



UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE LONDRINA

CARRIE CHUEIRI RAMOS GALVAN

**EFEITO DA CIRURGIA DE DERIVAÇÃO GÁSTRICA EM Y-
DE-ROUX SOBRE O NÍVEL DE ATIVIDADE FÍSICA E
GASTO ENERGÉTICO NA VIDA DIÁRIA EM MULHERES:
UM ESTUDO DE COORTE**

Londrina
2016

CARRIE CHUEIRI RAMOS GALVAN

**EFEITO DA CIRURGIA DE DERIVAÇÃO GÁSTRICA EM Y-
DE-ROUX SOBRE O NÍVEL DE ATIVIDADE FÍSICA E
GASTO ENERGÉTICO NA VIDA DIÁRIA EM MULHERES:
UM ESTUDO DE COORTE**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde, da Universidade Estadual de Londrina, para a obtenção do título de Doutor.

Orientador: Prof. Dr. Fabio de Oliveira Pitta

Co-orientador: Prof. Dr. Décio Sabbatini
Barbosa

Londrina
2016

**Catálogo elaborado pela Divisão de Processos Técnicos da Biblioteca Central da
Universidade Estadual de Londrina**

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)

G182e Galvan, Carrie Chueiri Ramos.
Efeito da cirurgia de derivação gástrica em Y-de-Roux sobre o nível de atividade
física e gasto energético na vida diária em mulheres : um estudo de coorte /
Carrie Chueiri Ramos Galvan. – Londrina, 2014.
101 f. il.

Orientador: Fábio de Oliveira Pitta.

Coorientador: Décio Sabbatini Barbosa.

Tese (Doutorado em Ciências da Saúde) – Universidade Estadual de Londrina,
Centro de Ciências da Saúde, Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde,
2014.

Inclui bibliografia.

1. Cirurgia bariátrica – Teses. 2. Mulheres – Exercícios físicos – Avaliação –
Teses. 3. Obesidade nas mulheres – Teses. 4. Mulheres – Metabolismo – Teses.
5. Estômago – Cirurgia – Teses. I. Pitta, Fábio de Oliveira. II. Barbosa, Décio
Sabbatini. III. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Ciências da Saúde.
Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde. IV. Título.

615.8:616.33-089

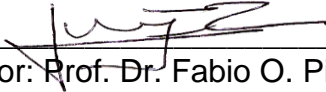
CDU

CARRIE CHUEIRI RAMOS GALVAN

**EFEITO DA CIRURGIA DE DERIVAÇÃO GÁSTRICA EM Y-DE-ROUX
SOBRE O NÍVEL DE ATIVIDADE FÍSICA E GASTO ENERGÉTICO NA
VIDA DIÁRIA EM MULHERES: UM ESTUDO DE COORTE**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde, da Universidade Estadual de Londrina, para a obtenção do título de Doutor.

BANCA EXAMINADORA



Orientador: Prof. Dr. Fabio O. Pitta
Universidade Estadual de Londrina – UEL

Prof^a Dr^a Laryssa M. Bellinetti
Universidade Estadual de Londrina – UEL

Prof^a Dr^a Shirley A. F. Souza
Universidade Estadual de Londrina – UEL

Prof. Dr. Alexandre J. F. Carrilho
Universidade Estadual de Londrina – UEL

Prof^a Dr^a Cintia M.C. Grion
Universidade Estadual de Londrina - UEL

Londrina, 8 de Dezembro de 2014.

A **DEUS**, Soberano e Fiel, que guiou os meus passos e me deu porções generosas de força para a realização deste trabalho.

Ao meu amado esposo **Edson**, que esteve sempre ao meu lado dando-me ânimo, afirmação, comentários sinceros e um abundante suprimento de esperança para perseverar nos empreendimentos difíceis.

Aos meus filhos **Júlia e Felipe**, dádivas de Deus, que me estimularam a prosseguir...

AGRADECIMENTOS

A realização deste trabalho só foi possível graças à colaboração direta ou indireta de muitas pessoas. Manifesto minha gratidão a todas elas e de forma particular:

Ao meu orientador e amigo, **Professor Dr. Fabio Pitta**, por ter demonstrado a longanimidade própria dos grandes mestres, doando seu precioso tempo e valiosos ensinamentos. Obrigada por me nortear neste trabalho, em meio a tantos afazeres e por ter confiado em minha capacidade de produção científica.

Ao meu co-orientador, **Professor Dr. Décio Sabbatini Barbosa**, por seu pronto auxílio nos momentos de incertezas e pela orientação prestada a este trabalho.

Ao **Professor Dr. Antonio Carlos Valezi**, por orientar meus primeiros passos na elaboração do projeto de pesquisa e por cooperar para o meu ingresso no doutorado.

Aos **pacientes voluntários do projeto de pesquisa**, pela disponibilidade, submissão e dedicação que demonstraram durante as atividades da pesquisa.

Aos **coordenadores do Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde** da Universidade Estadual de Londrina, que me deram a oportunidade e condições necessárias para o desenvolvimento deste trabalho.

Aos **professores Dr. Alexandre J. F. Carrilho, Dr^a Cintia M.C. Grion, Dr^a Shirley A. F. Souza, Dr^a Laryssa M. Bellinetti, Dr^a Tania L. Mazzuco e Dr^a Vanessa S. Probst**, membros titulares e suplentes da banca examinadora, por se disponibilizarem a colaborar com este trabalho.

A todos os **professores do Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde** da Universidade Estadual de Londrina por compartilharem seus conhecimentos e se dedicarem para construção de um reconhecido curso de pós-graduação.

Ao **Departamento de Fisioterapia** da Universidade Estadual de Londrina, pela liberação de licença parcial de minhas atividades, possibilitando minha dedicação à realização da pesquisa.

Ao **Hospital Universitário da Universidade Estadual de Londrina**, em especial à **Divisão de Fisioterapia**, que contribuiu com este trabalho, disponibilizando os locais e materiais necessários para a execução do mesmo.

À **Irmandade Santa Casa de Londrina**, em especial à **Irmã Elvira Maria Perides Lawand**, coordenadora do Comitê de Bioética - BIOISCAL, que viabilizou o desenvolvimento da pesquisa neste local, disponibilizando seus serviços para a seleção da amostra necessária.

Aos colegas professores **Ms André Luiz Rodrigues da Silva, Dr. Fábio de Oliveira Pitta, Ms Gladys Cely Faker, Dr^a Laryssa Milenkovich Bellinetti, Dr^a Nidia Aparecida Hernandez, Dr^a Shirley Aparecida Fabris de Souza e Dr^a Vanessa Suziane Probst**, do Setor de Cardiopneumologia do Departamento de Fisioterapia da Universidade Estadual de Londrina, que me apoiaram enormemente e providenciaram a substituição das minhas atividades.

Ao médico cirurgião **Dr. Milton Ogawa**, por sua participação na seleção dos candidatos à pesquisa.

Às professoras **Dr^a Eliane Cristina Hilberath Moreira e Dr^a Claudia Patrícia Cardoso Martins**, pela concessão do Laboratório de Pesquisa em Fisioterapia para as avaliações da pesquisa.

À fisioterapeuta **Andrea Akemi Morita**, pela amizade sincera e companheirismo, sempre prestativa nos momentos de necessidade.

Às fisioterapeutas **Aline Gonçalves Nellesen, Andrea Akemi Morita, Valéria Aucar de Tolla** e às residentes **Naiara Molina Garcia e Andréia Cristina Travassos da Costa**, pelo incansável trabalho no gerenciamento das linhas de pesquisa e colaboração na coleta e arquivamento dos dados deste trabalho.

Aos acadêmicos **Amanda Maria Leite Galvani, Ana Luiza de Lara Aguiar, Barbara Perez Martins, Bárbara Gonçalves Silva, Camila Jardim Siqueira, Fernanda Ayumi de Lima Yara, Fernanda Orizio Rodrigues, Gabriela de Paula, Iara Pereira Pinceta, Isabela Fernandes Garcia, Julia Grazielle da Silva Oliveira, Leda Moreira Lima Souza, Ludmila de Souza Novelle, Nestário Alves Primo Junior, Rayane Cardoso Calegari, Tamyres Spositon, Thalita Cristina Souza,**

Victoria Bonocielli dos Santos e Vinícius Moreno Lima, pelo auxílio nos procedimentos do protocolo da pesquisa.

A todos os **colegas do Laboratório de Pesquisa em Fisioterapia Pulmonar (LFIP)** da Universidade Estadual de Londrina, em especial às colegas **Karina Furlanetto, Leila Donária, Nidia Hernandez e Thais Santana**, pelas excelentes contribuições científicas para os resultados da pesquisa.

À colega, Professora **Fabiane Monteiro** por me auxiliar na orientação do grupo de pesquisa.

Ao colega fisioterapeuta **Carlos Augusto Camilo**, pela contribuição científica ao trabalho e por seu apoio logístico na aquisição de equipamentos para a pesquisa.

À funcionária **Sandra Lage**, da Seção de Pós-Graduação do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Estadual de Londrina, sempre muito prestativa nos encaminhamentos e esclarecimentos necessários.

À bibliotecária **Vilma Aparecida Feliciano de Jesus**, da Biblioteca Setorial do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Estadual de Londrina, pelo auxílio na busca das referências bibliográficas e na formatação da tese.

Aos funcionários **Chrystianne F. S. Caetano, Fábio V. Pinto** da Divisão de Fisioterapia e **Maurício Panizza**, pelo apoio técnico administrativo.

À amiga **Márcia Eléia Manha Mitsi** do Colegiado de Fisioterapia da Universidade Estadual de Londrina, pelo trabalho de revisão ortográfica e pelo constante encorajamento, apoio e incentivo, sempre disponível para me ouvir.

Muito obrigada!

*"Ó profundidade das riquezas,
tanto da sabedoria, como da ciência de Deus!
Quão insondáveis são Seus juízos e quão
inescrutáveis os Seus caminhos!"*

GALVAN, Carrie Chueiri Ramos. **Efeitos da cirurgia de derivação gástrica em Y-de-Roux sobre o nível de atividade física e gasto energético na vida diária em mulheres: um estudo de coorte.** Londrina. 2014 101f. Tese (Doutorado em Ciências da Saúde) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2014.

RESUMO

Introdução: A redução do peso corporal em obesos graves submetidos à cirurgia bariátrica associa-se à melhora das comorbidades e da aptidão física. Porém, ainda não há evidências definitivas sobre modificações do nível de atividade física (AF) e do comportamento sedentário na vida diária após a cirurgia. O objetivo do presente estudo foi avaliar objetivamente o efeito da cirurgia de derivação gástrica em Y-de-Roux (DGYR) sobre o gasto energético (GE) e a atividade física na vida diária (AFVD) e também analisar a correlação destas variáveis com a composição corporal e a capacidade funcional. **Métodos:** Estudo prospectivo de coorte, envolvendo 37 indivíduos com obesidade grau III ou grau II com comorbidades, avaliados no pré-operatório e 30 dias, 6 meses e 1 ano após a DGYR. A AFVD e o GE foram avaliados objetivamente por meio de um monitor de AF composto por acelerômetro triaxial e sensores multifisiológicos. Foram mensurados o GE, o *physical activity level index* (PALindex), tempo gasto/dia em AF moderadas/vigorosas (AF mod/vig) e leves (AF leve) e tempo sedentário, além da composição corporal e da capacidade funcional (teste de caminhada de seis minutos, TC6min). **Resultados:** Vinte e três mulheres completaram o estudo (47±8anos; IMC 48±6 kg/m²). No pré-operatório elas apresentaram baixo GE em MET (0.87 [0.84-1.06] mL.kg⁻¹.min⁻¹; mediana [intervalo interquartilico]), elevado tempo sedentário (23 [22,7-23,6] h/dia), reduzido tempo em AFmod/vig (3 [1,2-6,1] min/dia) e distância no TC6min (469±79 m; média±desvio padrão). Seis meses após a cirurgia as pacientes aumentaram a distância no TC6min (515±77m; $P=0,012$) e o GE em MET (1,06 [1.00-1.21] mL.kg⁻¹.min⁻¹; $P<0,0001$), com manutenção dos ganhos após 1 ano. Não ocorreram mudanças no tempo em AFmod/vig em relação ao pré-operatório. O tempo sedentário diminuiu ($P=0,002$) e a AF leve aumentou ($P=0,002$) após 6 meses, o que permaneceu após 1 ano. A proporção de pacientes inativas diminuiu de 74% no pré-operatório para 39% após 1 ano ($P=0,001$). **Conclusões:** A efetiva redução do peso corporal em mulheres submetidas à DGYR exerceu efeito positivo sobre o seu desempenho funcional e, apesar de não repercutir sobre o tempo diário gasto em AF moderadas e vigorosas, provocou modificações no comportamento sedentário e no número de passos/dia. Embora modestas, estas modificações resultaram em redução no tempo sedentário e a proporção de mulheres inativas diminuiu em relação ao pré-operatório, o que mostra os efeitos benéficos da cirurgia sobre a AFVD e GE.

Palavras-chave: Obesidade grave. Cirurgia bariátrica. Gasto energético. Atividade física. Atividade motora. Estilo de vida sedentário.

GALVAN, Carrie Chueiri Ramos. **Effect of Roux-en-Y gastric bypass surgery on the Physical activity level and energy expenditure in daily life in women: a cohort study**. 2014 101p. PhD thesis (Doctorate in Health Sciences Program) – Universidade Estadual de Londrina. Londrina, 2014.

ABSTRACT

The loss of body weight in severe obese subjects undergoing bariatric surgery is associated to reduction of comorbidities and improvement of physical fitness. However, there are no conclusive evidences about modification in physical activity (PA) level and sedentary behavior in daily life after the surgery. The objective of the present study was to evaluate objectively the effect of Roux-en-Y gastric bypass (RYGB) surgery on physical activity in daily life (PADL) and energy expenditure (EE), and its correlation with body composition and physical function variables. **Methods:** Prospective cohort study involving 37 obese individuals, assessed at the preoperative period and 1 month, 6 months and 1 year after RYGB. A PA monitor composed of tri-axial accelerometer and multi-physiological sensors was used to evaluate PADL and EE objectively. EE in MET, PA level index (PALindex), time spent/day in moderate-to-vigorous PA (MVPA) and light PA (LPA), sedentary time, body composition and physical function (six-minute walk distance test, 6MWD) were measured. **Results:** Twenty three women completed the study (47±8 years; BMI 48±6 kg/m²). Before the surgery they had low EE in MET (0.87 [0.84-1.06] mL.kg⁻¹.min⁻¹; median [interquartile range]), high sedentary time (23 [22.7-23.6] h/day), reduced MVPA (3 [1.2-6.1] min/day) and 6MWT (469 ± 79 m; average ± SD). Six months after RYGB patients increased the 6MWD (515 ± 77m; *P*=0,012) and MET (1.06 [1.00-1.21] mL.kg⁻¹.min⁻¹; *P*<0,0001), with maintenance of the improvements after 1 year. There were no changes in MVPA time in relation to the preoperative assessment. Sedentary time decreased (*P*=0,002) and LPA increased (*P*=0,002) after 6 months, and this was maintained after 1 year. The proportion of inactive subjects decreased from 74% in the preoperative period to 39% after 1 year (*P*=0,001). **Conclusions:** The effective loss of weight in women undergoing RYGB, despite not resulting in increase in MVPA time, generated positive changes in sedentary behavior and number of steps/day. Although changes were modest, these resulted in reduction of sedentary time and lower proportion of inactive women in comparison to pre-surgery, which shows the beneficial effects of RYGB on PADL and EE.

Keywords: Severe obesity. Bariatric surgery. Energy expenditure. Physical activity. Motor activity. Sedentary lifestyle.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Mortes atribuídas aos principais fatores de risco para mortalidade.....	18
Figura 2 - Representação do movimento contínuo nos diferentes focos da fisiologia do sedentarismo e do exercício físico, em relação ao gasto energético.....	22
Figura 3 - Principais contextos para a manutenção do comportamento sedentário no tempo acordado em um dia típico na vida de um adulto	23
Figura 4 - Ilustração esquemática do procedimento cirúrgico para derivação gástrica em Y-de-Roux	28
Figura 5 - Foto: Posicionamento do monitor de atividade física SenseWear Armband.....	39
Artigo	
FIGURE 1. Physical activity level (PAL) index in the assessment moments M0, M1, M2 and M3.....	63

LISTA DE TABELAS

Artigo

TABLE 1 - Anthropometric variables, body composition and functional capacity at assessment moments M0, M1, M2 and M3 (n=23)	61
TABLE 2 - Physical activity in daily life variables at assessment moments M0, M1, M2 and M3 (n=23)	62

LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

AC	<i>Abdominal Circumference</i>
AC/HP	<i>Abdominal Circumference/ Hip Circumference</i>
AEE	<i>Activity Energy Expenditure</i>
AF	Atividade Física
AFVD	Atividade Física na Vida Diária
BIA	<i>Bioimpedance Analyses</i>
BMI	<i>Body Mass Index</i>
CA	Circunferência Abdominal
CA/CQ	Circunferência Abdominal/Circunferência do Quadril
cal	Calorias ou <i>calories</i>
CEP	Comitê de Ética em Pesquisa
cm	Centímetros ou <i>centimeters</i>
cpm	Ciclos por minuto
CQ	Circunferência do Quadril
DEXA	<i>Dual Energy X-ray Absorptiometry</i>
EE	<i>Energy Expenditure</i>
EPP	Excesso de Peso Perdido
EWL	<i>Excess Weight Loss</i>
FFM	<i>Fat-Free Mass</i>
FM	<i>Fat Mass</i>
GE	Gasto Energético
GER	Gasto Energético em Repouso
GET	Gasto Energético Total
HDL	<i>High Density Lipoproteins</i>
HP	<i>Hip Circumference</i>
HU-UEL	Hospital Universitário da Universidade Estadual de Londrina
ISCAL	Irmandade Santa Casa de Londrina
Kcal	Quilocalorias
kg	Quilograma
kg/m ²	Quilogramas/metro ao quadrado
Km	Quilômetro
L/min	Litros/minuto

LPA	<i>Light Physical Activity</i>
m	Metros
M0	Momento 0 ou <i>Moment 0</i>
M1	Momento 1 ou <i>Moment 1</i>
M2	Momento 2 ou <i>Moment 2</i>
M3	Momento 3 ou <i>Moment 3</i>
MET	Equivalente Metabólico
mL/kg/min	Mililitros/quilograma/minuto
mod/vig	Moderada/Vigorosa ou Moderate/Vigorous
MVPA	<i>Moderate or vigorous Physical activity</i>
6MWD	<i>Six Minutes Walk Distance Test</i>
6MWT	<i>Six-minute walking test</i>
PAL	<i>Physical Activity Level index</i>
%	Porcentagem
REE	<i>Resting Energy Expenditure</i>
RYGB	<i>Roux-en-Y Gastric Bypass</i>
SpO ₂	Saturação Periférica de Oxigênio
SD	<i>Standard Deviation</i>
SF-36	<i>Medical Outcomes Short Form -36</i>
SPPB	<i>Short Physical Performance Battery</i>
SPSS	<i>Statistical Package for the Social Sciences</i>
SUS	Sistema Único de Saúde
TC6min	Teste de Caminhada de Seis Minutos
UEL	Universidade Estadual de Londrina
USA	<i>United States of America</i>
VO ₂	Consumo de Oxigênio
VO ₂ máx	Consumo Máximo de Oxigênio
WHO	<i>World Health Organization</i>

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	16
2	REVISÃO DE LITERATURA	17
2.1	OBESIDADE	17
2.2	CAPACIDADE FUNCIONAL NA OBESIDADE	19
2.3	ATIVIDADE FÍSICA NA VIDA DIÁRIA (AFVD).....	21
2.4	TRATAMENTO CIRÚRGICO DA OBESIDADE	27
2.5	AFVD APÓS A CIRURGIA BARIÁTRICA.....	30
3	JUSTIFICATIVA E HIPÓTESE	34
4	OBJETIVOS	35
4.1	OBJETIVO GERAL	35
4.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	35
5	MÉTODOS	36
5.1	DELINEAMENTO	36
5.2	CASUÍSTICA	36
5.3	TAMANHO AMOSTRAL	36
5.4	PROCEDIMENTOS.....	37
5.4.1	Medidas Antropométricas.....	37
5.4.2	Composição Corporal	38
5.4.3	Capacidade Funcional	38
5.4.4	Atividade Física na Vida Diária (AFVD) e Gasto Energético (GE).	39
5.5	ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	40
6	RESULTADOS	41
6.1	ARTIGO CIENTÍFICO	41
7	CONCLUSÕES	64
7.1	CONCLUSÕES.....	64

7.2	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	64
	REFERÊNCIAS.....	66
	APÊNDICES	76
	APÊNDICE A - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO.....	76
	APÊNDICE B - AVALIAÇÃO DAS MEDIDAS ANTROPOMÉTRICAS	79
	APÊNDICE C - Avaliação da Composição Corporal	80
	APÊNDICE D - Avaliação da Capacidade Funcional - TC6min	81
	APÊNDICE E - Monitorização da AFVD - Manual de Instruções e Diário.....	85
	ANEXOS	88
	ANEXO .1 - Parecer do Comitê de Ética em Pesquisa CEP 225/2011	88
	ANEXO 2 - Parecer do Comitê de Ética em Pesquisa CEP 403/2011	89
	ANEXO 3 - Normas para Publicação: <i>International Journal of Obesity</i>	90

1 INTRODUÇÃO

A obesidade associada a comorbidades aumenta o risco de problemas precoces de saúde, com consequências adversas sobre os sistemas cardiovascular, musculoesquelético, metabólico e endócrino. O desequilíbrio crônico entre a ingestão calórica e o gasto energético diário é uma de suas principais causas e pode ser o resultado de um alto consumo de alimentos calóricos e de um baixo nível de atividade física (AF) no cotidiano¹.

O peso corporal excedente dá origem a alterações funcionais que reduzem a tolerância ao esforço físico e comprometem a realização de determinadas tarefas do dia a dia²⁻⁴. Indivíduos obesos gastam a maior parte do seu tempo diário em comportamento sedentário⁵⁻⁷ e raramente se engajam em atividades físicas com gasto energético suficiente para obtenção de benefícios à saúde^{6, 8, 9}. A carga extra de peso limita a realização de atividades físicas e favorece a manutenção do comportamento sedentário, predispondo ao comprometimento ainda maior do estado funcional e da aptidão física^{4, 10}.

O tratamento da obesidade grave por meio da cirurgia bariátrica é considerado o método mais efetivo para redução do peso em longo prazo, com melhora ou resolução das comorbidades e redução do risco de morte¹¹. O sucesso cirúrgico é atingido quando ocorre perda de peso maior ou igual a 50% do excesso de peso inicial, com resolução ou melhora das comorbidades associadas, ou simplesmente quando há melhora da qualidade de vida e da satisfação do paciente. Embora as diretrizes cirúrgicas recomendem a modificação nos hábitos de vida no que se refere à prática de atividade física (AF), tanto o nível de AF como o comportamento sedentário adotado no pré e no pós-operatório não são considerados preditores de sucesso na redução do peso corporal^{12, 13}. Sabe-se, entretanto, que a manutenção de um estilo de vida mais ativo e a diminuição do tempo em comportamento sedentário exercem efeitos favoráveis sobre a redução e manutenção do peso corporal e previnem a recuperação do peso perdido após a cirurgia^{13, 14}. Um estilo de vida sedentário, associado à baixa aptidão física devido à falta de exercícios físicos, estão entre os maiores fatores de risco de doenças crônicas e de mortalidade no mundo^{15, 16}.

Após a cirurgia bariátrica, a redução do excesso de peso corporal exerce um efeito favorável sobre a capacidade funcional de indivíduos obesos. A supressão de algumas barreiras que limitavam a capacidade funcional dos obesos antes da cirurgia os torna mais aptos para realização de AF nas tarefas do dia a dia¹⁷⁻¹⁹.

Pesquisas que avaliaram os hábitos relacionados à atividade física na vida diária (AFVD) de indivíduos submetidos à cirurgia bariátrica apresentam resultados conflitantes. A

maioria dos estudos utilizou o auto-relato para avaliação das mudanças entre o pré e o pós-operatório e encontrou que os pacientes se tornaram mais ativos e menos sedentários após a cirurgia. Já nos estudos que avaliaram a AFVD por meio de métodos objetivos (pedômetros ou acelerômetros), os resultados foram divergentes e demonstraram que os pacientes operados ainda mantiveram um tempo prolongado em comportamento sedentário e tempo reduzido em AF consideradas saudáveis^{17, 20, 21}. A limitada concordância entre os métodos objetivos e os auto-relatados na avaliação da AFVD em indivíduos submetidos à cirurgia bariátrica, vêm suscitando discussões sobre a validade dos resultados obtidos por meio dos métodos auto-relatados. Estudos longitudinais, com avaliação objetiva das mudanças na AFVD entre o pré e o pós-operatório de cirurgia bariátrica, são escassos e diversificados em relação ao tempo de seguimento, métodos de aferição e de classificação da AF^{20, 22-24}. Até o momento, os estudos disponíveis na literatura científica ainda não são suficientes para estabelecer evidências concretas sobre as reais modificações no estilo de vida desta população, como descrito na revisão de literatura desse trabalho.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 OBESIDADE:

A obesidade é uma doença crônica provocada pelo acúmulo excessivo de gordura corporal, com efeito adverso à saúde¹. O excesso de gordura corporal predispõe ao desenvolvimento de doenças como infarto do miocárdio, diabetes tipo 2, hipertensão arterial e alguns tipos de câncer (tórax, cólon e próstata). Cerca de 44% dos casos de diabetes e 23% dos casos de infarto do miocárdio são originados pela obesidade¹. A carga extra de gordura corporal contribui também para o desenvolvimento da osteoartrite, considerada a maior causa de incapacidade entre os obesos. A obesidade está classificada em quinto lugar entre os principais fatores de risco de morte em todo o mundo. É responsável por 4,8% das mortes, ficando atrás somente da hipertensão arterial (12,8%), do tabagismo (8,7%), dos altos níveis de glicose sanguínea (5,8%) e da inatividade física (5,5%)¹. Mundialmente, a obesidade e a inatividade física causam mais mortes do que a desnutrição. A prevalência crescente da obesidade no mundo, sobretudo em populações de renda média e alta (Figura 1), suscita um dos mais relevantes problemas de saúde pública da atualidade¹⁵.

A Organização Mundial de Saúde¹ classifica o peso corporal por meio do Índice de Massa Corpórea (IMC), em que o peso em quilogramas é dividido pelo quadrado da altura em metros (kg/m^2). Um IMC maior que $30 \text{ kg}/\text{m}^2$ define a obesidade, que é classificada em: grau I, quando o IMC encontra-se entre 30 a $34,9 \text{ kg}/\text{m}^2$; grau II, entre 35 a $39,9 \text{ kg}/\text{m}^2$; e grau III, acima de $40 \text{ kg}/\text{m}^2$. Quanto maior o grau de obesidade, maior o risco de

comorbidades, como a diabetes tipo 2, as dislipidemias e a hipertensão arterial. A obesidade grave é assim caracterizada quando o IMC é maior do que 40 kg/m^2 , ou maior que 35 kg/m^2 com comorbidades associadas¹.

