



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

Faculdade de Ciências Médicas

**INCIDÊNCIA DE EMBOLIA GORDUROSA PÓS-CIRURGIA DE LIPOASPIRAÇÃO
COM OU SEM LIPOENXERTIA – ESTUDO EM ANIMAIS**

FERNANDO FABRÍCIO FRANCO

**Campinas
2011**



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

Faculdade de Ciências Médicas

**INCIDÊNCIA DE EMBOLIA GORDUROSA PÓS-CIRURGIA DE
LIPOASPIRAÇÃO COM OU SEM LIPOENXERTIA – ESTUDO EM ANIMAIS**

FERNANDO FABRÍCIO FRANCO

Tese de Doutorado apresentada à Pós-
Graduação da Faculdade de Ciências Médicas
da Universidade Estadual de Campinas -
UNICAMP para obtenção de título de Doutor em
Ciências. Área de concentração em
Fisiopatologia Cirúrgica. Sob orientação do Prof.
Dr. Alfio José Tincani e coorientação da Prof^a.
Dr^a. Luciana Rodrigues de Meirelles

**Campinas
2011**

**FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA POR
ROSANA EVANGELISTA PODEROSO – CRB8/6652
BIBLIOTECA DA FACULDADE DE CIÊNCIAS MÉDICAS DA UNICAMP**

F848i Franco, Fernando Fabricio, 1978 -
Incidência de embolia gordurosa pós-cirurgia de lipoaspiração
com ou sem lipoenxertia – estudo em animais. / Fernando
Fabricio Franco. -- Campinas, SP: [s.n.], 2011.

Orientador: Alfio José Tincani
Coorientador: Luciana Rodrigues de Meirelles
Tese (Doutorado) - Universidade Estadual de Campinas,
Faculdade de Ciências Médicas.

1. Ratos wistar. 2. Pulmões. 3. Procedimentos cirúrgicos
operatórios. I. Tincani, Alfio José. II. Meirelles, Luciana
Rodrigues de. III. Universidade Estadual de Campinas.
Faculdade de Ciências Médicas. IV. Título.

Informações para Biblioteca Digital

Título em inglês: Occurrence of fat embolism after liposuction surgery, with or without lipografting - in animal study.

Palavras-chave em inglês: Rats, Wistar Lung Surgical procedures, Operative

Área de concentração: Fisiopatologia Cirúrgica

Titulação: Doutor em Ciências

Banca examinadora:

Alfio José Tincani [Orientador]

Fabio Xerfan Nahas

Dov Charles Goldenberg

Antonio Santos Martins

Paulo Kharmandayan

Data da defesa: 14-09-2011

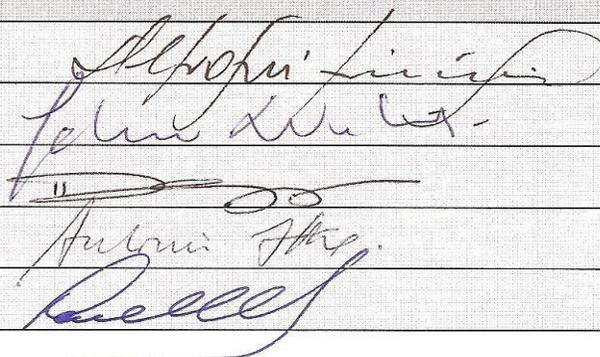
Programa de Pós-Graduação: Faculdade de Ciências Médicas

Banca Examinadora da Defesa de Doutorado
FERNANDO FABRÍCIO FRANCO

Orientador: Prof. Dr. Alfio José Tincani

Membros:

1. Prof. Dr. Alfio José Tincani -
2. Prof. Dr. Fabio Xerfan Nahas -
3. Prof. Dr. Dov Charles Goldenberg -
2. Prof. Dr. Antonio Santos Martins -
3. Prof. Dr. Paulo Kharmandayan -



The image shows five handwritten signatures in blue ink, corresponding to the list of members. The signatures are: 1. Alfio José Tincani, 2. Fabio Xerfan Nahas, 3. Dov Charles Goldenberg, 2. Antonio Santos Martins, and 3. Paulo Kharmandayan.

Curso de Pós-Graduação em Ciências da Cirurgia da Faculdade de Ciências Médicas da Universidade Estadual de Campinas.

Data: 14/09/2011

**... “A persistência é o menor caminho do êxito”
(Charles Chaplin)**

Dedicatória

À minha mãe Sônia, por tudo que me ensinou até os dias de hoje, por ter sido uma vitoriosa durante toda sua vida e me ensinado os caminhos para a vitória também.

Ao meu pai Franco, pela sua força e toda sua influência, me tornando uma pessoa muito semelhante aos seus gestos, muito amigo e companheiro.

À minha irmã Hélen, por ter me inspirado a cursar medicina e me acompanhar em toda a minha formação médica.

Ao meu irmão Henri, por ser fonte de sabedoria e de esforço pessoal, sempre sensato e tranquilo.

À minha noiva Loreany, que chegou à minha vida há poucos anos, mas com tanta intensidade que já posso dizer que veio para ficar. Amiga, companheira, conselheira, ombro amigo nas dificuldades, sendo também minha fonte de inspiração.

Agradecimentos

Ao meu orientador Prof. Dr. Alfio José Tincani, que desde o início da pesquisa e da nossa primeira conversa, já me antecipou as dificuldades que iríamos enfrentar nesta pesquisa, mas nem por isto me desanimou, pelo contrário, desde sempre foi meu companheiro e de prontidão respondia às minhas perguntas, muitas vezes inocentes, mas que para ele sempre foram pertinentes.

À coorientadora Prof^ª. Dra. Luciana Rodrigues de Meirelles, que sempre esteve ao meu lado na cirurgia experimental, sempre alegre e apta a realizar os estudos das lâminas, cuidando da histologia deste trabalho.

E, sem poder me esquecer dos profissionais do Laboratório de Técnica Cirúrgica e Cirurgia Experimental da FCM- UNICAMP, os biólogos Ana Cristina e Willian Adalberto e os técnicos Valdemar Benedito (DITO) e Miguel Luís, que sem eles nada disto seria possível, pois souberam me ajudar desde o projeto piloto.

À Sra. Paula Léa F. C. Ferreira, secretária da Pós-Graduação da Faculdade de Ciências Médicas da Unicamp (FCM- UNICAMP), sempre alegre e disposta a ajudar.

À Sra. Sirlei S. Moraes, funcionária do serviço de estatística do Hospital da Mulher “José Aristodemo Pinotti”, CAISM, a qual colaborou com a pesquisa.

À Sra. Sueli Chaves, secretária do Disciplina de Urologia da FCM-UNICAMP, pela imensa ajuda prestada com a editoração desta tese.

Ao prof. Dr. Paulo Kharmandayan pela sua colaboração e inúmeras discussões sobre o estudo.

Ao Dr. Marcelo Guidi, amigo e mentor na cirurgia plástica e também pelo seu apoio nesta pesquisa.

Aos animais eutanasiados neste estudo, sendo respeitados e tomados os cuidados éticos necessários.

Sumário

Dedicatória	v
Agradecimentos	vi
Sumário	viii
Símbolos, Siglas e Abreviaturas	x
Lista de Tabelas	xii
Lista de Figuras.....	xiii
Lista de Gráficos	xv
Resumo	xvi
Abstract	xviii
1.Introdução	20
1.1. Histórico	21
1.2.Evolução das Técnicas de Lipoaspiração	25
1.3. Definições de Termos.....	28
1.4. Definições Anatômicas	28
1.4.1. Anatomia da Distribuição do Tecido Gorduroso	28
1.5. Lipoaspiração	30
1.6. A Técnica Básica da Lipoaspiração	31
1.7. Avaliação Pré-Operatória	32
1.8. Tipos de Infiltração na Lipoaspiração	32
1.9 Utilidade da Lipoaspiração e Lipoenxertia	34

1.10. Complicações da Lipoaspiração	36
2. Objetivo	39
2.1 Objetivo.....	39
3. Material e Método	40
3.1. Padronização dos Animais	40
3.2. Procedimento Experimental.....	41
3.2.1. Anestesia.....	41
3.2.2. Ato Cirúrgico.....	41
3.2.3 Análise do Sangue do Animal.....	46
3.2.4. Exame Histológico	47
3.2.5. Análise Estatística.....	50
4. Resultados	51
4.1. Volume de Lipoaspiração e o Risco de Embolia	52
4.2 Resultados da Incidência de Embolia	54
4.3 Resultados Do Exame Histológico.....	56
5. Discussão.....	59
6. Conclusão	72
7. Referências Bibliográficas	73
8. Anexo.....	82
Anexo 8.1. Termo de Aceite do Trabalho em Revista Indexada	82
Anexo 8.2. Occurrence of fat embolism after liposuction surgery, with or without lipografting – an experimental study	83
Anexo 8.3. Termo de Aprovação do Estudo pela Comissão Ética na Experimentação Animal – CEEA/UNICAMP - parecer n° 1594.....	98

Símbolos, Siglas e Abreviaturas

ASPS	<i>American Society of Plastic Surgeons- Sociedade Americana dos Cirurgiões Plásticos</i>
ASPRS	<i>American Society of Plastic and Reconstructive Surgery- Sociedade Americana de Cirurgia Plástica e Reconstructora</i>
ANVISA	<i>Agência Nacional de Vigilância Sanitária</i>
Cm	Centímetro
C°	Grau Celsius
EUA	Estados Unidos da América
FCM	Faculdade de Ciências Médicas
H	Hora
H&E	Hematoxilina e Eosina
Hb	Hemoglobina
HbO ₂	<i>Oxihemoglobin- :Oxi-hemoglobina</i>
HbCo ₂	<i>Carbaminohemoglobin- Carbaminohemoglobina</i>
IC	Intervalo de confiança
Kg	Quilogramas
MetHb	<i>Methemoglobin- Metahemoglobina</i>
µm	Micra
ml	Mililitros
mm	Milímetros

mEq	Miliequivalentes
mg	Miligramas
NaCl	Cloreto de Sódio
O ₂ CT	<i>Oxygen content- Conteúdo de Oxigênio</i>
%	Porcentagem
SARA	Síndrome da Angustia Respiratória Aguda
SBCP	Sociedade Brasileira de Cirurgia Plástica
SFS	Sistema Fascial Superficial
n	Número de casos
OR	<i>Odds Ratio</i>

Lista de Tabelas

	Página
Tabela 1. Demonstra os resultados das variáveis estudadas no pré-operatório e 48 horas de pós-operatório para os três grupos	52
Tabela 2. Demonstra as incidências de embolia gordurosa para os pulmões nos três grupos após confirmação nas lâminas de microscopia nas colorações de H&E e Sudan Negro	54

Lista de Figuras

	Página
Figura 1. Material utilizado para o procedimento de anestesia, lipoaspiração e lipoenxertia. A- Pinça de Backhaus; B- Cânulas de lipoaspiração de 10cm de comprimento por 2mm de diâmetro, com um e três furos nas extremidades; C- Suporte para seringa de 20ml, D- Seringas de 1ml e 20ml, E- Gelco tipo Abocath® número 24, F- Scalp número	44
Figura 2. A seta identifica a dissecação da artéria carótida direita para coleta de amostra de sangue pré-operatório	44
Figura 3. A seta identifica a gordura lipoaspirada da região abdominal. Nota-se a cânula de 2mm acoplada com seringa de 20ml sob pressão negativa para lipoaspiração pela técnica manual	45
Figura 4. A seta identifica a gordura no interior da seringa para lipoenxertia na região dorsal inferior do animal, utilizando-se da gordura livre restante, após a decantação, sendo que a mesma era dividida em partes iguais para cada lado do dorso inferior do animal	47
Figura 5. Aparelho de hemoximetria utilizado para análise da oxigenação sanguínea em animais de pequeno porte	44
Figura 6. Animal do grupo C eutanaziado 48hs após a lipoaspiração e lipoenxertia. A seta indica a porção inferior do abdome. Nota-se, após retirar a pele, a parede abdominal intacta sem perfurações da cavidade	48
Figura 7. Animal do grupo C eutanaziado, 48hs após a lipoaspiração e lipoenxertia. A pele da região dorsal inferior foi retirada e as setas indicam a área onde foi realizada a lipoenxertia, no subcutâneo, em proporções iguais para ambos os lados	49
Figura 8. Aspecto dos pulmões retirados de um animal do grupo C positivo para embolia gordurosa na microscopia com as colorações de H&E e Sudan Negro, porém sem alterações macroscópicas	49
Figura 9. Aspecto macroscópico de partes dos órgãos retirados de um animal do grupo C. Da esquerda para direita: cérebro, fígado, rins, pulmões, para serem cortados e corados em coloração com H&E, e fragmentos menores desses órgãos	50

para coloração em Sudan Negro

Figura 10. Fotomicrografias de cortes histológicos dos pulmões dos animais do Grupo A (a), e Grupo C (b). A seta na figura (a) aponta para o interior de uma arteríola pulmonar sem sinais de embolia gordurosa. E em (b) a seta aponta para interior de uma arteríola pulmonar onde há a imagem negativa criada pelo êmbolo de gordura ao redor das células sanguíneas. As fotomicrografias estão com a mesma coloração de H&E nos aumentos de 200 x, 400 x

57

Figura 11. Fotomicrografias dos pulmões dos animais do Grupo A (c) sem sinais de embolia gordurosa e do Grupo C (d) as setas apontam os pontos negros que são a presença de embolia gordurosa para capilares pulmonares. Coloração com Sudan Negro nos aumentos de 200 x, 400 x, 1000 x

