13.70 a 16.69 seg)

☐ 3 pontos (11.20 a 13.69 seg)

☐ 4 pontos (≤ 11.19 seg)

Escore Final : _____ Pontos

Classificação: ☐ Baixo desempenho (< 3 pontos)

☐ Moderado desempenho (3 a 9 pontos)

☐ Bom desempenho (≥ 10 pontos)

11. TUG :

1ª medida:

2ª medida:

3ª medida:

Média:

12. BIODEX:

☐ Sim ☐ Não

13. ActivPAL:

☐ Sim ☐ Não

Horário de ativação: _____ : _____

14. Observação:

Valores de referência para exames laboratoriais

<u>Exame Laboratorial</u>	<u>Valor de Referência</u>
Glicemia	<126 mg/dl
Albumina	3,5- 4,8 G/dl
Creatinina	0,7-1,5 mg/dl
Ureia	10-50 mg/dl
PCR	< 0,5 mg/dl
Colesterol	< 200 mg/dl
Triglicérides	< 150 mg/dl
HDL	>35 mg/dl
LDL	< 130 mg/dl
TSH	0.45- 6,0 uUI / mL

PCR= Proteína C Reativa; LDL= Lipoproteína de baixa densidade; HDL= Lipoproteína de alta densidade;
TSH= Hormônio estimulante da Tireoide;

*Os intervalos apresentados na Tabela acima para normalidade das variáveis analisadas foram utilizados de acordo com os valores referência utilizados pelo Hospital das Clínicas de Ribeirão Preto, onde os exames foram coletados.

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido aprovado pelo CEP

HOSPITAL DAS CLÍNICAS DA FACULDADE DE MEDICINA DE RIBEIRÃO
PRETO
UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
Tel: 3602-1000

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido- Grupo Atividade Física
(de acordo com a Resolução 466 de 12/12/2012 do Conselho Nacional de Saúde¹)
TÍTULO DO PROJETO: Glicemia e resposta insulínica de idosos sedentários durante o tempo sentado prolongado contínuo e intermitente
Pesquisadores envolvidos: Fernanda Pinheiro Amador dos Santos Pessanha (Fisioterapeuta), Karina Pfrimer (Nutricionista), Priscila Giacomo Fassini (nutricionista) Natália Maira da Cruz Alves (Fisioterapeuta) Juliana Cristina Lemos de Souza Marchesi (Nutricionista) e André Filipe Junqueira dos Santos (Geriatra),
Contato do Pesquisador Responsável:
Av. Bandeirantes 3900, CEP 14049-900 Ribeirão Preto/SP
Tel: (16) 3602-3370 / (16) 98113-5032 E-mail: fernandapessanha_fisio@hotmail.com
Supervisor: Prof. Dr. Eduardo Ferrioli E-mail: eferriol@fmrp.usp.br

Você está sendo convidado(a) a participar de um trabalho de pesquisa que será desenvolvido no Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto – USP. Desde já agradecemos a sua colaboração!

1 Justificativa e Objetivo da Pesquisa

Estudos têm mostrado que o tempo sedentário (tempo que passa sentado ou deitado) está relacionado ao risco cardíaco (coração) e que intercalar (pausas) o tempo sentado com exercício físico pode trazer benefícios positivos a saúde. O objetivo deste estudo é comparar a influência de um período sedentário sem interrupções com períodos sentados intercalados por exercício físico em relação a glicose e marcadores de risco cardiovascular.

2 Participação e Procedimentos

Não será necessário que fique internado para realizar os exames e avaliações. Durante todo o tempo dos exames você será acompanhado por profissionais qualificados (fisioterapeuta, médico e nutricionista). Você deverá realizar alguns exames e responder perguntas sobre sua saúde e atividade física. Será necessário que você compareça ao Centro de Saúde Escola Prof. Dr. Joel Rodrigues Machado (CSE-FMRP) cinco vezes com intervalo de 7 dias entre as visitas.

Na 1ª semana você deverá comparecer ao Hospital para realizar alguns testes.

1. Medidas de Composição corporal: Serão feitas medidas da circunferência da cintura (barriga), quadril, braço e panturrilha com fita métrica. Seu peso e altura serão verificados.
2. Atividade física: um pequeno e leve aparelho de 200mg, chamado actígrafo, será colado à sua coxa com auxílio de folha de curativo para o registro da sua atividade física por 7 dias seguidos. O aparelho não causa dor ou riscos para a saúde e pode ser utilizado normalmente, inclusive durante o banho.
3. Força muscular e testes físicos: Serão avaliadas as forças dos músculos dos braços e pernas em aparelhos específicos (dinamômetros). Nestes testes será pedido que você realize uma força grande por três vezes. Pediremos também que caminhe uma distância de 4 metros, por três vezes, e que responda a algumas perguntas sobre o seu dia-a-dia.
4. Medidas de pressão: A sua pressão arterial será medida por aparelho de pressão digital. Serão feitas 3 medidas. Também será verificado a sua

frequência cardíaca (pulso) por uma cinta que será colocada em seu tronco (cardiofrequencímetro)

Na 2ª, 3ª, 4ª e 5ª semana você deverá comparecer ao CSE para fazer alguns exames e testes.