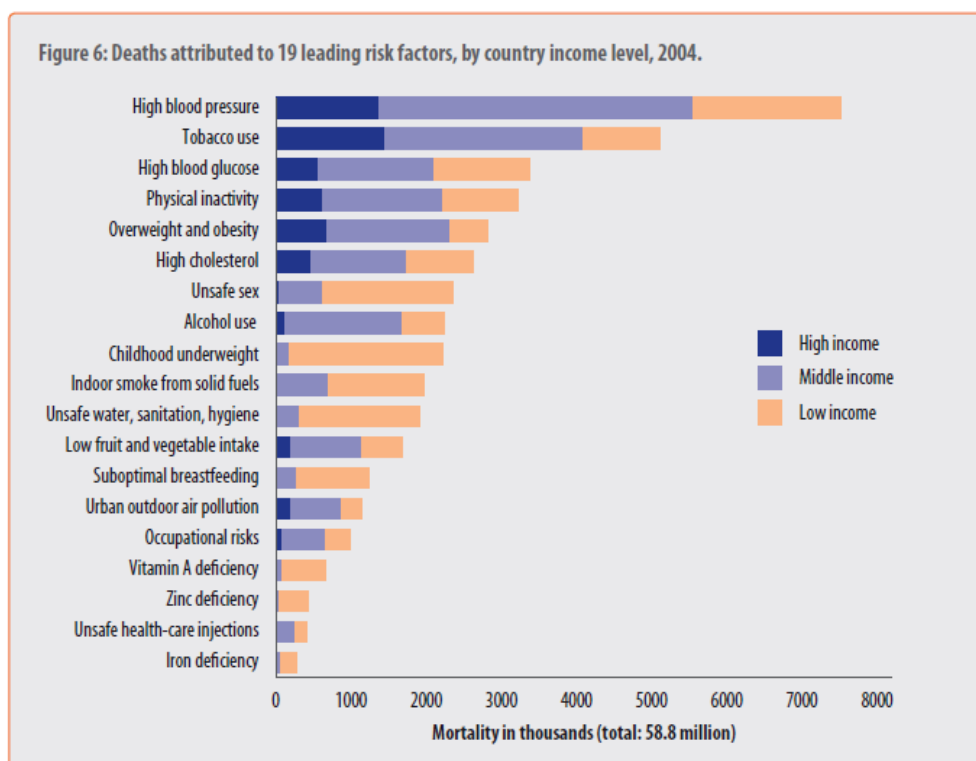


Figura 1 - Mortes atribuídas aos principais fatores de risco para mortalidade.

(Fonte: WHO, World Health Organization; 2009, p 70¹⁵.)

Além do IMC, a classificação da obesidade depende também da quantidade de massa gordurosa e de sua distribuição corporal. A quantidade de gordura pode ser avaliada por meio da bioimpedância elétrica (*bioimpedance analyses* - BIA) e a sua distribuição por meio da medida da circunferência abdominal (CA)¹. A BIA é amplamente utilizada para avaliar a composição corporal na população em geral. Comparada ao método de absorciometria de feixe duplo (*dual-energy X-ray absorptiometry* - DEXA), a BIA subestima a quantidade e a porcentagem de gordura corporal em obesas em aproximadamente 2% a 5%. Apesar disso, a BIA é um método não invasivo, prático e acessível, que apresenta boa correlação com o DEXA na detecção de mudanças na composição corporal após intervenções com esse objetivo²⁵. A gordura visceral, localizada no abdômen, é considerada um fator de risco metabólico, independente da quantidade de gordura corporal. A medida da CA é simples, reflete bem a gordura visceral abdominal e também se associa à gordura corporal total. O ponto de corte na medida da CA para risco cardiovascular aumentado em caucasianos é igual ou superior a 94 cm em homens e 80 cm em mulheres²⁶. Indivíduos

obesos apresentam altos valores de massa gordurosa, percentual de gordura corporal e também do peso da massa magra corporal^{25, 27}.

O desenvolvimento da obesidade depende da interação entre fatores fisiológicos, comportamentais e sociais. O desequilíbrio crônico entre a ingestão calórica e o gasto energético diário é uma de suas principais causas e pode resultar de um consumo elevado de alimentos com alto teor calórico e de um baixo nível de atividade física¹. Pode-se alterar o balanço energético por meio das atividades físicas realizadas no dia a dia. O estilo de vida sedentário e a baixa aptidão física, devido à falta de exercícios físicos, reduzem o gasto energético e estão entre os maiores contribuintes para o desenvolvimento da obesidade nos tempos atuais^{16, 28}. Indivíduos obesos graves são, reconhecidamente, menos ativos e mais sedentários no seu cotidiano e este comportamento predispõe ao aumento do peso e ao comprometimento do estado funcional e da aptidão física^{6, 7}. A baixa capacidade funcional e física cooperam para que os indivíduos obesos adotem um estilo de vida ainda mais inativo²⁹.

2.2 CAPACIDADE FUNCIONAL NA OBESIDADE

A capacidade de exercício e a funcionalidade são afetadas pelo excesso de peso corporal. Quanto maior o grau de obesidade, menor é a tolerância ao esforço físico e maiores são as repercussões sobre as tarefas realizadas no dia a dia³. A limitação ao exercício físico relaciona-se com a baixa capacidade aeróbia³⁰, com a elevada percepção do esforço e de sintomas durante o esforço e também com as desvantagens mecânicas provocadas pelo excesso de peso¹⁸.

Na obesidade há um maior dispêndio energético para movimentar a grande massa corporal durante o esforço físico^{30, 31}. O consumo máximo de oxigênio em valores absolutos (VO_2 em L/min) é elevado; porém, quando ajustado ao peso corporal em quilogramas, o VO_2 (mL/kg/min) é bastante reduzido e está associado a um menor limiar anaeróbio e a um tempo reduzido de exercício em anaerobiose, o que define a incapacidade aeróbia destes indivíduos^{30, 32, 33}. A baixa aptidão física agrava os efeitos adversos à saúde dos obesos e aumenta em cerca de duas vezes o risco de mortalidade^{33, 34}.

A sobrecarga crônica do peso corporal em excesso reduz a eficiência do sistema cardiovascular durante as atividades físicas. Pode ocorrer aumento da massa ventricular esquerda e do volume do átrio esquerdo, com consequente disfunção ventricular diastólica, o que dificulta a elevação do débito cardíaco durante o exercício. O risco de hipertensão induzida pelo exercício é aumentado e a frequência cardíaca de reserva é anormalmente

reduzida³². A dispneia durante o esforço é a principal razão de interrupção do exercício durante o teste ergométrico máximo em obesos. O surgimento de dispneia pode ocorrer devido ao elevado trabalho dos músculos respiratórios para movimentar a caixa torácica e manter a oxigenação³⁵. A presença de dispneia apresenta valor prognóstico para mortalidade nesta população e correlaciona-se com uma pior função cardiorrespiratória³². Uma capacidade cardiopulmonar baixa somada ao sobrepeso e obesidade aumenta o risco de mortalidade em 1,5 a 4,5 vezes³⁶.

Comparados aos indivíduos de peso normal, sobrepeso e os demais graus de obesidade, os obesos graves apresentam mais alterações relacionadas à sobrecarga do sistema musculoesquelético, como as fibromialgias, artrites e as algias de coluna vertebral, joelhos, tornozelos dentre outras. Os sintomas de desconforto durante o exercício por exaustão, dor, dispneia, fricção na pele e incontinência urinária, são mais prevalentes nesta população^{2, 18}. O peso excedente afeta também o controle postural e a mobilidade durante as tarefas do dia a dia, como o caminhar, sentar e levantar, subir escadas, ultrapassar pequenos obstáculos durante a marcha e outras^{2, 4, 37}. A sobrecarga persistente do sistema locomotor e as restrições biomecânicas resultam em mudanças adaptativas nas características espaço-temporais da marcha como, por exemplo, o tempo de balanço e duplo apoio dos pés³⁸, a velocidade e a cadência da marcha³.

Os obesos caminham menos que indivíduos de peso normal ou sobrepeso³. Testes que envolvem caminhada, como o teste de caminhada de 6 minutos (TC6min), são reprodutíveis em obesos e são comumente utilizados para avaliar a capacidade funcional de exercício, pois reflete a habilidade do indivíduo para realização desta atividade física nas tarefas diárias^{39, 40}. No estudo de Hullens et al.², mulheres com obesidade grave caminharam 183,4 metros menos do que mulheres magras e relataram percepção de esforço e dispneia mais altas. O IMC foi o maior preditor da distância percorrida no TC6min e explicou 59% de sua variação. Além do IMC, a idade, a força muscular de membro inferior, a capacidade aeróbia, a presença de comorbidades graves, os sintomas de dor e depressão e o comportamento sedentário também interferem no desempenho da caminhada^{2, 4}.

A obesidade pode afetar quase todos os aspectos da capacidade funcional avaliada em questionários de qualidade de vida, como: limitações por dor, estado de vitalidade, função social, estado emocional, autoestima, trabalho, dentre outros fatores. A incapacidade funcional provocada pela obesidade tem impacto negativo sobre a qualidade de vida e a saúde^{41, 42}. Tessier et al.⁴² pesquisaram a influência de fatores biológicos e fisiológicos, estado sintomático e estado funcional sobre a percepção geral de saúde e qualidade de vida

de indivíduos obesos e concluíram que a variação da capacidade funcional explica mais de 1/3 da variabilidade na qualidade de vida relacionada ao peso corporal.

As barreiras funcionais provocadas pela redução da capacidade cardiovascular juntamente com alterações musculoesqueléticas, biomecânicas e a presença de sintomas de desconforto durante o esforço, limitam as atividades físicas e cooperam para a modificação no estilo de vida relacionado às atividades físicas realizadas na vida diária.

2.3 ATIVIDADE FÍSICA NA VIDA DIÁRIA (AFVD)

A atividade física (AF) é definida como qualquer movimento corporal, produzido pelos músculos esqueléticos, resultando em gasto energético acima do nível de repouso. A AFVD representa a soma das atividades realizadas no cotidiano em estado de alerta, nos cenários doméstico, ocupacional e de lazer⁴³. Neste contexto, as atividades físicas se diferenciam de acordo com seu modo topográfico, gasto energético utilizado, função, quantidade e qualidade em que são realizadas. A AFVD envolve um comportamento complexo, que inclui a realização de tarefas com diferentes características que vão desde atividades muito leves, com baixo gasto energético (como as que ocorrem durante o comportamento sedentário), até atividades intensas durante um exercício muito vigoroso⁴⁴. A AF é classificada de acordo com seu objetivo e função em: AF esportiva, caracterizada por exercícios estruturados e repetitivos com o objetivo de melhorar a aptidão física; e AF não-esportiva, que é subdividida em ocupacional, recreacional (ou de lazer), doméstica, de transporte e de cuidados pessoais⁴³.

Diretrizes mundialmente utilizadas^{43, 45} recomendam a prática regular de exercícios em diferentes intensidades para benefícios à saúde. Um estilo de vida ativo, com prática de exercícios de condicionamento físico, ajuda na redução e controle do peso corporal e contribui para melhores condições de saúde e menor risco de mortalidade. São recomendados exercícios para condicionamento cardiorrespiratório, treinamento de força, flexibilidade e neuromuscular. Para a maioria dos adultos o exercício efetivo para manutenção da aptidão física e saúde é aquele em que o indivíduo se engaja em treinamento físico de moderada intensidade, por tempo igual ou maior que trinta minutos diários, por pelo menos cinco dias na semana. No caso do treinamento de intensidade vigorosa a recomendação é a realização de exercícios por tempo maior que vinte minutos, três vezes por semana. O tempo diário de exercícios pode ser fragmentado em períodos mínimos de dez minutos. A prática regular de AF associa-se positivamente com o controle do peso corporal. Ao contrário, o aumento substancial na proporção de adultos que não realizam AF no tempo de lazer aumenta a prevalência de obesidade entre homens e

mulheres^{16, 46}. Um maior tempo em AF moderada e vigorosa durante as atividades de lazer produz um ganho em torno de 4,5 anos na expectativa de vida⁴⁷.

Por muito tempo, a definição do comportamento sedentário esteve ligado à falta de AF de moderada a vigorosa intensidade. Tremblay et al.⁴⁴ distinguem o comportamento sedentário do baixo nível de AF. O comportamento sedentário e o exercício físico provocam efeitos fisiológicos independentes e interdependentes. Variações no movimento contínuo entre o comportamento sedentário e o exercício (Figura 2) produzem influências qualitativamente distintas sobre o metabolismo corporal e a função física. Tanto o baixo nível de AF como a inatividade física durante as atividades domésticas, ocupacionais e de lazer cooperam com a elevação do risco para doenças crônico-degenerativas e mortalidade⁴⁸.

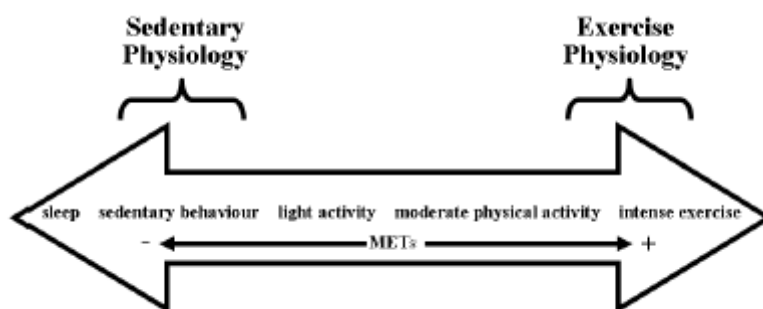


Figura 2 - Representação do movimento contínuo nos diferentes focos da fisiologia do sedentarismo e do exercício físico, em relação ao gasto energético. (Fonte: Tremblay et al. *Appl Physiol Nutr Metab.* 2010;35:725-740⁴⁴)

O comportamento sedentário é compreendido como um hábito de vida inativo, representado por posturas estáticas sentadas ou reclinadas, que requerem baixos níveis de gasto energético. Esta definição é considerada ontologicamente complexa porque combina dois conceitos distintos: o comportamento topográfico e a taxa metabólica. O conceito do comportamento topográfico refere-se à relação espacial entre as partes do corpo (deitado, reclinado, sentado e em pé). O tempo em posturas idênticas pode servir para diferentes funções, como por exemplo: tempo deitado em repouso ou dormindo; tempo sentado dirigindo ou em transporte; tempo sentado assistindo televisão ou trabalhando em frente ao computador; tempo em pé parado ou caminhando; entre outras. O conceito de taxa metabólica refere-se ao gasto energético das atividades realizadas. Tipicamente, as atividades sedentárias consomem cerca de 1 a 1,5 equivalente metabólico (MET)⁴⁴. Quando estes dois conceitos são mensurados de maneira isolada, podem avaliar erroneamente o verdadeiro comportamento sedentário⁴⁹. O número de passos diários é também considerado

um marcador importante na determinação do nível de AFVD. Um indivíduo é considerado fisicamente ativo quando executa pelo menos 8.000 passos por dia⁵⁰; já os indivíduos sedentários se caracterizam por realizar menos do que 5.000 passos diários⁵¹.

Nos tempos atuais, as oportunidades do cotidiano para a manutenção de um comportamento sedentário por tempo prolongado são crescentes, enquanto as oportunidades para prática de exercícios se tornam cada vez mais escassas. (Figura 3)⁴⁴. Isso é mais evidente em populações mais desenvolvidas e com melhor poder aquisitivo. A inatividade física favorece o ganho de peso e de gordura abdominal⁴⁶, dificulta a redução e manutenção do peso corporal e ainda predispõe ao desenvolvimento de complicações cardiovasculares, aumentando a mortalidade na população em geral⁵²⁻⁵⁴. O tempo sentado superior a 10 horas por dia com períodos contínuos maiores que vinte minutos, associa-se com maior IMC e circunferência abdominal e com maior risco cardiometabólico. O tempo sentado, somado ao baixo nível de AF, aumenta ainda mais o risco cardiometabólico⁴⁸.

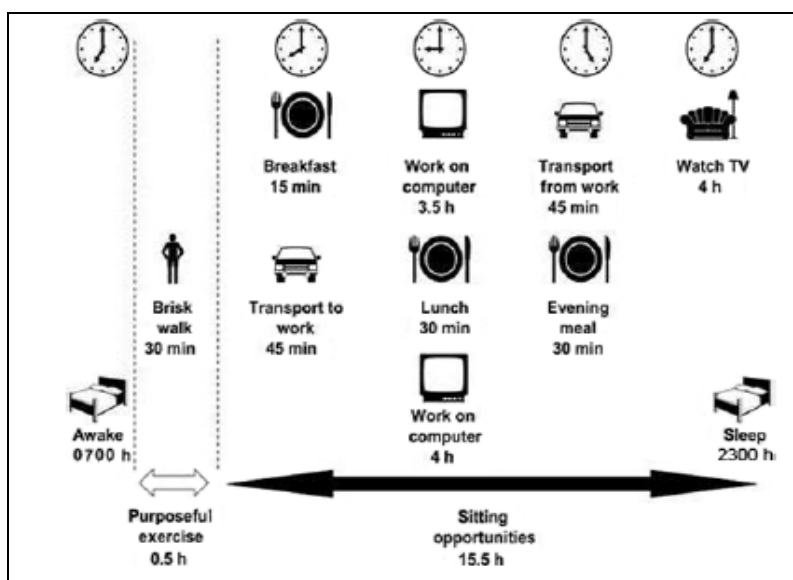


Figura 3 - Principais contextos para a manutenção do comportamento sedentário no tempo acordado em um dia típico na vida de um adulto. (Fonte: Tremblay et al. *Appl Physiol Nutr Metab*. 2010;35:725-740⁴⁴).

O comportamento sedentário varia de acordo com o fenótipo e o metabolismo da obesidade⁵⁵. Favorecem o sedentarismo o maior IMC, idade, presença de comorbidades, distúrbios emocionais e de comportamento, dentre outros fatores. As desvantagens mecânicas relacionadas ao excesso de peso corporal e a baixa tolerância aos esforços físicos limitam as tarefas do cotidiano e contribuem ainda mais para manutenção do estilo de vida sedentário^{10, 23}. A AF na obesidade produz efeito protetor sobre os biomarcadores e

indivíduos obesos ativos apresentam risco cardiometabólico semelhante a indivíduos de peso normal sedentários^{36, 56}.

Indivíduos com obesidade grave gastam maior tempo em atividades sedentárias e é baixa a sua participação em AF com intensidade e duração suficientes para a melhora da saúde, quando comparados a indivíduos de peso normal ou demais obesos^{6-8, 29, 55, 57}. Elbert et al.⁶ avaliaram objetivamente o gasto energético diário em diferentes graus de obesidade e verificaram que, quanto maior é o grau da obesidade, menor é o consumo energético diário relacionado à atividade termogênica em atividades físicas. Os autores verificaram também que os indivíduos obesos caminham menos durante as atividades diárias, quando comparados aos indivíduos de peso normal e que o número de passos reduz à medida que se eleva a adiposidade. Indivíduos obesos com comorbidades associadas que mantêm um estilo de vida inativo, apresentam risco de mortalidade 3,45 vezes maior do que os indivíduos ativos de peso normal. Já para os indivíduos obesos ativos, essa taxa de risco cai para 1,79³⁴.

Estratégias efetivas para reduzir ou interromper o comportamento sedentário e estimular a prática de exercícios são extremamente necessárias⁵⁸. Uma mudança favorável da AFVD é aquela que produz impacto sobre a redução do risco de doenças e de mortalidade provocados pela inatividade física. A mudança do estilo de vida em relação à AFVD é a pedra angular para obtenção de bons resultados, mas é considerada bastante complexa pois depende, além dos fatores orgânicos (limitações fisiológicas para AF), de fatores comportamentais e sociais. Intervenções que têm como propósito a mudança no estilo de vida apresentam resultados ainda discretos e com baixo impacto sobre a população em geral⁵⁹. A carência de resultados é influenciada por diversos fatores. Dentre eles estão: a escassez de políticas públicas e ações de saúde coletiva voltadas à prevenção de obesidade; o baixo incentivo para a prática de AF nas atividades ocupacionais e de lazer; a grande oferta e procura de facilidades tecnológicas que incentivam o comportamento sedentário; e a baixa motivação para mudanças de comportamento⁶⁰.

A redução no tempo gasto sedentário ou a adição de frequentes interrupções, por meio de mudança de posturas e execução de AF leves, tem efeito favorável sobre o risco cardiometabólico. Modificações no tempo sedentário associam-se com menor circunferência abdominal e IMC, menor nível de pressão arterial sistólica em repouso, níveis mais altos de lipoproteína de alta densidade (HDL colesterol) e com melhores níveis de glicose e insulina^{28, 61-63}. A incorporação de caminhadas no dia a dia é uma das principais propostas de intervenção. O incentivo à caminhada durante as atividades ocupacionais, de transporte e de lazer, com estímulos para manutenção de um determinado ritmo de trabalho, número

de passos e duração adequados é uma estratégia acessível, de baixo custo e efetiva para benefícios à saúde^{50, 64, 65}. É importante considerar que os benefícios obtidos sobre o risco cardiometabólico por meio de modificações no tempo sedentário não alcançam os mesmos benefícios que o treinamento físico oferece para melhora da aptidão física e saúde^{44, 52}.

Idealmente, a avaliação do nível de AFVD deveria identificar o número e a complexidade das tarefas rotineiras, observando as atividades físicas em seus diversos componentes (tipo, função, duração, interrupções, intensidade, gasto energético), sem causar nenhuma modificação no cotidiano dos indivíduos. Além disso, a avaliação deveria ocorrer por período longo o suficiente para se mostrar representativa do hábito de vida. A natureza complexa da AF dificulta sua avaliação em todos os aspectos. Dentre as diferentes técnicas mais viáveis para a avaliação da AFVD em diferentes populações, encontram-se a observação comportamental, geralmente em ambientes confinados e, portanto, não representativa da vida real; os métodos subjetivos de auto-relato, amplamente utilizados; os marcadores fisiológicos com medida das respostas cardiovasculares, ventilatórias e calorimetria indireta, rotineiramente utilizados em laboratórios específicos; e os sensores de movimento portáteis, que quantificam o número e direção dos movimentos corporais e que podem ser utilizados no dia a dia⁶⁶.

Nos métodos de auto-relato a atividade física é acessada por intermédio de questionários ou diários recordativos, os quais são menos dispendiosos e mais facilmente aplicados em grandes populações. Sua aplicação pode ser feita na forma de entrevistas, via telefone, ou auto-relato, entre outros modos. A classificação dos indivíduos como ativos ou inativos é feita por meio de: endosso na participação em atividades físicas regulares formais ou informais; estimativa do gasto energético a partir do tipo e duração da atividade física realizada; e quantificação dos escores específicos pontuados com base no tipo de AF, no grau de dificuldade e na presença de limitações para realização de determinadas tarefas⁶⁶. O comportamento sedentário é acessado mediante registro do tempo gasto em certas posturas e em atividades com muito baixo gasto energético^{44, 67}. As medidas que dependem do auto-relato são mais suscetíveis ao viés de avaliação (avaliador e avaliado) pois dependem da memória e da compreensão pelo examinado. A concordância entre os métodos subjetivos e objetivos na avaliação da AF e do tempo sedentário é baixa e é influenciada pela intensidade da AF, sexo, idade e nível educacional, enquanto o IMC não influencia a concordância entre os métodos⁶⁶⁻⁶⁸.

Com a evolução dos dispositivos portáteis, como os pedômetros, acelerômetros e monitores fisiológicos, tornou-se mais exequível a investigação objetiva da AFVD. Estes dispositivos apresentam algumas discrepâncias de acurácia na medida do gasto energético,

quando comparados aos métodos padrão-ouro, como a calorimetria indireta e água duplamente marcada. Entretanto, eles são mais vantajosos para a quantificação da atividade física em tempo real, pois são mais acessíveis e possibilitam a avaliação da AFVD por longo período e com um mínimo desconforto para o indivíduo avaliado^{69, 70}.

Os pedômetros contém sensores que contam o número de passos efetuados a partir da detecção da cadência dos movimentos durante a deambulação. Quando utilizados de maneira isolada, estes dispositivos, tipicamente, não conseguem determinar a duração e a intensidade da marcha. Os pedômetros são mais viáveis para estudos em grandes populações, visto que são de mais fácil acesso e apresentam menor custo em relação a outros dispositivos tecnologicamente mais avançados de monitorização objetiva da AFVD⁷¹. Os acelerômetros contém sensores microeletrônicos que captam os movimentos corporais em diferentes eixos. A intensidade da AF é monitorada minuto-a-minuto por meio da contagem da aceleração e magnitude dos vetores nos diferentes eixos de movimento. Há também os dispositivos que podem ser acoplados aos acelerômetros, como os sensores fisiológicos que são sensíveis às variações da temperatura corporal, do calor dissipado pelo corpo e da resistência da pele à passagem de corrente galvânica. Na monitorização objetiva, o gasto energético durante a AFVD é estimado a partir de algoritmos que consideram, além da variação da intensidade e duração da AF, fatores como idade, sexo, e IMC^{71, 72}.

Estudos com indivíduos obesos comparando os métodos subjetivos e objetivos na avaliação da AFVD, demonstraram que os auto-relatos superestimam a quantidade de AF moderada ou vigorosa e subestimam o tempo em comportamento sedentário. Isso geralmente ocorre devido à percepção elevada de cansaço durante os esforços físicos habituais nos obesos e também à dificuldade que os indivíduos têm de lembrar os acontecimentos sobre os tipos e padrões de AF realizadas. Os auto-relatos são mais compatíveis com os resultados de acelerometria na quantificação de exercícios moderados e de longa duração (acima de 10 minutos)^{20, 67}.

Embora a concordância entre os métodos seja limitada, um método não anula o outro, visto que trazem informações distintas sobre o tipo e função da AF realizada. Com os métodos objetivos não é possível reconhecer se o tempo ou a intensidade da AF registrada ocorreu durante um programa de exercícios formal ou informal, ou se está incorporada às atividades ocupacionais, domésticas ou de lazer. Além disso, não é possível identificar o tipo (corrida, caminhada, exercícios calistênicos ou outros) ou função (dirigir, assistir televisão, deslocamento para o trabalho, dentre outras) da AF ou do comportamento sedentário.

O aparelho *Sensewear Armband* (BodyMedia, Estados Unidos) é um multisensor leve, portátil e reproduzível para monitorização do gasto energético e do estilo de vida em obesos^{72,73}. Esse monitor de AF é composto por três sensores fisiológicos e um acelerômetro triaxial, combinados com algoritmos que processam os dados. Os sensores fisiológicos são sensíveis às mudanças da temperatura na superfície da pele, à resposta galvânica da pele (suor e estresse) e ao calor dissipado pelo corpo, variáveis importantes para mensuração do gasto energético. O acelerômetro triaxial é sensível aos movimentos e posturas nos eixos vertical, longitudinal e transversal. Isto permite a monitorização do gasto energético e a classificação das AF de acordo com o MET, em: sedentárias, leves, moderadas, vigorosas e muito vigorosas⁷⁴. Comparado à calorimetria indireta, o monitor *SenseWear Armband* pode subestimar o gasto energético em repouso e superestimá-lo durante o exercício na avaliação em indivíduos obesos⁷⁵. Apesar disso, é considerado um dispositivo válido e útil para avaliação da AF e do comportamento sedentário na vida livre e seus resultados podem ser comparados a outros estudos com acelerômetros utilizados em indivíduos obesos candidatos à cirurgia bariátrica^{10, 72}.

2.4 TRATAMENTO CIRÚRGICO DA OBESIDADE

O tratamento efetivo da obesidade é aquele que atinge e mantém uma perda de peso clinicamente útil em longo prazo, com efeitos benéficos sobre as comorbidades associadas. Os métodos de tratamento convencionais (ou conservadores) envolvem medidas para modificação no estilo de vida, por meio do controle nutricional, programas estruturados de atividade física e acompanhamento psicológico. As medidas farmacológicas e a cirurgia bariátrica são utilizadas com o objetivo de intensificar a redução de peso. Os resultados dependem do tipo de tratamento, da velocidade de perda de peso, do ajuste fisiológico e da habilidade para a manutenção de mudanças comportamentais. Para obtenção de bons resultados são também relevantes o apoio social, familiar e a auto-monitorização⁷⁶. Ainda não há evidências conclusivas na literatura sobre quais métodos são mais efetivos no controle da obesidade.