58

Lista de Gráficos

	Página
Gráfico 1 – Quantidade média total de volume, em ml, lipoaspirada nos animais dos três grupos	55
Gráfico 2 – Quantidade do volume de gordura, lipoenxertada em cada animal do grupo C	55
Gráfico 3 – Casos de embolia gordurosa para os pulmões em cada grupo de animais estudados	56

Resumo

Introdução: A lipoaspiração é um procedimento cirúrgico que consiste na retirada do excesso de tecido gorduroso localizado, em indivíduos saudáveis. Este procedimento, que muito aumentou nas últimas décadas em todo o mundo, pode ser associado à lipoenxertia. Ambos são empregados para melhora do contorno corporal. Uma das principais complicações relacionadas com a lipoaspiração é a embolia gordurosa. O presente estudo tem por objetivo verificar qualitativamente se existe mobilização intravascular da gordura após lipoaspiração manual pela técnica de infiltração superúmida para pulmões, fígado, rins e cérebro, em ratos da raça Wistar, seguida ou não de lipoenxertia. **Método:** Utilizou-se 30 modelos animais de ratos da linhagem Wistar. Os animais foram submetidos ao método usual da lipoaspiração e analisados em três diferentes grupos. Todos os animais foram anestesiados e infiltrados no subcutâneo do abdome com soro fisiológico contendo adrenalina, distribuídos da seguinte forma: no grupo A, dez animais serviram de controle, no grupo B, 10 animais foram lipoaspirados na região abdominal e no grupo C outros 10 animais, além de lipoaspirados, foram lipoenxertados na região dorsal inferior. Uma amostra de sangue foi colhida logo após a anestesia e após 48h dos procedimentos em todos os grupos, para gota de esfregaço em lâmina. Esse procedimento analisou os valores da hemoglobina,

bem como a oxigenação sanguínea. Todos os animais foram submetidos á eutanásia após 48h, e os pulmões, rins, fígado e cérebro analisados histologicamente por duas colorações diferentes: Hematoxilina e Eosina (H&E) e Sudan Negro. **Resultado:** Foram encontradas partículas de gordura nos pulmões de três animais do Grupo B que foram apenas lipoaspirados e, em seis animais do grupo C, lipoaspirados e lipoenxertados. Nos animais do grupo controle, não foram identificados à presença de partículas de gordura em nenhum órgão estudado. **Conclusão:** Este estudo demonstra que há risco de mobilização sistêmica de gordura, após lipoaspiração e este risco aumenta, quando o procedimento está associado à lipoenxertia, em ratos Wistar.

Palavras-chaves: lipoaspiração, embolia gordurosa, lipoenxertia.

Abstract

Introduction: Liposuction is a surgical procedure that consists of the removal of excess fatty tissue found in health subjects. This procedure, which has become increasingly common in recent decades throughout the world, can be associated with fat grafting. Both are employed to improve the body contour. One of the main complications of liposuction is fat embolism. The present study aims to verify whether there is qualitative intravascular mobilization of fat after the employment of the liposuction technique manual super wet infiltration of the lungs, liver, kidneys and brain in Wistar rats followed or not by fat grafting. **Method:** We used animal models of 30 Wistar rats. The animals were subjected to the usual method of liposuction and analyzed in three different groups. All animals were anesthetized and infiltrated with saline solution containing epinephrine, distributed as follows: Group A, ten animals served as controls, in group B, 10 animals were liposuction in the abdominal region in group C and 10 other animals, and liposuction were in the lower back fat grafting. A blood sample was collected immediately after anesthesia and 48h of procedures in all groups, to drop the smear slide and examine the values of hemoglobin, and blood oxygenation. All animals were euthanized after 48h, and the lungs, kidneys, liver and brains were histologically examined by two different colors: hematoxylin and eosin (H & E) and Sudan Black. **Results:** There were fat particles in the lungs of three animals in Group B that were only subject to

liposuction and six animals in group C, subject to liposuction and fat grafting. Fat particles were not found in any organ studied in the control group. Conclusion: This study demonstrates that there is risk of systemic fat mobilization after liposuction and this risk increases when the procedure is associated with fat grafting in Wistar rats. **Keywords:** liposuction, fat embolism, fat grafting

1.Introdução

A lipoaspiração, procedimento cirúrgico que consiste na retirada de tecido adiposo em regiões localizadas do corpo humano, é um procedimento muito comum em cirurgia plástica tanto estética quando reparadora. Segundo estatísticas da Sociedade Americana de Cirurgiões Plásticos (American Society of Plastic Surgeons - ASPS)⁽¹⁾, cerca de 203.000 indivíduos foram submetidos à lipoaspiração, em 2010, nos Estados Unidos da América, ficando em quarto lugar entre os cinco procedimentos estéticos mais comuns.

Segundo a Sociedade Brasileira de Cirurgia Plástica (SBCP), em conjunto com uma pesquisa do Instituto Datafolha (janeiro de 2009), são realizadas mais de 629 mil cirurgias plásticas por ano no Brasil, somadas as cirurgias estéticas e reparadoras. Dos procedimentos cirúrgicos estéticos, 20% são representados pela lipoaspiração, ficando em segundo lugar, atrás somente da mamoplastia de aumento. Portanto no Brasil, são realizadas mais de 90 mil cirurgias de lipoaspiração por ano, isto apenas contando os dados coletados de cirurgias realizadas por profissionais membros da SBCP e que responderam ao

questionário enviado pelo Datafolha, excetuando-se os centros de aprendizado em cirurgia plástica, espalhados pelo país, subestimando esses números^(1, 2).

Os avanços das técnicas de lipoaspiração procuram reduzir as complicações e os riscos do método. Inicialmente as cânulas eram grossas e não se utilizava nenhuma infiltração do subcutâneo, o que acarretava perdas sanguíneas importantes entre 30% e 50% do volume aspirado. Inicialmente, a preocupação dos cirurgiões e dos anestesistas era com a reposição volêmica e manutenção do volume intravascular. As diretrizes orientavam para infusões de grandes volumes para repor as perdas sanguíneas. Somente no final da década de 80, com o surgimento de técnicas eficazes de infiltração do subcutâneo, houve redução com esta preocupação⁽³⁾.

Estudos experimentais demonstraram que a lipoaspiração pode causar a mobilização sistêmica de gordura, porém ainda não se sabe qual é a incidência deste risco em humanos e o quanto esta complicação pode acarretar em danos ao grande número de pacientes submetidos a este procedimento⁽⁴⁻⁷⁾.

1.1. Histórico

No início do século XX, os cirurgiões empregavam meios para modelar o corpo humano, procurando adaptá-lo ao conceito de beleza predominante da época. Na França no ano de 1921, Charles Dujarrier (*apud* Flynn, 2000)⁽⁸⁾ tentou realizar a correção de uma lipodistrofia localizada, utilizando-se da técnica de curetagem, sem bons resultados, pois o procedimento acabou evoluindo com a amputação da perna de uma dançarina. Em 1964, Jhoseph Schrudde (*apud* Flynn,

2000)^(8, 9) fez a extração de tecido adiposo da perna, por meio de um pequeno orifício com auxílio de pequenas curetas, porém este procedimento também acarretou em complicações como hematomas e seromas⁽⁸⁻¹⁰⁾.

Foi a partir destes precursores que se deu início aos primeiros estágios da lipoaspiração realizada na atualidade^(8,11,12).

Em 1975, Arpad e Giorgio Fischer (*apud* Coleman, 1999)⁽¹²⁾ desenvolveram uma moderna técnica de lipoaspiração para a época, utilizando um sistema de remoção de gordura por meio da utilização de cânulas rombas com orifícios conectadas a um aparelho de sucção. A técnica anteriormente consistia na retirada do excesso de tecido adiposo do subcutâneo com a curetagem. Os resultados não eram muito satisfatórios, evoluindo com hematomas, seromas, irregularidades na pele e necroses frequentes. Esses autores inventaram a cânula sendo adaptada a sucção, bem como a técnica de túneis cruzados associada com pequenas incisões na pele. Esta nova técnica resultava em menos complicações e em resultado estético melhor e mais previsível^(12, 13).

Em 1978, Meyer e Kesslering⁽¹⁴⁾ desenvolveram tratamentos de curetagem associados à sucção dos tecidos gordurosos, permitindo assim realizar ambos os procedimentos^(8,14).

Em 1977, Illouz^(8,15), interessado pelos trabalhos de Fischer, realizou algumas modificações na técnica, como o aperfeiçoamento dos equipamentos (cânulas e aparelhos de sucção), popularizando o procedimento na França, como também ao redor do mundo. Illouz gradualmente desenvolveu a técnica úmida

(*wet technique*)^(8, 12, 15). Esta consistia em infiltração de solução salina hipotônica com hialuronidase e um aparelho conectado a uma cânula com pressão negativa com alto poder de sucção, para promover a lipodissecação no tratamento do tecido adiposo. Tal técnica somente atinge a camada profunda do tecido subcutâneo e ficou conhecida mundialmente como lipoaspiração clássica. É considerado um grande marco para a história da cirurgia plástica. Fournier⁽¹⁶⁾ foi um dos pioneiros a propor a “técnica seca” (*dry technique*), onde nenhum fluido é infiltrado antes da lipoaspiração. Ele abandonaria no futuro esta abordagem em favor da técnica tumescente. O mesmo preconizava ainda a compressão pós-operatória da área operada para modelar os tecidos e também a drenagem linfática com massagem manual.

Em 1977, Field⁽¹⁷⁾, cirurgião e dermatologista da Califórnia foi um dos primeiros a visitar a França e aprender as novas técnicas de lipoaspiração dos franceses e italianos trazendo a técnica para os Estados Unidos da América^(12,17).

Em novembro de 1983, Illouz⁽¹⁵⁾ publicou sua experiência com 3000 casos operados entre 1977 a 1982 pela técnica de lipólise e aspiração para tratamento da gordura localizada (a chamada lipodistrofia). Segundo o autor, para uso da técnica, esta deveria ser baseada em quatro premissas básicas:

1º Nós nascemos com uma quantidade de tecido adiposo que se multiplica e se desenvolve até a puberdade, e que depois se torna constante.

2º A deformidade mais comum e que ocorre principalmente nas mulheres é a chamada “*forma de violino*”, onde há acúmulo de tecido adiposo nos quadris e

região trocantéricas, os chamados culotes. Os culotes (lipodistrofia na região trocantérica femoral) são comumente associados a uma região glútea, muitas vezes, pouco presente ou orientada na direção errada (inclinada para baixo e da região medial para a lateral).

3º A lipodistrofia localizada é estável mesmo em condições de dietas rígidas. Mulheres magras irão reter gordura localizada que somente irão desaparecer em situações extremas de fome ou estresse fisiológico.

4º Fatores que favorecem a lipodistrofia incluem a hereditariedade, hormônios, hábitos dietéticos e tipos morfológicos.

A lipoaspiração pode ser realizada com o uso de soluções hipertônicas ou hipotônicas com intuito de romper a membrana celular dos adipócitos, manobra essa realizada para facilitar sua remoção. Entretanto, solução levemente hipotônica pode ser o suficiente para romper a membrana desses adipócitos sem lesar outras membranas celulares como as musculares ou cutâneas, sendo apenas a gordura lipoaspirada⁽¹⁵⁾.

Em 1985, Jeffrey Klein^(12,15,18-20), introduziu a técnica de infiltração tumescente para lipoaspiração, revolucionando-a completamente. A remoção da gordura é realizada com anestesia local, eliminando o temor dos pacientes com a anestesia geral. Klein demonstrou que, ao diluir concentrações de lidocaína até 35mg/kg, o procedimento tornava-se seguro. A diluição se tornou mundialmente famosa por muitos anos, sendo conhecida como solução de Klein, consistindo em 0,05% de Lidocaína + 1: 1.000.000 epinefrina e 10ml de Bicarbonato de Sódio por

litro de solução salina para infusão nos tecidos antes da lipoaspiração⁽¹⁸⁻²⁰⁾. Com este conceito, Klein realizou muitas lipoaspirações de grandes volumes somente com anestesia local, sem necessidade de sedação.

A técnica de infiltração tumescente foi divulgada e realizada ao redor do mundo. Porém, tem-se demonstrado que a associação de infiltração tumescente, usando largos volumes de lidocaína, associado com anestesia geral, podem aumentar os riscos de complicações, como sobrecarga líquida, edema pulmonar e intoxicações pelo anestésico⁽¹²⁾.

1.2.Evolução das Técnicas de Lipoaspiração

No decorrer das últimas décadas, muitos avanços ocorreram e em 1992, Zocchi⁽²¹⁾ introduziu o uso dos aparelhos de ultrassom para auxiliar na lipoaspiração como um complemento às cânulas. Esta técnica envolvia a aplicação de energia ultrassônica antes da sucção. Zocchi acreditava que esta nova tecnologia facilitaria a lipoaspiração e preservaria estruturas nervosas e vasculares. Após seu largo uso inicial na América do Sul e Europa, começaram a ocorrer casos de queimaduras e seromas e a técnica ficou pouco utilizada. Em 1997, a American Society of Plastic and Reconstructive Surgeons organizou uma reunião (*Meeting*), desenvolvendo uma série de cursos educativos para esta nova técnica. Isto acarretou na promoção desta nova abordagem por cirurgiões plásticos e dermatologistas^(12, 21, 22).

A lipoaspiração, assistida por aparelhos de ultrassom, não substitui a forma clássica de aspiração, sendo uma opção adicional no arsenal do cirurgião,

trazendo maior facilidade e menor trauma. Esta já é praticada na Europa há 15 anos e ganhou popularidade nos Estados Unidos da América nos últimos sete anos^(23, 24).