1. Coleta de sangue: Você deverá estar em jejum de 12 horas. Será colocado um cateter para facilitar a retirada de sangue em sua veia do braço. O sangue será retirado de hora em hora, e nas duas primeiras vezes a cada 30 minutos num total de 8 vezes durante cada dia. Serão observadas todas as normas de segurança (agulhas e seringas descartáveis, em ambiente estéril) e a coleta será feita por profissional experiente e qualificada.

2. Medidas de pressão: A sua pressão arterial será medida por aparelho de pressão digital. Serão feitas 8 medidas. Também será verificado a sua frequência cardíaca (pulso) por uma cinta que será colocada em seu tronco (cardiofrequencímetro).

A cada semana você passará por um programa de exercícios diferente que será composto por:

FASE 1 (2ª semana): Você deverá permanecer sentado continuamente (sem se levantar) em uma cadeira confortável durante 5 horas e deverá fazer o mínimo de movimento possível. Caso precise levantar da cadeira, o teste será cancelado.

FASE 2 (3ª semana): Você ficará sentado em cadeira confortável. A cada 20 minutos sentado você deverá levantar e realizar 2 minutos de atividade física, caminhando em uma esteira em velocidade baixa. Isso acontecerá até completar um tempo total(sentado e caminhando) de 5 horas. Assim, você irá caminhar um tempo total de 30 minutos(15 vezes de 2 minutos).

FASE 3 (4ª semana): Você ficará sentado em cadeira confortável. A cada 20 minutos sentado você deverá levantar e realizar 2 minutos de atividade física, caminhando em uma esteira em velocidade moderada. Isso acontecerá até completar um tempo total(sentado e caminhando) de 5 horas. Assim, você irá caminhar um tempo total de 30 minutos(15 vezes de 2 minutos).

FASE 4 (5ª semana): Você ficará sentado em cadeira confortável. A cada 75 minutos sentado você deverá levantar e realizar 10 minutos de atividade física, caminhando em uma esteira em velocidade moderada. Isso acontecerá até completar um tempo total(sentado) de 5 horas. Assim, você irá caminhar um tempo total de 30 minutos(3 vezes de 10 minutos).

Ao final da pesquisa, será feito um contato por telefone, para passar o resultado nas avaliações, assim como para esclarecimento de possíveis dúvidas. É importante que informe caso inicie, durante a pesquisa, algum outro tipo de reabilitação ou exercício físico, pois isto poderá interferir nos resultados da pesquisa.

3 Riscos

Apesar dos exercícios serem simples e adequados para idosos, existe o risco de ocorrer leve cansaço físico, quedas e alterações de pressão arterial. Para diminuir os riscos, você será acompanhado por fisioterapeutas treinados e terá a pressão arterial e frequência cardíacas, constantemente avaliadas. Caso ocorra qualquer sinal físico que não indique a continuação da realização dos exercícios, os mesmos serão rapidamente interrompidos e você receberá atendimento adequado.

Na coleta de sangue há o risco de ocorrer hematoma (ficar roxo) ou pequena dor no local, comuns a este procedimento. Durante a realização dos testes físicos há a

possibilidade de cansaço físico e desequilíbrios que serão diminuídos pela presença de profissionais treinados na execução dos testes. Em caso de necessidade, os voluntários receberão assistência pelo HCFMRP.

4 Benefícios

Esta pesquisa poderá lhe trazer benefícios sobre o conhecimento da sua situação física e também o aproveitamento do programa de exercícios físicos. Os resultados deste estudo poderão, no futuro, contribuir para o conhecimento de outros profissionais da área.

5 Privacidade

Os dados serão confidenciais e será mantido sigilo sobre todas as respostas e resultados dos testes. Todos os dados obtidos serão utilizados apenas para os fins desta pesquisa.

6 Contato com os pesquisadores e esclarecimentos

Os números de telefone dos pesquisadores responsáveis estão à disposição para esclarecer dúvidas ou reclamações referentes ao estudo. O número do Comitê de ética e Pesquisa da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto é (16) 3602-2228, nele você poderá tirar dúvidas em relação a questões éticas.

7 Desistência ou Recusa

É importante que você saiba que a sua participação neste estudo é completamente voluntária e que você pode recusar-se a participar ou interromper sua participação a qualquer momento sem perda dos resultados dos exames já realizados. Em caso de você decidir interromper sua participação no estudo a equipe deve ser comunicada e a coleta de amostras para os exames do estudo será interrompida.

8 Ressarcimento

No caso de necessidade de custo de transporte e alimentação durante a avaliação será fornecido pelos pesquisadores a quantia de R\$15,00 por ida ao Hospital das Clínicas de Ribeirão Preto.