Os indivíduos com obesidade grave tendem a não responder aos tratamentos convencionais. Nestes casos o tratamento por meio da cirurgia bariátrica é considerado o método mais efetivo em longo prazo e, dependendo do procedimento cirúrgico utilizado, há perda de aproximadamente 61% do excesso do peso, melhora ou resolução das comorbidades, redução da morbidade e do risco de mortalidade⁷⁶. A redução ou eliminação dos fatores de riscos “maiores”, como a obesidade, pode reduzir em três quartos ou mais o

número de mortes ou o número de anos perdidos por morte prematura, por incapacidade ou por doenças cardiovasculares e diabetes¹⁵.

No Brasil, o Sistema Único de Saúde (SUS) incluiu a cobertura para a cirurgia bariátrica no tratamento da obesidade a partir de 1999. Desde então, hospitais públicos foram credenciados para realização da derivação gástrica em Y-de-Roux. A indicação da cirurgia obedece aos critérios da Sociedade Brasileira de Cirurgia Bariátrica e Metabólica, ratificados pelo Ministério da Saúde^{77, 78}. São incluídos: adultos de ambos os sexos com idade entre 16 a 65 anos; IMC ≥ 40 kg/m² sem comorbidades ou IMC ≥ 35 kg/m² com uma ou mais comorbidades associadas; resistência aos tratamentos conservadores realizados regularmente há, pelo menos, dois anos (dietoterapia, psicoterapia, tratamento farmacológico e atividade física); motivação, aceitação e conhecimento sobre os riscos da cirurgia; e ausência de contra-indicações cirúrgicas.

A cirurgia de derivação gástrica em Y-de-Roux é o método mais utilizado em todo o mundo. O controle da obesidade é feito por meio da combinação dos efeitos restritivo e disabsortivo. O procedimento envolve a dissecação do estômago na pequena curvatura gástrica, formando uma reduzida bolsa (15 a 20 centímetros cúbicos), separada do fundo gástrico e com uma gastro-jejuno-anastomose em sua via de saída. O jejuno é seccionado 40 a 60 cm distalmente ao ligamento de Treitz e a reconstrução em Y-de-Roux é realizada por meio de anastomose jejuno-jejunal em "Y" 60 a 120 cm distalmente à gastro-jejunosomia (Figura 4). A restrição gástrica limita a possibilidade de ingestão de alimentos, diminuindo o fornecimento de nutrientes para a produção de energia a um nível inferior ao gasto pelo organismo. A transposição do intestino em Y-de-Roux promove a absorção incompleta dos alimentos, provocando um estado controlado de subnutrição. Além disso, a cirurgia ativa mecanismos neuro-humorais que geram saciedade e redução da fome⁷⁶.

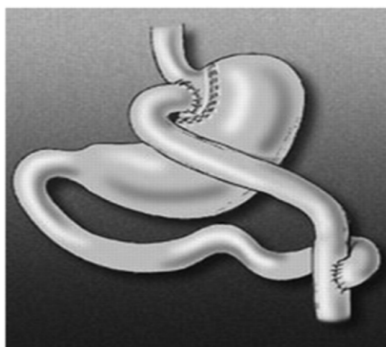


Figura 4 - Ilustração esquemática do procedimento cirúrgico para derivação gástrica em Y-de-Roux (Fonte: Internet).

O pleno sucesso cirúrgico é assim definido quando há uma perda maior ou igual a 50% do excesso de peso inicial entre o primeiro e o segundo ano após a cirurgia. Além disso, considera-se também a resolução ou melhora das comorbidades, a redução do IMC abaixo de 35 kg/m², ou simplesmente a melhora da qualidade de vida e da satisfação do paciente. O insucesso é definido quando a perda de peso é menor do que 30% do excesso de peso inicial. Dentre os fatores preditores de sucesso na redução de peso encontram-se: o gênero feminino; raça caucasiana; maior nível socioeconômico; IMC basal mais baixo, ausência de comportamento alimentar desordenado; ausência de psicopatias; atenção e aderência às recomendações das diretrizes cirúrgicas e adequado padrão alimentar no pós-operatório^{12, 79}. O nível de atividade física e o comportamento sedentário adotado no pré e no pós-operatório não influenciam o sucesso na redução do peso corporal, de acordo com os critérios apresentados^{12, 13}. Sabe-se, entretanto, que a manutenção de um estilo de vida mais ativo e a diminuição do tempo em comportamento sedentário exercem efeitos favoráveis sobre a redução e manutenção do peso corporal e previnem o novo ganho de peso após dois anos da cirurgia bariátrica^{13, 14}. Dentre os preditores de insucesso estão o IMC maior, principalmente ≥ 50 kg/m²; a redução de peso no pré-operatório inferior aos 10% do excesso de peso, conforme recomendado nas diretrizes; a presença de distúrbios psicossociais (psicopatias, comportamento adicto); e o acompanhamento insuficiente pela equipe multiprofissional de suporte⁷⁹.

A efetiva redução do peso corporal e sua manutenção por longo prazo proporcionam redução significativa na quantidade de massa gordurosa e no percentual de gordura corporal. Ocorre também redução da massa magra, porém em menor escala^{27, 80}. A diminuição da sobrecarga de peso sobre o sistema musculoesquelético reduz em aproximadamente 77% as queixas de dor e de incapacidade para atividades físicas. Estes fatores relacionam-se com uma melhor qualidade de vida, sobretudo no domínio funcional¹⁸. A capacidade aeróbia, avaliada por meio de testes cardiopulmonares de esforço, se eleva com a redução maciça de peso corporal no pós-operatório^{81, 82}. Os pacientes realizam a mesma quantidade de trabalho mecânico com uma menor exigência cardiorrespiratória. O VO₂ em valores absolutos diminui enquanto o VO₂ relativo ao peso corporal aumenta. Os pacientes aumentam o tempo de exercício e utilizam melhor a reserva cardíaca, sem incremento significativo da função cardiovascular^{82, 83}.

Após a cirurgia, a menor adiposidade exerce um efeito favorável sobre a capacidade funcional de exercício, avaliada por meio de auto-relato ou medidas objetivas. Estudos que compararam a performance física antes e após a cirurgia bariátrica mostraram que há aumento do consumo de oxigênio relativo ao peso corporal e elevação do limiar

anaeróbio no pós-operatório, indicando uma maior tolerância aos esforços físicos^{82, 83}. A maioria dos autores associa a mudança funcional à melhora do bem estar, qualidade de vida, redução do trabalho e redução dos sintomas de dor durante a marcha^{18, 19, 22, 37}. Estudos que avaliaram a capacidade funcional por meio do TC6min encontraram um aumento significativo da distância percorrida e uma redução nos índices de percepção de esforço e de dispneia^{19, 84, 85}. Estes resultados foram observados poucos meses após a cirurgia²².

Embora haja evidente aumento na capacidade funcional para realização de exercícios e de tarefas comuns como o caminhar e o movimentar-se de forma mais ágil durante algumas atividades funcionais, existe baixa associação entre a capacidade funcional e a prática de atividades físicas. A eliminação de algumas barreiras funcionais que limitavam a AF nos obesos antes da cirurgia parece não repercutir diretamente sobre a mudança no estilo de vida relacionada à AFVD¹⁷.

2.5 AFVD APÓS A CIRURGIA BARIÁTRICA

Pesquisas que avaliaram as mudanças no hábito de vida relacionado à AFVD após cirurgias bariátricas apresentam resultados conflitantes. A falta de consenso entre os autores pode ser atribuída às diferenças entre métodos de avaliação do nível de AF e do comportamento sedentário; critérios de classificação da intensidade da AF; definições do perfil sedentário e fisicamente ativo; e pontos de corte para dicotomização entre ativos e inativos.

As diretrizes de cirurgias bariátricas orientam a prática de AF no pré-operatório para redução de pelo menos 10% do excesso de peso corporal, enquanto no pós-operatório é recomendada a mudança no estilo de vida com prática regular de exercícios⁷⁸. A despeito destas recomendações, a redução do peso corporal após a cirurgia pode ocorrer de modo independente do nível de atividade física adotado no pós-operatório e por si só resulta em benefícios à saúde e redução do risco de mortalidade^{13, 86}.

Há evidências de que a manutenção de um estilo de vida ativo no pós-operatório associa-se positivamente à redução e controle do peso corporal^{14, 59}. Intervenções com programas de AF aplicadas no pós-operatório mostraram que a AF evita o novo ganho de peso e combate os efeitos deletérios da inatividade física^{86, 87}. São escassos os estudos que analisaram efeito do comportamento sedentário no pós-operatório de cirurgia bariátrica^{10, 20, 27}. Em um estudo não aleatorizado¹³, o tempo em atividade sedentária e o baixo nível de AF no pós-operatório associaram-se negativamente com a redução do peso corporal e

positivamente com a reaquisição do peso perdido. Ainda são desconhecidos os efeitos da inatividade física sobre as condições de saúde e risco de vida nesta população.

Diversos estudos, derivados de auto-relatos retrospectivos, mostraram que os pacientes submetidos à cirurgia bariátrica relatam que se tornaram mais ativos e reduziram o seu tempo sedentário no pós-operatório em relação ao pré-operatório. A redução do peso corporal extra é mencionada como o principal fator contribuinte para os pacientes se tornarem mais ativos^{14, 20, 27, 88}. Além deste fator, o aumento da AF está relacionada com a melhora na capacidade funcional, mudança na composição corporal²⁷ e com a redução do desconforto durante o esforço físico^{89, 90}. O engajamento dos pacientes em AF após a cirurgia bariátrica associou-se também com a diminuição na percepção de barreiras durante o exercício e com o aumento na confiança e conhecimento dos benefícios do exercício para a saúde⁹¹.

A avaliação objetiva da AF e do tempo sedentário em obesos no pré-operatório de cirurgia bariátrica demonstra que os pacientes permanecem, a maior parte do seu tempo diário, em atividades sedentárias⁵ e o tempo gasto em AF consideradas saudáveis é muito reduzido⁸. No pós-operatório, de modo contrário aos estudos que utilizaram o auto-relato, alguns estudos transversais revelaram que os pacientes ainda mantêm um tempo prolongado em comportamento sedentário e tempo reduzido em AF consideradas saudáveis^{9, 10, 13, 20, 21}.

Josbeno et al.¹⁷ avaliaram a AF e a função física em pacientes submetidos à cirurgia bariátrica após 2 a 5 anos da cirurgia. Os indivíduos relataram melhora na sua função física e na capacidade para se movimentar; porém, foi fraca a associação entre a função física auto-relatada e a atividade física executada no dia a dia. Os autores concluíram que o aumento na percepção de melhora funcional após a cirurgia não reflete em aumento da AF objetivamente monitorada. Como se percebe, existe uma concordância limitada entre os métodos objetivos e subjetivos na avaliação da AF, aplicados em indivíduos submetidos à cirurgia bariátrica²⁰. A possível explicação para as discrepâncias entre os métodos é a influência positiva da melhora na capacidade funcional e na qualidade de vida sobre a percepção de incremento no nível de AF no período pós-operatório^{20, 22}.

Gradashi et al.¹⁰ compararam o nível de AF objetivamente monitorada entre um grupo de indivíduos submetidos à cirurgia bariátrica após um ano, um grupo de indivíduos obesos candidatos à cirurgia bariátrica e um grupo controle pareado ao grupo operado por meio do peso corporal. O nível de AF entre o grupo de obesos e o grupo operado não diferiu, enquanto o grupo controle era menos sedentário e mais ativo. Os autores concluíram

que o estilo de vida sedentário em indivíduos obesos não pode ser explicado apenas pelas limitações físicas provocadas pelo excesso de peso, visto que, mesmo após a redução do peso, os indivíduos permaneceram tão sedentários quanto os obesos candidatos à cirurgia e mais sedentários do que indivíduos não operados e com peso semelhante.

Estudos longitudinais com avaliação objetiva das mudanças nas AF entre o pré e o pós-operatório de cirurgia bariátrica ainda são escassos e diversificados em relação ao tempo de seguimento, métodos de quantificação e classificação da AF^{20, 22-24}.

O estudo de Bond et al.²⁰ foi o primeiro que comparou as mudanças no nível de AF entre o pré-operatório e seis meses após a cirurgia bariátrica, e utilizou-se dos métodos de auto-relato e monitorização objetiva com acelerômetro portátil. Foi analisado o tempo semanal gasto em AF com intensidade moderada ou vigorosa em períodos maiores que 1 e 10 minutos. No pré-operatório o tempo semanal em AF moderada ou vigorosa maior que 10 minutos, medida pelo auto-relato, foi semelhante à medida objetiva. No pós-operatório, os pacientes relataram um tempo em AF cinco vezes maior do que no pré-operatório, contrastando com a mensuração objetiva que não encontrou mudanças significativas. Somente uma pequena proporção de pacientes (10%) atingiu a meta recomendada de AF moderada ou vigorosa (≥ 150 minutos semanais) no pós-operatório. Os autores inferiram que a superestimação da AF por meio do auto-relato pode ter sido influenciada pela melhora da capacidade funcional e qualidade de vida normalmente observadas no pós-operatório. Estes resultados corroboraram um estudo prévio realizado por estes mesmos autores, em que a melhora da qualidade de vida observada no pós-operatório foi associada ao aumento no nível de atividade física relatada pelos pacientes avaliados⁸⁶.

Josbeno et al.²² pesquisaram as mudanças na função física e no nível de AF em pacientes submetidos à cirurgia de *bypass* gástrico, antes e após 3 meses da cirurgia. A função física foi avaliada por meio do TC6min, do *Short Physical Performance Battery* (SPPB) com três tarefas (caminhar quatro metros, equilíbrio em pé e levantar de uma cadeira) e por meio do domínio da função física do *Medical Outcomes Short Form -36* (SF-36). A AF semanal foi acessada por meio de auto-relato e com pedômetros que registraram o número de passos diários. A função física e o número de passos melhoraram significativamente em relação ao pré-operatório; entretanto, não foram identificadas mudanças na quantidade de AF moderada e vigorosa entre o pré e o pós-operatório. Os autores concluíram que a melhora da função física, da qualidade de vida e dos sintomas de dor resultam em modesto incremento real na AF (*i.e.*, avaliada objetivamente).

King et al.²³ investigaram a AF em 310 obesos submetidos à cirurgia bariátrica que participavam de um acompanhamento longitudinal para acessar os riscos e os benefícios da cirurgia. A AF foi avaliada por meio de um monitor biaxial antes e após 1 ano da cirurgia bariátrica, e foram analisados o número de passos, o tempo da marcha e a cadência da marcha. A AF moderada e vigorosa foi registrada em marcha com alta cadência em períodos maiores que 1 ou 10 minutos. Os pacientes foram categorizados como ativos quando acumulavam tempo superior a 150 minutos semanais em AF moderadas/vigorosas, ou quando realizavam um número de passos maior que 10.000/dia. Os autores verificaram que os pacientes aumentaram significativamente o número de passos e a cadência da marcha entre o pré e o pós-operatório e que 24% a 29% dos pacientes avaliados se tornaram cerca de 5% menos ativos do que no pré-operatório. Os autores concluíram que, apesar da melhora da AF, a maior parte dos indivíduos analisados permaneceram insuficientemente ativos após 1 ano.

Em um outro estudo recente, Berglind et al.²⁴ avaliaram com acelerômetro triaxial as mudanças na AF e no tempo sedentário em mulheres antes da cirurgia e até 9 meses do pós-operatório. Foram analisados o tempo total e o tempo em períodos acima de 10 minutos gastos em AF moderadas/vigorosas, o tempo em AF leves e o tempo gasto em comportamento sedentário. Não foram identificadas mudanças significativas destas variáveis entre o pré e o pós-operatório. Os autores encontraram uma associação negativa entre o nível de AF no pré-operatório e as mudanças ocorridas no pós-operatório. O estudo concluiu que as mulheres com um maior nível de AF no pré-operatório diminuíram o seu tempo gasto em AF no pós-operatório, enquanto aquelas que apresentaram um menor nível de AF aumentaram o seu tempo em AF. O IMC e a quantidade de gordura corporal no pré-operatório estavam positivamente associados com o comportamento sedentário no pós-operatório. Os autores também inferiram que o nível de AF no pré-operatório pode ser um preditor de mudanças na AF no pós-operatório.

3 JUSTIFICATIVA E HIPÓTESES

Existem evidências científicas claras de que a cirurgia de derivação gástrica em Y-de-Roux é efetiva para reduzir o peso corporal e repercute positivamente sobre as comorbidades e a qualidade de vida de indivíduos obesos graves. Em relação ao sedentarismo e à prática de AF na vida diária, ainda não há estudos suficientes que demonstrem o real efeito que a redução do peso corporal obtida cirurgicamente exerce sobre o comportamento dos indivíduos obesos.

Obesos graves são reconhecidamente sedentários, e as evidências atuais de mudança desse quadro após a cirurgia bariátrica ainda são tênues. Baseando-se neste fato, foi desenvolvido este estudo que avaliou a AFVD em indivíduos obesos, submetidos à cirurgia de derivação gástrica em Y-de-Roux, com acompanhamento da evolução a partir do pré-operatório e em diferentes momentos do pós-operatório. Além da monitoração objetiva da AFVD, esta pesquisa incorporou a mensuração objetiva do gasto energético diário e a avaliação da composição corporal e da capacidade funcional, consideradas variáveis importantes no acompanhamento de indivíduos obesos. As hipóteses do estudo foram que: 1) uma avaliação aprofundada da AFVD realizada por meio de um método objetivo não mostraria modificações significativas, em curto ou em longo prazo, na AF moderada ou vigorosa de pacientes obesos graves submetidos à cirurgia bariátrica; 2) juntamente com a redução do peso corporal e melhora funcional poderiam ocorrer mudanças no nível de AFVD devido a modificações sutis no comportamento sedentário, mesmo sem aumento da AF moderada e vigorosa, porém as pacientes permaneceriam predominantemente realizando atividades físicas leves e/ou em sedentarismo durante a maior parte do dia,

4 OBJETIVOS

4.1 OBJETIVO GERAL

- Investigar as repercussões da cirurgia derivação gástrica em Y-de-Roux sobre o nível de AFVD e GE em mulheres, avaliados objetivamente por meio de um monitor de atividade física.

4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Comparar as modificações nas variáveis de AFVD, GE, antropométricas, composição corporal e de capacidade funcional entre o pré-operatório e 1 mês, 6 meses e 1 ano após a cirurgia.
- Analisar a AFVD distinguindo o tempo gasto em comportamento sedentário, AF leve e AF moderada/vigorosa, estratificados de acordo com o GE correspondente à AF realizada.
- Analisar as mudanças ocorridas entre o pré e o pós-operatório dos indivíduos categorizados como inativos, pouco ativos e ativos, de acordo com o GE diário.
- Correlacionar as variáveis de AFVD e GE com as variáveis antropométricas, de composição corporal e de capacidade funcional, nos quatro momentos avaliados e entre as mudanças destas variáveis, entre pré e o pós-operatório.

5 MÉTODOS

5.1 DELINEAMENTO:

Foi realizado um estudo prospectivo de coorte, envolvendo mulheres obesas submetidas à cirurgia de derivação gástrica em Y-de-Roux, operadas em dois hospitais credenciados pelo Sistema Único de Saúde (SUS) na cidade de Londrina, no período de outubro de 2011 a janeiro de 2014. O estudo foi desenvolvido no Hospital Universitário da Universidade Estadual de Londrina (HU-UEL) e na Irmandade Santa Casa de Londrina (ISCAL) e foi aprovado pelos Comitês de Ética em Pesquisa da Universidade Estadual de Londrina (UEL) (CEP UEL nº 225/2011) (Anexo 1) e ISCAL (CEP ISCAL-403/2011) (Anexo 2). As participantes foram selecionadas e contactadas a partir de sua presença em listas de espera para cirurgia bariátrica, indicada de acordo com os critérios da Sociedade Brasileira de Cirurgia Bariátrica e Metabólica, ratificados pelo Ministério da Saúde^{77, 78}. A coleta de dados para a pesquisa foi realizada no Laboratório de Pesquisa em Fisioterapia e no Laboratório de Pesquisa em Fisioterapia Pulmonar no HU-UEL.

5.2 CASUÍSTICA:

Foram incluídas mulheres com idade entre 18 e 65 anos, IMC ≥ 40 kg/m² ou IMC ≥ 35 kg/m² com comorbidades associadas, sem doenças agudas ou crônicas que restringissem a realização de atividades físicas de moderada intensidade; que compreendessem e colaborassem com os métodos de avaliação e que concordassem em participar da pesquisa assinando o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Apêndice A). Foram excluídas as participantes que não completaram todo o protocolo da pesquisa e as que desenvolveram qualquer condição incapacitante com restrições às atividades físicas ao longo do estudo, após a avaliação inicial.

5.3 TAMANHO AMOSTRAL:

O cálculo do tamanho amostral foi determinado a partir da diferença média para a variável distância percorrida no Teste de Caminhada de Seis Minutos (TC6min) entre o pré-operatório e após um ano da cirurgia bariátrica. Optou-se por utilizar o TC6min como variável de cálculo devido à ausência de estudos na literatura mundial que avaliaram a atividade física e o comportamento sedentário na vida diária de forma objetiva (acelerometria), no mesmo grupo de indivíduos submetidos à cirurgia em questão (pós vs pré) e nos mesmos momentos de segmento (*i.e.*, até 1 ano de segmento). O TC6min é

considerado como um bom reflexo do estado funcional nesta população³⁹. O estudo de Souza et al.⁸⁴ foi utilizado como referência para o cálculo amostral. Nesse estudo, o TC6min aplicado um ano após a cirurgia mostrou aumento de 85,9 metros em relação ao pré-operatório. Levando-se em consideração um alfa de 0,05, um poder de 80% e um desvio padrão de 49,3 metros, o presente estudo necessitaria de 5 indivíduos para detectar uma diferença estatisticamente significativa no TC6min um ano após a cirurgia. Assumindo-se uma taxa de desistência de 33%, a amostra mínima para o presente estudo foi determinada como 7 indivíduos. Para reduzir ao mínimo a chance de viés por erro tipo I, os autores decidiram ampliar essa amostra em, pelo menos, 3 vezes o número mínimo, e portanto foi determinada a amostra mínima de 21 indivíduos.

5.4 PROCEDIMENTOS:

Após assinarem o Termo de Consentimento (Apêndice A), todos as participantes foram submetidas ao protocolo do estudo, que avaliou as medidas antropométricas, a composição corporal, a capacidade funcional de exercício e o nível de atividade física e gasto energético na vida diária. As avaliações foram efetuadas em quatro momentos (M0, M1, M2 e M3). O M0 foi realizado entre duas a três semanas antes da intervenção cirúrgica; o M1 30 dias após a cirurgia; o M2 após 6 meses e o M3 após 1 ano da cirurgia. No M1 houve tolerância de até uma semana após o dia exato de avaliação (30 dias após a cirurgia), enquanto no M2 e M3 essa tolerância foi de até duas semanas após o dia exato de avaliação.

5.4.1 Medidas Antropométricas

O peso corporal (kg) e a estatura (m) foram medidos com roupas leves, na posição ortostática (Filizola®, São Paulo, Brasil) e o Índice de Massa Corpórea (IMC) foi calculado utilizando-se a medida do peso dividida pela altura ao quadrado e o seu valor expresso em kg/m^2 . O peso perdido foi expresso como porcentagem do excesso de peso perdido (%EPP), calculado pela diferença entre o peso inicial e o peso atual, dividido pela diferença entre o peso inicial e o peso ideal, multiplicado por 100. O peso ideal foi calculado para um $\text{IMC} = 24,9 \text{ kg}/\text{m}^2$. As medidas da circunferência abdominal (CA) e da circunferência de quadril (CQ), em centímetros (cm), foram mensuradas com fita métrica inelástica, na posição ortostática. A CA foi medida nos pontos médios entre a última costela flutuante e a crista ilíaca e a CQ na altura dos trocânteres maiores. A distribuição da gordura corporal foi obtida pela relação circunferência abdominal/quadril (CA/CQ)⁷⁸. (Apêndice B)

5.4.2 Composição Corporal

A composição corporal foi avaliada por meio da bioimpedância elétrica (BIA) com intensidade de 800 μ A (BIODYNAMICS[®] 310). Os procedimentos foram executados em condições padronizadas⁹², com o indivíduo avaliado em decúbito dorsal em uma cama de material não condutivo, sem calçados, meias ou objetos metálicos e em posição confortável e relaxada. Os braços permaneceram ligeiramente separados do tronco e as pernas separadas com os tornozelos distantes, pelo menos, 20 centímetros. Antes da aferição o indivíduo avaliado foi orientado a não ingerir álcool e cafeína 24 horas antes do exame; não realizar atividade física intensa 12 horas antes; não comer ou beber 4 horas antes; urinar pelo menos 30 minutos antes; e não interromper o uso dos seus medicamentos habituais. Foram utilizados 4 eletrodos na mão e no pé, à direita, na seguinte disposição: pé direito, eletrodo distal na base do dedo médio e o eletrodo proximal um pouco acima da linha da articulação do tornozelo, entre os maléolos medial e lateral; mão direita, o eletrodo distal na base do dedo médio e o eletrodo proximal um pouco acima da articulação do punho, coincidindo com o processo estilóide. As variáveis mensuradas, selecionadas para a análise foram: percentual de gordura corporal (%), peso da gordura corporal (kg) e peso da massa magra corporal (kg). (Apêndice C)

5.4.3 Capacidade Funcional

A capacidade funcional foi avaliada por meio do TC6min de acordo com o protocolo da American Thoracic Society⁹³, em um corredor de 30 metros com superfície plana, marcada metro a metro e delimitada por cones a meio metro antes de cada extremidade. Os indivíduos foram orientados a caminhar o mais rapidamente possível em torno dos cones. A descrição detalhada do teste foi feita previamente pelo examinador antes da sua realização e foram utilizadas frases padronizadas de incentivo a cada minuto. Durante o teste, foram monitoradas a saturação periférica de oxigênio (SpO₂ %) e a frequência cardíaca em ciclos por minuto (FC em cpm) com oxímetro de pulso digital (NONIN ONYX 9500[®], USA). A percepção subjetiva de esforço e dispneia foi avaliada por meio da escala de Borg modificada (0–10 pontos). A pressão arterial em milímetros de mercúrio (mmHg) foi medida antes do teste e durante a recuperação. Foram realizados dois testes com um intervalo mínimo de 30 minutos entre eles e o maior valor da distância percorrida em metros foi utilizado para análise. Os valores de referência de Gibbons et al.⁹⁴ foram utilizados para o cálculo da porcentagem dos valores de normalidade preditos e o trabalho durante o teste foi calculado a partir do produto entre o peso corporal e a distância percorrida em quilômetros (Trabalho TC6min = kg*km). (Apêndice D)

5.4.4 Atividade Física na Vida Diária (AFVD) e Gasto Energético (GE)

O monitor *SenseWear Armband* modelo 7.0 (*SenseWear® Armband*, USA) foi utilizado para monitorização objetiva da AFVD durante uma semana padrão. O aparelho, que inclui sensores multifisiológicos e um acelerômetro triaxial, ficou posicionado sobre a região do músculo tríceps braquial do braço esquerdo (Figura 5)⁷⁴ e os indivíduos foram orientados a utilizá-lo durante 24 horas/dia, por um período de 7 dias consecutivos (Apêndice E). Uma semana padrão válida foi composta por ≥ 3 dias úteis e ≥ 1 dia no final de semana, por $\geq 80\%$ do tempo em um período de 24 horas. As médias diárias de uma semana padrão foram calculadas para os seguintes parâmetros: gasto energético total em calorias por dia (GET, em cal/dia); gasto energético em repouso (GER, em cal e GER em mL.kg¹.min⁻¹); equivalente metabólico médio (MET, em mL.kg¹.min⁻¹); gasto energético em atividade física moderada ou vigorosa (GE AF mod/vig, em cal/dia); tempo de sono em minutos por dia; número de passos por dia; e tempo gasto por dia em atividade física em diferentes intensidades, classificadas de acordo com o MET⁴³ em atividade física moderada ou vigorosa (AF mod/vig), atividade física leve (AF leve), tempo total sedentário (tempo sedentário) e tempo sedentário no período acordado (tempo sedentário acordado), todas em minutos/dia. O GER foi medido em condições padronizadas de jejum e temperatura ambiente durante 40 minutos, sendo que os últimos 20 minutos foram extraídos para análise. O gasto energético no tempo livre foi calculado pelo GET menos o GER (GE Tempo-livre em cal/dia). O nível de atividade física foi avaliado também pelo *Physical Activity Level Index* (PAL *index*), calculado pela fração entre MET e GER em mL.kg¹.min⁻¹ e os indivíduos foram classificados de acordo com este índice em sedentário/inativo ($\leq 1,39$), pouco ativo (entre 1,40 e 1,69) e ativo ($\geq 1,7$)⁹⁵.