Além dos aparelhos de ultrassom associados à lipoaspiração, Mann⁽²²⁾ cita autores que realizaram estudos com os aparelhos vibratórios, onde cânulas de diversos tamanhos podem ser acopladas em motores e mangueiras com conexão a sucção, descrito pela primeira vez por Gross (1995)⁽²²⁾, técnica também conhecida como “*Power liposuction*”. Com esses aparelhos vibratórios, chamados de vibrolipoaspiradores, houve redução do trabalho dos cirurgiões, redução do trauma tecidual e suas consequências, bem como diminuição do tempo cirúrgico, chegando a melhorar em 45% a extração da gordura, e com os mesmos resultados estéticos da técnica manual. Os primeiros aparelhos eram impulsionados por gás comprimido que movimentavam as cânulas acopladas nos mesmos, porém produziam muito barulho durante o procedimento. Os aparelhos que surgiram a seguir passaram a ser alimentados por uma unidade motorizada ou com compressão pneumática, variando as taxas de vibrações das cânulas. Em termos de complicações, estas são semelhantes às da técnica manual e dependem do tamanho da cânula acoplada ao motor e da velocidade de rotação. Algo desfavorável é o elevado custo dos aparelhos, em comparação com o preço das cânulas comuns, dependendo do modelo e da marca^(22, 25-27).

Outro modo para se realizar a extração de gordura e que teve suas primeiras publicações no início da década de 90, com Apfelberg^(22,28), é o sistema de laser, assistindo ao procedimento de lipoaspiração.

O laser vem sendo utilizado para tratamento da lipodistrofia localizada^(29,30), e trabalhos foram publicados na literatura com bons resultados, comparando as técnicas, de uso do ultrassom e do laser, com resultados semelhantes aos de outras técnicas⁽²⁹⁻³¹⁾.

Os sistemas a laser promovem a ruptura do adipócito, utilizando uma fibra ótica (de 1mm a 2mm) introduzida juntamente com uma pequena cânula na gordura do subcutâneo. A luz vermelha promove a visão por transparência durante o procedimento, sendo usada a tradicional lipoaspiração para extrair as células de tecido adiposo. Como efeito, o laser causa, além da ruptura do adipócito e a retração do colágeno, uma coagulação de pequenos vasos lesados, reduzindo o edema e as equimoses, menor fadiga do cirurgião e menor trauma local, quando comparado à técnica manual. Porém, tem como desvantagem a não utilização da gordura retirada para posterior lipoenxertias, já que grandes volumes de lipoaspiração requerem grandes quantidades de energia a laser, destruindo a célula de gordura, aumentando o risco de queimaduras e necroses da pele e prolongando o procedimento^(22, 29-31).

A lipólise química é outra forma de diminuir a lipodistrofia, onde se utiliza uma injeção subcutânea composta pela combinação de duas substâncias em solução a fosfatidilcolina e a deoxycholate, geralmente utilizada em pequenas áreas de gordura localizada como o abdome, face e flancos, entretanto essas substâncias têm sua comercialização proibida no Brasil pela ANVISA (Agência Nacional de Vigilância Sanitária)⁽²²⁾.

1.3. Definições de Termos

A seguir, serão definidos os principais termos utilizados neste trabalho.

Lipoplastia: é o termo genérico dado ao tratamento da gordura subcutânea com a finalidade estética para as cirurgias de contorno corporal em que não há ressecção de pele⁽³²⁾.

Lipoaspiração: é a intervenção cirúrgica em que com um aparelho de lipoaspiração ou por meio de seringas conectadas a cânulas, são retirados os excessos gordurosos do contorno corporal com o objetivo estético ou reparador⁽³²⁾.

Lipoescultura: é a técnica em que com uma seringa ocorre aspiração ou injeção de gordura para melhorar o contorno corporal⁽³²⁾.

1.4. Definições Anatômicas

1.4.1. Anatomia da Distribuição do Tecido Gorduroso

Sabe-se hoje que o tecido adiposo é o maior depósito energético do organismo, constituindo 15% a 20% do peso corporal do homem e 20% a 25% na mulher. É um tecido que pode ser encontrado em quase todo o corpo humano, recobrendo a superfície corporal, com exceção do pênis, escroto, pálpebras e parte da orelha. Já, no terceiro mês de gestação, desenvolvem-se os adipoblastos no embrião, a partir do folheto mesenquimatoso, que se diferenciam em precursores dos adipócitos (pré-adipócitos), podendo tornar-se células maduras ou coexistir no estroma do tecido conjuntivo do tecido adiposo maduro. Os adipócitos triplicam de

tamanho já no primeiro ano de vida e continuam crescendo, multiplicando-se durante os primeiros cinco anos de vida e novamente durante a adolescência⁽³³⁾.

Existem dois tipos de tecido adiposo, o marrom e o branco. O marrom ou multilocular é mais comum em animais que hibernam e em recém-nascidos. É caracterizado por apresentar células adiposas, contendo inúmeras gotículas de gordura com o núcleo permanecendo centralizado e um grande número de mitocôndrias por entre as inclusões lipídicas. O tecido adiposo branco ou unilocular está predominante na espécie humana adulta. Constitui-se por células com citoplasma contendo uma única gota de gordura (inclusão lipídica) que desloca o núcleo e as organelas para a periferia da célula. Tem a função de proteção, armazenamento energético e isolamento térmico^(33, 34).

O tecido adiposo encontra-se dividido por uma estrutura fibrosa denominada sistema fascial superficial (SFS), esse separa o tecido em duas camadas e recebe diversos nomes de acordo com a região do corpo (fáscia de Scarpa, de Colles, *innominata*, entre outros). Separados por esse sistema fascial existem duas camadas de gordura, a areolar e a lamelar^(33, 35, 36).

A camada areolar é superficial e está situada entre a derme e a *fáscia superficialis* se estendendo por quase toda a superfície corporal. Consiste em pequenos lóbulos de gordura, firmemente ajustados entre septos fibrosos do SFS, orientados perpendicularmente a partir da pele. A gordura está disposta em compartimentos orientados verticalmente, o que explica seu aumento em

espessura, quando há seu maior acúmulo. É a camada mais superficial e subdérmica.

A chamada camada lamelar é a mais profunda e situa-se entre a *fáscia superficialis* e a fáscia muscular. Constitui-se de grandes lóbulos de gordura frouxamente organizados em septos fibrosos verticais e oblíquos, amplamente espaçados. Consequentemente, essa camada apresenta-se mais frouxa. Está presente apenas em algumas regiões do corpo e aumenta em espessura muito mais intensamente. Em pacientes obesos pode aumentar em até oito a dez vezes a sua espessura, assim chamados de acúmulo de gordura localizados ou lipodistrofias locoregionais^(35, 36).

1.5. Lipoaspiração

Como comentado anteriormente, a lipoaspiração clássica é um procedimento cirúrgico para remoção de tecido gorduroso por meio de cânulas conectadas a um sistema de aspiração gerador de pressão negativa, com finalidades de modelar o corpo nos casos de lipodistrofia. Este procedimento não tem a finalidade de emagrecer ou tratar a obesidade.

A ideia básica da lipoaspiração foi apresentada por Illouz^(15,37) e reflete a preocupação que se deve ter em preservar ao máximo as conexões de pele aos planos profundos, respeitando os vasos sanguíneos, os linfáticos e as terminações nervosas⁽³⁷⁾.

1.6. A Técnica Básica da Lipoaspiração

Alguns princípios devem ser aplicados para o procedimento de lipoaspiração. É de grande importância o uso de instrumentos adequados para cada ato cirúrgico como cânulas apropriadas para cada área com diminuição das irregularidades.

Referindo-se à execução do método algumas variações podem existir de acordo com a necessidade e o local a ser lipoaspirado. Os túneis confeccionados numa massa de gordura devem ser feitos em diferentes níveis e cruzados entre si. O movimento deve ser amplo e em leque, indo e vindo, sem causar desconexões ou descolamentos da pele em relação aos planos mais profundos. A ausência de traumatismos exagerados beneficia a retração da pele e o resultado final ⁽¹⁵⁾. A área a ser operada deve ser comprimida com a mão espalmada e a outra executando o movimento de vaivém com precisão e velocidade constante e ritmada, sob a guarda e observação desta. Segundo Illouz (1983) a mão espalmada é o “cérebro” da cirurgia, e a outra, o “operário” ^(15,37).

Quanto mais jovial e firme for a pele, melhor será a retração e, inversamente, quanto mais envelhecida e flácida, pior será o resultado estético. Atualmente, há um consenso na SBCP sobre o quanto se deve aspirar. Utiliza-se o cálculo na porcentagem corporal, limitando-se as proporções de 5% a 7% do peso corporal do paciente de volume total lipoaspirado. Isto deve ser associado a outros fatores de segurança, como análise clínica, análise dos índices hematimétricos e as áreas envolvidas no plano cirúrgico ⁽³⁷⁾.

1.7. Avaliação Pré-Operatória

O procedimento de lipoaspiração é, muitas vezes, subestimado e deve-se ter uma grande preocupação com toda avaliação pré-operatória.

O propósito principal desta avaliação é o de reduzir a morbimortalidade do paciente cirúrgico. Também são objetivos inerentes, minimizar a ansiedade pré-operatória, diminuir o custo do atendimento perioperatório e possibilitar ao paciente a recuperação de suas funções num ritmo adequado.

Deve existir uma avaliação conjunta entre o cirurgião e o anestesista e os exames pré-operatórios mínimos necessários fogem, na prática, o que deveria ser realizado para um paciente com bom estado físico pré-operatório, solicitando então o hemograma completo, coagulograma, raios-x de tórax, eletrocardiograma, além de ser necessário solicitar o tradicional “risco cirúrgico” para clínicos ou cardiologistas⁽³⁾.

1.8. Tipos de Infiltração na Lipoaspiração

Em relação às técnicas de lipoaspiração utilizadas, os cirurgiões plásticos têm optado e dão preferência à infiltração subcutânea com solução cristalóide, lidocaína e epinefrina em volumes variáveis.

Segundo Fodor⁽³⁻³⁸⁾, a terminologia usada para as técnicas de infiltração são:

Técnica seca – nada é infiltrado antes do procedimento, ocorre apenas à lipoaspiração.

Técnica úmida – preconiza a infiltração de solução isotônica ou hipotônica, em volumes de 200 ml a 300 ml, associado à epinefrina em baixas concentrações (1µg/ml a 2µg/ml).

Técnica super-úmida - nessa técnica, a proporção entre volume infiltrado e o aspirado é de 1:1. A solução cristalóide pode ser Ringer Lactato ou Solução de NaCl à 0,9%, também com epinefrina em baixas concentrações. Na técnica superúmida, a infiltração do subcutâneo não consiste técnica primária de anestesia, podendo-se prescindir do anestésico local na solução dependendo do tipo de anestesia em questão.

Técnica tumescente - utiliza o turgor cutâneo como ponto final da infusão, o que acarreta frequentemente, infiltração de volumes muito acima do aspirado final. Por definição, a infiltração tumescente funciona como técnica de anestesia local, e para tal, acrescenta-se lidocaína em altas doses de até 35mg/kg e bicarbonato de sódio (10mEq/10ml de lidocaína), além da epinefrina. O acesso venoso, nestes casos, deve somente servir para administração de medicamentos, já que 70% a 80% do volume infiltrado são absorvidos para o intravascular num período de duas a dez horas, sendo dispensado à hidratação pela via venosa ^(3,18,38).

A palavra tumescente significa inchada, edemaciada e firme. Ou seja, deve ser feita uma infiltração de grande volume de líquido antes da lipoaspiração a chamada solução de Klein e infiltrada anteriormente^(3,18,39,40). O termo lipoaspiração tumescente, especificamente, exclui o uso de anestesia adicional, venosa ou gasosa. A técnica cirúrgica envolve a remoção da gordura após a infiltração tumescente anestésica e usa cânulas de pequeno calibre, daí o termo

anestesia microcanular tumescente. Esta técnica tem sido definida também pela relação de fluido infiltrado *versus* fluido aspirado na relação 3 a 4:1, diferente da técnica úmida e super úmida como descritas anteriormente^(3,18,39,40).

1.9 Utilidade da Lipoaspiração e Lipoenxertia

A lipoaspiração tem sido empregada tanto para estética quanto para cirurgias reparadoras com um grande sucesso e satisfação dos pacientes⁽³⁷⁾. A mesma tem muitas indicações como redução mamária associada à técnica tumescente⁽⁴¹⁾ e à abdominoplastia, para melhora do contorno corporal⁽⁴²⁾, lipoenxertia da gordura aspirada, para aumento e contorno das mamas em cirurgia estética e reconstrutora⁽⁴³⁻⁴⁵⁾, aumento do glúteo⁽⁴⁶⁻⁵⁰⁾, deformidades de face e em membros inferiores⁽⁵¹⁾. De acordo com essas referências o procedimento de lipoaspiração, indicado, bem conduzido e com técnicas consagradas produz excelentes resultados.

A utilização da gordura retirada, após uma lipoaspiração, para cirurgia reparadora tem sido realizada já há mais de 100 anos. A primeira descrição de um autotransplante de gordura humana foi de Van der Meulen em 1889, (*apud* Restrepo, 2002)⁽⁴⁹⁾. Na primeira parte do século 19, Neuber (1893), (*apud* Coleman e Restrepo, 1999 e 2002)^(12, 49), já transplantou uma pequena parte de gordura do braço para partes moles em defeitos da face. Durante a primeira metade do século XX, o transplante de gordura tornou-se popular para muitos especialistas como: neurocirurgiões, ortopedistas, cirurgiões torácicos,

oftalmologistas e cirurgiões de mama. Todos empregaram o transplante de gordura para uma variedade de indicações. Este procedimento envolve uma pequena incisão na área doadora da gordura, retirando-a e colocando-a novamente por meio de outra pequena incisão nos defeitos do tecido cutâneo ou subcutâneo. A sobrevivência dos tecidos gordurosos transplantados é variável. Peer (1950), (*apud* Coleman,1999)⁽¹²⁾ estudou o transplante de gordura autóloga amplamente na metade do século XX e descreveu uma hipótese de perda de 50% do peso e do volume da gordura transplantada após um ano.