Você leu as informações abaixo e entendeu o propósito deste estudo a que foi convidado(a) a participar, assim como os benefícios e riscos potenciais da participação no mesmo. Teve a oportunidade de fazer perguntas e todas foram respondidas. Assim, por intermédio deste, dá livremente o seu consentimento para participar deste estudo.

Entende que não receberá compensação monetária por sua participação neste estudo. Recebeu uma cópia assinada deste formulário de consentimento.

Nome: _____
Data de Nascimento: ____/____/____ R.G.: _____
Endereço: _____
Ribeirão Preto, ____ de _____ de 20 ____.

Assinatura do voluntário

Pesquisador(a) Responsável

Artigo

Effects of breaking up prolonged sitting on postprandial glucose and insulin responses of older women

Pessanha FPAS¹, Alves NMC¹, Pontes TL¹, Fassini PG¹, Pfrimer K¹, Freitas MCF¹, Ferriolli E¹.

1. Division of General Internal and Geriatric Medicine, School of Medicine of Ribeirao Preto, University of São Paulo, Ribeirão Preto, SP, Brazil;

Contact Info: Fernanda Pessanha

Address: Ribeirao Preto Medical School, University of São Paulo, Avenida Bandeirantes, 3900, Ribeirão Preto, São Paulo 14049-900, Brazil.

Telephone number: +55(16)3315-33701 Fax number: +55 (16)3633-6695

E-mail address: fernandapessanha_fisio@hotmail.com

Funding Source: This work was supported by the Brazilian funding agency: CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) through a PhD scholarship.

Disclosure: The funding agency played no role in study design, collection, analysis, interpretation of data, writing of manuscript, or the decision to submit for publication.

Conflicts of interest: There are no financial or personal conflicts of interest associated with this study. All authors declare that they have no conflicts of interest.

Ethical standards: The study was approved by the appropriate Ethics Committee on Human Research, number 1563/2015 and was in accordance with the Declaration of Helsinki for human studies.

Authors contributions: Ferriolli, Freitas and Pessanha: study concept and design, data interpretation, critical review of the manuscript; Alves, Pontes and Pessanha: data collection; Fassini and Pessanha: drafting the manuscript; Pessanha and Pfrimer: data analysis. All authors revised the manuscript for important intellectual content, read and approved the final manuscript.

Abstract

OBJECTIVE: assess the acute effects of uninterrupted sitting time compared to sitting interrupted by physical activity (PA) bouts (light and moderate intensity, short and long duration) in relation to blood glucose and insulin responses, in older women. **SUBJECTS AND METHODS:** community- dwelling women aged ≥ 65 years, non-obese and non-diabetic. Four different phases of intervention were proposed. 1) *Uninterrupted sitting*: 300 minutes in sitting posture 2) *Sitting + 2 min Light Breaks*: sitting time break every 20 minutes for 2 minutes of low intensity PA (50 to 60% of predicted HR max for age). 3) *Sitting + 2 min Moderate Breaks*: sitting time break every 20 minutes for 2 minutes of moderate intensity PA (65 to 75% of predicted HR max for age). 4) *Sitting + 10 min Moderate Breaks*: sitting time break every 75 minutes for 10 minutes of moderate intensity PA (65 to 75% of predicted HR max for age). The glucose and insulin area under curve were verified by serial blood collection after the ingestion of a standard meal. **RESULTS:** 16 older women, aged 69 ± 4 years were evaluated. The participants had lower values of blood glucose AUC during interrupted sitting time (2 min light 514.0 ± 55.1 vs 2 min moderate 531.7 ± 69.1 vs 10 min moderate 530.0 ± 45.5 mg / dl) and of insulin AUC (2 min light 155.0 ± 53.1 vs 2 min moderate 169.5 ± 81.7 vs 10 min moderate 164.9 ± 54.4 μ UI / mL) when compared to the uninterrupted phase (555.9 ± 75.4 mg / dl, 220.1 ± 76.2) ($p < 0.05$). There was no significant differences between the different interruption patterns physical ($p > 0.05$). **CONCLUSION:** Breaking up prolonged sitting by bouts of short or long duration, light or moderate intensity showed to be potential strategies for improving blood glucose and insulin responses to a meal. No interruption pattern was found to be significantly better than others.

Keywords: elderly, sedentary behaviour, glucose, insulin.

Introduction

Projections suggest that not only the physical activity level (PAL) of the world population will continue to decline in the coming decades but also, sedentary behaviour (SB) will grow quickly. SB can be defined as any activity involving an energy expenditure ≤ 1.5 METs, being the time spent in sitting and lying posture used to define this behaviour. SB can be described as a multifaceted process, related to changes in the pattern of energy expenditure and to the appearance of adverse health outcomes (3). It has, recently, been considered as a new emerging health risk (4).

Older adults are considered the largest sedentary group (5), spending about 65 to 80% of their active day in SB (6). The time spent in sitting and lying postures by adults from western societies varies from 45 to 60% (7).