Figura 5 - Foto: Posicionamento do monitor de atividade física SenseWear Armband.

5.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os programas *Statistical Package for the Social Sciences*, SPSS 19 (SPSS, USA) e *GraphPad Prism 6* (*GraphPad Prism*, USA) foram empregados para as análises. Foi aplicado o teste de Shapiro-Wilk para análise da normalidade dos dados. Os resultados foram expressos em média e desvio padrão ou mediana e intervalo interquartilico, frequências absolutas e relativas [25% - 75%]. Os testes *t*-Student não-pareado e Mann-Whitney foram utilizados para comparar a amostra final com os indivíduos excluídos do estudo. A comparação das variáveis nos quatro momentos estudados foi realizada por meio dos testes ANOVA para amostras pareadas com pós-teste de Tukey (quando as variáveis apresentavam distribuição normal) ou Teste de Friedman com correção de Bonferroni (para variáveis com distribuição não-normal). O coeficiente de correlação de Spearman foi adotado para o estudo das correlações entre as variáveis de AFVD e as demais variáveis de interesse nos momentos M0, M1, M2 e M3 e entre as mudanças dessas variáveis no pós-operatório, obtidas pelo cálculo do delta de M1, M2 e M3 em relação ao M0. O teste Q de Cochran foi empregado para análise da diferença nas proporções nos quatro momentos estudados, entre os indivíduos sedentários *versus* os indivíduos pouco ativos, somados aos ativos e nas proporções entre indivíduos ativos *versus* os indivíduos sedentários, somados aos pouco ativos. Os níveis de significância adotados foram $p < 0,05$ e $p < 0,008$, quando utilizada a correção de Bonferroni.

6 RESULTADOS

6.1 ARTIGO CIENTÍFICO

Foi produzido um artigo científico de acordo com as normas do periódico *International Journal of Obesity*, conforme apresentado a seguir.

Word count (text): 3554; Word count (abstract): 294

Title: *Effects of Roux-en-Y Gastric Bypass Surgery on Physical Activity Level and Energy Expenditure in Daily Life in women: a cohort study.*

Running title: Obesity Surgery and Physical Activity in Daily Life

Manuscript type: Original article.

Contributing authors:

Carrie C. R. Galvan, MSc^{1,2}; Andrea A. Morita, PT²; Aline G. Nellessen, PT²; Andréia C. T. Costa, PT²; Naiara M. Garcia, PT²; Valéria A. Tolla, PT²; Antonio Carlos Valezi, PhD³; Décio S. Barbosa, PhD⁴; Fabio Pitta, PhD^{1,2}.

Affiliations:

¹ Post-Graduation Program in Health Sciences, Center of Health Sciences, Universidade Estadual de Londrina (UEL), Londrina, Paraná, Brazil.

² Laboratory of Research in Respiratory Physiotherapy (LFIP), Department of Physiotherapy, Universidade Estadual de Londrina (UEL), Londrina, Paraná, Brazil.

³ Department of Surgery, Universidade Estadual de Londrina (UEL), Londrina, Paraná, Brazil.

⁴ Department of Pathology, Clinical and Toxicological Analysis, Universidade Estadual de Londrina (UEL), Londrina, Paraná, Brazil.

Authors' e-mail address:

CCRG: carrie@uel.br;

AAM: andrea.morita@yahoo.com.br

AGN: aline.nellessen@gmail.com

ACTC: andreia-travassos@hotmail.com

NMG: naia.garcia@yahoo.com.br

VAT: valeriaucar@hotmail.com

ACV: valezi@sercomtel.com.br

DSB: sabatini@uel.br

FP: fabiopitta@uol.com.br

Correspondence to:

Prof. Fabio Pitta

Departamento de Fisioterapia – CCS, Hospital Universitário de Londrina

Av. Robert Koch, 60 – Vila Operaria, 86038-350 – Londrina, Paraná, Brazil.

Phone.: +55 43 3371 2288; Fax: +55 43 3371 2459. E-mail: fabiopitta@uol.com.br

Conflict of Interest:

The authors declare that they have no conflict of interest.

ABSTRACT

There is no conclusive evidence about long-term modification of physical activity (PA) habits and sedentary behavior after bariatric surgery in obese subjects. The aim of this study was to evaluate objectively the changes in physical activity in daily life (PADL) and energy expenditure (EE) up to 1-year after the Roux-en-Y gastric bypass (RYGB) surgery in severe obese people.

Methods: Cohort study involving 37 obese women assessed at the preoperative period and then 30 days, 6 months and 1 year after RYGB. A monitor composed of triaxial accelerometer and multi-physiological sensors objectively evaluated PADL level and daily EE. Outcomes were EE, PA level index (PAL), daily time spent in moderate to vigorous PA (MVPA), Light PA (LPA), sedentary time, body composition and physical function (six-minute walking distance test, 6MWD).

Results: Twenty three women completed the study (47 ± 8 years; BMI $48\pm 6\text{kg/m}^2$). At baseline they had low EE in MET ($0.87[0.84-1.06]$ ml.kg⁻¹.min⁻¹; median[interquartile range]), elevated sedentary time ($23[22.7-23.6]$ h/day), reduced MVPA ($3[1.2-6.1]$ min/day) and 6MWT (469 ± 79 m; average \pm SD). Six months after RYBG patients increased significantly the 6MWD (515 ± 77 m; $P=0.012$) and MET ($1.06[1.00-1.21]$ ml.kg⁻¹.min⁻¹; $P<0.0001$), maintaining these gains after 1 year. There were no changes in MVPA in comparison to the preoperative period. Sedentary time decreased ($P=0.002$) and LPA increased ($P=0.002$) after 6 months, and this was maintained after 1 year. The proportion of inactive subjects decreased from 74% (preoperative) to 39% (1 year post-surgery) ($P=0.001$).

Conclusions: The effective loss of weight in women undergoing RYGB, despite not resulting in increase in MVPA time, generated positive changes in sedentary behavior and number of steps/day. Although changes were modest, these resulted in reduction of sedentary time and lower

proportion of inactive women in comparison to pre-surgery, which shows the beneficial effects of RYBG on PADL and EE.

Key words: *Severe obesity; Bariatric surgery; Energy expenditure; Physical activity; Motor activity; Sedentary lifestyle.*

INTRODUCTION:

Severe obesity is increasingly prevalent and related to worse quality of life, high incidence of early health problems, short life expectancy and high risk of mortality¹. Severe obese people are markedly more sedentary in comparison to normal weight subjects or “healthy obese” (i.e., non-severe)^{2,3,4}. Furthermore, their participation in exercise programs is very low^{5,6}. The greater adiposity reduces aerobic capacity⁷, intensifies the perception of symptoms during exertion⁸ and increases the energy expenditure (EE) required to move the body². This reduces the tolerance to PA during daily tasks such as walking^{8,9}, which in return favors even more the sedentary behavior¹⁰. Sedentarism is an independent risk factor that hinders the control of body weight and predisposes to cardiovascular complications, increasing mortality in the general population¹¹. Conversely, a more active lifestyle contributes to the control of body weight, better health conditions and lower risk of mortality¹².

The treatment of severe obesity by bariatric surgery is effective for long-term weight loss, reducing comorbidities and mortality risk as well as improving quality of life, mainly in physical domains^{8,13}. Positive repercussions on physical fitness have also been evidenced, such as better use of cardiac reserve and improved exercise tolerance^{14,15}.

Available research aimed at evaluating post bariatric surgery changes in lifestyle, physical activity (PA) and sedentary behavior in daily life has shown conflicting results. In studies which used self-reported assessment, patients reported increase of PA and reduction of sedentary behavior after surgery^{16,17}. Conversely, some studies which used pedometers or

accelerometers for the objective assessment of PA revealed that patients still remain most of the time in sedentary behavior and present short time spent in PA after surgery^{18,19}. When compared to objective methods, self-reported assessment applied to quantification of PA in obese subjects may overestimate moderate/vigorous intensity PA and underestimate time spent in sedentary behavior, what indicates the use of objective methods as preferred choice¹⁸.

Longitudinal studies with objective assessment of the post-surgery changes in PA are scarce and present great diversity of assessment methods, follow-up time and cut-off point for the PA classification^{18,20,21, 22}. King et al. assessed objectively PA before and after bariatric surgery and observed an increase in number of steps, and active time in high-cadence after 1 year²¹. In another study which evaluated changes in PA and sedentary time in women submitted to bariatric surgery, the authors did not find significant differences 9 months after the surgery²². On the other hand, the authors described an inverse association between the PA level at the preoperative period and postoperative changes in PA outcomes, meaning that patients with worse PA level in the pre-operative period generally were those who improved more their physical activity habits after the surgery²². These studies used accelerometers for PA monitoring, however did not include some useful objective variables to characterize PA level, such as EE and physical function (PF). Hence, studies which include more outcomes of PA level characterization and different moments of postoperative follow up are necessary.

Therefore, severe obese people are markedly sedentary and, as of now, there is not enough convincing evidence concerning changes in sedentary behavior after bariatric surgery. The hypothesis of the present study were that: 1) an in-depth evaluation of physical activity in daily life (PADL) done by objective methods may not show significant changes in the short- or long-term assessment of moderate-to-vigorous PA after bariatric surgery in severe obese subjects; 2) changes in PA level will likely involve subtle changes in sedentary behavior rather than an increase in moderate-to-vigorous PA, although patients are likely to continue

predominantly performing light PA and remaining in sedentary behavior for a large part of the day, despite the weight reduction and improvement in functional capacity.

Therefore, the objective of this study was to investigate the effects of the Roux-en-Y gastric bypass (RYGB) surgery on the PADL level and EE, evaluated accurately and in detail by sensors of movement and EE; and to investigate the correlation of these effects with the weight loss, body composition and physical function.

MATERIALS AND METHODS

Sample

This was a prospective cohort study, including 37 obese women who underwent RYGB surgery in two accredited hospitals of Sistema Único de Saúde (SUS) in Brazil, from October 2011 to January 2014. Patient recruitment was carried out at the University Hospital of Universidade Estadual de Londrina and at Irmandade Santa Casa de Londrina, whereas data collection was carried out in the Laboratory of Research in Respiratory Physiotherapy (LFIP), Department of Physiotherapy, Universidade Estadual de Londrina, Brazil. The project was approved by the ethics committees of the two involved hospitals. Inclusion criteria were: individuals on waiting list for RYGB according to the Brazilian Society of Bariatric Surgery and Metabolic²³, women, age between 18 and 65 years old, body mass index (BMI) ≥ 40 kg/m² or ≥ 35 kg/m² with comorbidities, without severely disabling conditions which could limit PADL and individuals who have signed the Informed Consent Term. Exclusion criteria were: individuals who did not complete all 4 assessment moments of the research protocol, those who did not use the PA monitor correctly, and those who developed any disabling condition with restriction to PADL during the study course. The sample size was calculated based on the expected mean changes in the six-minute walk test distance (6MWD) between

the preoperative period and 1 year after RYBG in severe obese subjects based on the study by Souza et al²⁴. By assuming an alpha error of 0.05, a power of 80% and a dropout rate of 33%, the minimum sample size determined was 7 individuals. In order to reduce to a minimum the chance of bias by error type I, the authors increased the sample size threefold, defining the minimum sample size as 21 individuals.

Procedures

After signing an Informed Consent Term, all participants were submitted to the study protocol composed by assessment of anthropometric variables, body composition, PF, PADL and EE in daily life. The assessments were carried out in four moments (M0, M1, M2 e M3), as follows: M0 corresponding to 2-3 weeks before surgery; and M1, M2 and M3 corresponding to 30 days, 6 months and 1 year after surgery, respectively.

Anthropometric measures

Body weight (kg) and height (m) were measured and the BMI (kg/m^2) was then calculated. Percent of excess weight loss (%EWL) was calculated by dividing the weight loss by the initial weight excess, multiplied by 100. The abdominal circumference (AC) and the hip circumference (HC) were measured in centimeters (cm) and AC/HC ratio was then calculated²³.

Body composition

Bioelectrical impedance with intensity of $800\mu\text{A}$ (BIODYNAMICS[®]310) was used to measure percent of body fat mass (%FM), fat mass (FM) and fat-free mass (FFM) in standardized conditions of fasting, room temperature and calibration according to the previous literature²⁵.

Physical Function (PF)

The six-minute walk test (6MWT) was performed according to the protocol described by the *American Thoracic Society and European Respiratory Society*²⁶, in a 30 meter corridor. Two tests were carried out with a minimum interval of 30 minutes between them and the distance (6MWD) achieved in the best of the two tests (in meters) was used for analysis. The reference equation by Gibbons et al.²⁷ was used to calculate values in percentage of the predicted. The 6MWT work was obtained by multiplying body weight and 6MWD.

Physical Activity in Daily Life (PADL) and Energy Expenditure (EE)

PADL and EE were objectively assessed by the SenseWear Armband-7.0 monitor (SWA; BodyMedia, USA) for a valid standard week. The equipment, which encompasses a tri-axial accelerometer and multi-physiological sensors, was positioned on the left brachial triceps muscle region²⁸ and the individuals were instructed to use it during 24 hours for 7 consecutive days. A valid assessment day was characterized by the subject wearing the device for $\geq 80\%$ of the time during the 24 hours, and a valid standard week was characterized by the subject wearing the device for at least 3 valid weekdays and at least 1 valid weekend day. At each assessment moment, PA results of each subject corresponded to the average of the valid assessment days. The analyzed variables were total EE (TEE; cal/day); resting EE (REE; cal and REE; mL.kg¹.min⁻¹); metabolic equivalent (MET; mL.kg¹.min⁻¹); active EE (AEE; cal/day); sleep duration (min/day); number of steps/day; and PA duration in different intensities, classified according to MET¹² into moderate to vigorous PA (MVPA), light PA (LPA), total sedentary time and sedentary time during waking hours, all of these in minutes/day (min/day). Sedentary time during waking hours was calculated by total sedentary time minus the sleep duration. REE was measured in standardized conditions of fasting and room temperature during 40 minutes, whereas the last 20 minutes were used for analysis^[28]. EE in free-living conditions (Free-living EE; cal/day) was calculated by TEE minus REE. The

level of PA was also evaluated by Physical Activity Level index (PAL), calculated by the ratio of MET and REE in $\text{mL.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$, and the individuals were classified according to this index as inactive (≤ 1.39), low-active (between 1.40 and 1.69) and active (≥ 1.7)²⁹.

Statistical analysis

Statistical Package for the Social Sciences-19 (SPSS, USA) and GraphPad Prism-6 (GraphPad Prism, USA) softwares were used. Normality in data distribution was analyzed by the Shapiro-Wilk test, and the results were expressed as mean \pm SD or median [25%-75% interquartile range] according to the test results. The non-paired Student t test or Mann-Whitney test were used to compare the final sample with the excluded subjects. Repeated measures ANOVA with Tukey's post-test or Friedman test with Bonferroni correction were used to compare the variables at M0, M1, M2 and M3. Spearman correlation coefficient was used to study the association among PADL variables and other variables of interest at M0, M1, M2 and M3, as well as among changes in M1, M2 and M3 related to M0. The Q-Cochrans test was used to analyze differences between inactive, low-active and active proportions in the four moments. The level of significance was set at $P < 0.05$ or $P < 0.008$ when Bonferroni correction was used.

RESULTS

Initially, 37 patients were recruited and out of these, 23 women composed the final sample (47 ± 8 years). Fourteen patients did not conclude the study, since eight asked to discontinue their participation for follow up assessments or simply did not return anymore, whereas six were excluded due to the following reasons: one did not use the PA monitor correctly, one developed disabling disease after the surgery, and four did not complete one or

more of the assessment moments. These 14 subjects were not different from the final sample concerning the main outcomes of the study.

Table 1 shows the results of anthropometric variables, body composition and PF at M0, M1, M2 and M3. In comparison to M0, weight, BMI, FM and FFM reduced progressively at M1, M2 and M3. Still in comparison to M0, the 6MWD in meters and in %predicted remained unchanged at M1, increased at M2 and remained stable at M3, whereas the 6MWT Work improved progressively at M1, M2 and M3.

Patients wore the SenseWear as follows: for 7[6-7] days and 98%[85-99] of the time in M0; for 7[5-7] days and 98%[87-99] of the time in M1; for 7[6-7] days and 97%[90-99] of the time in M2; and for 7[6-7] days and 98%[93-99] of the time in M3. PADL results are shown at the Table 2. In comparison to M0, there was a decrease of TEE at M1, M2 and M3; on the other hand, MET did not change between M0 and M1, and increased significantly from M2. AEE and MVPA decreased significantly at M1 and increased in M2 and M3 in comparison to M1, however with no differences when compared to M0. There was progressive decrease in sedentary time and increase in LPA in M2 and M3. In comparison to M0, sedentary time during waking hours did not change at M1 and M2 but decreased only at M3, whilst the number of steps/day also increased significantly only at M3.

The PAL-index at the postoperative period did not show differences in comparison to M0 (table 2). In the PAL-index classification as inactive, low-active and active (Figure 1), the proportion of inactive subjects was greater at M1, and reduced from M2, with proportional increase of low-active and active patients. The proportion of patients classified as inactive before surgery (M0) was 74% and decreased to 39% after one year (M3). There was no significant difference in the proportion of active patients compared to inactive and low-active.

In all assessment moments, sedentary time was significantly correlated to body weight ($0.54 < r < 0.67$), AC ($0.35 < r < 0.62$) and FM ($0.30 < r < 0.56$), but the same did not

occur for BMI. The correlation of deltas M3-M0 was positive between BMI and sedentary time ($r = 0.66$) and negative between BMI and MVPA ($r = -0.58$). Furthermore, deltas M3-M0 of 6MWD and MVPA showed moderate positive correlation ($r = 0.45$).

There was positive correlation between body weight at M0 and delta M2-M0 of MVPA ($r = 0.48$). Furthermore, BMI at M0 was correlated to delta M3-M0 of steps/day ($r = -0.42$). There was also moderate and inverse correlation between sedentary time and delta M2-M0 ($r = -0.71$) and delta M3-M0 of steps/day ($r = -0.65$). There were no significant correlations of other variables of PADL with any other analyzed variable.

DISCUSSION

This study aimed primarily at evaluating objectively the effect of RYBG on PADL and EE in women, and its main contributions involve novel findings on the objective assessment of post-surgery subtle changes in sedentary behavior. Before surgery, sedentary time and 6MWT Work were high and combined with low EE in MET, active time, number of steps/day and physical function. Thirty days after RYBG, active time was further decreased and the proportion of inactive patients increased, however with no changes in physical function. Six months after the surgery the weight loss prompted reduction of the 6MWT Work and there was increase in EE in MET, physical function and time spent in LPA coupled with reduction in sedentary time. One year after surgery, these changes were maintained or magnified, and patients started to walk significantly more than before surgery. Throughout the 1-year post-surgery follow up there were no significant changes in time spent in MVPA, however the proportion of inactive patients reduced from 74% to 39%. These results confirm all the hypothesis of the study. Furthermore, a higher BMI before surgery was associated with more marked improvement in steps/day after one year and reduction in BMI was associated

with reduction in sedentary time. Finally, the more the patients improved their physical function, the more they increased their active time.

The proportion of women classified as inactive in the preoperative period (74%) was not similar to other proportions described in previous studies which had PA objectively assessed. The proportion of inactive patients described by King et al.⁵ was only 13%, for a BMI between 40 to 50 kg/m² and a number of steps ≤ 5000 /day, as quantified by pedometers. In another study, these same authors reported a proportion of inactive patients close to 80% by using accelerometers, however the classification criterium was the number of steps ≤ 10.000 /day with ≤ 150 in high-cadence min/week²¹. The observed differences in assessment methods and PA classification criteria probably explain the discrepant findings. The classification used in the current study was based on PALindex, which takes into account the EE in different intensities of PA. For this reason, we believe that this approach is preferable than the previous ones which assess only if the participant performed or not the PA.

The RYBG surgery was performed by open laparotomy and the patients had restrictions to physical effort in the first few postoperative days due to the healing process and the discomfort caused by pain or fear during movements. This probably contributed to patients becoming less active 30 days after surgery. On the contrary to what might be expected, physical function was not negatively affected by the surgery and the reduction of 22% in EPP was enough to decrease the workload during the 6MWT.

According to other authors, although patients increase their physical function after the surgery, this increase was weakly correlated with changes in PA level^{24,30,31}. The same was observed in patients assessed between 2 to 5 years after bariatric surgery³². The loss of weight alters the mechanical overload during the work and contributes to a better performance during walking⁸. It may be hypothesized that this functional improvement was not due to an improvement in aerobic conditioning since the MVPA time did not change in comparison to

before surgery and was lower than the minimum recommended in order to obtain health benefits (≥ 150 min/week)¹². Stegen et al.³¹ found that the weight loss in large scale 4 months after surgery improved the 6MWD and decreased dynamic and peripheral static muscle strength with no improvement in aerobic capacity, which supports this hypothesis.

Corroborating earlier studies, the present group of patients did not change their behavior concerning MVPA time after surgery^{18,20,22}. Conversely, King et al.²¹ showed a significant increase in MVPA 1 year after bariatric surgery, observed by increase at the number of steps in daily life. Nonetheless, in agreement with the present study, the authors reported that the majority of subjects still remain insufficiently active after surgery. The increase in number of steps and walking cadence after surgery is associated with the improvement on lower limbs function, reduction of pain symptoms during walking and changes on perception of barriers to exercise^{32,33}. In the present study, the increased number of steps/day was associated with changes in sedentary time, while the MVPA time did not change. Probably, despite the increase in steps/day, the intensity of walking was light and incorporated to the daily tasks of those patients, without characterizing as an increase in programmed and regular physical exercise.

A recent study by Berglind et al.²² had similar objective than the present one, although with clear differences in methods and results. Berglind et al. did not observe changes in sedentary behavior during waking hours 9 months after the surgery. The present study found that the sedentary behavior measured during 24 hours was modified 6 months after surgery, while the sedentary behavior during waking hours was modified only one year after RYBG. When comparing the two studies considering sedentary time during waking hours, it is possible that the study of Berglind et al.²² has not found differences at the sedentary profile due to the fact that these changes have potentially occurred in a follow-up longer than 9 months (*e.g.*, 1 year after surgery, as in the present study). This hypothesis is also

corroborated by the fact that the number of steps/day has also increased only 1 year after surgery. Methodological differences between the Berglind et al.²² and the present study include the fact that those authors classified PA intensity using only the magnitude of accelerometer vectors, whereas the present study additionally measured the EE during PA and the number of daily steps. Furthermore, the population studied by those authors was younger (39.5 ± 5.7 vs 46.7 ± 8 years) and had a considerably lower average BMI (37.6 ± 2.6 vs 48 ± 6 Kg/m²), what might have contributed to the discrepancies in the results.

The observed sedentary behavior changes incorporating low-intensity PA, such as light walking or short breaks in sedentary periods, increase the EE and promote positive health effects^{34,35,36}. Despite the changes in sedentary profile and increase in EE, these women still remained sedentary for about 14 hours/day, what is superior to the limit of 10 hours/day believed to cause damages to health³⁴. Similarly, EE in free living conditions and number of steps/day still remain close to the limits which characterize sedentary behavior (<600 cal/day²⁹ and <5000 steps/day³⁷, respectively). Effective changes in PADL should produce a greater impact, with incorporation of adequate PA level and more remarkable reduction in sedentary behavior³⁸. Despite of the positive changes observed in the sedentary profile, these results confirmed the initial hypothesis that the subjects would remain essentially sedentary even one year after surgery, despite the weight loss and improvement in physical performance.

One of the limitations of this study was that, although we have found changes in sedentary profile, the nature of the PA assessment did not allow quantification of continuous bouts of sedentary time and MVPA, which might add important information concerning the real behavior changes in this population. Furthermore, statistical differences may not have been reached in the analysis of the proportion of active / low active / inactive patients (figure 1) due to the fact that the study was not powered based on this analysis.

We concluded that the effective weight loss in women undergoing RYBG, despite not resulting in increase in MVPA time, generated positive changes in sedentary behavior and number of steps/day, which were assessed through objective and accurate PA monitoring. Although changes were modest, this resulted in reduction of sedentary time and lower proportion of inactive women in comparison to pre-surgery, which shows the beneficial effects of RYBG on PADL and EE

The current results provided very reliable assessments of obese women behavior concerning PADL after RYBG. Our conclusions point to the complexity of changes in inactive life habits in this population and the need for comprehensive interventions which are able to reduce sedentarism and stimulate PA practice in order to bring real benefits to health. Furthermore, the present study opens gaps for other researches to expand these results and investigate deeply the impact of changes in PADL on health and mortality risk in this population.

Acknowledgments: The authors would like to thank Prof. Dr. Milton Ogawa for the screening and selection of patients; the Department of Physiotherapy, Universidade Estadual de Londrina, for the support during the research leave of CCRG; and Irmã Elvira Maria Péricles Laward for making the Irmandade Santa Casa de Londrina available for the study.

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare that they have no conflict of interest.

REFERENCES

1. World Health Organization. Global health risks: mortality and burden of disease attributable to selected major risks. Geneva: *World Health Organization*; 2009. 70p.

2. Elbelt U, Schuetz T, Hoffmann I, Pirlich M, Strasburger CJ, Lochs H. Differences of energy expenditure and physical activity patterns in subjects with various degrees of obesity. *Clin Nutr* 2010; 29:766-72.
3. Bond DS, Unick JL, Jakicic JM, Vithiananthan S, Trautvetter J, O'Leary KC, et al. Physical activity and quality of life in severely obese individuals seeking bariatric surgery or lifestyle intervention. *Health Qual Life Outcomes* 2012; 10:86.
4. Bond DS, Unick JL, Jakicic JM, Vithiananthan S, Pohl D, Roye GD, et al. Objective assessment of time spent being sedentary in bariatric surgery candidates. *Obes Surg* 2011; 21(6): 811-4.
5. King WC, Belle SH, Eid GM, Dakin GF, Inabnet WB, Mitchell JE, et al. Physical activity levels of patients undergoing bariatric surgery in the Longitudinal Assessment of Bariatric Surgery study. *Surg Obes Relat Dis* 2008; 4:721-8.
6. Bond DS, Jakicic JM, Vithiananthan S, Thomas JG, Leahey TM, Sax HC, et al. Objective quantification of physical activity in bariatric surgery candidates and normal-weight controls. *Surg Obes Relat Dis* 2010; 6:72-8.
7. Fornitano LD, Godoy MF. Exercise testing in individuals with morbid obesity. *Obes Surg* 2010; 20:583-8.
8. Vincent HK, Ben-David K, Cendan J, Vincent KR, Lamb KM, Stevenson A. Effects of bariatric surgery on joint pain: a review of emerging evidence. *Surg Obes Relat Dis* 2010; 6:451-60.
9. King WC, Engel SG, Elder KA, Chapman WH, Eid GM, Wolfe BM, et al. Walking capacity of bariatric surgery candidates. *Surg Obes Relat Dis* 2012; 8:48-59.