Com o início da lipoaspiração no final da década de 70, pacientes e cirurgiões começaram a se perguntar se a gordura extraída poderia ser utilizada para aumento de tecido em outras partes do corpo. Outros experimentos foram realizados para melhoria nas técnicas de transplante da gordura onde tubulações entre os recipientes estavam em conexão, para manter a gordura lipoaspirada estéril, permitindo a sua coleta, durante a lipoaspiração. Glogau⁽⁵²⁾, foi um dos pioneiros a refinar as técnicas de transplante de gordura nos Estados Unidos da América^(12, 52).

Coleman⁽¹²⁾ aparece em algumas citações quando o assunto é sobre utilização da gordura retirada, tanto para fins estéticos como reparador⁽⁵³⁻⁵⁷⁾. A evolução do conceito da lipoestrutura, na década de 90, se deu por meio deste autor, que demonstrou os benefícios da estimulação do colágeno na área reparada com a presença da gordura. Usando diferentes volumes de gordura, o mesmo foi capaz de demonstrar uma melhora significativa no contorno da face, obtendo uma melhor sobrevida no tecido transplantado.

1.10. Complicações da Lipoaspiração

Sendo um ato médico cirúrgico, a lipoaspiração, como qualquer outro procedimento, pode ter algumas complicações. Na maioria das vezes menores, e de menor gravidade como as irregularidades do contorno, edema, seromas, má cicatrização, discromias, equimoses, alterações de sensibilidade e flacidez de pele. As complicações maiores e mais graves são: trombose venosa profunda, tromboembolismos pulmonares, necroses cutâneas, anemias agudas, distúrbios hidroeletrólíticos, infecções extensas, todas essas complicações maiores podendo culminar até com o óbito. Esse pode ocorrer também decorrente do excesso de fluído infiltrado, toxicidade pela lidocaína, arritmias cardíacas, perfuração visceral e embolia pulmonar. Também é incluída a síndrome da embolia gordurosa de natureza inespecífica, que é de difícil diagnóstico^(6,58-68).

A síndrome da embolia gordurosa após a lipoaspiração é uma complicação com potencial risco de vida, entretanto, sua incidência é baixa. A manifestação clínica inclui insuficiência respiratória, comprometimento cerebral, e petéquias na pele. Embora a síndrome da embolia gordurosa seja uma doença multissistêmica, os órgãos mais afetados são os pulmões, sistema cardiovascular, cérebro e a pele. Os achados laboratoriais são inconclusivos e o diagnóstico é baseado principalmente nos achados clínicos de alterações nesses órgãos⁽⁵⁸⁻⁶²⁾.

Não há tratamento específico para esta patologia, sendo a prevenção, o diagnóstico suspeitado o mais precocemente possível e terapias de suporte, importante fatores para boa evolução. Medidas de prevenção e de suspeita

incluem: a seleção do paciente e a técnica utilizada (indicando a lipoaspiração para áreas localizadas e de pacientes jovens); diferenciação entre tromboembolismo pulmonar e embolia gordurosa de maneira precoce, pois os tratamentos são diferentes; redução do tempo cirúrgico, como também do total de volume lipoaspirado; atendimento apropriado e intensivo nos casos suspeitos, pois melhoram o prognóstico na evolução da síndrome; fluido terapia administrada intravenosa por 24 horas após a lipoaspiração; cuidados de monitorização e observação criteriosa no pós-operatório^(60,62).

A mortalidade global da síndrome de embolia gordurosa após lipoaspiração é de aproximadamente 10% a 15%, essa mortalidade esta associada principalmente quando ocorre fulminante insuficiência cardíaca direita⁽⁶²⁾.

A terapia é de suporte não existindo nada específico e o objetivo principal e manter uma boa condição respiratória, incluindo pressão positiva de suporte respiratório e ventilação mecânica. O uso de corticóides é usado extensivamente na prática clínica, principalmente a hidrocortisona e metilprednisona que diminuem a resposta inflamatória, inibem a mediação da agregação dos leucócitos, proteção da integridade dos capilares, estabilização da membrana lizossomal, e minimização do edema intersticial. Porém, a dose dessas drogas ainda não está bem estabelecida, sendo necessários mais estudos⁽⁶⁰⁻⁶²⁾.

Alguns trabalhos em cirurgia experimental mostraram que existe um risco considerável de mobilização sistêmica de gordura após a lipoaspiração⁽⁴⁻⁷⁾.

Devido à preocupação da possibilidade de mobilização de gordura e ocorrência de embolia nos pacientes submetidos ao procedimento de lipoaspiração, seguido ou não de lipoenxertia, foi realizado um estudo em animais com o propósito de avaliar a ocorrência dessa complicação.

2. Objetivo

2.1 Objetivo

O presente estudo tem por objetivo verificar qualitativamente se existe mobilização intravascular da gordura, para pulmões, fígado, rins e cérebro, após lipoaspiração manual, em ratos da raça Wistar, seguida ou não de lipoenxertia pela técnica de infiltração superúmida.

3. Material e Método

3.1. Padronização dos Animais

Este estudo foi conduzido com 30 ratos da linhagem Wistar, todos machos, pesando entre 450 e 550 gramas, idades variando entre 22 e 34 semanas. O estudo foi aprovado pela Comissão de Ética na Experimentação Animal CEEA/UNICAMP parecer n° 1594-1. Os animais foram fornecidos pelo Centro Multidisciplinar de Investigação Biológica - CEMIB da Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP.

Um sorteio foi realizado para distribuir os animais em três grupos. Um mesmo indivíduo pegava um animal de modo aleatório e a seguir um papel numerado dentro de uma caixa, no qual indicaria para qual grupo o animal faria parte. Os grupos foram assim denominados:

Grupo A: chamado de grupo controle, compreendido por dez ratos.

Grupo B: chamado de lipoaspirado, compreendido por dez ratos somente lipoaspirados.

Grupo C: chamado de lipoaspirado e lipoenxertado, compreendido por dez animais que foram lipoaspirados e, em seguida, lipoenxertados.

3.2. Procedimento Experimental

3.2.1. Anestesia

De início, em todos os ratos foi realizada a punção de uma veia da cauda com um Scalp ° 23, que permanecia no local, durante todo o procedimento. Por esta via de acesso realizou-se a anestesia com Tiopental, respeitando a dose de 25mg/kg, apenas o suficiente para sedá-los, seguido de tricotomia e assepsia com iodopolividona tintura 10% apenas nas regiões a serem abordadas. Logo a seguir, um botão anestésico com Lidocaína 2% 5mg/kg (média de 0,1ml) foi infiltrado na região cervical direita e no abdome superior de todos os grupos, e também no dorso dos animais do grupo C. O antibiótico cefalotina (Keflin®) – 15mg/kg foi administrado por via subcutânea logo após a anestesia como profilaxia pré-operatória em todos os grupos. Todos os animais eram pesados no pré-operatório logo após a anestesia. Ao final da cirurgia 110mg/kg de paracetamol (Tylenol ®), foi diluída, na água do bebedouro para analgesia pós-operatória, conforme protocolo dos profissionais do Laboratório de Técnica Cirúrgica e Cirurgia Experimental da FCM- UNICAMP^(69,70).

3.2.2. Ato Cirúrgico

O material cirúrgico, utilizado neste experimento, é demonstrado na Figura 1. Após a preparação dos animais e os mesmos serem presos na posição supina

e, em mesa apropriada para cirurgia de animais de pequeno porte, foi realizada a dissecação e cateterização da artéria carótida direita, conforme se padronizou no projeto piloto, utilizando um cateter intravascular periférico número 24 (Abocath®), para coleta de 0,5ml de sangue pré-operatório.

Após a coleta do sangue essa artéria foi ligada com fio de algodão cirúrgico 4-0 e a pele suturada com Vicryl 4-0® (Figura 2).

Logo a seguir, realizou-se uma pequena incisão na pele do abdome do animal com lâmina de bisturi número 11, sendo introduzida uma cânula de 10 cm de comprimento, de 2mm de diâmetro, com um furo na extremidade, para a infiltração da área a ser lipoaspirada. Utilizou-se solução fisiológica a 0,9% e adrenalina diluída na proporção de 1:500.000, infiltrando um total de 30ml o qual seria um valor estimado para o volume final lipoaspirado, procurando se aproximar ao máximo de uma relação de 1:1 (volume infiltrado x volume aspirado). Conforme o projeto piloto realizado anteriormente e descrito na discussão, conseguiu-se ter esta perspectiva de quanto seria aspirado de gordura em cada animal.

Os grupos de animais, a partir deste ponto, foram conduzidos desta forma:

Grupo A (controle) 10 animais - seguido do procedimento idêntico para todos os grupos descritos, aguardava-se entre 50 e 60 minutos, tempo padronizado para se realizar o procedimento nos grupos B e C. Os animais eram mantidos sob sedação e colocados no suporte para cirurgia. Terminado este período, os mesmos eram colocados de volta nas suas gaiolas.

Grupo B (estudo) 10 animais – após o procedimento inicial, semelhante para todos os grupos, realizava-se a lipoaspiração, iniciada dez minutos após o procedimento de anestesia e infiltração. Utilizou-se uma cânula de 10cm de comprimento e, de 2mm de diâmetro, com três furos na extremidade, acoplada em uma seringa de 20ml. Para gerar a pressão negativa necessária para se aspirar a gordura pela seringa, puxava-se o êmbolo, mantendo-o travado com uma pinça tipo Backhaus (Figura 3).

Grupo C (estudo) 10 animais - fez-se o mesmo procedimento do grupo B. Entretanto, durante a lipoaspiração, parte da gordura aspirada foi decantada em suportes de seringas de 20ml, onde a mesma permanecia até quase o final do procedimento, momento em que se desprezava o sobrenadante contendo sangue e serosidade. A gordura livre que sobrava era lipoenxertada, metade para cada lado do dorso inferior do animal ⁽⁷¹⁻⁷⁴⁾ (Figura 4).

Ao término do procedimento, fez-se a sutura da pele do animal com Vicryl® 4-0 em todos os grupos.

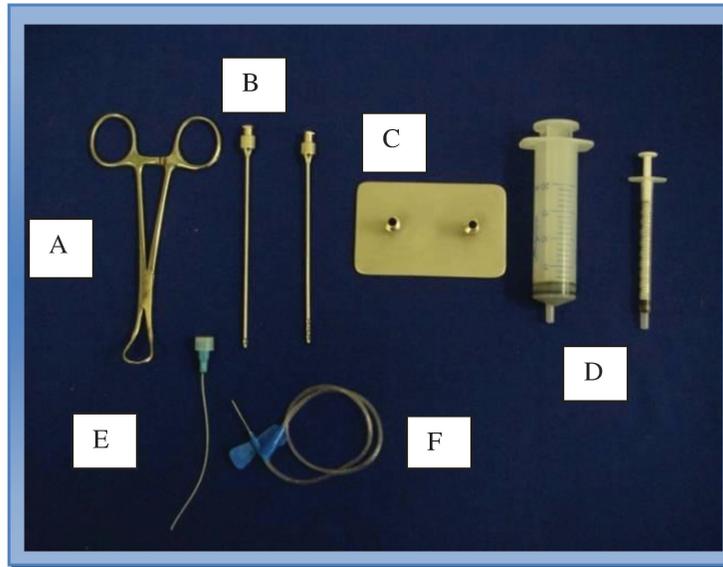


Figura 1: Material utilizado para o procedimento de anestesia, lipoaspiração e lipoenxertia. A- Pinça de Backhaus; B- Cânulas de lipoaspiração de 10cm de comprimento por 2mm de diâmetro, com um e três furos nas extremidades; C- Suporte para seringa de 20ml, D- Seringas de 1 e 20ml, E- Gelco tipo Abocath @ número 24, F- Scalp número 23.

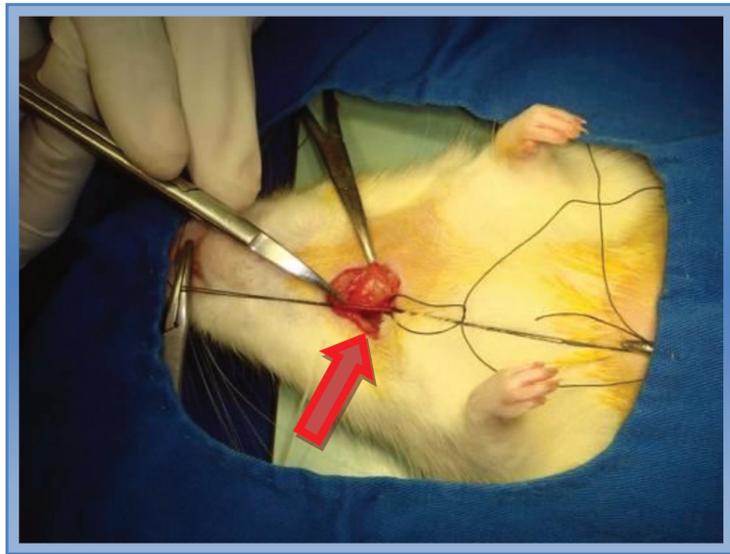


Figura 2: Seta: Dissecção da artéria carótida direita para coleta de amostra de sangue pré-operatório

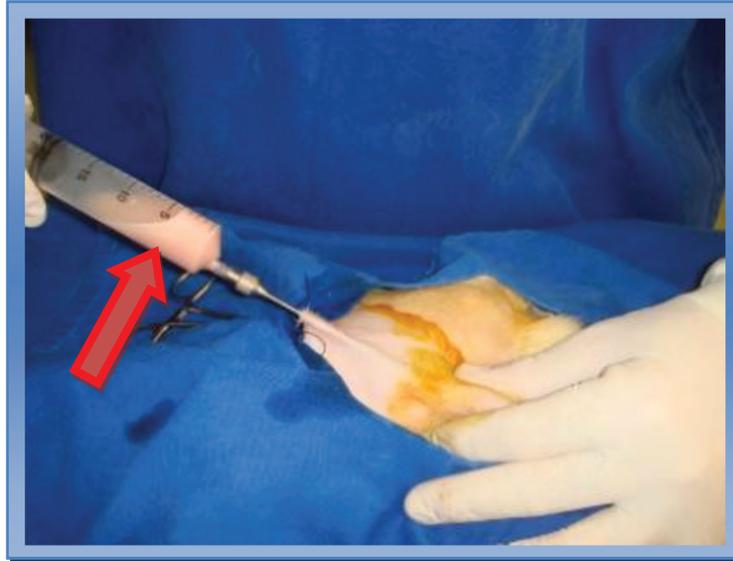


Figura 3: Seta: Gordura lipoaspirada da região abdominal. Nota-se a cânula de 2mm acoplada com seringa de 20ml sob pressão negativa para lipoaspiração pela técnica manual.