Increased SB has been associated with increased all-cause mortality, metabolic syndrome, DM type II, dyslipidaemias, cardiovascular diseases, obesity (8), osteoporosis (9), cancer (10) and disability (11). Most of these associations, including mortality, persist, even, after adjustment for variables such as physical activity (PA). Besides this, new studies have suggested that the total time spent sitting or lying may be a stronger indicator of health than the level of PA (12). Breaking up a prolonged sitting time has been shown to be an important strategy for reversing this condition. Dunstan et al., 2012 (13), when evaluating the acute effects of PA on blood glucose and insulin levels, have shown that even short bouts of light intensity PA seems to bring benefits to overweight / obese adults. The results, found in this study, showed that breaking up prolonged sitting time by light and moderate intensity activities could improve the glycolytic metabolism, with a reduction of, respectively, 24.1% and 29.6% in the incremental glucose area under curve (iAUC) and 23% reduction of insulin AUC.

Recent studies that proposed breaks in prolonged sitting time presented positive results for adults. However, this intervention effects in older adults, considered the group of greatest sedentary behaviour, is still scarcely investigated under controlled experimental conditions. In addition, the effect of different breaks patterns in sitting time need to be tested in this populations, in order to verify the best strategy to be adopted. The aim of this study was to assess, in older women, the acute effect of an uninterrupted sitting time of 5 hours in blood glucose and insulin levels and to compare it with the effects of PA interruptions of light - moderate intensity and short- long duration.

Subjects and methods

Sample and study type

This is a randomized controlled clinical crossover trial, in older women from the Ribeirão Preto community, São Paulo / Brazil. This study was approved by the Research Ethics Committee of the Ribeirão Preto Medical School (number 1563/2015) and registered at the Clinical Trials - U.S. National Institutes of Health (NCT02894099).

Women aged ≥ 65 years, non-obese ($\text{BMI} < 30.0 \text{ kg/m}^2$) and who reported to be sedentary according to the criteria proposed by WHO, were included in this study. Women with previous DM diagnosis, in use of any medication for glycemic control or medications that could affect the glucose metabolism, with orthopedic problems that could impair the gait or in use of orthoses for ambulation and/or with absolute or relative contraindications to perform PA (14) were considered ineligible. Special diets with restrictions that could interfere in the intake of any component of the meal offered for the glycemic curve test were, also, not accepted in this study.

The selection of participants was performed through active search in a primary care service linked to the Ribeirão Preto Medical School/ University of São Paulo and subsequent telephone contact. After checking the eligibility criteria and signing the consent form, the volunteers were referred to the University Hospital of the same institution to initiate evaluation of spontaneous PA profiles. For this, a triaxial PA monitor, ActivPal™ (PAL Technologies, UK), was affixed to the right thigh of the volunteers by the use of a transparent plastic dressing (Tegaderm™) for one week. After this period, the volunteers returned to the hospital for the first intervention phase.

Intervention protocol

During uninterrupted sitting the volunteers, after emptying the bladder, seated in a wheelchair and received the instruction to not stand up during 5h, since in these cases the intervention would be invalidated and the experiment terminated. Clinical variables such as blood pressure and heart rate were verified.

For the blood glucose and insulin sensitivity analysis, serial blood collections were performed through a peripheral venous access inserted into the antecubital vein. A trained nurse performed all safety procedures. After 12h fast, a blood sample was collected, then the subjects stayed at rest for 30 minutes (steady state), after which the baseline blood sample was collected. The volunteers were, then, asked to eat a standardized meal of 460 kcal with 63.4% carbohydrate, 23.7% fat and 12.9% protein. The volunteers were instructed to eat the entire

meal with in approximately 15 minutes. After the meal consumption, six blood samples were drawn at the times + 30min, 1h, 2h, 3h, 4h and 5h, totalizing 8 samples for the construction of the glucose and insulin areas under curve (-30 min, Basal, + 30min, 1h, 2h, 3h, 4 h and 5 h). The analysis of blood glucose levels was in a Cobas Mira S ® equipment by an automated colorimetric method. For the analysis of insulin levels, the samples were stored at -80°C, after centrifugation and serum separation. For the analysis of the insulin level, the chemoluminescence method was used, and the analysis were performed on the Liaison® XL equipment.

During the sitting time, magazines, books, crossword puzzles and television programs were offered. The intervention was performed with two or three volunteers at the same time, supporting communication and interaction. PA was performed by walking in a long hallway. The volunteers were monitored by a heart rate monitor and instructed to walk on a pre determined heart rate (HR) according to the PA intensity. The researcher walked by the side of the volunteer, controlling the HR and stimulating the acceleration or deceleration of the gait, when necessary, through verbal commands.

Four different interventions were proposed. Uninterrupted sitting was defined, in all cases, as the first intervention phase. The other three phases, composed of breaks in sedentary time with bouts of PA were randomized by raffle. In addition, to allow the washout effect, a 7-day interval between each experimental phase was adopted (DUNSTAN et al., 2012).