10. Vanhecke TE, Franklin BA, Miller WM, deJong AT, Coleman CJ, McCullough PA. Cardiorespiratory fitness and sedentary lifestyle in the morbidly obese. *Clin Cardiol* 2009; 32:121-4.
11. Raynor HA, Bond DS, Freedson PS, Sisson SB. Sedentary behaviors, weight, and health and disease risks. *J Obes* 2012;1-3 852743.
12. Garber, CE, Blissmer B, Deschenes MR, Franklin BA, Lamonte MJ, Lee IM, et al. American College of Sports Medicine position stand. Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: guidance for prescribing exercise. *Med Sci Sports Exerc* 2011; 43(7):1334-59.
13. Health Quality Ont rio. Bariatric surgery: an evidence-based analysis. *Ont Health Technol Assess Ser* 2005; 5:1-148.
14. Seres L, Lopez-Ayerbe J, Coll R, Rodriguez O, Vila J, Formiguera X, et al. Increased exercise capacity after surgically induced weight loss in morbid obesity. *Obesity (Silver Spring)* 2006; 14:273-9.
15. Wilms B, Ernst B, Thurnheer M, Weisser B, Schultes B. Differential changes in exercise performance after massive weight loss induced by bariatric surgery. *Obes Surg* 2013; 23:365-71.
16. Jacobi D, Ciangura C, Couet C, Oppert JM. Physical activity and weight loss following bariatric surgery. *Obes Rev* 2011; 12:366-77.

17. Vatier C, Henegar C, Ciangura C, Poitou-Bernert C, Bouillot JL, Basdevant A, et al. Dynamic relations between sedentary behavior, physical activity, and body composition after bariatric surgery. *Obes Surg* 2012; 22:1251-6.
18. Bond DS, Jakicic JM, Unick JL, Vithiananthan S, Pohl D, Roye GD, et al. Pre- to postoperative physical activity changes in bariatric surgery patients: self report vs. objective measures. *Obesity* (Silver Spring) 2010; 18:2395-7.
19. Chapman N, Hill K, Taylor S, Hassanali M, Straker L, Hamdorf J. Patterns of physical activity and sedentary behavior after bariatric surgery: an observational study. *Surg Obes Relat Dis* 2013; 25: 1-5.
20. Josbeno DA, Jakicic JM, Hergenroeder A, Eid GM. Physical activity and physical function changes in obese individuals after gastric bypass surgery. *Surg Obes Relat Dis* 2010; 6(4): 361-6.
21. King WC, Hsu JY, Belle SH, Courcoulas AP, Eid G M, Flum DR, et al. Pre- to postoperative changes in physical activity: report from the longitudinal assessment of bariatric surgery-2 (LABS-2). *Surg Obes Relat Dis* 2012; 8(5):522-32.
22. Berglind D, Willmer M, Eriksson U, Thorell A, Sundbom M, Udden J, et al. Longitudinal assessment of physical activity in women undergoing Roux-en-Y gastric bypass. *Obes Surg* 2014 epub ahead of print 18 June 2014; doi: 10.1007/s11695-014-1331-x.
23. Godoy-Matos AF, Oliveira J, Guedes EP, Carraro L, Lopes AC, Mancini MC et al. *Diretrizes Brasileiras de Obesidade da ABESO*. Associação Brasileira para o estudo da Obesidade e Síndrome Metabólica. 2009.

24. de Souza SA, Faintuch J, Fabris SM, Nampo FK, Luz C, Fabio TL, et al. Six-minute walk test: functional capacity of severely obese before and after bariatric surgery. *Surg Obes Relat Dis* 2009; 5:540-3.
25. Lukaski HC, Bolonchuk WW, Hall CB, Siders WA. Validation of tetrapolar bioelectrical impedance method to assess human body composition. *J Appl Physiol* (1985) 1986; 60:1327-32.
26. ATS statement: guidelines for the six-minute walk test. *Am J Respir Crit Care Med* 2002; 166:111-7.
27. Gibbons WJ, Fruchter N, Sloan S, Levy RD. Reference values for a multiple repetition 6-minute walk test in healthy adults older than 20 years. *J Cardiopulm Rehabil* 2001; 21:87-93.
28. Schlegelmilch RM. The Armband compendium. Activity monitoring and life Style analysis using Bodmedia SenseWear Armband: application and evaluation. Wuerzburg, Germany: *STM medical GmbH&CO* 2006. p 20.
29. WHO. Energy and Protein requirements. Report of a Joint FAO/WHO/UNU Expert Consultation. World Health Organization *Tech Rep Ser* Geneva 1985;chap1-13.
Report n°: WHO724
30. Tompkins J, Bosch PR, Chenowith R, Tiede JL, Swain JM. Changes in functional walking distance and health-related quality of life after gastric bypass surgery. *Phys Ther* 2008; 88:928-35.

31. Stegen S, Derave W, Calders P, Laethem CV, Pattyn P. Physical fitness in morbidly obese patients: effect of gastric bypass surgery and exercise training. *Obes Surg* 2011; 21(1):61-70.
32. Josbeno DA, Kalarchian M, Sparto PJ, Otto AD, Jakicic JM. Physical activity and physical function in individuals post-bariatric surgery. *Obes Surg* 2011; 21:1243-9.
33. Ponta ML, Gozza M, Giacinto J, Gradasci R, Adami GF. Effects of Obesity on Posture and Walking: Study Prior to and Following Surgically Induced Weight Loss. *Obes Surg*. 2014; epub ahead of print 22 April 2014; doi: 10.1007/s11695-014-1254-6
34. Chau JY, Grunseit A, Midthjell K, Holmen J, Holmen TL, Bauman AE, et al. Cross-sectional associations of total sitting and leisure screen time with cardiometabolic risk in adults. Results from the HUNT Study, Norway. *J Sci Med Sport* 2014; 17:78-84.
35. Saunders TJ, Tremblay MS, Mathieu ME, Henderson M, O'Loughlin J, Tremblay A, et al. Associations of sedentary behavior, sedentary bouts and breaks in sedentary time with cardiometabolic risk in children with a family history of obesity. *PLoS One* 2013; 8:e79143.
36. Tremblay MS, Colley RC, Saunders TJ, Healy GN, Owen N. Physiological and health implications of a sedentary lifestyle. *Appl Physiol Nutr Metab* 2010; 35:725-40.
37. Tudor-Locke C, Craig CL, Thyfault JP, Spence JC. A step-defined sedentary lifestyle index: <5000 steps/day. *Appl Physiol Nutr Metab* 2013; 38:100-14.
38. Owen N, Sugiyama T, Eakin EE, Gardiner PA, Tremblay MS, Sallis JF. Adults' sedentary behavior determinants and interventions. *Am J Prev Med* 2011; 41(2):189-96.

TABLE 1. – Anthropometric variables, body composition and functional capacity at assessment moments M0, M1, M2 and M3 (n=23).

	M0	M1	M2	M3
Weight (kg)	118 ± 16	106 ± 15 *	90 ± 13 *,#	80 ± 12 *,#,◇
BMI (kg/m²)	48 ± 6	43 ± 5 *	36 ± 5 *,#	32 ± 5 *,#,◇
Weight excess (kg)	56 ± 14	44 ± 14 *	28 ± 12 *,#	18 ± 12 *,#,◇
% EWL		22 ± 7	52 ± 13 #	68 ± 18 #,◇
AC (cm)	132 ± 12	124 ± 13 *	108 ± 13 *,#	101 ± 13 *,#,◇
HC (cm)	132 ± 12	123 ± 10 *	113 ± 10 *,#	107 ± 8 *,#,◇
AC/HC	1.005 ± 0.09	1.007 ± 0.10	0.96 ± 0.11 *,#	0.95 ± 0.11 *,#
% FM	46 ± 3	44 ± 3	37 ± 5 *,#	32 ± 6 *,#,◇
FM (kg)	54 ± 10	47 ± 10 *	34 ± 9 *,#	26 ± 8 *,#,◇
FFM (kg)	63 ± 7	59 ± 7 *	56 ± 6 *,#	54 ± 6 *,#,◇
6MWT (m)	469 ± 79	479 ± 76	515 ± 77 *,#	527 ± 70 *,#
6MWT % predicted	72 ± 11	73 ± 11	79 ± 10 *,#	81 ± 9 *,#
6MWT Work (kg*km)	55 ± 9	51 ± 9 *	46 ± 8 *,#	42 ± 6 *,#,◇

Values reported as mean ± SD. ANOVA test ($P < 0.001$) for all variables, and results of the Tukey post-hoc test were as follows: * $P < 0.05$ vs M0; # $P < 0.05$ vs M1; ◇ $P < 0.05$ vs M2. BMI = Body mass index; % EWL = percent of excess weight loss; AC = Abdominal circumference; HC = Hip circumference; %FM = percent of fat mass; FM = fat mass; FFM = fat-free mass, 6MWD = six-minute walking distance test; 6MWT Work = work performed during the 6MWT.

TABLE 2. – Physical activity in daily life and energy expenditure variables at assessment moments M0, M1, M2 and M3. (n=23).

	M0	M1	M2	M3
Body time (min/day)	1407 [1386–1413]	1404 [1387–1416]	1401 [1395–1412]	1406 [1388–1413]
TEE (cal/day)	2539 [2343–2872]	2172 [2061–2400] *	2236 [2044–2501] *	2201 [2021–2374] *
MET (ml.kg⁻¹.min⁻¹)	0.87 [0.84–1.06]	0.87 [0.8–1.01]	1.06 [1.00–1.21] *,#	1.19 [1.07–1.30] *,#,◇
REE (cal)	2016 [1800–2088]	1728 [1656–1872] *	1656 [1584–1728] *,#	1584 [1512–1656] *,#
REE (ml.kg⁻¹.min⁻¹)	0.70 [0.70–0.70]	0.70 [0.70–0.80]	0.80 [0.70–0.80] *,#	0.80 [0.80–0.90] *,#
Free-living EE (cal/day)	545 [480–688]	439 [223–559]	583 [428–812]	652 [427–768]
AEE (cal/day)	28 [10–60]	4 [0–11] *	36 [4–62] #	48 [18–87] &,#
PAL index (ml.kg⁻¹.min⁻¹)	1.29 [1.20–1.43]	1.20 [1.13–1.29]	1.35 [1.27–1.52] #	1.43 [1.32–1.57] #
MVPA (min/day)	3 [1.2–6.1]	0.6 [0–2] *	6 [0.58–8.75] #	8 [3–12] #
LPA (min/day)	34 [19–67]	29 [6–47]	91 [48–137] *,#	149 [83–208] *,#,◇
Time sedentary (in 24 hours) (min/day)	1400 [1366–1419]	1408 [1390–1433]	1347 [1280–1391] *,#	1280 [1220–1354] *,#,◇
Time sedentary (waking hours) (min/day)	986 [947–1022]	932 [884–984]	930 [883–981]	862 [788–939]*
Sleep duration (min/day)	410 [365–457]	452 [414–515] *	414 [364 – 461] #	416 [348–495] #
Steps/day (steps/day)	4934 [2904–6938]	3699 [1385–5124] *	6143 [3329 – 8902] #	6663 [4331–10241] *,#

Values reported as median [25% –75%]. Friedman test ($P<0.001$) for all variables except for the Body time ($P=0.55$) and Free-living EE ($P=0.06$). P value of the inter-moments comparison was adjusted to $P<0.008$ after Bonferroni correction. * $P<0.008$ vs M0; # $P<0.008$ vs M1; ◇ $P<0.008$ vs M2; & $P=0,03$ vs M0. TEE = Total energy expenditure; MET = metabolic equivalent; REE = Resting energy expenditure; Free-living EE = Energy expenditure in free-living conditions; AEE = Active energy expenditure; PAL-index = Physical activity level index; MVPA = time spent per day in moderate to vigorous physical activity; and LPA = time spent per day in light physical activity.

Figure 1.

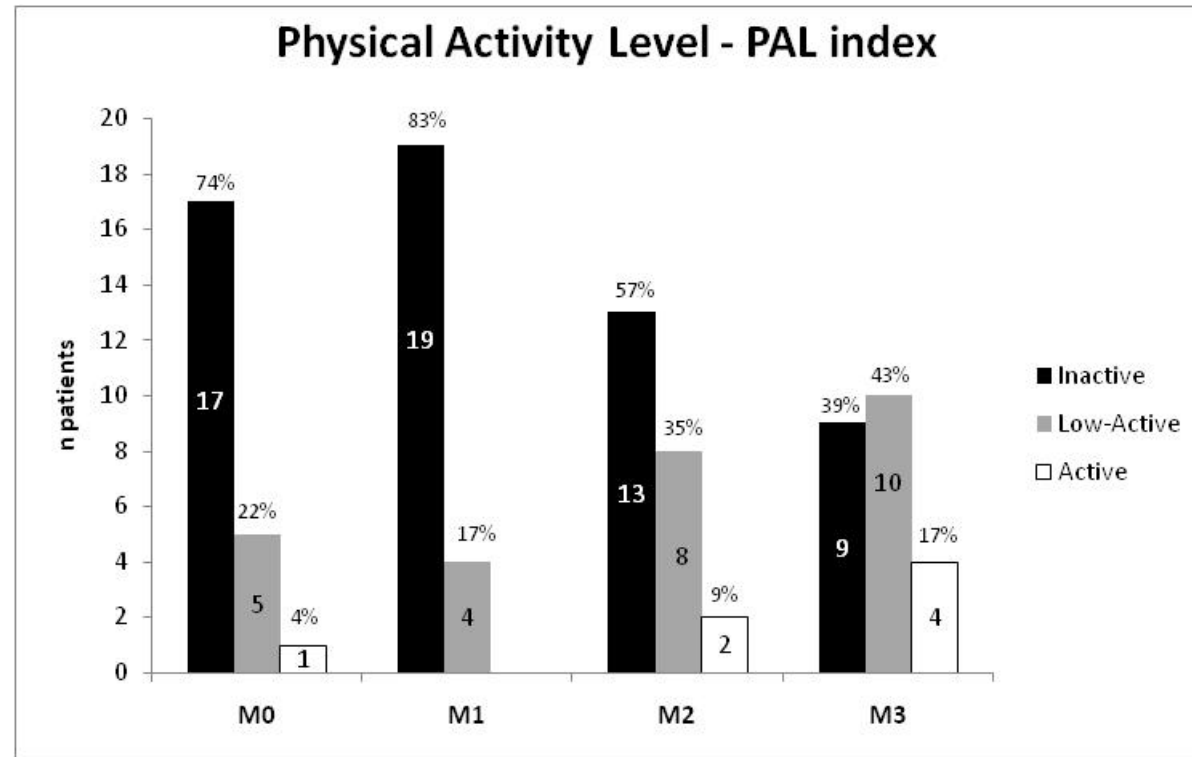


FIGURE 1. Physical activity level index (PAL) in the assessment moments M0, M1, M2 and M3. Q-Cochrans test with $P=0.001$ for Inactive vs Low-Active/Active, $P=0.10$ for Low-Active vs Inactive/Active and $P=0.10$ for Active vs Inactive/Low-Active.

7 CONCLUSÕES

7.1 CONCLUSÕES

A cirurgia de derivação gástrica em Y-de-Roux foi efetiva para redução do peso corporal na população estudada.

No pré-operatório, as pacientes deste estudo demonstraram uma reduzida capacidade funcional e mantinham um perfil sedentário, identificado pelo elevado tempo gasto em atividades de muito baixo GE, escasso tempo em AF moderadas ou vigorosas e reduzido número de passos diários.

No pós operatório, após 1 mês, o comportamento sedentário ficou ainda mais pronunciado; porém, com a redução do peso, o trabalho durante o esforço físico diminuiu e as pacientes não reduziram sua capacidade funcional. Após seis meses, as pacientes reduziram ainda mais o trabalho durante a caminhada e melhoraram a sua capacidade funcional. Adicionalmente, elas reduziram o seu tempo diário em comportamento sedentário e aumentaram o tempo diário em AF leves. Após um ano, com a efetiva redução do peso corporal, essa mudança foi ainda mais acentuada e as pacientes passaram a caminhar mais do que no pré-operatório. Quanto maior era o IMC no pré-operatório, mais acentuado foi o aumento no número de passos e quanto mais elas caminharam, maiores foram as repercussões sobre o comportamento sedentário. A melhora da capacidade funcional se associou com o aumento no tempo ativo. Apesar destas mudanças, não ocorreram modificações na quantidade diária de AF moderadas ou vigorosas realizadas no dia a dia.

Conclui-se que a redução efetiva do peso corporal em mulheres submetidas à DGYR exerceu efeito positivo sobre o seu desempenho funcional e, apesar de não repercutir sobre o tempo diário gasto em AF moderadas e vigorosas, provocou modificações no comportamento sedentário e no número de passos/dia. Embora modestas, estas modificações resultaram em redução no tempo sedentário e a proporção de mulheres inativas diminuiu em relação ao pré-operatório, o que mostra os efeitos benéficos da cirurgia sobre a AFVD e GE.

7.2 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Uma das principais contribuições do presente estudo foi a análise objetiva de mudanças relativamente sutis no comportamento sedentário. Sabe-se que mudanças neste comportamento no dia a dia, com incorporações de exercícios em baixa intensidade, como

a caminhada leve, ou de breves intervalos no período sedentário, aumenta o GE diário e produz efeitos positivos sobre o risco à saúde. Entretanto, para que a mudança encontrada na AFVD das pacientes estudadas fosse mais efetiva, deveria ter produzido um impacto maior, com incorporação de nível adequado de AF saudável e minimização mais acentuada do comportamento sedentário. As pacientes estudadas ainda continuam expostas aos efeitos deletérios do sedentarismo no que diz respeito ao risco de doenças e mortalidade.

Esse estudo identificou mudanças no comportamento sedentário de mulheres obesas. Entretanto, a natureza da avaliação de AF não permitiu quantificar a duração dos períodos contínuos (“*bouts*”) de (in)atividade física. Tal quantificação poderia acrescentar informações importantes quanto à real mudança de comportamento observada nessa população, no período pós-operatório. Além disso, diferenças estatísticas entre as proporções de pacientes classificadas como ativas, pouco ativas e inativas no pré e no pós-operatório podem não ter sido encontradas porque o tamanho amostral não foi calculado com base no poder estatístico dessa análise.

Acredita-se que os resultados demonstrados fornecem estimativas bastante confiáveis do comportamento da AFVD de mulheres obesas após a derivação gástrica em Y-de-Roux. As conclusões deste estudo apontam para a complexidade da mudança do hábito de vida inativo nessa população e para a necessidade de medidas de intervenção mais intensas, que auxiliem a redução do sedentarismo e que estimulem a prática de AF com reais benefícios à saúde. Além disso, abrem-se lacunas para outras pesquisas que expandam estes resultados e investiguem mais profundamente o impacto das mudanças na AFVD sobre a saúde e risco de mortalidade nesta população.

REFERÊNCIAS

1. WHO. Obesity: preventing and managing the global epidemic. Report of a WHO consultation. World Health Organ Tech Rep Ser 2000;894:i-xii, 1-253.
2. Hulens M, Vansant G, Claessens AL, Lysens R, Muls E. Predictors of 6-minute walk test results in lean, obese and morbidly obese women. Scand J Med Sci Sports 2003;13(2):98-105.
3. Benedetti MG, Di Gioia A, Conti L, Berti L, Esposti LD, Tarrini G et al. Physical activity monitoring in obese people in the real life environment. J Neuroeng Rehabil 2009;6:47.
4. King WC, Engel SG, Elder KA, Chapman WH, Eid GM, Wolfe BM et al. Walking capacity of bariatric surgery candidates. Surg Obes Relat Dis 2011;8(1):48-59.
5. Bond DS, Unick JL, Jakicic JM, Vithianathan S, Pohl D, Roye GD et al. Objective assessment of time spent being sedentary in bariatric surgery candidates. Obes Surg 2011;21(6):811-4.
6. Elbelt U, Schuetz T, Hoffmann I, Pirlich M, Strasburger CJ, Lochs H. Differences of energy expenditure and physical activity patterns in subjects with various degrees of obesity. Clin Nutr 2010;29(6):766-72.
7. Petersen L, Schnohr P, Sorensen TI. Longitudinal study of the long-term relation between physical activity and obesity in adults. Int J Obes Relat Metab Disord 2004;28(1):105-12.
8. Bond DS, Jakicic JM, Vithianathan S, Thomas JG, Leahey TM, Sax HC et al. Objective quantification of physical activity in bariatric surgery candidates and normal-weight controls. Surg Obes Relat Dis 2010;6(1):72-8.
9. King WC, Belle SH, Eid GM, Dakin GF, Inabnet WB, Mitchell JE et al. Physical activity levels of patients undergoing bariatric surgery in the Longitudinal Assessment of Bariatric Surgery study. Surg Obes Relat Dis 2008;4(6):721-8.
10. Gradaschi R, Camerini G, Carlini F, Sukkar S, Sopinaro N, Adami GF. Physical activity after surgically obtained weight loss: study with a SenseWear armband in subjects undergoing biliopancreatic diversion. Obes Surg 2014;24(2):260-5.

11. Bariatric surgery: an evidence-based analysis. *Ont Health Technol Assess Ser* 2005;5(1):1-148.
12. Robinson AH, Adler S, Stevens HB, Darcy AM, Morton JM, Safer DL. What variables are associated with successful weight loss outcomes for bariatric surgery after 1 year? *Surg Obes Relat Dis* 2014.
13. Herman KM, Carver TE, Christou NV, Andersen RE. Keeping the Weight Off: Physical Activity, Sitting Time, and Weight Loss Maintenance in Bariatric Surgery Patients 2 to 16 Years Postsurgery. *Obes Surg* 2014.
14. Bond DS, Phelan S, Wolfe LG, Evans RK, Meador JG, Kellum JM et al. Becoming physically active after bariatric surgery is associated with improved weight loss and health-related quality of life. *Obesity (Silver Spring)* 2009;17(1):78-83.
15. WHO. Global health risks: mortality and burden of disease attributable to selected major risks. Switzerland: Geneva: World Health Organization; 2009.
16. Golubic R, Wijndaele K, Sharp SJ, Simmons RK, Griffin SJ, Wareham NJ et al. Physical activity, sedentary time and gain in overall and central body fat: 7-year follow-up of the ProActive trial cohort. *Int J Obes (Lond)* 2014.
17. Josbeno DA, Kalarchian M, Sparto PJ, Otto AD, Jakicic JM. Physical activity and physical function in individuals post-bariatric surgery. *Obes Surg* 2011;21(8):1243-9.
18. Hooper MM, Stellato TA, Hallowell PT, Seitz BA, Moskowitz RW. Musculoskeletal findings in obese subjects before and after weight loss following bariatric surgery. *Int J Obes (Lond)* 2007;31(1):114-20.
19. Tompkins J, Bosch PR, Chenowith R, Tiede JL, Swain JM. Changes in functional walking distance and health-related quality of life after gastric bypass surgery. *Phys Ther* 2008;88(8):928-35.
20. Bond DS, Jakicic JM, Unick JL, Vithianathan S, Pohl D, Roye GD et al. Pre- to postoperative physical activity changes in bariatric surgery patients: self report vs. objective measures. *Obesity (Silver Spring)* 2010;18(12):2395-7.
21. Chapman N, Hill K, Taylor S, Hassanali M, Straker L, Hamdorf J. Patterns of physical activity and sedentary behaviour after bariatric surgery: an observational study. *Surg Obes Relat Dis* 2013;25.

22. Josbeno DA, Jakicic JM, Hergenroeder A, Eid GM. Physical activity and physical function changes in obese individuals after gastric bypass surgery. *Surg Obes Relat Dis* 2010;6(4):361-6.
23. King WC, Hsu JY, Belle SH, Courcoulas AP, Eid GM, Flum DR et al. Pre- to postoperative changes in physical activity: report from the longitudinal assessment of bariatric surgery-2 (LABS-2). *Surg Obes Relat Dis* 2012;8(5):522-32.
24. Berglind D, Willmer M, Eriksson U, Thorell A, Sundbom M, Udden J et al. Longitudinal Assessment of Physical Activity in Women Undergoing Roux-en-Y Gastric Bypass. *Obes Surg* 2014 epub ahead of print 18 June 2014; doi: 10.1007/s11695-014-1331-x
25. Volgyi E, Tylavsky FA, Lytikainen A, Suominen H, Alen M, Cheng S. Assessing body composition with DXA and bioimpedance: effects of obesity, physical activity, and age. *Obesity (Silver Spring)* 2008;16(3):700-5.
26. WHO. Obesity: preventing and managing the global epidemic. Geneva: World Health Organization; 2000.
27. Vatieer C, Henegar C, Ciangura C, Poitou-Bernert C, Bouillot JL, Basdevant A et al. Dynamic relations between sedentary behavior, physical activity, and body composition after bariatric surgery. *Obes Surg* 2012;22(8):1251-6.
28. Bell JA, Kivimaki M, Hamer M. Metabolically healthy obesity and risk of incident type 2 diabetes: a meta-analysis of prospective cohort studies. *Obes Rev* 2014;15(6):504-15.
29. Vanhecke TE, Franklin BA, Miller WM, deJong AT, Coleman CJ, McCullough PA. Cardiorespiratory fitness and sedentary lifestyle in the morbidly obese. *Clin Cardiol* 2009;32(3):121-4.
30. Fornitano LD, Godoy MF. Exercise testing in individuals with morbid obesity. *Obes Surg* 2010;20(5):583-8.
31. Stegen S, Derave W, Calders P, Van Laethem C, Pattyn P. Physical fitness in morbidly obese patients: effect of gastric bypass surgery and exercise training. *Obes Surg* 2011;21(1):61-70.