Figura 4: Seta: Gordura no interior da seringa para lipoenxertia na região dorsal inferior do animal, utilizando-se da gordura livre restante após a decantação, sendo que a mesma era dividida em partes iguais para cada lado do dorso inferior do animal.

3.2.3 Análise do Sangue do Animal

Após 48 horas da primeira coleta sanguínea, os animais dos três grupos eram sedados novamente com tiopental da mesma maneira utilizada no pré-operatório realizado dois dias antes e em seguida pesados. Outra nova coleta de 0,5ml de sangue foi feita, porém neste momento por meio de uma laparotomia exploradora até a aorta abdominal, puncionando-a com um scalp 23G, e os animais dos três grupos foram submetidos à eutanásia, a seguir, com o aprofundamento anestésico. O sangue coletado nas duas punções, pré-operatório da carótida direita e 48 horas após, foi analisado por uma gota de esfregaço em lâmina e microscopia convencional pelo mesmo patologista, para se pesquisar a presença de êmbolos gordurosos na corrente sanguínea, sendo o restante do sangue submetido à hemoximetria.

A hemoximetria foi realizada para avaliar se ocorreria alguma alteração significativa dos valores da hemoglobina, devido aos procedimentos realizados nos grupos A, B, C, comparado pré-operatório com o pós-operatório de 48 horas, pois no projeto piloto via-se no lipoaspirado a presença de sangue. Outro motivo da hemoximetria era estudar se ocorreriam alterações significativas nos gases sanguíneos como oxihemoglobina, carboxiemoglobina, metahemoglobina, concentração de oxigênio, no pré-operatório em relação ao pós-operatório de 48 horas, nos três grupos. Os animais permaneciam sedados com a dose inicial de tiopental, sem oxigenação auxiliar feita apenas pequenas infusões do anestésico utilizado, durante o procedimento nos casos em que os animais se mexessem, respeitando a dose de 25mg/kg (Figura 5).



Figura 5: Aparelho de hemoximetria utilizado para análise da oxigenação sanguínea em animais de pequeno porte.

3.2.4. Exame Histológico

Após 48 horas do ato cirúrgico, todos os animais dos três grupos foram submetidos à eutanásia, e os seguintes órgãos: pulmões, rins, fígado e cérebro foram retirados, pesados e cortados em pequenos fragmentos. Estes foram submetidos a dois tipos diferentes de coloração: Hematoxilina e Eosina (H&E), e Sudan Negro. Os espécimes coletados foram fragmentados e fixados em formalina tamponada a 10%, por pelo menos 12h, logo a seguir incluídos em parafina e cortados com espessura de 6 μ m para posterior coloração com Hematoxilina e Eosina (H&E). Fragmentos menores, desses mesmos órgãos, foram congelados em nitrogênio líquido à - 80C°, cortados em criostatos e corados com Sudan Negro. O processamento histológico e análise destes espécimes foram realizados de acordo com o laboratório de Anatomia Patológica da FCM-

UNICAMP, pela mesma patologista. As Figuras 6 e 7 demonstram um animal do grupo C após 48h, já eutanasiado e as regiões onde foram feitas a lipoaspiração (6) e a lipoenxertia (7). As Figuras 8 e 9 demonstram o preparo dos órgãos desse mesmo animal, para serem submetidos à histologia.

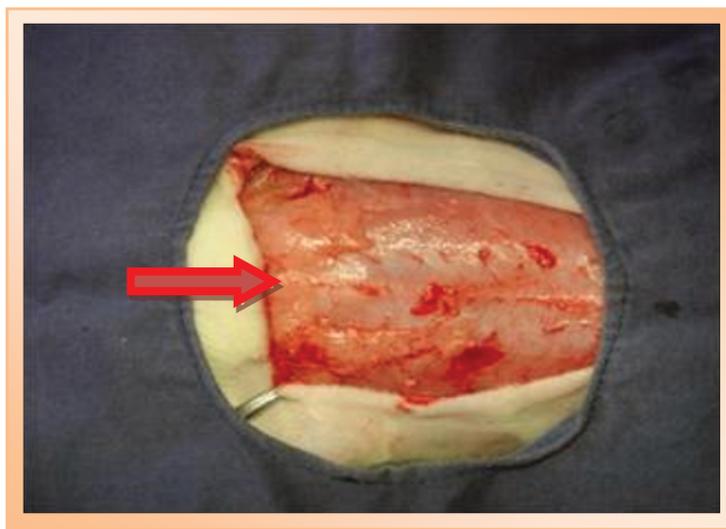


Figura 6: Animal do grupo C eutanasiado 48h após a lipoaspiração e lipoenxertia. A seta indica a porção inferior do abdome. Nota-se, após retirar a pele, a parede abdominal intacta sem perfurações da cavidade.

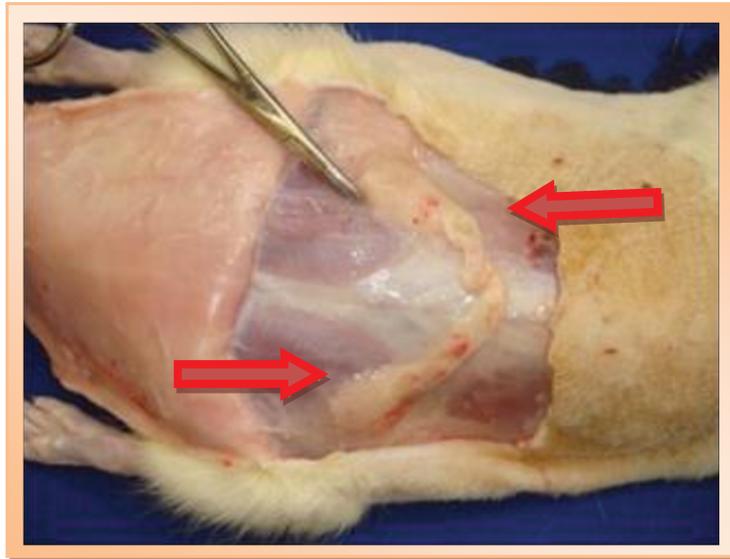


Figura 7: Animal do grupo C eutanasiado, 48h após a lipoaspiração e lipoenxertia. A pele da região dorsal inferior foi retirada e as setas indicam a área onde foi realizada a lipoenxertia, no subcutâneo, em proporções iguais para ambos os lados.



Figura 8: Aspecto dos pulmões retirados de um animal do grupo C positivo para embolia gordurosa na microscopia com as colorações de H&E e Sudan Negro, porém sem alterações macroscópicas.

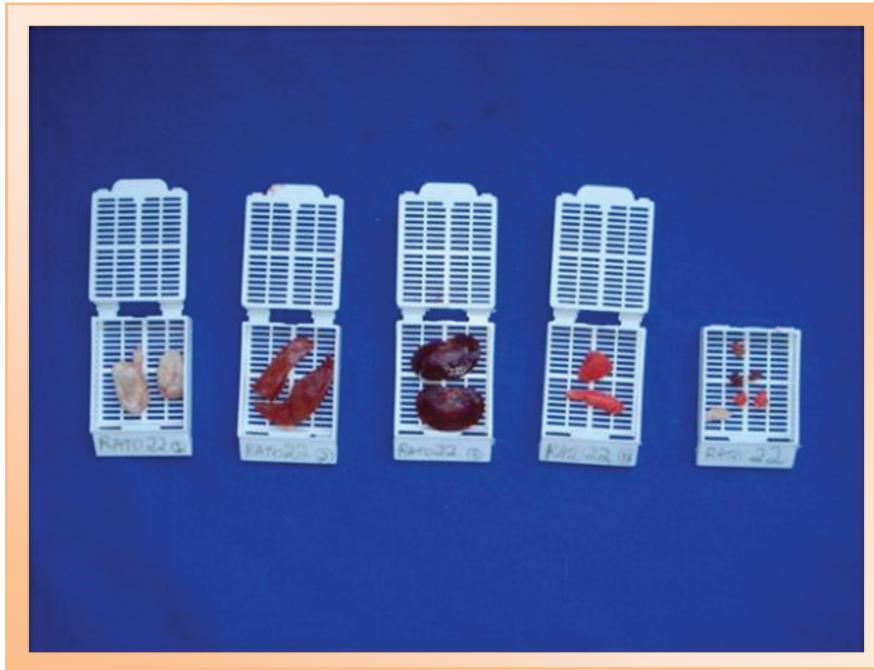


Figura 9: Aspecto macroscópico de partes dos órgãos retirados de um animal do grupo C. Da esquerda para direita: cérebro, fígado, rins, pulmões, para serem cortados e corados em coloração com H&E, e fragmentos menores desses órgãos para coloração em Sudan Negro.

3.2.5. Análise Estatística

Para todos os dados coletados foi feito o histograma e observado se apresentavam distribuição normal, sendo avaliados pelo teste de Kolmogorov-Smirnov, verificando a aderência da curva de dados à distribuição normal. Se os dados não apresentassem distribuição normal, era utilizado um teste não paramétrico, caso contrário um teste paramétrico. As medidas avaliadas foram comparadas entre os três grupos, utilizando-se o teste de ANOVA (para dados de distribuição normais) e ANOVA de Kruskal-Wallis (para dados de distribuição não normais). Para medir a associação de êmbolo de gordura e os grupos em estudo, foi utilizado o teste exato de Fisher e o *odds ratio* (OR), como estimativa de risco, bem como seu respectivo intervalo de confiança (IC). O nível de significância foi de 5% ($p < 0,05$) e o software utilizado para análise foi o SAS versão 9.1.3.

4. Resultados

Os grupos foram uniformes em relação às variáveis de controle, não havendo diferenças significativamente comprovadas. Os pesos dos ratos como também os pesos dos quatro órgãos estudados, não apresentaram diferenças significativas, nem no pré-operatório, nem no pós-operatório de 48 horas nos três grupos ($p > 0,05$). Não houve diferença significativa entre as idades dos animais nos três grupos ($p > 0,05$). O mesmo foi observado para o pré e pós-operatório da hemoglobina (Hb), da oxihemoglobina (HbO₂) e dos outros gases no sangue estudados ($p > 0,05$), conforme os dados visualizados na **(Tabela 1)**.

O tempo total médio para o procedimento, nos grupos B e C, foi de $54,8 \pm 4,0$ minutos e não houve diferença estatística entre eles ($p > 0,05$) **(Tabela 1)**.

Tabela 1. Demonstra os resultados das variáveis estudadas no pré-operatório e 48 horas de pós-operatório para os três grupos:

MEDIDA	Controle (n = 10)		Mediana	Lipoaspiração (n = 10)			Lipoaspiração + Lipoenxertia (n = 10)			VALOR-P
	média	desvio-padrão		Média	desvio-padrão	mediana	Média	desvio-padrão	Mediana	
Pré operatório										
PESO* animais /gramas	494,7	22,7	493,5	502,1	24,3	494,0	496,3	12,7	496,0	0,8739 NS
tHb g%	16,3	0,7	16,3	16,2	0,7	16,1	16,1	0,3	16,1	0,7027 NS
HbO ₂ sat %	82,9	6,6	84,1	85,5	4,8	84,9	88,3	6,3	89,4	0,1462 NS
HbCO %	2,10	0,71	2,00	2,14	0,36	2,05	2,11	0,38	2,20	0,9834 NS
MetHb* %	1,24	0,20	1,25	1,33	0,27	1,40	1,36	0,08	1,40	0,2041 NS
O ₂ ct Vol %	18,1	1,4	17,6	18,8	1,5	18,9	19,2	1,2	19,6	0,2418 NS
48h após Procedimentos										
PESO* animais /gramas	464,6	27,7	465,0	470,3	31,5	472,5	454,8	27,3	463,0	0,4881 NS
tHb g%	15,0	1,3	14,8	14,2	1,0	13,9	13,9	0,8	13,6	0,0717 NS
HbO ₂ sat %	86,5	11,2	91,6	85,9	20,2	92,2	80,0	23,8	90,2	0,4651 NS
HbCO %	2,19	0,74	2,35	2,08	0,56	2,05	1,84	0,57	1,80	0,4564 NS
MetHb* %	1,40	0,32	1,40	1,49	0,21	1,50	1,47	0,23	1,50	0,796 NS
O ₂ ct Vol %	16,4	5,8	18,6	16,3	4,0	17,2	14,9	4,3	16,4	0,131 NS
Variáveis de controle										
IDADE sem	26,4	5,2	24,0	28,7	4,8	26,0	27,8	4,0	26,0	0,2549 NS
Tempo cirúrgico. min*	55,2	4,5	55,0	53,3	3,5	53,0	55,9	3,9	56,5	0,3404 NS
Total Lipoaspirado** ml	-	-	-	18,7	3,5	18,0	19,1	2,7	19,5	0,5995 NS
Total lipoenxertado ml	-	-	-	-	-	-	6,9	1,4	6,8	-
PESO órgãos em gramas										
FIGADO	13,9	2,0	14,0	14,4	2,3	13,9	13,6	2,1	13,1	0,6768 NS
RIM DIREITO	1,26	0,10	1,30	1,31	0,30	1,35	1,26	0,15	1,30	0,8128 NS
RIM ESQUERDO	1,20	0,19	1,30	1,31	0,22	1,30	1,22	0,23	1,15	0,4789 NS
PULMÕES	1,51	0,11	1,50	1,51	0,26	1,65	1,60	0,23	1,55	0,546 NS
CÉREBRO*	2,05	0,28	2,00	1,85	0,22	1,85	1,96	0,67	1,90	0,2014 NS

Teste ANOVA / *ANOVA por Kruskal-Wallis / **teste de Mann-Whitney

4.1. Volume de Lipoaspiração e o Risco de Embolia

O volume total aspirado por animal teve uma média de 19,1ml (\pm 2,7ml) no grupo C (lipoaspiração + lipoenxertia) e 18,7ml (\pm 3,5ml) no grupo B (apenas

lipoaspirado), sem diferença significativa entre eles ($p > 0,05$), o **Gráfico 1** demonstra estes valores.