1) **Uninterrupted Sitting**: 300 uninterrupted minutes in sitting posture. Blood was collected every 60 minutes up to the total time of 5 hours; 2) **Sitting + 2 min Light Breaks** : sitting time was interrupted every 20 minutes for 2 minutes of low intensity PA (50 to 60% of predicted HR max for age); 3) **Sitting + 2 min Moderate Breaks**: sitting time was interrupted every 20 minutes for 2 minutes of moderate intensity PA (65 to 75% of predicted HR max for age); 4) **Sitting + 10 min Moderate Breaks**: sitting time interrupted every 75 minutes for 10 minutes of moderate intensity PA (65 to 75% of predicted HR max for age). In the PA break groups the blood sample was collected every 66 minutes, thus, blood collection never occurred in less than 10 minutes from physical activity bouts. PA break groups consisted of a total of 300 minutes in the seated posture and 30 minutes of PA.

Statistical analysis

Determination of sample size was based on a Variance Analysis (ANOVA) with repeated measurements. The Effect Size (ES) was calculated based on pilot data (mean changes of the first four volunteers) and the value of 0.53 were found for the coefficient correlation. The power adopted was 0.80 and the significance level was 5%. A total sample of 16 was

considered sufficient for this study. Area under the curve was calculated by the trapezoid method. For the comparisons between the groups in relation to the AUC of blood glucose and insulin, the linear regression model with mixed effects (random and fixed effects) was used. All comparisons were controlled by confounding factors (age, weight, and PAL classification). For the comparisons between the different phases of intervention, the orthogonal contrasts post-test was used. All analyzes were performed by using SAS version 9.2 (SAS Institute Incorporated, Cary, NC).

Results

Sixteen older women participated in the four study phases. Only one volunteer was excluded from one experimental phase because she felt ill during the puncture, and the baseline values did not reflect the real glycemic state, as in the other intervention phases. Figure 1 shows a flowchart describing the sample selection process.

Figure 1. Flow Chart sample selection (n=16)

Mean age of the participants was 69.2 ± 4.1 years. The highest proportion of the participants was composed by married women (37.5%), with education level between 1 to 8 years of schooling (56.2%), income between 2 to 3 minimum wages (56.2%), white (75%) and non-smokers (100%). Table 1 shows some anthropometric and clinical characteristics and the spontaneous physical activity profile of the volunteers evaluated by accelerometry.

Table 1. Anthropometric, clinical and spontaneous physical activity profile of the sample. n= (16)

	Mean (SD)	Min	Max
Weight (kg)	64.5 ± 9.1	46.5	83.4
BMI (kg. m2)*	26.4 ± 2.1	25.5	29.6
WC (cm)**	92.5 ± 7.4	83.0	108.0
Fasting glucose (mg/dL)	93.9 ± 9.8	75.0	112.0
HOMA-IR***	2.39 ± 0.9	0.8	3.9
Sedentary Time (h)	8.6 ± 2.4	4.6	12.7
Walking Time (h)	2.1 ± 0.9	0.8	4.8
Number of steps (steps/day)	9573.4 ± 4111.6	3758.0	22055.0
FI****	5.3 ± 1.5	2.8	9.1
Energy expenditure (METs)	26.2 ± 1.8	23	31

*BMI= Body Mass Index; **WC= Waist Circumference; *** HOMA- IR= Homeostasis Model Assessment- Insulin Resistance; **** FI= Fragmentation Index (number of bouts of sedentary behaviour / total sedentary behaviour).

Table 2 shows the areas under curve for glucose and insulin of the four different intervention phases. The highest value was found in the uninterrupted sitting phase both for glucose (555.9 ± 75.4 mg /dL) and insulin AUC (220.1 ± 76.2 μ UI / mL) and the lowest mean for the Sitting + **2 min** light breaks (514.0 ± 55.1 mg /dl and 155.0 ± 53.1 μ UI / mL for glucose and insulin AUC, respectively). The quartiles distribution of each intervention phase are shown in Graphs 1 and 2. The estimation of the difference between all intervention phases and their respective confidence intervals (CI), performed through linear regression analysis for mixed effects, showed a significant difference between the uninterrupted sitting phase in relation to all three phases of activity breaks ($p \leq 0.05$). However, no difference was observed when the PA activity phases were compared ($p > 0.05$) for both glucose and insulin. The CI

values are described in Table 3. The analysis was adjusted for the variables age, weight and PAL classification.

Table 2. Blood glucose and insulin area under curve (mean and standard deviation) for uninterrupted sitting time and the three physical activity break conditions.