32. Arena R, Cahalin LP. Evaluation of cardiorespiratory fitness and respiratory muscle function in the obese population. *Prog Cardiovasc Dis* 2014;56(4):457-64.
33. Barry VW, Baruth M, Beets MW, Durstine JL, Liu J, Blair SN. Fitness vs. fatness on all-cause mortality: a meta-analysis. *Prog Cardiovasc Dis* 2014;56(4):382-90.
34. Koster A, Harris TB, Moore SC, Schatzkin A, Hollenbeck AR, van Eijk JT et al. Joint associations of adiposity and physical activity with mortality: the National Institutes of Health-AARP Diet and Health Study. *Am J Epidemiol* 2009;169(11):1344-51.
35. Gallagher MJ, Franklin BA, Ehrman JK, Keteyian SJ, Brawner CA, deJong AT et al. Comparative impact of morbid obesity vs heart failure on cardiorespiratory fitness. *Chest* 2005;127(6):2197-203.
36. McAuley PA, Beavers KM. Contribution of cardiorespiratory fitness to the obesity paradox. *Prog Cardiovasc Dis* 2014;56(4):434-40.
37. Ponta ML, Gozza M, Giacinto J, Gradasci R, Adami GF. Effects of Obesity on Posture and Walking: Study Prior to and Following Surgically Induced Weight Loss. *Obes Surg* 2014 epub ahead of print 22 April 2014; doi: 10.1007/s11695-014-1254-6.
38. Blaszczyk JW, Plewa M, Cieslinska-Swider J, Bacik B, Zahorska-Markiewicz B, Markiewicz A. Impact of excess body weight on walking at the preferred speed. *Acta Neurobiol Exp (Wars)* 2011;71(4):528-40.
39. Larsson UE, Reynisdottir S. The six-minute walk test in outpatients with obesity: reproducibility and known group validity. *Physiother Res Int* 2008;13(2):84-93.
40. Beriault K, Carpentier AC, Gagnon C, Menard J, Baillargeon JP, Ardilouze JL et al. Reproducibility of the 6-minute walk test in obese adults. *Int J Sports Med* 2009;30(10):725-7.
41. Kolotkin RL, LaMonte MJ, Litwin S, Crosby RD, Gress RE, Yanowitz FG et al. Cardiorespiratory fitness and health-related quality of life in bariatric surgery patients. *Obes Surg* 2011;21(4):457-64.
42. Tessier A, Zavorsky GS, Kim do J, Carli F, Christou N, Mayo NE. Understanding the Determinants of Weight-Related Quality of Life among Bariatric Surgery Candidates. *J Obes* 2012;2012:713426.

43. Garber CE, Blissmer B, Deschenes MR, Franklin BA, Lamonte MJ, Lee IM et al. American College of Sports Medicine position stand. Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: guidance for prescribing exercise. *Med Sci Sports Exerc* 2011;43(7):1334-59.
44. 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.
45. Fletcher GF, Ades PA, Kligfield P, Arena R, Balady GJ, Bittner VA et al. Exercise standards for testing and training: a scientific statement from the American Heart Association. *Circulation* 2013;128(8):873-934.
46. Ladabaum U, Mannalithara A, Myer PA, Singh G. Obesity, Abdominal Obesity, Physical Activity, and Caloric Intake in U.S. Adults: 1988-2010. *Am J Med* 2014.
47. Moore SC, Patel AV, Matthews CE, Berrington de Gonzalez A, Park Y, Katki HA et al. Leisure time physical activity of moderate to vigorous intensity and mortality: a large pooled cohort analysis. *PLoS Med* 2012;9(11):e1001335.
48. Chomistek AK, Manson JE, Stefanick ML, Lu B, Sands-Lincoln M, Going SB et al. Relationship of sedentary behavior and physical activity to incident cardiovascular disease: results from the Women's Health Initiative. *J Am Coll Cardiol* 2013;61(23):2346-54.
49. Marshall SJ, Merchant G. Advancing the science of sedentary behavior measurement. *Am J Prev Med* 2013;44(2):190-1.
50. Tudor-Locke C, Craig CL, Brown WJ, Clemes SA, De Cocker K, Giles-Corti B et al. How many steps/day are enough? For adults. *Int J Behav Nutr Phys Act* 2011;8:79.
51. Tudor-Locke C, Craig CL, Thyfault JP, Spence JC. A step-defined sedentary lifestyle index: <5000 steps/day. *Appl Physiol Nutr Metab* 2013;38(2):100-14.
52. Owen N, Sparling PB, Healy GN, Dunstan DW, Matthews CE. Sedentary behavior: emerging evidence for a new health risk. *Mayo Clin Proc* 2011;85(12):1138-41.
53. Raynor HA, Bond DS, Freedson PS, Sisson SB. Sedentary behaviors, weight, and health and disease risks. *J Obes* 2012;2012:852743.

54. Thorp AA, Owen N, Neuhaus M, Dunstan DW. Sedentary behaviors and subsequent health outcomes in adults a systematic review of longitudinal studies, 1996-2011. *Am J Prev Med* 2011;41(2):207-15.
55. Bell JA, Kivimaki M, Batty GD, Hamer M. Metabolically healthy obesity: What is the role of sedentary behaviour? *Prev Med* 2014;62:35-7.
56. Loprinzi P, Smit E, Lee H, Crespo C, Andersen R, Blair SN. The "fit but fat" paradigm addressed using accelerometer-determined physical activity data. *N Am J Med Sci* 2014;6(7):295-301.
57. Bond DS, Unick JL, Jakicic JM, Vithiananthan S, Trautvetter J, O'Leary KC et al. Physical activity and quality of life in severely obese individuals seeking bariatric surgery or lifestyle intervention. *Health Qual Life Outcomes* 2012;10:86.
58. Owen N, Sugiyama T, Eakin EE, Gardiner PA, Tremblay MS, Sallis JF. Adults' sedentary behavior determinants and interventions. *Am J Prev Med* 2011;41(2):189-96.
59. Papalazarou A, Yannakoulia M, Kavouras SA, Komesidou V, Dimitriadis G, Papakonstantinou A et al. Lifestyle intervention favorably affects weight loss and maintenance following obesity surgery. *Obesity (Silver Spring)* 2010;18(7):1348-53.
60. Mozaffarian D, Afshin A, Benowitz NL, Bittner V, Daniels SR, Franch HA et al. Population approaches to improve diet, physical activity, and smoking habits: a scientific statement from the American Heart Association. *Circulation* 2012;126(12):1514-63.
61. Chau JY, Grunseit A, Midthjell K, Holmen J, Holmen TL, Bauman AE et al. Cross-sectional associations of total sitting and leisure screen time with cardiometabolic risk in adults. Results from the HUNT Study, Norway. *J Sci Med Sport* 2014;17(1):78-84.
62. Saunders TJ, Tremblay MS, Mathieu ME, Henderson M, O'Loughlin J, Tremblay A et al. Associations of sedentary behavior, sedentary bouts and breaks in sedentary time with cardiometabolic risk in children with a family history of obesity. *PLoS One* 2013;8(11):e79143.
63. Carson V, Wong SL, Winkler E, Healy GN, Colley RC, Tremblay MS. Patterns of sedentary time and cardiometabolic risk among Canadian adults. *Prev Med* 2014;65:23-7.

64. Lee PH, Nan H, Yu YY, McDowell I, Leung GM, Lam TH. For non-exercising people, the number of steps walked is more strongly associated with health than time spent walking. *J Sci Med Sport* 2013;16(3):227-30.
65. Rowe DA, Kang M, Sutherland R, Holbrook EA, Barreira TV. Evaluation of inactive adults' ability to maintain a moderate-intensity walking pace. *J Sci Med Sport* 2013;16(3):217-21.
66. Dyrstad SM, Hansen BH, Holme IM, Anderssen SA. Comparison of self-reported versus accelerometer-measured physical activity. *Med Sci Sports Exerc* 2014;46(1):99-106.
67. Bond DS, Thomas JG, Unick JL, Raynor HA, Vithiananthan S, Wing RR. Self-reported and objectively measured sedentary behavior in bariatric surgery candidates. *Surg Obes Relat Dis* 2013;9(1):123-8.
68. Celis-Morales CA, Perez-Bravo F, Ibanez L, Salas C, Bailey ME, Gill JM. Objective vs. self-reported physical activity and sedentary time: effects of measurement method on relationships with risk biomarkers. *PLoS One* 2012;7(5):e36345.
69. King GA, Torres N, Potter C, Brooks TJ, Coleman KJ. Comparison of activity monitors to estimate energy cost of treadmill exercise. *Med Sci Sports Exerc* 2004;36(7):1244-51.
70. Plasqui G, Westerterp KR. Physical activity assessment with accelerometers: an evaluation against doubly labeled water. *Obesity (Silver Spring)* 2007;15(10):2371-9.
71. Corder K, Brage S, Ekelund U. Accelerometers and pedometers: methodology and clinical application. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care* 2007;10(5):597-603.
72. Unick JL, Bond DS, Jakicic JM, Vithiananthan S, Ryder BA, Roye GD et al. Comparison of two objective monitors for assessing physical activity and sedentary behaviors in bariatric surgery patients. *Obes Surg* 2012;22(3):347-52.
73. Fruin ML, Rankin JW. Validity of a multi-sensor armband in estimating rest and exercise energy expenditure. *Med Sci Sports Exerc* 2004;36(6):1063-9.
74. Schlegelmilch RM. The Armband compendium. Activity monitoring and life Style analysis using Bodmedia SenseWear Armband: application and evaluation. Wuerzburg, Germany: STM medical GmbH&CO 2006. p 20.

75. Papazoglou D, Augello G, Tagliaferri M, Savia G, Marzullo P, Maltezos E et al. Evaluation of a multisensor armband in estimating energy expenditure in obese individuals. *Obesity (Silver Spring)* 2006;14(12):2217-23.
76. Kushner RF. Weight loss strategies for treatment of obesity. *Prog Cardiovasc Dis* 2014;56(4):465-72.
77. MES. PORTARIA DO MINISTÉRIO DE ESTADO DA SAÚDE N^o 424: Redefine as diretrizes para a organização da prevenção e do tratamento do sobrepeso e obesidade como linha de cuidado prioritária da Rede de Atenção à Saúde das Pessoas com Doenças Crônicas. In: MES, editor. Brasília: Diário Oficial da União; 2013. p 23 - 4.
78. Godoy-Matos AF, Oliveira J, Guedes EP, Carraro L, Lopes AC, Mancini MC et al. Diretrizes Brasileiras de Obesidade da ABESO. Associação Brasileira para o estudo da Obesidade e Síndrome Metabólica. 2009.
79. Snyder B, Nguyen A, Scarbrough T, Yu S, Wilson E. Comparison of those who succeed in losing significant excessive weight after bariatric surgery and those who fail. *Surg Endosc* 2009;23(10):2302-6.
80. de Aquino LA, Pereira SE, de Souza Silva J, Sobrinho CJ, Ramalho A. Bariatric surgery: impact on body composition after Roux-en-Y gastric bypass. *Obes Surg* 2011;22(2):195-200.
81. de Souza SA, Faintuch J, Sant'anna AF. Effect of weight loss on aerobic capacity in patients with severe obesity before and after bariatric surgery. *Obes Surg* 2010;20(7):871-5.
82. Seres L, Lopez-Ayerbe J, Coll R, Rodriguez O, Vila J, Formiguera X et al. Increased exercise capacity after surgically induced weight loss in morbid obesity. *Obesity (Silver Spring)* 2006;14(2):273-9.
83. Wilms B, Ernst B, Thurnheer M, Weisser B, Schultes B. Differential changes in exercise performance after massive weight loss induced by bariatric surgery. *Obes Surg* 2013;23(3):365-71.
84. de Souza SA, Faintuch J, Fabris SM, Nampo FK, Luz C, Fabio TL et al. Six-minute walk test: functional capacity of severely obese before and after bariatric surgery. *Surg Obes Relat Dis* 2009;5(5):540-3.

85. Maniscalco M, Zedda A, Giardiello C, Faraone S, Cerbone MR, Cristiano S et al. Effect of bariatric surgery on the six-minute walk test in severe uncomplicated obesity. *Obes Surg* 2006;16(7):836-41.
86. Bond DS, Phelan S, Leahey TM, Hill JO, Wing RR. Weight-loss maintenance in successful weight losers: surgical vs non-surgical methods. *Int J Obes (Lond)* 2009;33(1):173-80.
87. Swift DL, Johannsen NM, Lavie CJ, Earnest CP, Church TS. The role of exercise and physical activity in weight loss and maintenance. *Prog Cardiovasc Dis* 2014;56(4):441-7.
88. Jacobi D, Ciangura C, Couet C, Oppert JM. Physical activity and weight loss following bariatric surgery. *Obes Rev* 2011;12(5):366-77.
89. Vincent HK, Ben-David K, Cendan J, Vincent KR, Lamb KM, Stevenson A. Effects of bariatric surgery on joint pain: a review of emerging evidence. *Surg Obes Relat Dis* 2010;6(4):451-60.
90. Vincent HK, Ben-David K, Conrad BP, Lamb KM, Seay AN, Vincent KR. Rapid changes in gait, musculoskeletal pain, and quality of life after bariatric surgery. *Surg Obes Relat Dis* 2012;8(3):346-54.
91. Wouters EJ, Larsen JK, Zijlstra H, van Ramshorst B, Geenen R. Physical activity after surgery for severe obesity: the role of exercise cognitions. *Obes Surg* 2011;21(12):1894-9.
92. Lukaski HC, Bolonchuk WW, Hall CB, Siders WA. Validation of tetrapolar bioelectrical impedance method to assess human body composition. *J Appl Physiol* (1985) 1986;60(4):1327-32.
93. ATS statement: guidelines for the six-minute walk test. *Am J Respir Crit Care Med* 2002;166(1):111-7.
94. Gibbons WJ, Fruchter N, Sloan S, Levy RD. Reference values for a multiple repetition 6-minute walk test in healthy adults older than 20 years. *J Cardiopulm Rehabil* 2001;21(2):87-93.

95. WHO. Protein and amino acid requirements in human nutrition : report of a joint FAO/WHO/UNU expert consultation. Geneva, Switzerland: Geneva : World Health Organization; 2007.

APÊNDICES

APÊNDICE A

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Dados de identificação

Título do Projeto: **Efeito da Cirurgia bariátrica sobre a capacidade de exercício, nível de atividade física e gasto energético diário em indivíduos obesos.**

- **Pesquisador responsável:** *Carrie Chueiri Galvan Ramos (43)33712288/91125222/30163995 email: carrie@uel.br. Departamento de Fisioterapia/Pós Graduação em Ciências da Saúde, Universidade Estadual de Londrina.*

- **Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Estadual de Londrina.** *Campus Universitário: Rodovia Celso Garcia Cid (PR 445), Km 380, Caixa Postal 6001, CEP 86051-990, Londrina, Paraná. Fone (43) 3371-4503*

- **Comitê de Bioética da Irmandade Santa Casa de Londrina:** *Rua Espírito Santo, 523 CEP: 86010.510. Londrina PR. [.bioiscal@iscal.com.br](mailto:bioiscal@iscal.com.br). Fone (43) 33731643*

Prezado(a) Senhor(a),

Convidamos o Sr.(ª) para participar do projeto de pesquisa “Efeito da cirurgia de bariátrica sobre a capacidade de exercício, nível de atividade física e gasto energético diário em indivíduos obesos”, de responsabilidade da pesquisadora Carrie Chueiri Ramos Galvan.

A redução do peso corporal em obesos submetidos à cirurgia bariátrica associa-se com uma melhor qualidade de vida e alívio dos sintomas de desconforto durante os esforços físicos com repercussões positivas sobre a capacidade de exercício. A avaliação da atividade física e gasto energético diários no pré e pós-operatório poderá contribuir para um melhor entendimento dos efeitos que a redução de peso trará sobre a sua saúde física e futuramente cooperar com a dinâmica do processo de tratamento para redução dos riscos à saúde.

Este estudo tem por objetivo avaliar o efeito da cirurgia bariátrica sobre a capacidade de exercício, nível de atividade física e gasto energético na vida diária de obesos e verificar sua associação com dados antropométricos e de composição corporal.

Caso concorde em participar deste estudo, o Sr(a) será avaliado no Laboratório de Pesquisa em Fisioterapia Pulmonar da Universidade Estadual de Londrina localizado no Hospital Universitário da UEL na avenida Robert Koch nº 60. Serão realizadas avaliações no pré-operatório, após 30 dias, seis meses e após 1 ano da cirurgia, sendo necessários oito encontros.

A avaliação constará de testes que medem sua capacidade de exercício, suas atividades diárias, seu gasto energético e a sua composição corporal. Para avaliação da capacidade de exercício será realizado o teste da distância percorrida em seis minutos (TC6), onde o Sr(a) será orientado a andar em ritmo próprio em um corredor de 30 metros a fim de percorrer a maior distância tolerável durante seis minutos numa velocidade escolhida por si próprio. O teste poderá ser interrompido no caso de fadiga extrema ou algum outro sintoma que o limite. Para avaliação de suas atividades diárias será utilizado um monitor semelhante a um relógio, colocado em seu braço direito durante 7 dias, sem provocar dor ou desconforto. Este monitor registrará o tipo atividade física e o gasto de energia durante este período. Finalmente, para avaliação de sua composição corporal será usado um bioimpedanciômetro com eletrodos colocados no braço e perna, para medir a concentração de gordura do seu corpo. O teste dura poucos minutos e também não gera desconforto.

A sua participação não implicará em riscos previsíveis ou qualquer custo financeiro a você ou responsável. Ficarão à sua disposição os vales transportes necessários para o seu deslocamento até o local do estudo em todos os dias de avaliação.

Você poderá retirar seu consentimento e se recusar a participar da pesquisa a qualquer momento, sem sofrer qualquer prejuízo à assistência que vem recebendo.

A sua privacidade, a confiabilidade dos dados da pesquisa e o sigilo de seu nome ou qualquer outro dado que possa identificá-lo, serão preservados. As informações obtidas em sua avaliação poderão compor documentos para divulgação em eventos científicos e publicações na área.

Eventuais dúvidas que o Senhor(a) possa ter, serão esclarecidas pelo pesquisador responsável no momento de sua inclusão no estudo ou a qualquer tempo, pelos telefones e email constantes neste termo .

Este documento será assinado pelo Senhor(a) e pelo pesquisador responsável em duas vias, uma ficará em sua propriedade e a outra será arquivada pelo pesquisador.

As informações acima estão de acordo com a resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde.

Eu, _____, portador do RG nº _____ abaixo assinado, após receber as informações, concordo em participar, como voluntário, do projeto de pesquisa acima descrito.

Londrina, _____ de _____, _____

Assinatura do participante

Carrie Chueiri Ramos Galvan
Pesquisadora Responsável

APÊNDICE B - AVALIAÇÃO DAS MEDIDAS ANTROPOMÉTRICAS



UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE LONDRINA

CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE

PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DA SAÚDE

PESQUISA DE DOUTORADO: Efeito da Cirurgia Bariátrica sobre a capacidade de exercício, nível de atividade física e gasto energético diário em pacientes obesos.

PESQUISADORES:

Orientador: Prof. Dr. Fabio Pitta

Doutoranda: Ms. Carrie Chueiri Ramos Galvan

PROTOCOLO DE AVALIAÇÃO Nº _____

AVALIAÇÃO ANTROPOMÉTRICA

Nome: _____

M0 - Pré-operatório - Data __/__/__
Avaliador:

Idade (anos)	
Altura (cm)	
Peso (kg)	
IMC Kg/cm²	
Graus de obesidade	
<input type="checkbox"/> I (30 – 34,9 kg/cm ²) <input type="checkbox"/> II (35 – 39,9 kg/cm ²) <input type="checkbox"/> III (40 – 44,9 kg/cm ²) <input type="checkbox"/> IV (> 45 kg/cm ²)	
Circunferência Abdominal (cm)	
Circunferência Quadril (cm)	
Relação Cintura/quadril (cm)	

M 1 – 30 dias PO - Data __/__/__
Avaliador:

Idade (anos)	
Altura (cm)	
Peso (kg)	
IMC Kg/cm²	
Graus de obesidade	
<input type="checkbox"/> I (30 – 34,9 kg/cm ²) <input type="checkbox"/> II (35 – 39,9 kg/cm ²) <input type="checkbox"/> III (40 – 44,9 kg/cm ²) <input type="checkbox"/> IV (> 45 kg/cm ²)	
Circunferência Abdominal (cm)	
Circunferência Quadril (cm)	
Relação Cintura/quadril (cm)	

M 2 – 6 meses PO - Data __/__/__
Avaliador:

Idade (anos)	
Altura (cm)	
Peso (kg)	
IMC Kg/cm²	
Graus de obesidade	
<input type="checkbox"/> I (30 – 34,9 kg/cm ²) <input type="checkbox"/> II (35 – 39,9 kg/cm ²) <input type="checkbox"/> III (40 – 44,9 kg/cm ²) <input type="checkbox"/> IV (> 45 kg/cm ²)	
Circunferência Abdominal (cm)	
Circunferência Quadril (cm)	
Relação Cintura/quadril (cm)	

M 3 – 1 ano PO - Data __/__/__
Avaliador:

Idade (anos)	
Altura (cm)	
Peso (kg)	
IMC Kg/cm²	
Graus de obesidade	
<input type="checkbox"/> I (30 – 34,9 kg/cm ²) <input type="checkbox"/> II (35 – 39,9 kg/cm ²) <input type="checkbox"/> III (40 – 44,9 kg/cm ²) <input type="checkbox"/> IV (> 45 kg/cm ²)	
Circunferência Abdominal (cm)	
Circunferência Quadril (cm)	
Relação Cintura/quadril (cm)	

OBS: _____

APÊNDICE C - Avaliação da Composição Corporal



UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE LONDRINA

CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE

PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DA SAÚDE

PESQUISA DE DOUTORADO: Efeito da Cirurgia Bariátrica sobre a capacidade de exercício, nível de atividade física e gasto energético diário em pacientes obesos.

PESQUISADORES:

Orientador: Prof. Dr. Fabio Pitta

Doutoranda: Ms. Carrie Chueiri Ramos Galvan

PROTOCOLO DE AVALIAÇÃO N° _____

TESTE DE COMPOSIÇÃO CORPORAL BIOIMPEDÂNCIA (modelo 310 v 6.1)

Nome: _____

M0 - Pré-operatório - Data __/__/__
Avaliador:

Idade (anos)		Peso (kg)	
Altura (cm)		IMC Kg/cm ²	
Total de água corporal (l)			
% peso do corpo (água)			
% massa magra (água)			
Biorresistência (ohms)			
Reatância (ohms)			
	Atual	Alvo	
% de gorgura			
Peso total (kg)			
Peso da gordura (kg)			
Peso massa magra (kg)			
Peso a perder (kg)			
Taxa metabólica (cal/dia)			
OBS:			

M1 – 30 dias PO - Data __/__/__
Avaliador:

Idade (anos)		Peso (kg)	
Altura (cm)		IMC Kg/cm ²	
Total de água corporal (l)			
% peso do corpo (água)			
% massa magra (água)			
Biorresistência (ohms)			
Reatância (ohms)			
	Atual	Alvo	
% de gorgura			
Peso total (kg)			
Peso da gordura (kg)			
Peso massa magra (kg)			
Peso a perder (kg)			
Taxa metabólica (cal/dia)			
OBS:			

M2 – 6 meses PO- Data __/__/__
Avaliador:

Idade (anos)		Peso (kg)	
Altura (cm)		IMC Kg/cm ²	
Total de água corporal (l)			
% peso do corpo (água)			
% massa magra (água)			
Biorresistência (ohms)			
Reatância (ohms)			
	Atual	Alvo	
% de gorgura			
Peso total (kg)			
Peso da gordura (kg)			
Peso massa magra (kg)			
Peso a perder (kg)			
Taxa metabólica (cal/dia)			
OBS:			

M3 – 1 ano PO - Data __/__/__
Avaliador:

Idade (anos)		Peso (kg)	
Altura (cm)		IMC Kg/cm ²	
Total de água corporal (l)			
% peso do corpo (água)			
% massa magra (água)			
Biorresistência (ohms)			
Reatância (ohms)			
	Atual	Alvo	
% de gorgura			
Peso total (kg)			
Peso da gordura (kg)			
Peso massa magra (kg)			
Peso a perder (kg)			
Taxa metabólica (cal/dia)			
OBS:			

APÊNDICE D - Avaliação da Capacidade Funcional - TC6min



UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE LONDRINA

CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE

PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DA SAÚDE

PESQUISA DE DOUTORADO: Efeito da Cirurgia Bariátrica sobre a capacidade de exercício, nível de atividade física e gasto energético diário em pacientes obesos.

PESQUISADORES:

Orientador: Prof. Dr. Fabio Pitta

Doutoranda: Ms. Carrie Chueiri Ramos Galvan

PROTOCOLO DE AVALIAÇÃO N^o _____

TESTE DE CAMINHADA DE SEIS MINUTOS - TC6min (ATS 2002)

Nome: _____

M0 - Pré-operatório - Data __/__/__			
Avaliador:			
Idade (anos)		Peso (kg)	
Altura (cm)		IMC Kg/cm ²	
Horário	-		

M0 - Pré-operatório - Data __/__/__			
Avaliador:			
Idade (anos)		Peso (kg)	
Altura (cm)		IMC Kg/cm ²	
Horário	-		

	Antes	Após	REC2	REC4	REC6
PA(mmHg)					
SatO ₂ %					
BORG D					
BORG F					
FC (bpm)					
Número de voltas		Sintomas			
30	420	TC1			
60	450				
90	480	TC2			
120	510				
150	540	TC3			
180	570				
210	600	TC4			
240	630				
270	660	TC5			
300	690				
330	720	TC6			
360	750				
390	780	Valor predito			
Distância:		% predito			

	Antes	Após	REC2	REC4	REC6
PA(mmHg)					
SatO ₂ %					
BORG D					
BORD F					
FC (bpm)					
Número de voltas		Sintomas			
30	420	TC1			
60	450				
90	480	TC2			
120	510				
150	540	TC3			
180	570				
210	600	TC4			
240	630				
270	660	TC5			
300	690				
330	720	TC6			
360	750				
390	780	Valor predito			
Distância:		% predito			

ATENÇÃO: APERTAR O BOTÃO DO ARMBAND ANTES E APÓS O TESTE

OBS:

PESQUISADORES:

Orientador: Prof. Fabio Pitta

Doutoranda: Ms. Carrie Chueiri Ramos Galvan

PROTOCOLO DE AVALIAÇÃO Nº _____

TESTE DE CAMINHADA DE SEIS MINUTOS - TC6min (ATS 2002)

Nome: _____

M1 - 30 dias Pós-operatório - Data __/__/__			
Avaliador:			
Idade (anos)		Peso (kg)	
Altura (cm)		IMC Kg/cm ²	
Horário	-		

M1 - 30 dias Pós-operatório - Data __/__/__			
Avaliador:			
Idade (anos)		Peso (kg)	
Altura (cm)		IMC Kg/cm ²	
Horário	-		

	Antes	Após	REC2	REC4	REC6
PA(mmHg)					
SatO ₂ %					
BORG D					
BORG F					
FC (bpm)					
Número de voltas		Sintomas			
30	420	TC1			
60	450				
90	480	TC2			
120	510				
150	540	TC3			
180	570				
210	600	TC4			
240	630				
270	660	TC5			
300	690				
330	720	TC6			
360	750				
390	780	Valor predito			
Distância:		% predito			

	Antes	Após	REC2	REC4	REC6
PA(mmHg)					
SatO ₂ %					
BORG D					
BORD F					
FC (bpm)					
Número de voltas		Sintomas			
30	420	TC1			
60	450				
90	480	TC2			
120	510				
150	540	TC3			
180	570				
210	600	TC4			
240	630				
270	660	TC5			
300	690				
330	720	TC6			
360	750				
390	780	Valor predito			
Distância:		% predito			

ATENÇÃO: APERTAR O BOTÃO DO ARMBAND ANTES E APÓS O TESTE

OBS:



UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE LONDRINA

CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DA SAÚDE

PESQUISA DE DOUTORADO: Efeito da Cirurgia Bariátrica sobre a capacidade de exercício, nível de atividade física e gasto energético diário em pacientes obesos.