O enxerto de gordura na região dorsal dos ratos do grupo C teve uma média aproximada de 6,9ml, variando entre o valor mínimo de 5ml e o valor máximo de 10ml de lipoenxertia, **Gráfico 2**.

Houve uma associação significativa entre a embolia e o tipo de cirurgia ($p=0,01$), como se verifica na **Tabela 2**.

A partir de um estudo comparativo entre todos os grupos, avaliando o risco de embolia, obtidos por meio de *odds ratio* (OR)(razão de chance), encontraram-se intervalos de confiança não significativos entre os dois grupos em estudo (B e C).

Grupo C (lipoaspiração + lipoenxertia) mostrou *odds ratio* (OR) 30,3 vezes maior de embolia do que o grupo controle, com intervalo de confiança (IC) de 1,4 - 660,8 (o risco estimado é de quase 40% superior ao do grupo controle). Em outras palavras, existe uma probabilidade de 95% (nível de significância de 5%) do grupo C estar entre 1,4 e 660,8.

O Grupo C apresentou um risco não significativo de 3,5 vezes (IC = 0,5-22,3) em relação ao grupo B.

O Grupo B (lipoaspirado) mostrou um *odds ratio* (OR) de êmbolos 9,8 vezes superior ao Grupo A (IC = 0,4-219,3), sem risco significativo, porém com uma tendência para aumentá-lo em relação ao grupo controle.

4.2 Resultados da Incidência de Embolia

A incidência de embolia gordurosa foi nula no grupo A, de 30% no grupo B e 60% no C; **Tabela 2, Gráfico 3.**

Nenhuma partícula de gordura foi visualizada em microscopia convencional, nas lâminas de gota de esfregaço sanguínea, em todos os três grupos tanto no pré-operatório quanto no pós-operatório de 48 horas.

Tabela 2. Demonstra as incidências de embolia gordurosa para os pulmões nos três grupos após confirmação nas lâminas de microscopia nas colorações de H&E e Sudan Negro

	Embolia		Número de casos	OR	(IC 95%)	Em relação ao grupo Controle	OR	(IC 95%)
	Sim	Não						
	Número de casos	%	Número de casos					
A- Controle	0	0,0	10	1,0		-		
B- Lipoaspiração	3	30,0	7	9,8	(0.4 a 219.3)	1,0		
C- Lipoaspiração + Lipoenxertia	6	60,0	4	30,3	(1.4 a 660.8)	3,5	(0.5 a 22.3)	
teste exato de Fisher p = 0.0155								
% = taxa de embolia								

% = porcentagem

OR= *odds ratio*

IC= intervalo de confiança

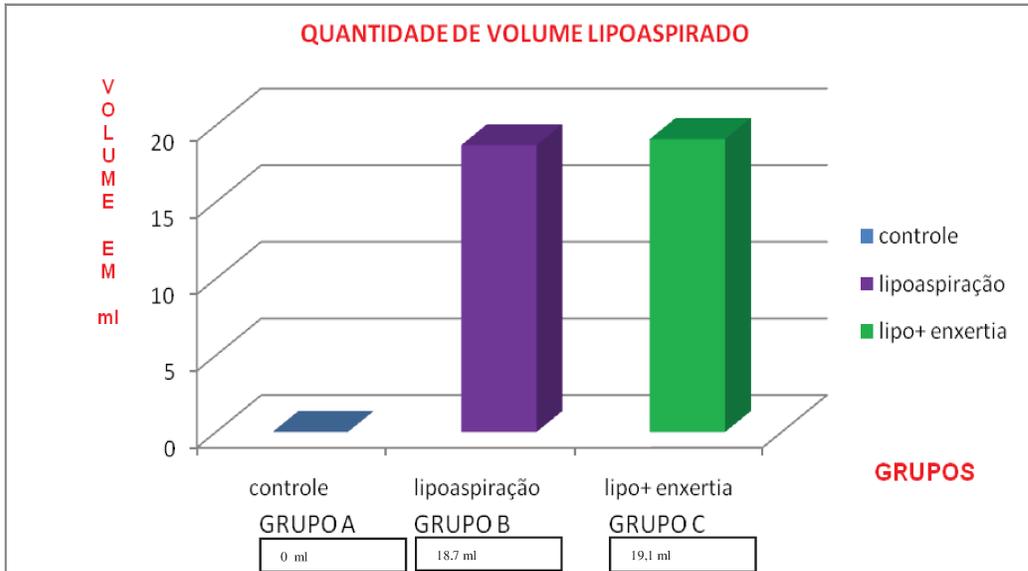


Gráfico 1. Quantidade média total de volume, em ml, lipoaspirado nos animais dos três grupos.

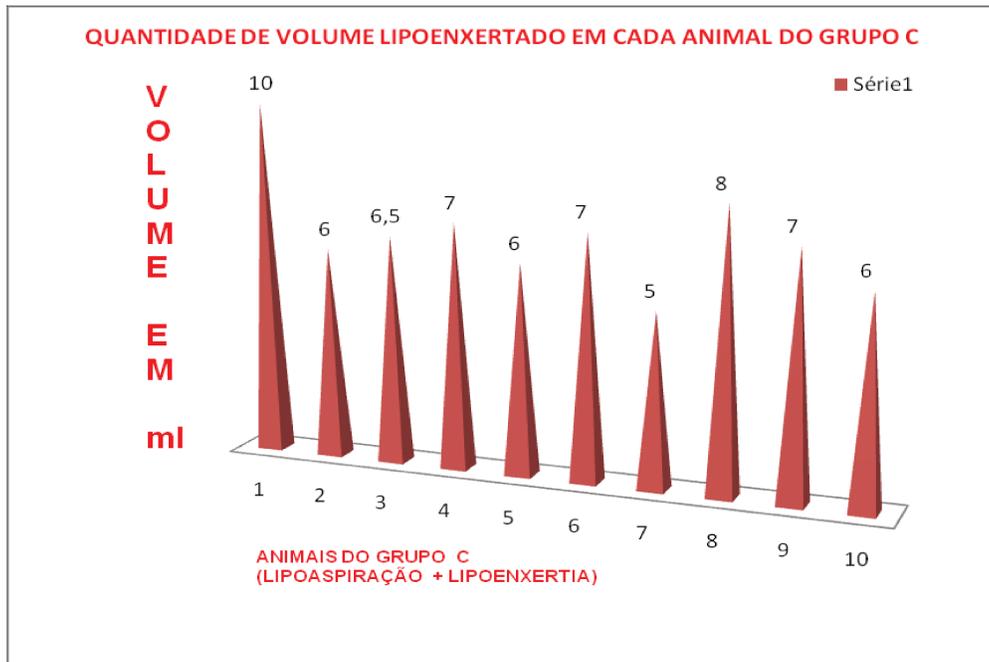


Gráfico 2. Quantidade do volume de gordura, lipoenxertada em cada animal do grupo C

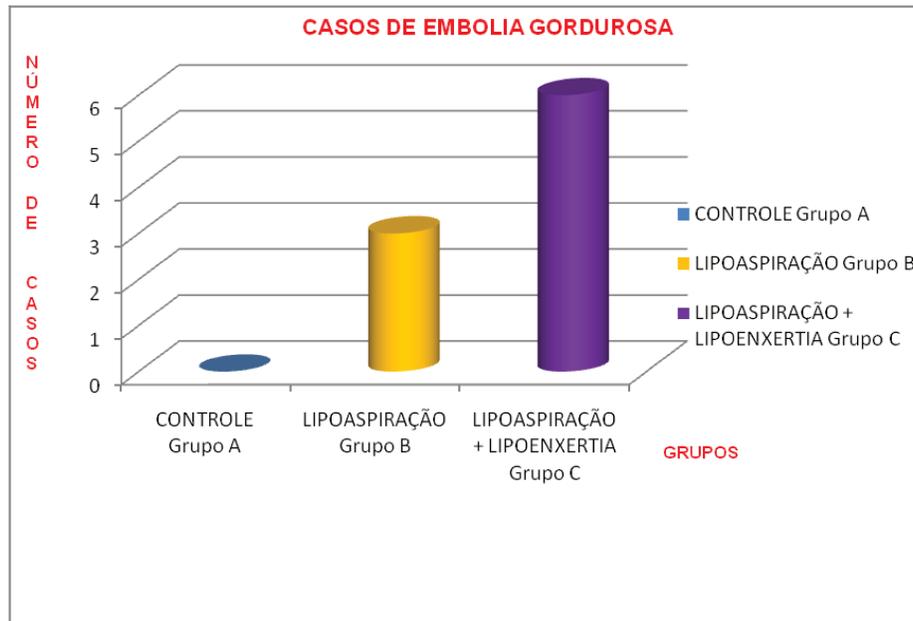


Gráfico 3. Casos de embolia gordurosa para os pulmões em cada grupo de animais estudados

4.3 Resultados do Exame Histológico

Uma análise qualitativa dos órgãos para a presença de êmbolos de gordura foi realizada. Êmbolos lipídicos foram identificados pela imagem negativa, criada no interior de arteríolas pulmonares corados pela técnica de Hematoxilina e Eosina e confirmados pela técnica de Sudan Negro, em capilares inter-alveolares nos pulmões de ratos após lipoaspiração manual, sendo 30% no GRUPO B (3 ratos) e 60% no GRUPO C (6 ratos).

Nenhuma partícula de gordura foi identificada nos outros órgãos estudados destes grupos (B e C).

Não foram encontradas partículas de gordura em quaisquer órgãos estudados dos animais do grupo controle (A).

Todas as lâminas foram analisadas com microscopia convencional, com duas colorações diferentes (**Figuras 10 e 11**).

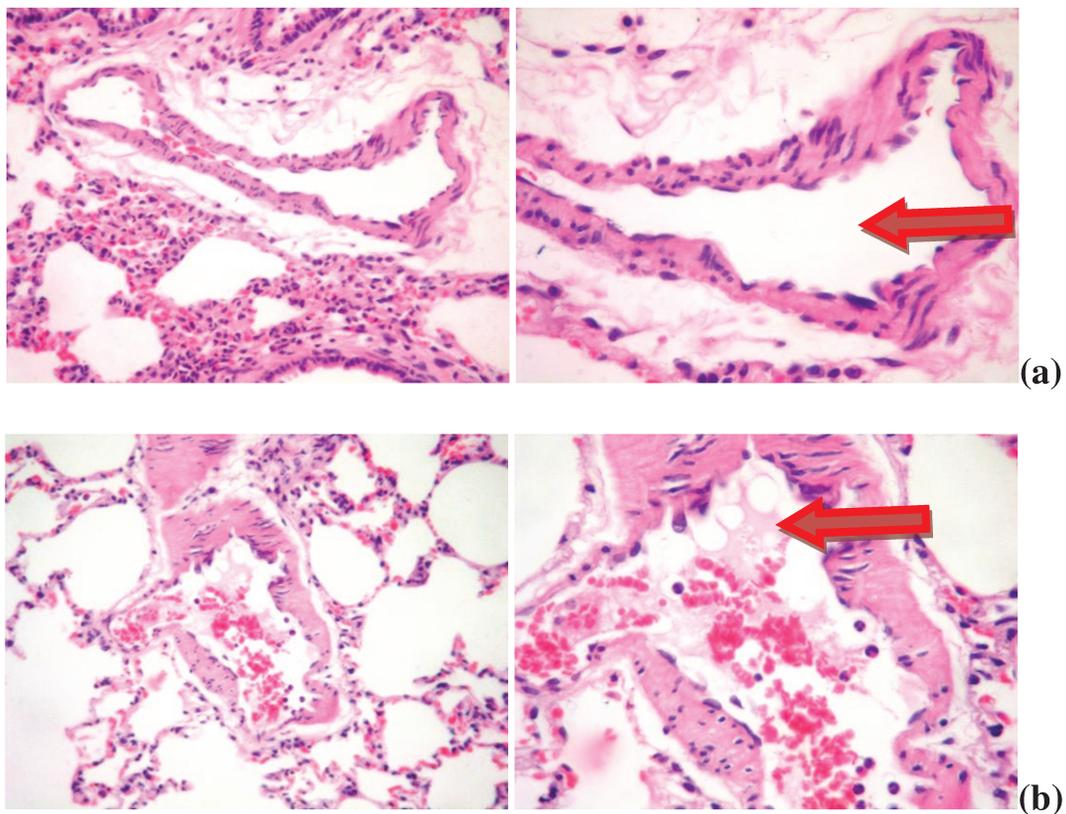


Figura 10 – Fotomicrografias de cortes histológicos dos pulmões dos animais do Grupo A (a), e Grupo C (b). A seta na figura (a) aponta para o interior de uma arteríola pulmonar sem sinais de embolia gordurosa. E em (b) a seta aponta para interior de uma arteríola pulmonar onde há a imagem negativa criada pelo êmbolo de gordura ao redor das células sanguíneas. As fotomicrografias estão com a mesma coloração de H&E nos aumentos de 200 x, 400 x.