	Glucose AUC	Insulin AUC
	Mean± SD	Mean ± SD
<i>Uninterrupted sitting</i>	555.9 ±75.4	220.1 ±76.2
Sitting + 2 min Light Breaks	514.0 ± 55.1	155.0 ± 53.1
Sitting + 2 min Moderate Breaks	531.7 ± 69.1	169.5 ± 81.7
Sitting + 10 min Moderate Breaks	530.0 ± 45.5	164.9 ± 54.4

*AUC= area under curve; ** SD= Standard deviation

Table 3. Differences in blood glucose and insulin AUC between groups, calculated by linear regression. n=16

	Glucose AUC	Insulin AUC
	(CI 95%)	(CI 95%)
<i>Uninterrupted sitting</i> X	-41.7 *	-67.4 *
Sitting + 2 min Light Breaks	(-63.4: -20.1)	(-98.1: -36.7)
<i>Uninterrupted sitting</i> X	-24.2 **	-50.6 *
Sitting + 2 min Moderate Breaks	(-45.4 : -3.0)	(-80.7: -20.6)
<i>Uninterrupted sitting</i> X	-25.9 **	-55.2 *
Sitting + 10 min Moderate Breaks	(-47.1 : -4.7)	(-85.2: -25.1)
Sitting + 2 min Light Breaks X	-17.5	-16.7
Sitting + 2 min Moderate Breaks	(-39.2 : 4.1)	(-47.4: 13.9)
Sitting + 2 min Light Breaks X	-15.9	-12.2
Sitting + 10 min Moderate Breaks	(-37.5 : 5.8)	(-42.9: 18.5)
Sitting + 2 min Moderate Breaks X	1.6	4.5
Sitting + 10 min Moderate Breaks	(-19.5 : 22.8)	(-25.5: 34.6)

*p value <0.01; ** p value <0.05; X= versus; +AUC= area under curve; ++ CI= Confidence Interval. Data were adjusted for potential confounding factors (age, weight, and PAL classification).

Graphic 1 and 2. Box plot for glucose and insulin AUC in the four phases.

Discussion

The relationship between SB and DM type II has been previously investigated in studies that evaluated the response to chronic sedentary behaviour. An Australian study demonstrated that SB is associated with increased fasting glucose and other risk markers for metabolic syndrome in adults and older adults, regardless of time spent in PA (15). In contrast, in older persons, the lowest SB (<15 minutes bouts) was associated with lower insulin levels and lower risk of metabolic abnormalities (16). More recently, Diaz et al., 2017 (17), studying 12083 Hispanics adults and older adults, by accelerometry, found that prolonged SB is associated with deleterious effects in several glycemic markers (HOMA-IR, glucose tolerance test / 2 hours, glycated hemoglobin A₁C-HgA₁C).

Just a few studies have attempted to assess the acute effects of prolonged sitting in these same health markers. Stephens et al. (2011) (18), demonstrated that the prioritization of sitting / lying posture was enough to reduce insulin action by up to 39% compared to the same period of an active day. Also, in relation to glucose tolerance tests, studies have found that acute periods of prolonged sitting may result in moderately reduced glucose tolerance (19).

The pathophysiology of changes in glucose metabolism during SB involves mechanisms that are distinct from those related to inactivity. To date, it has been suggested that lipoprotein lipase (LPL), an enzyme that hydrolyzes triglyceride particles present in the lipoproteins (20), and allows the uptake of free fatty acids into skeletal and adipose tissue, could be the key of this process. Experimentally, a study in mice showed transcriptional alterations of RNA after a prolonged sitting period, causing a decrease in LPL intracellular activity ranging from 25 to 75% over a SB period of 6 to 18 hours (21). During inactivity, the changes appear to be strictly related to modifications in LPL mRNA expression, whereas the low LPL activity during SB appears to be due to the transcription of an inhibitory gene for that enzyme (22). In addition, the reduction of LPL activity, during prolonged sitting occur only in oxidative muscle fibers, while glycolytic fibers would be the only ones affected by physical inactivity (23). Another important component that would be related to the SB pathophysiology is the glucose transporter type 4 (GLUT-4). Studies in humans with spinal cord injury show that this transporter decreases due to muscle denervation and drastically increases with minimum stimulated muscle contraction (23). Thus, the reduction of local muscle contraction would reduce glucose uptake by GLUT-4 translocation (22). In addition to the proposed molecular mechanisms, inflammation seems to play a key role in SB pathophysiology. Recent studies have shown that prolonged sitting is associated with increased inflammatory markers.

Falconer et al. (2014) (24) found a relationship between high SB and high inflammatory cytokine levels, especially interleukin-6 (IL-6). According to Henson et al. (2013)(12) the reduction of muscle contraction for long periods may act impairing the action of myosin IL-6, thus contributing to generate a low intensity pro-inflammatory state. In contrast, women with type II DM had a reduction in C-reactive protein (CRP) levels by 24% each less hour spent on SB (baseline compared to 6 months later) (24).