PESQUISADORES:

Orientador: Prof. Dr. Fabio Pitta

Doutoranda: Ms. Carrie Chueiri Ramos Galvan

PROTOCOLO DE AVALIAÇÃO N° _____

TESTE DE CAMINHADA DE SEIS MINUTOS - TC6min (ATS 2002)

Nome: _____

M2 - 6 meses Pós-operatório - Data __/__/__			
Avaliador:			
Idade (anos)		Peso (kg)	
Altura (cm)		IMC Kg/cm ²	
Horário	-		

M2 - 6 meses Pós-operatório - Data __/__/__			
Avaliador:			
Idade (anos)		Peso (kg)	
Altura (cm)		IMC Kg/cm ²	
Horário	-		

	Antes	Após	REC2	REC4	REC6
PA(mmHg)					
SatO ₂ %					
BORG D					
BORG F					
FC (bpm)					
Número de voltas		Sintomas			
30	420	TC1			
60	450				
90	480	TC2			
120	510				
150	540	TC3			
180	570				
210	600	TC4			
240	630				
270	660	TC5			
300	690				
330	720	TC6			
360	750				
390	780	Valor predito			
Distância:		% predito			

	Antes	Após	REC2	REC4	REC6
PA(mmHg)					
SatO ₂ %					
BORG D					
BORD F					
FC (bpm)					
Número de voltas		Sintomas			
30	420	TC1			
60	450				
90	480	TC2			
120	510				
150	540	TC3			
180	570				
210	600	TC4			
240	630				
270	660	TC5			
300	690				
330	720	TC6			
360	750				
390	780	Valor predito			
Distância:		% predito			

ATENÇÃO: APERTAR O BOTÃO DO ARMBAND ANTES E APÓS O TESTE

OBS:

PESQUISA DE DOUTORADO: Efeito da Cirurgia Bariátrica sobre a capacidade de exercício, nível de atividade física e gasto energético diário em pacientes obesos.

PESQUISADORES:

Orientador: Prof. Dr. Fabio Pitta

Doutoranda: Ms. Carrie Chueiri Ramos Galvan

PROTOCOLO DE AVALIAÇÃO Nº _____

TESTE DE CAMINHADA DE SEIS MINUTOS - TC 6min (ATS 2002)

Nome: _____

M3 - 1 ano Pós-operatório - Data __/__/__			
Avaliador:			
Idade (anos)		Peso (kg)	
Altura (cm)		IMC Kg/cm ²	
Horário	-		

M3 - 1 ano Pós-operatório - Data __/__/__			
Avaliador:			
Idade (anos)		Peso (kg)	
Altura (cm)		IMC Kg/cm ²	
Horário	-		

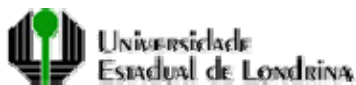
	Antes	Após	REC2	REC4	REC6
PA(mmHg)					
SatO ₂ %					
BORG D					
BORG F					
FC (bpm)					
Número de voltas			Sintomas		
30	420		TC1		
60	450				
90	480		TC2		
120	510				
150	540		TC3		
180	570				
210	600		TC4		
240	630				
270	660		TC5		
300	690				
330	720		TC6		
360	750				
390	780		Valor predito		
Distância:			% predito		

	Antes	Após	REC2	REC4	REC6
PA(mmHg)					
SatO ₂ %					
BORG D					
BORD F					
FC (bpm)					
Número de voltas			Sintomas		
30	420		TC1		
60	450				
90	480		TC2		
120	510				
150	540		TC3		
180	570				
210	600		TC4		
240	630				
270	660		TC5		
300	690				
330	720		TC6		
360	750				
390	780		Valor predito		
Distância:			% predito		

ATENÇÃO: APERTAR O BOTÃO DO ARMBAND ANTES E APÓS O TESTE

OBS:

APÊNDICE E - Monitorização da AFVD - Manual de Instruções e Diário



CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE

PESQUISA DE DOUTORADO: Efeito da Cirurgia Bariátrica sobre a capacidade de exercício, nível de atividade física e gasto energético diário em pacientes obesos.

PESQUISADORES:

Orientador: Prof. Dr. Fabio Pitta
Doutoranda: Ms. Carrie Chueiri Ramos Galvan

MANUAL DE INFORMAÇÕES SOBRE O USO DO MONITOR DE ATIVIDADE FÍSICA (SENSEWEAR ARMBAND)

- INFORMAÇÕES GERAIS

Prezado participante,

Muito obrigado por sua participação nesse estudo. Por favorr leia com atenção os pontos abaixo.

Importante:

- ✓ É fundamental que o(a) senhor(a) use o aparelho durante **24 horas** num período de **8 dias consecutivos**.
- ✓ O aparelho deve ser utilizado **inclusive durante a noite**.
- ✓ Retire o aparelho somente quando o(a) senhor(a) for tomar banho. **Os aparelho não pode ser molhado!**
- ✓ **Não mude seu padrão normal diário de atividades** e tente manter suas atividades o mais próximo do normal.

Não esquecer de escrever no diário) quando o(a) se _____nhor(a) colocou e retirou os aparelhos.

Em caso de dúvida ou problema, por favor entre em contato com:

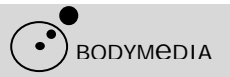

XXXXXX – (44) 9118-XXX

XXXXXX - 88XX-XX37

Profa.Carrie Galvan - 3371-XXX 2288 ou X112-XX2X (das 08:00 às 17:00 horas) ou 301XXX (após as 17:00 horas)

INSTRUÇÕES PARA COLOCAR E RETIRAR O APARELHO

Como colocar a faixa do Armband no braço?

- O aparelho deve ser colocado necessariamente no **braço esquerdo** por baixo da roupa.
- Sentado e com o braço apoiado em uma mesa, coloque o aparelho em contato com sua pele, atrás do seu braço esquerdo, entre seu cotovelo e o ombro. Depois, feche com o velcro de forma que fique confortável (nem muito apertado que incomode, e nem muito solto que possa ficar caindo ou abrir).
- O aparelho deve ficar com o símbolo  BODYMEDIA  posicionado para o lado de cima, **sempre atrás do braço**.
- Alguns segundos ou minutos depois de ser colocado, o aparelho irá emitir um som rápido. Este é o sinal de que ele está ligando. Quando o(a) senhor(a) retirar o aparelho, aparecer o mesmo sinal indicando que está sendo desligado. Isto acontecerá automaticamente sem precisar apertar qualquer botão. Isso é normal e faz parte do funcionamento do aparelho
- Não utilizar cremes ou óleos sobre o local onde o aparelho ficará em contato pois isso poderá prejudicar o funcionamento do mesmo.
- No caso de irritação na pele no local de contato do aparelho, desvie o aparelho um pouco para o lado mas deixe-o sempre na região posterior de seu braço. mantenha a pele sempre bem seca neste local. Caso a irritação incomodar muito, favor entrar em contato conosco.



Como retirar o aparelho?

- Retire a faixa do braço
- Guarde o aparelho em local seco e seguro.
- Evite choques e não coloque nenhum peso em cima dos aparelhos.

Diário de uso

NOME: _____ **Protocolo:** _____

Coloque o monitor conforme as instruções nas páginas 1 e 2

Dia	Horário de retirada	Horário de colocação	Horário de dormir	Horário de acordar
Dia 1				
Dia 2				
Dia 3				
Dia 4				
Dia 5				
Dia 6				
Dia 7				
Dia 8				

Gasto Energético em Repouso	Horário de início	Horário de retirada

Muito obrigado pela sua participação nesse estudo!

ANEXOS

ANEXO 1 - Parecer do Comitê de Ética em Pesquisa CEP 225/2011



UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE LONDRINA

COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA ENVOLVENDO SERES HUMANOS
Universidade Estadual de Londrina
Registro CONEP 268

Parecer CEP/UEL:	225/2011
CAAE:	0196.0.268.268-11
Processo:	23926/2011
Folha de Rosto:	454414
Pesquisador(a):	Carrie Chueiri Ramos Galvan
Unidade/Órgão:	Departamento de Fisioterapia/CCS

Prezado(a) Senhor(a):

O "Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos da Universidade Estadual de Londrina" (Registro CONEP 268) – de acordo com as orientações da Resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde/MS e Resoluções Complementares, avaliou o projeto:

"O efeito da Cirurgia Bariátrica sobre a Capacidade de Exercício, Nível de Atividade Física e Gasto Energético Diários em Pacientes Obesos".

Situação do Projeto: Aprovado

Informamos que deverá ser comunicada, por escrito, qualquer modificação que ocorra no desenvolvimento da pesquisa, bem como deverá apresentar ao CEP/UEL relatório final da pesquisa.

Londrina, 17 de outubro de 2011.

Prof. Dra. Alexandrina Aparecida Maciel Cardelli
Coordenadora do Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos
Universidade Estadual de Londrina

ANEXO 2 - Parecer do Comitê de Ética em Pesquisa CEP 403/2011



Ilma. Sra.:
CARRIE CHUEIRI RAMOS GALVAN

Ciente
Em 04/01/2012
<i>[Handwritten Signature]</i>

Londrina, 04 de janeiro de 2012.

CEP 403 /11 - CAAE: 0025.0.083.268-11
 Ofício nº.01 /12 BIOISCAL

O Comitê de Bioética e Ética em Pesquisa da Irmandade Santa Casa de Londrina – BIOISCAL, de acordo com orientações da Resolução 196/96 do Conselho Nacional da Saúde/MS, APROVA a realização do Projeto:

“O EFEITO DA CIRURGIA BARIÁTRICA SOBRE A CAPACIDADE DE EXERCÍCIO, NÍVEL DE ATIVIDADE FÍSICA E GASTO ENERGÉTICO DIÁRIOS EM INDIVÍDUOS OBESOS GRAU II E III.”

E informamos que deverá ser comunicado, por escrito, qualquer modificação que ocorrer no desenvolvimento da pesquisa, e segundo esta resolução citada, no § 3º do art. IX, deve ser encaminhado a este Comitê, **relatório parcial semestral (vencimento julho/2012) e final da pesquisa.**

Desejamos sucesso e êxito na realização do mesmo que contribuirá no aprimoramento da assistência à saúde.

Atenciosamente,

[Handwritten Signature]

Ir. Elvira Maria Perides Lawand
 Coordenadora do BIOISCAL



ANEXO 3 - Normas para Publicação: International Journal of Obesity

			
About the Journal	1	Post-Acceptance	6
Article Type Specifications	2	Credits	7
Preparation of Articles	3	Editorial Policies	8
How to Submit	5	Further Information	12

ABOUT THE JOURNAL

Aims and Scope

The *International Journal of Obesity* is a multidisciplinary forum for basic, clinical and applied studies of the biochemical, physiological, genetic, molecular, metabolic, nutritional, psychological and epidemiological aspects of obesity and related disorders.

Topics Covered

Molecular, cellular, animal, human experimental and clinical studies, which address issues related to the development and treatment of obesity, and the functional impairments associated with the obese state. The problems of obesity are multifactorial, and the *International Journal of Obesity* will expect to publish articles with biological, psychological, clinical, sociological and environmental approaches to these problems.

Due to the high volume of submissions that the Journal receives, the following manuscripts will be deemed low priority:

- Simple prevalence studies involving a single country at a single time-point.
- Studies that merely confirm established facts from previous publications and that contain little new information. For example, it is hard to justify publication space for studies that report obesity is associated with known health risks. Therefore, studies that replicate the findings of previously published papers will tend to have a lower priority. If similar data are already published, it will be critical for authors to explain the novelty of their manuscript in the covering letter to the editor.
- Those that involve co-morbidities of obesity (e.g. diabetes, cardiovascular disease), without having obesity-specific components to them. Recent examples include manuscripts that look at associations between inflammatory markers and diabetes or cardiovascular disease. This information is clearly of medical relevance, but it is not necessarily a high priority for a journal devoted to obesity research.
- Those that report the absence of links between obesity and a specific genotype or polymorphism; it is possible that such work could be considered in the form of a Short Communication, but a full manuscript is not justified.
- Those that describe anthropometric indices of obesity that might correlate with plasma markers of co-morbidities, but do not include any data relating to outcome of the co-morbidities.
- Retrospective studies, secondary analyses of data that arise from studies that were not primarily concerned with obesity or body weight, or clinical "audits" (for example of surgical interventions) that were not designed as appropriately

controlled clinical research interventions, unless there is particularly novel information presented that is of importance to the medical literature.

- Those that claim to be pediatric articles but which do not deal specifically with children and adolescents up to the age of 18 years.
- Case reports that do not describe a critical finding or major addition to the literature.

If authors wish to submit articles to the *International Journal of Obesity* in the above areas, they would need to state clearly in the covering letter and introduction to the manuscript what is novel and informative about the study and why is it a valuable addition to the scientific literature.

Journal Details

Editors:

Richard L. Atkinson, M.D., Director, Obesech Obesity Research Center, Virginia Biotechnology Research Park, Richmond, USA

Professor Ian Macdonald, School of Biomedical Sciences, University of Nottingham Medical School, Nottingham, UK

Editorial office:

Nature Publishing Group, The Macmillan Building, 4 Crinan Street, London UK

ijob@nature.com

Impact Factor: 5.386 (2013 Journal Citation Reports, Thomson Reuters, 2014)

Frequency: 12 issues a year

Abstracted in:

Current Contents
 Current Contents Clinical Medicine
 Current Contents Life Sciences
 EMBASE/Excerpta Medica
 Elsevier BIOBASE/Current Awareness in Biological Sciences
 MEDLINE/Index Medicus
 Science Citation Index
 BIOSIS
 CAB Abstracts
 CAB Health and Nutrition Newsletter

ARTICLE TYPE SPECIFICATIONS

ARTICLE DESCRIPTION	ABSTRACT	WORD LIMIT	TABLES/ FIGURES	REFERENCES
Original Articles Please see 'Preparation of Original Articles' below for further details	Structured abstract Max 300 words	4,000 words max excluding abstract, references, figures and tables.	Max of 6	Max of 60
Short Communications These are studies that fall short of the criteria for full Original Articles (e.g. preliminary experiments limited by sample size or duration, or novel hypotheses). Apart from including an abstract, there is no obligation to divide the text into sections.	Unstructured abstract Max 300 words	1,500 words max excluding abstract, references, figures and tables.	Max of 2	Max of 20
Reviews (by Editor invitation only) Reviews are comprehensive analyses of specific topics that are solicited by the Editor. Proposals for reviews may be submitted via the online submission system as a pre-submission enquiry. PLEASE NOTE: All reviews should include search criteria and selection criteria in a Methods Section, along with the total number of articles identified and the total number selected for inclusion in the review. All invited reviews will undergo peer review prior to acceptance.	Unstructured abstract However, if your Review is systematic, please provide a structured abstract. Max 300 words	6,000 words max excluding abstract, references, figures and tables.	Max of 8	Max of 120
Letters to the Editor Letters to the Editor will be considered for publication, subject to editing. Letters must contain information critical to a certain area or must be referencing data recently published in <i>IJO</i> . A Letter must reference the original source but can use an arbitrary title.	No abstract required.	500 words max excluding references, figures and tables.	Max of 2	Max of 10
Editorials (by Editor invitation only) Proposals for Editorials may be submitted; authors should only send an outline of the proposed paper for initial consideration.	No abstract required.	1,000 words excluding references, figures and tables.	Max of 2	Max of 10
Commentaries (by Editor invitation only) Commentaries discuss a paper published in a specific issue and should set the problems addressed by the paper in the wider context of the field.	No abstract required.	1,500 words excluding references, figures and tables.	Max of 1	Max of 10
Debates Debates address an area of research which is of major present interest, and for which there are substantially different views. Subject and authors are chosen by the editors but proposals are welcome.	Unstructured abstract Max 100 words	2,000 words excluding references, figures and tables.	Max of 1	Max of 20
Technical Reports Technical Reports are original articles that address areas of more methodological interest. The content of these Reports must have direct relevance to the field of Obesity and have the same level of scientific rigour expected of the normal original articles.	Structured abstract Max 300 words	2,500 words excluding references, figures and tables.	Max of 4	Max of 25
Expert Reports Expert Reports are articles submitted by a consensus of individuals expert in a given field that opine on a topic in the field of obesity. The article specifications listed are a guide and prospective authors are encouraged to contact Richard Ackinson via the International Journal of Obesity Editorial Office (ijo@nature.com) to discuss their report before submission.	Unstructured abstract Max 100 words	2,000 words excluding references, figures and tables.	Max of 2	Max of 20

Clinical Trials

The *International Journal of Obesity* is interested in attracting the submission of manuscripts describing new therapeutic approaches to obesity treatment. These human intervention trials of new therapies can be pharmacological, surgical, dietary, physical activity, nutraceutical (including herbal preparations), behavioural or some other relevant intervention, but must be novel, include an appropriate control group and be of a sufficiently long duration to generate results of clinical relevance. Trials which also consider maintenance of weight loss would be of particular interest. With regard to the duration of such trials, the following will apply:

1. Diet / lifestyle / nutraceutical interventions. The total duration (weight loss plus weight maintenance) must be at least 1 year. Anything less than this is of little practical value and is highly unlikely to reveal any novel mechanistic findings. The only exception would be if a shorter period of intervention was accompanied by a truly novel mechanistic approach. Even then the study should be at least 3 months in duration and such papers normally would be submitted as Short Communications.
2. Surgery Short term, post-surgery studies are of minimal value as many are likely to be in the rapid phase of weight loss and unlikely to achieve a state of weight maintenance. Thus, surgical studies should be 1 year or more in duration and linked with novel mechanistic/physiological measurements. The only exceptions would be if a shorter period of intervention were accompanied by a truly novel mechanistic approach and such papers normally would be submitted as Short Communications.
3. Drug studies 1 year or longer studies with truly novel agents are unrealistic. However, a 3 month study with a

truly novel agent would not normally deserve to be published as a full paper and should be submitted as a Short Communication if it is of less than 1 year duration. Any established drug being applied to obesity (e.g. the recent application of anti-depressants to an obesity target) or any obesity drug which has already produced publications demonstrating efficacy in humans MUST be studied for at least 1 year.

In addition to these trials of new therapeutic approaches, the *International Journal of Obesity* is also interested in publishing systematic reviews of weight loss and weight maintenance interventions in human subjects. However, these reviews and any associated meta-analyses should only be concerned with studies that are of a duration of at least 1 year.

See the [Editorial Policy](#) section for further information on requirements when submitting a clinical trial.

Special issues

Special issues are comprised of a group of high quality, peer-reviewed manuscripts about a single specific theme / topic. Although the individual manuscripts are stand alone, they collectively make an important point by offering a comprehensive view, or by providing a diverse perspective. The number of manuscripts in a special issue is determined on case by case basis. Special issues are commissioned only by invitation or upon consultation with IJO editorial staff. Please contact the Editor, Special Issues, Nikhil Dhurandhar (nikhil.dhurandhar@bjrc.edu) for preliminary inquiries about special issues. Usually, a person willing to be the Guest Editor of special issues should initiate this process. This Guest Editor will act as the point of contact between IJO and the individual authors submitting manuscripts.

PREPARATION OF ARTICLES

Please note that original articles must contain the following components. Please see below for further details.

- Cover letter
- Title page (including acknowledgements)
- Abstract
- Introduction
- Materials (or Subjects) and Methods
- Results
- Discussion
- Acknowledgements
- Conflict of Interest
- References
- Figure legends
- Tables
- Figures

Cover Letter: The uploaded covering letter must state the material is original research, has not been previously published and has not been submitted for publication elsewhere while under consideration. If the manuscript has been previously considered for publication in another journal, please include the previous reviewer comments, to help expedite the decision by the Editorial team. Add note about including conflict of interest statement.

Title Page: The title page should bear the title of the paper, the full names of all the authors and their affiliations, together with the name, full postal address, telephone and fax numbers and e-mail address of the author to whom correspondence and offprint requests are to be sent (this information is also asked for on the

electronic submission form). The title page must also contain a Conflict of Interest statement (see [Editorial Policy](#) section).

- The title should be brief, informative, of 150 characters or less and should not make a statement or conclusion.
- The running title should consist of no more than 50 letters and spaces. It should be as brief as possible, convey the essential message of the paper and contain no abbreviations.
- Authors should disclose the sources of any support for the work, received in the form of grants and/or equipment and drugs.
- If authors regard it as essential to indicate that two or more co-authors are equal in status, they may be identified by an asterisk symbol with the caption 'These authors contributed equally to this work' immediately under the address list.

Abstract: Original Articles must be prepared with a structured abstract designed to summarise the essential features of the paper in a logical and concise sequence under the following mandatory headings:

- **Background/Objectives:** What was the main question or hypothesis tested?
- **Subjects/Methods:** How many subjects were recruited, how many dropped out? Was the study randomised, case-controlled etc? Interventions/methods used and duration of administration.
- **Results:** Indicate 95% confidence intervals and exact P value for effects.
- **Conclusions:** Answer (significant or not) to main question.

Introduction: The Introduction should assume that the reader is knowledgeable in the field and should therefore be as brief as possible but can include a short historical review where desirable.

Materials/Subjects and Methods: This section should contain sufficient detail, so that all experimental procedures can be reproduced, and include references. Methods, however, that have been published in detail elsewhere should not be described in detail. Authors should provide the name of the manufacturer and their location for any specifically named medical equipment and instruments, and all drugs should be identified by their pharmaceutical names, and by their trade name if relevant.

Results and Discussion: The Results section should briefly present the experimental data in text, tables or figures. Tables and figures should not be described extensively in the text, either. The discussion should focus on the interpretation and the significance of the findings with concise objective comments that describe their relation to other work in the area. It should not repeat information in the results. The final paragraph should highlight the main conclusion(s), and provide some indication of the direction future research should take.

Acknowledgements: These should be brief, and should include sources of support including sponsorship (e.g. university, charity, commercial organisation) and sources of material (e.g. novel drugs) not available commercially.

Conflict of Interest: Authors must declare whether or not there are any competing financial interests in relation to the work described. This information must be included at this stage and will be published as part of the paper. Conflict of interest should be noted in the cover letter and also on the title page. Please see the Conflict of Interest documentation in the [Editorial Policy](#) section for detailed information.

References: Only papers directly related to the article should be cited. Exhaustive lists should be avoided. References should follow the Vancouver format. In the text they should appear as numbers starting at one and at the end of the paper they should be listed (double-spaced) in numerical order corresponding to the order of citation in the text. Where a reference is to appear next to a number in the text, for example following an equation, chemical formula or biological acronym, citations should be written as (ref. X) and not as superscript.
Example: "detectable levels of endogenous Bcl-2 (ref. 3), as confirmed by western blot"

All authors should be listed for papers with up to six authors; for papers with more than six authors, the first six only should be listed, followed by *et al.* Abbreviations for titles of medical periodicals should conform to those used in the latest edition of Index Medicus. The first and last page numbers for each reference should be provided. Abstracts and letters must be identified as such. Papers in press may be included in the list of references.

Personal communications must be allocated a number and included in the list of references in the usual way or simply referred to in the text; the authors may choose which method to use. In either case authors must obtain permission from the individual concerned to quote his/her unpublished work.

Examples:

Journal article, up to six authors:
Belkaid Y, Rouse BT. Natural regulatory T cells in infectious disease. *Nat Immunol* 2005; 6: 383–386.

Journal article, e-pub ahead of print:
Benin M, Parsche S, Bergeman T, Leopold T, Illmer T, Ehringer G *et al.* F-ara-A pharmacokinetics during reduced-intensity conditioning therapy with fludarabine and busulfan. *Bone Marrow Transplant* 2007; e-pub ahead of print 8 January 2007; doi:10.1038/sj.bmt.1708868

Journal article, in press:
Gallardo RL, Juneja HS, Gardner FH. Normal human marrow stromal cells induce clonal growth of human malignant T-lymphoblasts. *Int J Cell Cloning* (in press).

Complete book:
Atkinson K, Champlin R, Ritz J, Fibbe W, Ljungman P, Brenner MK (eds). *Clinical Bone Marrow and Blood Stem Cell Transplantation*, 3rd edn. Cambridge University Press: Cambridge, UK, 2004.

Chapter in book:
Coccia PF. Hematopoietic cell transplantation for osteopetrosis. In: Blume KG, Forman SJ, Appelbaum FR (eds). *Thomas' Hematopoietic Cell Transplantation*, 3rd edn. Blackwell Publishing Ltd: Malden, MA, USA, 2004, pp 1443–1454.

Abstract:
Syrjala KL, Abrams JR, Stone B, Heitman JR. Prospective risk factors for five-year sexuality late effects in men and women after haematopoietic cell transplantation. *Bone Marrow Transplant* 2006; 37(Suppl 1): 94 (abstract 107).

Correspondence:
Cacci G, Pisu S. Overcoming scientific barriers and human prudence [letter]. *Bone Marrow Transplant* 2006; 38: 829–830.

Figure Legends: These should be brief, specific and appear on a separate manuscript page after the References section.

Tables: Tables should only be used to present essential data; they should not duplicate what is written in the text. It is imperative that any tables used are editable, ideally presented in Excel. Each must be uploaded as a separate workbook with a title or caption and be clearly labelled, sequentially. Please make sure each table is cited within the text and in the correct order, e.g. (Table 3). Please save the files with extensions *.xls / .xlsx / .ods / or .doc or .docx*. Please ensure that you provide a 'flat' file, with single values in each cell with no macros or links to other workbooks or worksheets and no calculations or functions.

Figures: Figures and images should be labelled sequentially and cited in the text. Figures should not be embedded within the text but rather uploaded as separate files. Detailed guidelines for submitting artwork can be found by downloading our [Artwork Guidelines](#). The use of three-dimensional histograms is strongly discouraged when the addition of the third dimension gives no extra information.

Reuse of Display Items: See the [Editorial Policy](#) section for information on using previously published tables or figures.

Supplementary Information: Supplementary information (SI) is peer-reviewed material directly relevant to the conclusion of an article that cannot be included in the printed version owing to space or format constraints. The article must be complete and self-explanatory without the SI, which is posted on the journal's website and linked to the article. SI may consist of data files, graphics, movies or extensive tables. Please see our [Artwork Guidelines](#) for information on accepted file types.

Authors should submit supplementary information files in the FINAL format as they are not edited, typeset or changed, and will appear online exactly as submitted. When submitting SI, authors are required to:

- Include a text summary (no more than 50 words) to describe the contents of each file.
- Identify the types of files (file formats) submitted.
- Include the text "Supplementary information is available at (journal name)'s website" at the end of the article and before the references.

Availability of Data and Materials: Please see our [Editorial Policies](#) for information regarding data, protocols, sequences, or structures.

Subject Ontology: Choosing the most relevant and specific subject terms from our subject ontology will ensure that your article will be more discoverable and will appear on appropriate subject specific pages on nature.com, in addition to the journal's own pages. Your article should be indexed with at least one, and up to four unique subject terms that describe the key subjects and concepts in your manuscript. Click [here](#) for help with this.

House Style

- Text should be double spaced with a wide margin.
- All pages and lines are to be numbered. To add page numbers in MS Word, go to Insert then Page Numbers. To add line numbers go to File, Page Setup, then click the Layout tab. In the Apply to box, select Whole document, click Line Numbers then select the Add line numbering check box, followed by Continuous.
- Do not make rules thinner than 1pt (0.36mm).
- Use a coarse hatching pattern rather than shading for tints in graphs.

- Colour should be distinct when being used as an identifying tool.
- Spaces, not commas should be used to separate thousands.
- At first mention of a manufacturer, the town (and state if USA) and country should be provided.
- Statistical methods: For normally distributed data, mean (SD) is the preferred summary statistic. Relative risks should be expressed as odds ratios with 95% confidence interval. To compare two methods for measuring a variable the method of Bland & Altman (1986, *Lancet* 1, 307–310) should be used; for this, calculation of P only is not appropriate.
- Units: Use metric units (SI units) as fully as possible. Preferably give measurements of energy in kilojoules or Megajoules with kilocalories in parentheses (1 kcal = 4.186kJ). Use % throughout.
- Abbreviations: On first using an abbreviation place it in parentheses after the full item. Very common abbreviations such as FFA, RNA, need not be defined. Note these abbreviations: gram g; litre l; milligram mg; kilogram kg; kilojoule kJ; megajoule MJ; weight wt; seconds s; minutes min; hours h. Do not add s for plural units.