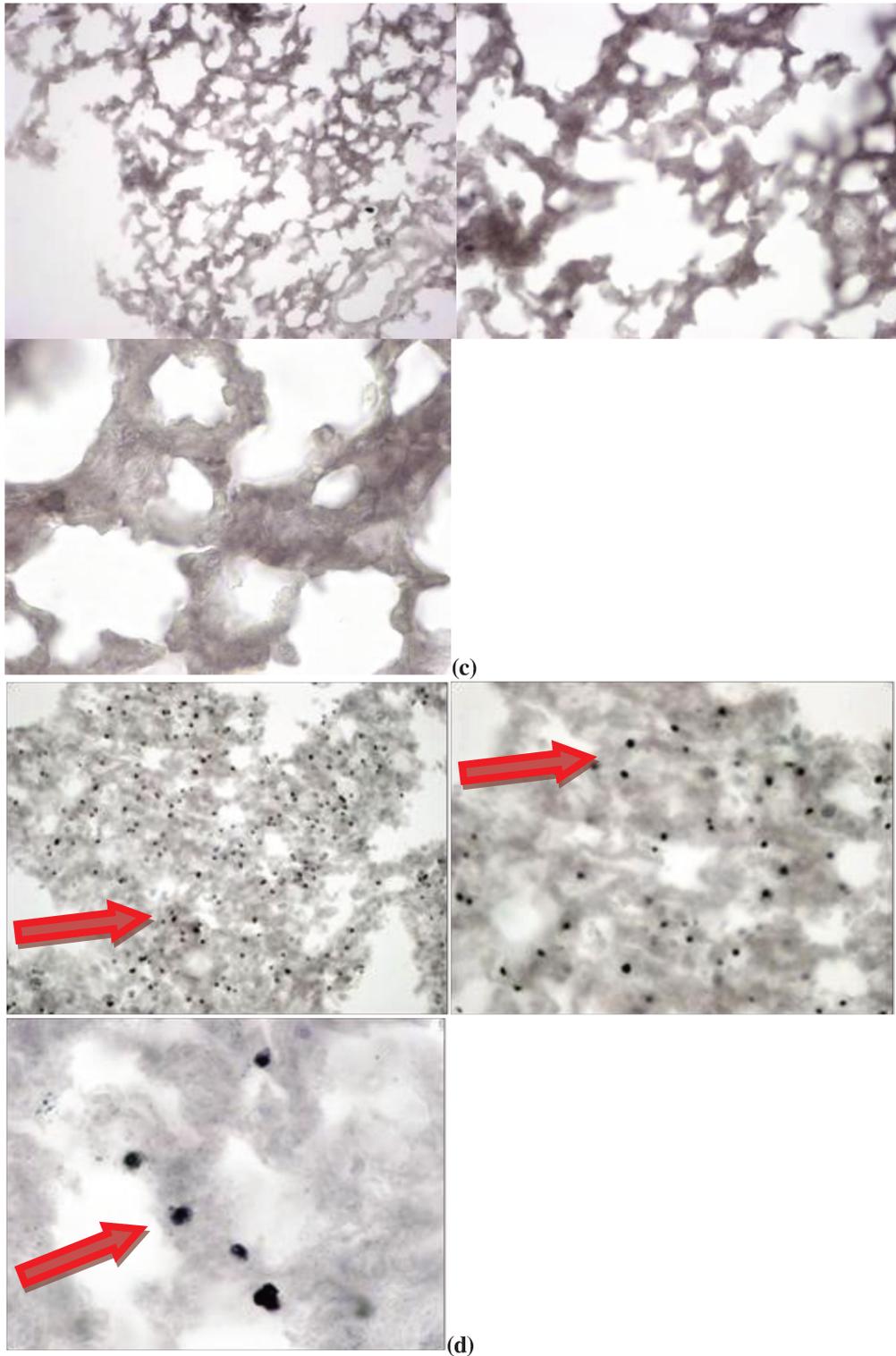


Figura 11. Fotomicrografias dos pulmões dos animais do Grupo A (c) sem sinais de embolia gordurosa e do Grupo C (d) as setas apontam os pontos negros que são a presença de embolia gordurosa para capilares pulmonares. Coloração com Sudan Negro nos aumentos de 200 x, 400 x, 1000 x.

5. Discussão

A lipoaspiração tem se tornado cada vez mais popular com um número crescente dessa cirurgia nas últimas décadas. Pode estar associada ou não a outros procedimentos, como a lipoenxertia. Ainda não se sabe a real incidência das complicações graves destes dois procedimentos associados, tanto em estudos animais quanto em estudos clínicos.

Embora a lipoaspiração seja um procedimento muito seguro e realizado há muitos anos, existem riscos envolvidos. Um deles é a ocorrência de êmbolos de gordura que, em alguns casos, pode evoluir para a síndrome da embolia gordurosa, complicação potencialmente grave, ou até mesmo letal.

Preliminarmente utilizou-se no estudo piloto um porco como modelo animal, semelhante ao trabalho de Kenkel e cols., (2004)⁽⁶⁾ que conduziu a pesquisa com dez porcos adultos, infiltrados com solução de adrenalina e lidocaína e, em seguida, lipoaspirados de forma assistida por aparelhos de ultrassom, com uma média total de volume lipoaspirado de 1960ml (+/- 715ml). Porém, não se conseguiu reproduzir neste estudo preliminar o mesmo sucesso atingido anteriormente, pois o animal utilizado não apresentava um panículo adiposo suficiente na região abdominal, e as aparelhagens eram inapropriadas

comparadas com a desse estudo de Kenkel e cols.,⁽⁶⁾ retirando-se nesse animal gordura insuficiente para posterior lipoenxertia.

Para realizar a pesquisa proposta, foi necessário avaliar trabalhos já publicados^(4,7) e fazer um estudo piloto com outro animal. Utilizaram-se, então, ratos da linhagem Wistar, num total de 20 animais. Esses animais foram importantes para se padronizar a técnica toda, ou seja, de que maneira, qual região anatômica e com qual aparelhagem seria feita a lipoaspiração nos grupos a serem estudados, e como seria feita a cateterização de um vaso arterial para coleta de sangue.

Inicialmente fazia-se essa coleta sanguínea da artéria femoral, porém o cateter ficava na topografia da região que iria ser lipoaspirada. Com isso, a mudança e padronização para a carótida direita, escolhida de maneira aleatória. Também, neste momento, observou-se qual seria o tempo cirúrgico necessário para anestésiar, colher a amostra de sangue arterial e realizar a lipoaspiração associada ou não a lipoenxertia que, no projeto piloto, ficou numa média aproximada de 54 minutos. Por isso, definiu-se um tempo necessário para se realizar o estudo nos três grupos entre 50 e 60 minutos.

O modelo animal utilizado, nesta pesquisa (ratos da linhagem Wistar), mostra uma distribuição subcutânea, gordura metabólica e anatomia semelhantes às encontradas em seres humanos. Isto faz com que seja possível extrapolar estes resultados para a prática clínica, conforme outras pesquisas já realizadas^(4,7,75).

O projeto piloto serviu ainda para definir as duas técnicas de coloração, tanto na Hematoxilina e Eosina, em que os espécimes são fragmentados, fixados em formalina tamponada 10% e incluídos em parafina, o que dificulta o estudo da embolia gordurosa, como também pelo Sudan Negro. O fato é que, por ser realizado com cortes em criostato de fragmentos menores dos espécimes, após congelamento em nitrogênio, é uma técnica de coloração mais apropriada para se estudar a presença de êmbolos lipídicos nos órgãos. Portanto, considerou-se um órgão positivo para embolia gordurosa quanto se identificava a presença de gordura por imagem negativa no interior da arteríola pulmonar (fragmentos maiores) na coloração por H&E e confirmada nos capilares (fragmentos menores) na coloração por Sudan Negro.

Isso talvez possa ser uma justificativa para os poucos casos positivos para embolia gordurosa achados nos pulmões e nenhum dos outros órgãos estudados nessa pesquisa em comparação aos resultados dos dois estudos anteriores, conduzidos com ratos de El Ali e cols., (2004)⁽⁴⁾ e Senen e cols., (2009)⁽⁷⁾.

Definiu-se também qual seria o local e a quantidade de gordura a ser lipoenxertada. Nos primeiros animais tentou-se realizar a lipoenxertia intramuscular na região do dorso inferior, já que, em um estudo de Guerrerosantos e cols., (1996)⁽⁷⁶⁾, demonstraram que a gordura injetada nessa região tem maior sobrevida em relação à injetada no subcutâneo. Porém, observou-se, em alguns animais a dificuldade na marcha após 48 horas, provavelmente por lesão muscular ou nervosa dos membros inferiores.

Optou-se, então, pela infiltração da gordura na região subcutânea do dorso inferior, não existindo nenhuma complicação local identificada na pesquisa, isso foi proposto após ter avaliado um estudo clínico de Restrepo e cols. (2002)⁽⁴⁹⁾ que observou bons resultados, utilizando volumes variados de gordura (300ml a 600ml) em ambos os planos; no subcutâneo e no intramuscular da região glútea, essa última podendo ser identificada pela contração do músculo ao se injetar a gordura.

O projeto piloto teve como uma de suas referências o estudo de El Ali e cols., (2004)⁽⁴⁾ que infiltravam uma solução salina sem adrenalina ou lidocaína, numa média de 40ml de solução equivalente a 10% do peso dos animais. Entretanto, nesse estudo piloto optou-se por infiltrar uma solução, contendo soro fisiológico com adrenalina 1:500.000, com intuito de diminuir as perdas sanguíneas com o uso desse vasoconstrictor e se assemelhar a prática clínica diária. Com esse mesmo volume de 40ml de solução infiltrada nos 20 animais, obteve-se uma média de 28ml de lipoaspirado. Portanto, decidiu-se reduzir a quantidade infiltrada para se aproximar ao máximo da técnica de infiltração superúmida relação (1:1), conduzindo o estudo final com uma infiltração de volume de 30ml. Portanto, o projeto piloto foi essencial para melhorar a precisão e eliminar viés nessa pesquisa de embolia gordurosa após lipoaspiração seguida ou não de lipoenxertia.

Foi utilizado, nessa pesquisa, técnicas de lipoaspiração, infiltração de solução salina com adrenalina e lipoenxertia, semelhantes às utilizadas em seres

humanos, sem encontrar, na literatura, estudos experimentais com o mesmo propósito.

A infiltração de uma solução com adrenalina, com o uso de cânulas de um furo na extremidade para infiltração e lipoenxertia e, com três furos na extremidade para lipoaspiração acopladas em seringas de 20ml, permitiu um estudo inicial dos riscos de embolia gordurosa, envolvidos neste processo tão comumente aplicado aos humanos ⁽⁴⁶⁻⁵⁰⁾, reproduzido em animais.

Não se sabe qual o motivo de não visualizar a presença de êmbolos gordurosos no sangue coletado e analisado nas lâminas de esfregaço no pós-operatório, já que êmbolos gordurosos foram visualizados e confirmados nas duas colorações histológicas, nos pulmões de três animais do grupo B e, em seis animais do grupo C, enfatizando que houve mobilização sistêmica de gordura após os procedimentos e não no grupo controle. Talvez, se a coleta do sangue fosse feita de maneira seriada durante o procedimento, como no trabalho de El Eli e cols., (2004)⁽⁴⁾ que identificaram ser a mobilização sistêmica de gordura um processo acumulativo durante a lipoaspiração, esse resultado fosse diferente.

O resultado da não alteração significativa entre os gases sanguíneos estudados entre o pré-operatório e pós-operatório dos três grupos não é conclusivo, pois existem algumas variáveis que deveriam ter sido controladas como a sedação dos animais com oxigênio auxiliar e a presença de aparelhos de saturação, durante todos os procedimentos, ou mesmo ventilação mecânica assistida. Pode não haver, realmente, uma alteração significativa dos valores dos

gases sanguíneos estudados, quando se realiza a lipoaspiração e lipoenxertia do modo como foi conduzido o experimento. Entretanto, não se pode afirmar que isto ocorra em humanos e são necessários mais estudos experimentais e clínicos com este propósito. As perdas sanguíneas com as coletas de sangue, com a lipoaspiração seguida ou não de lipoenxertia, não foram significativas, comparando-se os três grupos, portanto mostra que a técnica utilizada de infiltração superúmida, contendo um vasoconstrictor, foi apropriada para este experimento.

Muitos trabalhos, principalmente relatos de casos, têm revelado a ocorrência de embolia após a lipoaspiração⁽⁵⁸⁻⁶²⁾. Laub e cols.,⁽⁶⁰⁾ relatam um caso de uma mulher de 51 anos submetida à lipoaspiração, abdominoplastia e mastopexia, que desenvolveu sinais sugestivos de síndrome da angústia respiratória aguda (SARA) no terceiro dia após a cirurgia. A angiografia pulmonar mostrou obstrução nas veias terminais dos pulmões por microembolos. Os autores relatam que esta paciente ficou em cuidados da unidade de terapia intensiva com melhora no sexto dia pós-operatório⁽⁶⁰⁾.