In the present study, all the phases breaking up SB presented a reduction in insulin and glucose levels when compared to the uninterrupted sitting. One of the first experimental studies aimed to assess the benefits of breaking prolonged sitting time in cardiovascular risk markers, was conducted by Dunstan et al.(2012)(13). These authors evaluated 19 obese adults with three types of intervention: 1) Uninterrupted sitting time for 5 hours; 2) bouts of light intensity walking and 3) bouts of moderate intensity walking. The interruptions lasted for 2 minutes and occurred every 20 minutes of sitting time. This study demonstrated that discontinuation of sitting posture promotes improvements in glycolytic metabolism. According to these authors, these significant rates of reduction in the area under curve after breaking conditions are comparable to the already proven benefits of the acute effect of exercise on these same markers. The benefits of interrupt prolonged sitting in the variables analysed were also demonstrated in others studies (25) (15). However, Altenburg et al.(2013) (26) revealed no reduction in postprandial blood glucose levels of healthy adults after breaks of moderate-intensity exercise in an bicycle ergometer.

Although, to our knowledge, it is still unknown which physiological processes are involved during interrupted SB. Studies indicate that mechanisms related to the insulin pathway may be present. Latouche et al. (2013) (27) found an alteration of 10 genes involved in carbohydrate metabolism, including increased expression of genes that indirectly regulate the GLUT-4 transporter in obese adults during SB breaks. In addition, bouts of PA during prolonged sitting time change the expression of genes related to the modulation of anti-inflammatory, anti-oxidative and triglyceride-related pathways. Bergouignan et al. (2016) (28) found that acute interruptions of light and moderate intensity (1 day of intervention) in adults were able to stimulate glucose uptake mediated by muscle contraction, increasing AMPK (AMP-dependent protein kinase) through muscle biopsy performed on the vastus lateralis. This enzyme acts, indirectly, disinhibiting the translocation of the GLUT-4 transporter to the membrane.

No differences were found between the different break types suggested in the present study. The higher benefits of breaking up sedentary time through moderate intensity relative

to light intensity PA are still controversial in the literature. A meta-analysis performed in 2015 (29) showed that the benefits on glucose and insulin levels promoted by the acute SB interruption, occurs for both intensities. However, no benefits were found for any of the variables analysed in this meta-analysis, when SB was broken by changing from sitting to standing.

This study has some limitations that should be exposed. As previously mentioned, the PA bouts were not performed on a treadmill. Undoubtedly, the monitoring of the intensity is easier and more rigorous by this method. Despite this, the use of the cardiac monitor was well understood by the volunteers and proved to be effective. Another possible limitation is related to the fact that PA level was not monitored, using a quantitative method, between intervention weeks. To minimize this bias, volunteers were instructed to maintain the previous pattern of PA and not to enter in any activity program during the study intervention period. Finally, the proposed intervention model didn't allow us to clearly define whether the results found are due to the accumulation of physical activity or, indeed, to the frequent breaks in prolonged sitting.

In conclusion, in a sample of community- dwelling older women, prolonged sitting was related to worsening of glucose and insulin levels, while activity breaks of light or moderate intensity and short or long showed to be potential strategies for the reduction of cardiovascular risk. No interruption pattern was found to be significantly better than others, with even short breaks of light intensity being considered effective in reducing values of glucose and insulin AUC.

References:

1. Ng SW, Popkin BM. Time use and physical activity: A shift away from movement across the globe. *Obes Rev*. 2012;13(8):659–80.
2. Sedentary Behaviour Research Network. Letter to the Editor: Standardized use of the terms “sedentary” and “sedentary behaviours.” *Ment Health Phys Act*. 2013;6(1):55–6.
3. Owen N, Sparling PB, Healy GN, Dunstan DW, Matthews CE. Sedentary Behavior : Emerging Evidence for a New Health Risk. *Mayo Clin Proc*. 2010; 85(12):1138–41.
4. Katzmarzyk PT. Physical activity, sedentary behavior, and health: Paradigm paralysis or paradigm shift? *Diabetes*. 2010;59(11):2717–25.
5. Harvey J. How Sedentary are Older People? A Systematic Review of the Amount of Sedentary Behavior. *J Aging Phys Act [Internet]*. 2015; 23(3):471–87.
6. Harvey JA, Chastin SFM, Skelton DA. Prevalence of sedentary behavior in older adults: A systematic review. *Int J Environ Res Public Health*. 2013;10(12):6645–61.
7. Aadahl M, Linneberg A, Møller TC, Rosenørn S, Dunstan DW, Witte DR, et al. Motivational counseling to reduce sitting time: A community-based randomized controlled trial in adults. *Am J Prev Med [Internet]*. 2014;47(5):576–86.