Language Editing

Authors who are not native speakers of English sometimes receive negative comments from referees or editors about the language and grammar usage in their manuscripts, which can contribute to a paper being rejected. To reduce the possibility of such problems, we strongly encourage such authors to take at least one of the following steps:

- Have your manuscript reviewed for clarity by a colleague whose native language is English.
- Review the tips for technical writing here: http://www.nature.com/authors/author_mastheads/how_write.html.
- Use an English language editing service such as [Nature Publishing Group Language Editing](#). An editor will improve the English to ensure that your meaning is clear and to identify problems that require your review.

Please note that the use of a language editing service is at the author's own expense and does not guarantee that the article will be selected for peer review or accepted.

HOW TO SUBMIT

Pre-submission Enquiries

Pre-submission enquiries for review articles should be submitted via the online submission system. All other pre-submission enquiries should be directed to the editorial office: email enquiries@nature.com

Online Submission

We only accept manuscript submission via our [online manuscript submission system](#). Before submitting a manuscript, authors are encouraged to consult both our [Editorial Policies](#) and the

[Submission Instructions](#) for our online manuscript submission system. If you have not already done so, please [register for an account](#) with our online manuscript system. You will be able to monitor the status of your manuscript online throughout the editorial process.

Submission of Revisions

Authors submitting a revised manuscript after review are asked to include the following:

- (1) A rebuttal letter, indicating point-by-point how you have addressed the comments raised by the reviewers. If you

disagree with any of the points raised, please provide adequate justification in your letter.

- (2) A marked-up version of the manuscript that highlights changes made in response to the reviewers' comments in order to aid the Editors and reviewers.
- (3) A 'clean' (non-highlighted) version of the manuscript.

POST-ACCEPTANCE

Once a manuscript is accepted, the corresponding author must complete and sign a Licence to Publish form on behalf of all authors and return it to the editorial office. Failure to promptly return the form will result in delay of publication.

Nature Publishing Group does not require authors of original research papers to assign copyright of their published contributions. Authors grant NPG an exclusive license to publish, in return for which they can re-use their papers in their future printed work. NPG's [author license page](#) provides details of the policy.

Standard Publication

Manuscripts published under the standard method of publication will be behind a paywall, requiring readers to pay to view the article, either via their institutional or personal subscription or on a pay-per-view basis. Please click here for a copy of the standard [Licence to Publish](#) form.

Government employees from the United States, Canada and the UK are required to sign and submit the relevant form below:

- [US Government Employee Licence to Publish form](#)
- [Canadian Government Employee Licence to Publish form](#)
- [UK Government Employee Licence to Publish form](#)

Open Access Publication

Authors can indicate during submission whether they wish to pay an article processing charge (detailed in the [Costs](#) section) for their article to be published open access. Publishing open access will mean the paper is freely accessible online immediately upon publication. By paying this charge authors are also permitted to post the final, published PDF of their article on a website, institutional repository or other free public server, immediately on publication.

Authors wishing to publish open access must complete an [Open Access Licence to Publish](#) and a [Payment form](#).

Government employees from the United States, Canada and the UK who wish to publish open access are required to sign and submit the relevant government open access licence form below:

- [US Government Employee Open Access Licence to Publish form](#)
- [Canadian Government Employee Open Access Licence to Publish form](#)
- [UK Government Employee Open Access Licence to Publish form](#)

Open access articles can be published under one of three Creative Commons licences, at the free choice of the authors. Authors should note that some funders require papers to be published under a specific licence and so should check the funder mandate to ensure compliance:

1. Under the **Creative Commons Attribution-Noncommercial-Share Alike 3.0 Unported Licence (CC BY-NC-SA)**, users are free to share (copy, distribute and transmit) and remix (adapt) the contribution under the following conditions ([read full legal code](#)):

- Attribution: Users must attribute the contribution in the manner specified by the author or licensor (but not in any way that suggests that they or their use of the contribution is endorsed by the author or licensor).
- Noncommercial: Users may not use this work for commercial purposes.
- Share Alike: If users alter, transform, or build upon this work, they may distribute the resulting work only under the same or similar licence to this one.

2. Under the **Creative Commons Attribution-Noncommercial-No Derivative Works 3.0 Unported Licence (CC BY-NC-ND)**, users are free to share (copy, distribute and transmit) the contribution under the following conditions ([read full legal code](#)):

- Attribution: Users must attribute the contribution in the manner specified by the author or licensor (but not in any way that suggests that they or their use of the contribution is endorsed by the author or licensor).
- Non-commercial: Users may not use this contribution for commercial purposes.
- No derivative works: Users may not alter, transform, or build upon this work.

3. Under the **Creative Commons Attribution 3.0 Unported Licence**, users are free to share (copy, distribute and transmit) and remix (adapt) the contribution, even commercially, under the following conditions ([read full legal code](#)):

- Attribution: Users must attribute the contribution in the manner specified by the author or licensor (but not in any way that suggests that they or their use of the contribution is endorsed by the author or licensor)

NOTE: Papers published under this licence are charged a higher article processing charge as this licence grants greater end user rights, including commercial reuse of the work. For more information on this licence please see the [press release](#).

With regards to payment, usual credit terms are 30 days from receipt of invoice. Failure to pay your invoice within the stated credit term may result in the Open Access status of the paper being rescinded, with the paper being placed behind the paywall. You may also be subject to such penalties as restrictions on your ability to publish with Nature Publishing Group in the future, involvement of a third party debt collection agency and legal proceedings.

For further information on Open Access please see the [FAQs](#) page. Please note that editors and reviewers will be blind to your choice to ensure an impartial decision on your paper.

Open Access Waiver

Please note that Harvard University FAS, MIT, Princeton, UCSF, University of Hawaii at Manoa, California Institute of Technology (Caltech) and the Georgia Institute of Technology have enacted Open Access policies that conflict with our own. If any corresponding or contributing authors are from these institutions, you will need to provide a waiver from the institution of every affected author, which can be obtained from the institution. This waiver should be submitted at the same time as the Open Access License to Publish form.

Manuscript Deposition Service

Nature Publishing Group (NPG) offers a free Manuscript Deposition Service to authors of original research articles in order to help authors fulfil funder and institutional mandates. The corresponding author must opt in to this service during submission. NPG's Manuscript Deposition Service enables authors who have received funding to meet the open access or public access policies of all of the participating funders, making it simple and free for researchers to comply. The accepted version of the manuscript is made publicly accessible six months after print publication and links back to the journal's website. For further information, please see [here](#).

Self-Archiving

Authors are also encouraged to submit their version of the accepted, peer-reviewed manuscript to their funding body's archive for public release six months after print publication. In addition, authors are encouraged to archive their version of the manuscript in their institution's repositories (as well as on their personal web sites), also six months after the original publication. Authors should cite the publication reference and DOI number on

any deposited version, and provide a link from it to the published article on the NPG website.

This policy complements the policies of the US National Institutes of Health, the Wellcome Trust and other research funding bodies around the world. NPG recognises the efforts of funding bodies to increase access of the research they fund, and strongly encourages authors to participate in such efforts.

Accepted Article Preview

To enable research to be disseminated as quickly as possible following acceptance, the *International Journal of Obesity* is now publishing the author accepted version of all articles online within 72 hours of receipt by production. Articles in this format will be listed online as 'Accepted Article Previews' and will be assigned a DOI (Digital Object Identifier), therefore can be referenced as soon as they appear on the journal website. All manuscripts will undergo copyediting, typesetting and a proof review before the final version is published online and in print. For further information please see the [AAP information page](#). PLEASE NOTE: If you plan to send out a press release for your paper, the embargo will be lifted at the time of AAP publication.

Proofs

The corresponding author will receive an e-mail containing a URL linking to the proofing site. Proof corrections must be returned within 48 hours of receipt. Failure to do so may result in delayed publication. Extensive corrections cannot be made at this stage.

Advance Online Publication

The final version of the manuscript is published online in advance of print. AOP represents the official version of the manuscript and will subsequently appear unchanged, in print.

COSTS

Open Access Publication

If the authors choose to publish their manuscript open access, the article processing charge is £2,500/ \$3,300/ €2,700 (VAT or local taxes will be added where applicable) for papers published under the Creative Commons Attribution-Noncommercial-Share Alike 3.0 Unported Licence and the Creative Commons Attribution-Noncommercial-No Derivative Works 3.0 Unported Licence.

The charge is £2,800/ \$3,700/ €3,100 (VAT or local taxes will be added where applicable) for articles published under the Creative Commons Attribution 3.0 Unported Licence. Papers published under this licence are charged a higher article processing charge as this licence grants greater end user rights including commercial reuse of the work. For more information on this licence please see the [press release](#).

Colour Charges

There is a charge if authors choose to publish their figures in colour in print:

Number of colour illustrations		1	2	3	4	5	6	7+	
Cost	Rest of world	£573	£851	£1,131	£1,302	£1,472	£1,618	£146	per additional colour figure
	USA	\$883	\$1,312	\$1,743	\$2,007	\$2,268	\$2,494	\$225	

(VAT or local taxes will be added where applicable)

Offprints

Offprints may be ordered on the form accompanying the proofs. The charges are necessarily higher if orders for offprints are received after the issue has gone to press.

EDITORIAL POLICIES

Duplicate Publication

Papers must be original and not published or submitted for publication elsewhere. This rule also applies to non-English language publications. NPG allows and encourages prior publication on recognized community preprint servers for review by other scientists before formal submission to a journal. The details of the preprint server concerned and any accession numbers should be included in the cover letter accompanying manuscript submission. This policy does not extend to preprints available to the media or that are otherwise publicized outside the scientific community before or during the submission and consideration process.

Permissions

If a table or figure has been published before, the authors must obtain written permission to reproduce the material in both print and electronic formats from the copyright owner and submit it with the manuscript. This follows for quotes, illustrations and other materials taken from previously published works not in the public domain. The original source should be cited in the figure caption or table footnote. Colour figures can be reproduced if necessary, but the authors will be expected to contribute towards the cost of publication. A quote will be supplied upon acceptance of your paper.

Clinical Trials

As defined by the International Committee of Medical Journal Editors (ICMJE), a clinical trial is any research project that prospectively assigns human subjects to intervention and comparison groups to study the cause-and-effect relationship between a medical intervention and a health outcome. A medical intervention is any intervention used to modify a health outcome and includes but is not limited to drugs, surgical procedures, devices, behavioural treatments, and process-of-care changes. A trial must have at least one prospectively assigned concurrent control or comparison group in order to trigger the requirement for registration. Nonrandomized trials are not exempt from the registration requirement if they meet the above criteria.

When reporting experiments on human subjects, please indicate whether the procedures were in accordance with the ethical standards of the responsible committee on human experimentation (institutional or regional) or with the Helsinki Declaration of 1975 (as revised in 1983). Include Institutional Review Board or Animal Care and Use Committee approvals.

All clinical trials must be registered in a public registry prior to submission. The journal follows the trials registration policy of the ICMJE (www.icmje.org) and considers only trials that have been appropriately registered before submission, regardless of when the trial closed to enrolment. Acceptable registries must meet the following ICMJE requirements:

- be publicly available, searchable, and open to all prospective registrants
- have a validation mechanism for registration data
- be managed by a not-for-profit organization

Examples of registries that meet these criteria include:

- 1) the registry sponsored by the United States National Library of Medicine (www.clinicaltrials.gov);
- 2) the International Standard Randomized Controlled Trial Number Registry (www.controlled-trials.com);
- 3) the Cochrane Royal Group Registry (www.cochrane.org);
- 4) and the European Clinical Trials Database (<http://eudract.ema.europa.eu/>).

The trial registry number for eligible papers will be collected during the submission process.

Randomised Controlled Trials (RCTs) must adhere to the CONSORT statement, (Consolidated Standards Of Reporting Trials). Further information can be found at www.consort-statement.org.

Nature Publishing Group endorses the toolkits and guidelines produced by the Committee on Publication Ethics (COPE): <http://publicationethics.org/>

Conflict of Interest

In the interests of transparency and to help readers form their own judgments of potential bias, authors must declare whether or not there are any competing financial interests in relation to the work described. This information must be included in their cover letter and on the title page of their manuscript. In cases where the authors declare a competing financial interest, a statement to that effect is published as part of the article. If no such conflict exists, the statement will simply read that the authors have nothing to disclose.

For the purposes of this statement, competing interests are defined as those of a financial nature that, through their potential influence on behaviour or content, or from perception of such potential influences, could undermine the objectivity, integrity or perceived value of a publication. They can include any of the following:

- **Funding:** Research support (including salaries, equipment, supplies, reimbursement for attending symposia, and other expenses) by organizations that may gain or lose financially through this publication. The role of the funding body in the design of the study, collection and analysis of data and decision to publish should be stated.
- **Employment:** Recent (while engaged in the research project), present or anticipated employment by any organization that may gain or lose financially through this publication.
- **Personal financial interests:** Stocks or shares in companies that may gain or lose financially through publication; consultation fees or other forms of remuneration from organizations that may gain or lose financially; patents or patent applications whose value may be affected by publication.

It is difficult to specify a threshold at which a financial interest becomes significant, but note that many US universities require faculty members to disclose interests exceeding \$10,000 or 5% equity in a company. Any such figure is arbitrary, so we offer as one possible practical alternative guideline: "Declare all interests that could embarrass you were they to become publicly known after

your work published." We do not consider diversified mutual funds or investment trusts to constitute a competing financial interest.

The statement must contain an explicit and unambiguous statement describing any potential conflict of interest, or lack thereof, for any of the authors as it relates to the subject of the report. Examples include "Dr. Smith receives compensation as a consultant for XYZ Company," "Dr. Jones and Dr. Smith have financial holdings in ABC Company," or "Dr. Jones owns a patent on the diagnostic device described in this report." These statements acknowledging or denying conflicts of interest must be included in the manuscript under the heading Conflict of Interest. The Conflict of Interest disclosure appears in the cover letter, in the manuscript submission process and before the References section in the manuscript.

Following the Conflict of Interest heading, there must be a listing for each author, detailing the professional services relevant to the submission. Neither the precise amount received from each entity nor the aggregate income from these sources needs to be provided. Professional services include any activities for which the individual is, has been, or will be compensated with cash, royalties, fees, stock or stock options in exchange for work performed, advice or counsel provided, or for other services related to the author's professional knowledge and skills. This would include, but not necessarily be limited to, the identification of organizations from which the author received contracts or in which he or she holds an equity stake if professional services were provided in conjunction with the transaction.

Examples of declarations are:

- **Conflict of interest.**
The authors declare no conflict of interest.
- **Conflict of interest.**
Dr. Carter's work has been funded by the NIH. He has received compensation as a member of the scientific advisory board of Acadia Pharmaceutical and owns stock in the company. He also has consulted for Lundbeck and received compensation. Dr. Rothman and Dr. Jensen declare no potential conflict of interest.

Authorship

Requirements for all categories of articles should conform to the "Uniform Requirements for Manuscripts Submitted to Biomedical Journals," developed by the ICMJE (www.icmje.org).

Each author must have contributed sufficiently to the intellectual content of the submission. The corresponding author should list all authors and their contributions to the work. Any changes to the author list after submission, such as a change in the order of the authors, or the deletion or addition of authors, must be approved by a signed letter from every author. The corresponding author must confirm that he or she has had full access to the data in the study and final responsibility for the decision to submit for publication. To qualify as a contributing author, one must meet all of the following criteria:

- 1) Conceived and/or designed the work that led to the submission, acquired data, and/or played an important role in interpreting the results.
- 2) Drafted or revised the manuscript.
- 3) Approved the final version.

Contributions by individuals who made direct contributions to the work but do not meet all of the above criteria should be noted in the Acknowledgments section of the manuscript. Medical writers and industry employees can be contributors. Their roles, affiliations, and potential conflicts of interest should be included in the author list or noted in the Acknowledgments and/or Contributors section concurrent with their contribution to the work submitted. Signed statements from any medical writers or editors declaring that they have given permission to be named as an author, as a contributor, or in the Acknowledgments section is also required. Failure to acknowledge these contributors can be considered inappropriate, which conflicts with the journal's editorial policy.

Correspondence with the Journal

One author is designated the contact author for matters arising from the manuscript (materials requests, technical comments and so on). It is this author's responsibility to inform all co-authors of matters arising and to ensure such matters are dealt with promptly. Before submission, the corresponding author ensures that all authors are included in the author list, its order agreed upon by all authors, and are aware that the manuscript was submitted. After acceptance for publication, proofs are e-mailed to this corresponding author who should circulate the proof to all co-authors and coordinate corrections among them.

Plagiarism and Fabrication

CrossCheck is a multi-publisher initiative to screen published and submitted content for originality. NPG Journals use CrossCheck to detect instances of overlapping and similar text in submitted manuscripts. To find out more about CrossCheck visit www.crossref.org/crosscheck.html. All papers accepted for publication in JJO will be subject to CrossCheck analysis.

Plagiarism is when an author attempts to pass off someone else's work as his or her own. Duplicate publication, sometimes called self-plagiarism, occurs when an author reuses substantial parts of his or her own published work without providing the appropriate references. Minor plagiarism without dishonest intent is relatively frequent, for example, when an author reuses parts of an introduction from an earlier paper.

If plagiarism is found, the journal will contact the author's institute and funding agencies. The paper containing the plagiarism will be marked on each page of the PDF and depending on the extent of the plagiarism, a published article may also be formally retracted.

Image Integrity and Standards

Images submitted with a manuscript for review should be minimally processed (for instance, to add arrows to a micrograph). Authors should retain their unprocessed data and metadata files, as editors may request them to aid in manuscript evaluation. If unprocessed data is unavailable, manuscript evaluation may be stalled until the issue is resolved.

A certain degree of image processing is acceptable for publication, but the final image must correctly represent the original data and conform to community standards. The guidelines below will aid in accurate data presentation at the image processing level:

- Authors should list all image acquisition tools and image processing software packages used. Authors should

document key image-gathering settings and processing manipulations in the Methods section.

- Images gathered at different times or from different locations should not be combined into a single image, unless it is stated that the resultant image is a product of time-averaged data or a time-lapse sequence. If juxtaposing images is essential, the borders should be clearly demarcated in the figure and described in the legend.
- Touch-up tools, such as cloning and healing tools in Photoshop, or any feature that deliberately obscures manipulations, is to be avoided.
- Processing (such as changing brightness and contrast) is appropriate only when it is applied equally across the entire image and is applied equally to controls. Contrast should not be adjusted so that data disappear. Excessive manipulations, such as processing to emphasize one region in the image at the expense of others (for example, through the use of a biased choice of threshold settings), is inappropriate, as is emphasizing experimental data relative to the control.

For gels and blots, positive and negative controls, as well as molecular size markers, should be included on each gel and blot – either in the main figure or an expanded data supplementary figure. The display of cropped gels and blots in the main paper is encouraged if it improves the clarity and conciseness of the presentation. In such cases, the cropping must be mentioned in the figure legend.

- Vertically sliced gels that juxtapose lanes that were not contiguous in the experiment must have a clear separation or a black line delineating the boundary between the gels.
- Cropped gels in the paper must retain important bands.
- Cropped blots in the body of the paper should retain at least six band widths above and below the band.
- High-contrast gels and blots are discouraged, as overexposure may mask additional bands. Authors should strive for exposures with gray backgrounds. Immunoblots should be surrounded by a black line to indicate the borders of the blot, if the background is faint.
- For quantitative comparisons, appropriate reagents, controls and imaging methods with linear signal ranges should be used.

Microscopy adjustments should be applied to the entire image. Threshold manipulation, expansion or contraction of signal ranges and the altering of high signals should be avoided. If 'pseudo-colouring' and nonlinear adjustment (for example 'gamma changes') are used, this must be disclosed. Adjustments of individual colour channels are sometimes necessary on 'merged' images, but this should be noted in the figure legend. We encourage inclusion of the following with the final revised version of the manuscript for publication:

- In the Methods section, specify the type of equipment (microscopes/objective lenses, cameras, detectors, filter mode) and batch number) and acquisition software used. Although we appreciate that there is some variation between instruments, equipment settings for critical measurements should also be listed.
- The display lookup table (LUT) and the quantitative map between the LUT and the bitmap should be provided, especially when rainbow pseudo-colour is used. It should be stated if the LUT is linear and covers the full range of the data.

- Processing software should be named and manipulations indicated (such as type of deconvolution, three-dimensional reconstructions, surface and volume rendering, 'gamma changes', filtering, thresholding and projection).
- Authors should state the measured resolution at which an image was acquired and any downstream processing or averaging that enhances the resolution of the image.

Availability of Data and Materials

An inherent principle of publication is that others should be able to replicate and build upon the authors' published claims. Therefore, a condition of publication is that authors are required to make materials, data, and associated protocols available in a publicly accessible database. Where one does not exist, the information must be made available to referees at submission and to readers promptly upon request. Any restrictions on material availability or other relevant information must be disclosed in the manuscript's Methods section and should include details of how materials and information may be obtained.

Sequences, Structures and "Omics"

Papers reporting protein or DNA sequences and molecular structures will not be accepted without an accession number to [Genbank/EMBL/DBJ](#), [SWISS-PROT](#), [ProteinDataBank](#), or other publicly available database in general use in the field that gives free access to researchers from the date of publication.

Authors of papers describing structures of biological macromolecules must provide experimental data upon the request of Editor if they are not already freely accessible in a publicly available database such as [ProteinDataBank](#), [Biological Magnetic Resonance Database](#), or [Nucleic Acid Database](#).

Human and Other Animal Experiments

For primary research manuscripts reporting experiments on live vertebrates and/or higher invertebrates, the corresponding author must confirm that all experiments were performed in accordance with relevant guidelines and regulations.

All manuscripts reporting animal research must be written up in accordance with the ARRIVE (Animal Research: Reporting In Vivo Experiments) guidelines – see <http://www.nc3rs.org.uk/ARRIVE>. The manuscript must include in the Supplementary Information (methods) section (or, if brief, within of the print/online article at an appropriate place), a statement identifying the institutional and/or licensing committee approving the experiments, including any relevant details regarding animal welfare, patient anonymity, drug side effects and informed consent.

For experiments involving human subjects, authors must identify the committee approving the experiments, and include with their submission a statement confirming that informed consent was obtained from all subjects.

Biosecurity Policy

The Editor may seek advice about submitted papers not only from technical reviewers but also on any aspect of a paper that raises concerns. These may include, for example, ethical issues or issues of data or materials access. Occasionally, concerns may also relate to the implications to society of publishing a paper, including threats to security. In such circumstances, advice will usually be sought simultaneously with the technical peer-review process. As in all

publishing decisions, the ultimate decision whether to publish is the responsibility of the editor of the journal concerned.

Peer Review

Manuscripts sent out for peer review are evaluated by at least one independent reviewer (often two or more). Authors are welcome to suggest independent reviewers to evaluate their manuscript, as well as request individuals or laboratories. All recommendations are considered, but it is at the Editor's discretion their choice of reviewers. To expedite the review process, only papers that seem most likely to meet editorial criteria are sent for external review. Papers judged by the editors to be of insufficient general interest or otherwise inappropriate are rejected promptly without external review. The editors then make a decision based on the reviewers' evaluations:

- **Accept**, with or without editorial revisions.
- **Revise**, with the author addressing concerns raised by the reviewers before a final decision is reached.
- **Reject**, but indicate to the authors that further work might justify a resubmission.
- **Reject outright**, typically on grounds of specialist interest, lack of novelty, insufficient conceptual advance or major technical and/or interpretational problems.

Anonymity and Confidentiality

All details about submitted manuscripts are kept confidential and no comments are issued to outside parties or organizations about manuscripts under consideration or if they are rejected. Editors are restricted to making public comments on a published article's content and their evaluation.

We do not release reviewers' identities to authors, except when reviewers specifically ask to be identified.

We ask reviewers not to identify themselves to authors without the editor's knowledge. If they wish to reveal their identities while the manuscript is under consideration, this should be done via the editor; if this is not practicable, we ask authors to inform the editor as soon as possible after the reviewer has revealed their identity. We deplore any attempt by authors to confront reviewers or try to determine their identities. Our own policy is to neither confirm nor deny any speculation about reviewers' identities, and we encourage reviewers to adopt a similar policy.

Upon accepting an invitation to evaluate a manuscript, reviewers must keep the manuscript and associated data confidential, and not redistribute them without the journal's permission. If a reviewer asks a colleague to assist in assessing a manuscript, confidentiality must be ensured and their names must be provided to the journal with the final report.

Selecting Peer Reviewers

Reviewer selection is critical to the publication process, and we base our choice on many factors, based on expertise, reputation, and specific recommendations. A reviewer may decline the invitation to evaluate a manuscript where there is a perceived conflict of interest (financial or otherwise).

Communication with the Media

Material submitted must not be discussed with the media. We reserve the right to halt the consideration or publication of a paper if this condition is broken. If a paper is particularly newsworthy,

the press release will be sent to our list of journalists in advance of publication with an embargo that forbids any coverage of the manuscript, or the findings of the manuscript, until the time and date clearly stated. Authors whose papers are scheduled for publication may also arrange their own publicity (for instance through their institution's press offices), but they must strictly adhere to our press embargo and are advised to coordinate their own publicity with our [press office](#).

Communication Between Scientists

We do not wish to hinder communication between scientists. We ask you to communicate with other researchers as much as you wish, whether on a recognized community preprint server, by discussion at scientific meetings or by online collaborative sites such as wikis, but we do not encourage premature publication by discussion with the press (beyond a formal presentation, if at a conference).

Pre- and Post-Submissions

Authors are welcome to post pre-submission versions or the original submitted version of the manuscript on a personal blog, a collaborative wiki or a recognized preprint server (such as [ArXiv](#)) at any time (but not subsequent pre-accept versions that evolve due to the editorial process).

For subscribed content, the accepted version of the manuscript, following the review process, may only be posted 6 months after the paper is published in an NPG journal. A publication reference and URL to the published version on the journal website must be provided on the first page of the preprint. The published version — copyedited and in the individual NPG journal format — may not be posted on any website or preprint server.

For open access content published under a creative commons license, authors can replace the submitted version with the final published version at publication as long as a publication reference and URL to the published version on the journal website are provided.

Correction and Retraction Process

Content published as Advance Online Publication (AOP) is final and cannot be amended. The online and print versions are both part of the published record hence the original version must be preserved and changes to the paper should be made as a formal correction. If an error is noticed in an AOP article, a correction should accompany the article when it publishes in print. An HTML (or full-text) version of the correction will also be created and linked to the original article. If the error is found in an article after print publication the correction will be published online and in the next available print issue.

Please note the following categories of corrections to print and online versions of peer reviewed content:

- **Erratum.** Notification of an important error made by the journal that affects the publication record or the scientific integrity of the paper, or the reputation of the authors, or of the journal.
- **Corrigendum.** Notification of an important error made by the author that affects the publication record or the scientific integrity of the paper, or the reputation of the authors or the journal.
- **Retraction.** Notification of invalid results. All co-authors must sign a retraction specifying the error and stating briefly how the conclusions are affected.

Decisions about corrections are made by the Editor (sometimes with peer-reviewers' advice) and this sometimes involves author consultation. Requests to make corrections that do not affect the paper in a significant way or impair the reader's understanding of the contribution (a spelling mistake or grammatical error, for example) are not considered.

In cases where co-authors disagree about a correction, the editors will take advice from independent peer-reviewers and impose the appropriate correction, noting the dissenting author(s) in the text of the published version.

FURTHER INFORMATION

For inquiries related to submission requirements, please contact the [editorial office](#). For inquiries related to advertising, subscriptions, permissions, papers in production or publishing a supplement, please contact the [publisher's office](#).