8. Shields M, Tremblay MS. Sedentary behaviour and obesity article. *Heal Reports Stat Canada*. 2008;19(2):82–3.
9. Chastin SFM, Mandrichenko O, Helbostadt JL, Skelton DA. Associations between objectively-measured sedentary behaviour and physical activity with bone mineral density in adults and older adults, the NHANES study. *Bone* [Internet]. 2014;64:254–62.
10. Lynch BM. Sedentary behavior and cancer: A systematic review of the literature and proposed biological mechanisms. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev*. 2010;19(11):2691–709.
11. Dunlop DD, Song J, Arntson EK, Semanik PA, Lee J, Chang RW, et al. Sedentary time in U.S. older adults associated with disability in activities of daily living independent of physical activity Dorothy. *J Phys Act Heal* [Internet]. 2015;12(1):93–101.
12. Henson J, Yates T, Biddle SJH, Edwardson CL, Khunti K, Wilmot EG, et al. Associations of objectively measured sedentary behaviour and physical activity with markers of cardiometabolic health. *Diabetologia*. 2013;56(5):1012–20.
13. Dunstan DW, Kingwell BA, Larsen R, Healy GN, Cerin E, Hamilton MT, et al. Breaking Up Prolonged Sitting Reduces Postprandial Glucose and Insulin Responses. *Diabetes Care*. 2012;35(5):976–83.
14. American College Of Sports Medicine (ACSM). *Guidelines for Exercise Testing and Prescription*. 9 ed. São Paulo: Guanabara, 2014.
15. Healy GN, Dunstan DW, Salmon J, Cerin E, Shaw JE, Zimmet PZ, et al. Breaks in Sedentary Time: Beneficial associations with metabolic risk. *Diabetes Care* [Internet]. 2008; 31(4):661–6.
16. Jefferis BJ, Parsons TJ, Sartini C, Ash S, Lennon LT, Wannamethee SG, et al. Does duration of physical activity bouts matter for adiposity and metabolic syndrome? A cross-sectional study of older British men. *Int J Behav Nutr Phys Act* [Internet]. 2016;13:36.
17. Diaz KM, Goldsmith J, Greenlee H, Strizich G, Qi Q, Mossavar-Rahmani Y, et al. Prolonged, Uninterrupted Sedentary Behavior and Glycemic Biomarkers Among US Hispanic/Latino Adults: The HCHS/SOL (Hispanic Community Health Study/Study of Latinos). *Circulation* [Internet]. 2017 ;136(15):1362–73.
18. Stephens BR, Granados K, Zderic TW, Hamilton MT, Braun B. Effects of 1 day of inactivity on insulin action in healthy men and women: Interaction with energy intake. *Metabolism* [Internet]. 2011;60(7):941–9.
19. Saunders TJ, Larouche R, Colley RC, Tremblay MS. Acute sedentary behaviour and markers of cardiometabolic risk: A systematic review of intervention studies. *J Nutr Metab*. 2012;2012: 1-12.
20. Hamilton MT, Hamilton DG, Zderic TW. Exercise physiology versus inactivity physiology: an essential concept for understanding lipoprotein lipase regulation. *Exerc Sport Sci Rev* [Internet]. 2004 32(4):161–6.
21. Bey L, Hamilton MT. Suppression of skeletal muscle lipoprotein lipase activity during physical inactivity: a molecular reason to maintain daily low-intensity activity. *J Physiol* [Internet]. 2003; 551(2):673–82.
22. Hamilton MT, Hamilton DG, Zderic TW. Role of low energy expenditure and sitting in obesity, metabolic syndrome, type 2 diabetes, and cardiovascular disease. *Diabetes* [Internet]. 2007;56:2655–67.
23. Tremblay MS, Colley RC, Saunders TJ, Healy GN, Owen N. Physiological and health implications of a sedentary lifestyle. *Appl Physiol Nutr Metab*. 2010;35 (6):725–40.
24. Falconer CL, Cooper AR, Walhin JP, Thompson D, Page AS, Peters TJ, et al. Sedentary time and markers of inflammation in people with newly diagnosed type 2 diabetes. *Nutr Metab Cardiovasc Dis* [Internet]. 2014;24(9):956–62.

25. Peddie MC, Bone JL, Rehrer NJ, Skeaff CM, Gray AR, Perry TL. Breaking prolonged sitting reduces postprandial glycemia in healthy, normal-weight adults: A randomized crossover trial. *Am J Clin Nutr*. 2013;98(2):358–66.
26. Altenburg TM, Rotteveel J, Dunstan DW, Salmon J, Chinapaw MJM. The effect of interrupting prolonged sitting time with short , hourly , moderate-intensity cycling bouts on cardiometabolic risk factors in healthy , young adults. *Appl Physiol*. 2013; 115:1751–6.
27. Latouche C, Jowett JBM, Carey AL, Bertovic DA, Owen N, Dunstan DW, et al. Effects of breaking up prolonged sitting on skeletal muscle gene expression. *J Appl Physiol* [Internet]. 2013;114(4):453–60.
28. Bergouignan A, Latouche C, Heywood S, Grace MS, Reddy-Luthmoodoo M, Natoli AK, et al. Frequent interruptions of sedentary time modulates contraction- and insulin-stimulated glucose uptake pathways in muscle: Ancillary analysis from randomized clinical trials. *Sci Rep* [Internet]. 2016;6(1):1-13.
29. Chastin SFM, Egerton T, Leask C, Stamatakis E. Meta-analysis of the relationship between breaks in sedentary behavior and cardiometabolic health. *Obesity*. 2015;23(9):1800–10.