Teimourian e Rogers⁽⁷⁷⁾ fizeram um estudo retrospectivo com 75.000 pacientes submetidas à lipoaspiração entre 1984 e 1989, relatando uma taxa de complicações maiores de 0,1% nas lipoaspirações. Dentre as complicações, as mais graves foram: embolia gordurosa, necroses maiores da pele, complicações relacionadas com anestesia, arritmias cardíacas, perfurações de órgãos e sangramentos com necessidades de transfusões. Nesta pesquisa, dois casos de

morte foram por embolismo gorduroso e tromboembolismo, e a taxa de morte foi de 2,6 em 100.000⁽⁷⁷⁾.

Abbes e Bourgeon⁽⁷⁸⁾ relatam o caso de uma mulher de 55 anos que foi submetida à lipoaspiração e abdominoplastia, em 1990, e teve sinais neurológicos e fundoscopia do olho, com mudanças no pós-operatório, indicativo de embolia gordurosa.

Christiman⁽⁷⁹⁾ relata o caso de uma mulher de 56 anos que foi submetida a uma lipoaspiração e abdominoplastia, e que desenvolveu embolia gordurosa evoluindo à óbito no período pós-operatório⁽⁷⁹⁾.

Erba e cols., (2011)⁽⁸⁰⁾ descrevem um relato de caso recente de uma paciente de 46 anos que evoluiu com síndrome da embolia gordurosa, após cirurgia de lipoaspiração combinada com outros procedimentos estéticos⁽⁸⁰⁾.

Daane e Rockwell⁽⁶⁷⁾, em 1999, fizeram uma revisão na literatura das complicações existentes após lipoaspiração, por meio de um questionário realizado para membros certificados da *American Society of Plastic and Reconstructive Surgery* (ASPRS), mostrando que muitos cirurgiões plásticos não fazem, com muita frequência, relatos de complicações graves e mortalidade, em casos de lipoaspiração. A taxa de mortalidade está aumentando e é muito variável, segundo a literatura, de 0,003% para 0,02%, podendo estar superior a 0,1%⁽⁶⁷⁾.

Grazer e cols., no ano de 2000, publicaram os dados, após 1200 cirurgiões plásticos responderem a um questionário sobre mortalidade em lipoaspiração e a mortalidade chegou a taxas de 19,1 por 100.000 ou 1 em cada 5224 casos de lipoaspiração, sendo a maior causa o tromboembolismo pulmonar com 23,4%⁽⁵⁹⁾.

Dentre as complicações graves revisadas, neste estudo, foram relatadas: perfuração da artéria femoral, evoluindo com amputação da perna, fascite necrotizante com infecção da pele, embolia gordurosa com ou sem hipovolemia, perfuração intestinal, embolia pulmonar, deslocamento do tubo endotraqueal com falha no aparelho de anestesia, toxicidade pela lidocaína, perfuração torácica ou abdominal, perfuração aórtica, parada cardiorrespiratória, síndrome do choque tóxico, anafilaxia devido à sensibilidade aos metais, edema pulmonar, perda maior da pele, complicações anestésicas, antecipação de transfusões sanguíneas, insuficiência renal aguda, completa transecção do peitoral maior, traqueostomia devido a hematoma, acidente vascular cerebral entre outras.

Apesar de relatos de casos de embolia gordurosa ou embolia pulmonar, em casos de lipoaspiração, combinada ou não com abdominoplastia serem frequentes, a lipoaspiração pode ser um procedimento seguro, inclusive quando associado com outros procedimentos plásticos. A incidência de complicações tem aumentado devido ao tempo prolongado do procedimento e ao aumento do lipoaspirado maior que 5000ml (Kenkel e cols.)⁽⁶⁾.

É interessante destacar que a maior parte das complicações mencionadas não foi relatada por cirurgiões plásticos que realizaram o procedimento. E sim foi

descrita por médicos intensivistas ou cirurgiões que conduziram as complicações e que publicaram os casos.

Isso pode inferir que um relato de caso voluntário pode vir a aumentar a verdadeira incidência de complicações severas e a mortalidade em lipoaspirações. Outro fator que pode subestimar os dados colhidos é que muitos procedimentos de lipoaspiração são realizados nas clínicas privadas e não em hospitais, podendo assim mascarar o número dessas incidências⁽⁶⁷⁾. Os riscos envolvidos nesse tipo de cirurgia deve ser objeto de investigação.

Este estudo encontrou partículas de gordura nos pulmões dos animais lipoaspirados pela técnica manual com infiltração superúmida e em maior volume (o dobro), naqueles que foram submetidos à lipoenxertia após a lipoaspiração, não sendo encontradas evidências de embolia gordurosa para os pulmões, em nenhum dos casos controles, que foram somente anestesiados e infiltrados com a solução. No entanto, não se sabe quão importante é este risco para produzir repercussões nos animais operados ou mesmo se isto ocorre com tanta frequência em pacientes humanos submetidos a esse tipo de procedimento. Porém, como a técnica e metodologia utilizadas foram similares aos dos procedimentos em humanos, pode-se esperar que estes achados sejam encontrados em indivíduos que são submetidos à lipoaspiração clássica desta mesma forma.

No estudo anterior, utilizando porcos, Kenkel e cols.,⁽⁶⁾ encontraram partículas de gordura nos pulmões, em proporções ainda maiores, com edema

pulmonar, hemorragia petequial em pontos da superfície da pleura e congestão hemorrágica no exame macroscópico 48 horas após a lipoaspiração. Foi visto ainda forte evidência de embolia gordurosa no pulmão e no rim ao exame histológico, embora o estudo não fosse deste interesse.

El Ali e Gourlay⁽⁴⁾, em um interessante estudo utilizando ratos submetidos à lipoaspiração por meio de aparelho de sucção, acoplado a cânulas de dois, quatro, seis milímetros, após a infiltração de solução, contendo soro fisiológico sem adrenalina, relatam que a presença histológica de partículas de gordura no aparelho circulatório é um indicador confiável de embolia gordurosa. Neste estudo, comparando análises sanguíneas antes, após 30 e 60 minutos de procedimento, constataram que a mobilização de gordura é um processo acumulativo durante a lipoaspiração. Esses autores, na análise histológica, observaram embolia gordurosa em todos os pulmões (100%) e em um animal não pôde ser descartada a embolia para o cérebro (10%).

O presente estudo encontrou uma incidência menor, provavelmente pelo fato da diferença na técnica cirúrgica utilizada. No trabalho citado, foi utilizado um aparelho potente de sucção e, nesse estudo, seringas provavelmente acarretando em um menor trauma. Mas isto não tem como ser afirmado. No trabalho de El Ali & Gourlay, não foram analisados outros órgãos dos animais como rins e fígados.

Em outro trabalho similar com ratos, Senen e cols., (2009)⁽⁷⁾ utilizaram cinco grupos, sendo quatro de estudo e um de controle, onde encontraram

diferenças entre os métodos seco e tumescente. Os grupos foram divididos desta forma:

Grupo 1: Oito animais submetidos à lipoaspiração pela técnica tumescente, e o sangue e órgãos analisados uma hora após a cirurgia.

Grupo 2: Oito animais foram submetidos à lipoaspiração pela técnica seca de infiltração e o sangue e órgãos coletados após uma hora.

Grupo 3: Oito animais foram submetidos à lipoaspiração pela técnica tumescente e, após 48h, sangue e órgãos foram coletados.

Grupo 4: Oito animais submetidos à lipoaspiração pela técnica seca e após 48h sangue e órgãos foram coletados.

E, por último, um grupo controle com oito animais onde sangue e os órgãos foram apenas coletados para comparação sendo divididos com uma hora e 48 horas.

Os procedimentos foram realizados com os animais anestesiados com ketamina injetada na região intraperitoneal e infiltrados com solução de ringer com lactato, lidocaína, adrenalina e bicarbonato nos ratos da técnica tumescente. Para a sucção, foi utilizado seringas de 10ml acopladas em cânulas de 2-3mm. O sangue e os órgãos como pulmões, rins, fígado, cérebro e pele foram coletados em todos os grupos.

Esse estudo revelou que a lipoaspiração tem risco de mobilização de êmbolos de gordura no início (1h) e final do período pós-operatório (48h). Comparando os grupos com o controle, existe um risco significativo de embolização gordurosa, após lipoaspiração, ($p < 0,05$). E esse risco é especialmente alto logo após a lipoaspiração com a técnica seca e diminuiu no período pós-operatório tardio (48h). Porém, esses autores não encontraram diferença estatística significativa entre as técnicas secas e tumescente⁽⁷⁾.

A presente pesquisa não produziu resultados tão alarmantes como os encontrados nos artigos acima mencionados, provavelmente por motivos de diferenças nas técnicas de infiltração e no aparato utilizado para lipoaspiração. Além disso, nessas pesquisas anteriores, não eram estudadas a lipoaspiração associada à lipoenxertia que no estudo realizado apresentou uma incidência maior de embolia gordurosa para os pulmões de 60% dos casos (grupo C), sendo significativo em relação ao controle (grupo A).

Esse estudo não prova que a lipoaspiração pode provocar embolia gordurosa, e também que possam causar problemas no modelo humano, mesmo quando associadas à lipoenxertia. Para se determinar o seu verdadeiro risco em pacientes, que se submetam a procedimento estético, mais pesquisas devem ser realizadas, principalmente com ênfase à importância clínica, e estas devem ser tanto experimentais como clínicas.

Embora estudos anteriores tenham mostrado alta incidência de embolia gordurosa, após lipoaspiração, as taxas de complicações devido a ela, em seres

humanos, ainda é baixa. Provavelmente, por falta de estudos ou até mesmo pela dificuldade no diagnóstico de embolia gordurosa, em casos assintomáticos. Seria necessária mais atenção ao período pós-operatório da cirurgia de lipoaspiração e um maior compromisso dos médicos que realizam este procedimento. É de importância ainda que os casos diagnosticados fossem relatados na literatura médica para assim saber a real incidência e as complicações da mobilização da gordura, muito evidente nos estudos antecedentes^(4,6,7).

Provavelmente, o achado deste estudo pode vir a explicar os casos tão divulgados pela mídia e por alguns trabalhos científicos sobre as complicações com este método tão usual na medicina estética devido a ser uma população jovem, sadia e, por isso, pouco se espera de morbidade e muito menos mortalidade, quando submetidos a qualquer tipo de procedimentos operatório.

6. Conclusão

6.1. Nos animais estudados, após a lipoaspiração mecânica clássica com cânulas, pela técnica de infiltração superúmida, foi encontrada embolia gordurosa para os pulmões e esta ocorreu em maior incidência no grupo lipoaspirado e, em seguida, lipoenxertado.

7. Referências Bibliográficas

1. Surgeons ASoP. Plastic Surgery Statistics. [updated 2010; cited]:
<http://www.plasticsurgery.org/Documents/news-resources/statistics/2010-statisticss/Charts/2010-top-5-cosmetic-surgery-procedures-graph.pdf> [updated 2010; cited]; Available from.
2. Plástica SBCP. Pesquisa DATAFOLHA 2009. :
<http://www2.cirurgiaplastica.org.br/images/Docs/pesquisa2009.pdf>; 2009
[updated 2009 cited]; Available from.
3. Pereira ACPM, Anestesia para Lipoaspiração, em Cavalcanti IL, Cantinho FAF, Assad AR, editores - Anestesia para Cirurgia Plástica. SAERJ Ed, Rio de Janeiro 2005; 227-36.
4. El-Ali KM, Gourlay T. Assessment of the risk of systemic fat mobilization and fat embolism as a consequence of liposuction: ex vivo study. *Plast Reconstr Surg* 2006; 117(7):2269-76.
5. Franco FF, Tincani AJ, Meirelles LR, Kharmandayan P, Guidi MC. Occurrence of Fat Embolism After Liposuction Surgery, With or Without Lipografting: An Experimental Study. *Ann Plast Surg* 2011; 67(2):101-5.
6. Kenkel JM, Brown SA, Love EJ, Waddle JP, Krueger JE, Noble D, et al. Hemodynamics, electrolytes, and organ histology of larger-volume liposuction in a porcine model. *Plast Reconstr Surg* 2004; 15;113(5):1391-9.

7. Senen D, Atakul D, Erten G, Erdogan B, Lortlar N. Evaluation of the risk of systemic fat mobilization and fat embolus following liposuction with dry and tumescent technique: an experimental study on rats. *Aesthetic Plast Surg* 2009; 33(5):730-7.
8. Flynn TC, Coleman WP, 2nd, Field LM, Klein JA, Hanke CW. History of liposuction. *Dermatol Surg* 2000; 26(6):515-20.
9. Schrudde J. Lipexheresis (liposuction) for body contouring. *Clin Plast Surg* 1984; 11(3):445-56.
10. Schrudde J. Suction curettage for body contouring. *Plast Reconstr Surg* 1982; 69(5):903-4.
11. Ahern RW. The history of liposuction. *Semin Cutan Med Surg* 2009; 28(4):208-11.
12. Coleman WP, 3rd. The history of liposuction and fat transplantation in America. *Dermatol Clin* 1999; 17(4):723-7.
13. Fischer G. Liposculpture: the "correct" history of liposuction. Part I. *J Dermatol Surg Oncol* 1990; 16(12):1087-9.
14. Kesselring UK, Meyer R. A suction curette for removal of excessive local deposits of subcutaneous fat. *Plast Reconstr Surg* 1978; 62(2):305-6.
15. Illouz YG. Body contouring by lipolysis: a 5-year experience with over 3000 cases. *Plast Reconstr Surg* 1983; 72(5):591-7.
16. Fournier PF, Otteni FM. Lipodissection in body sculpturing: the dry procedure. *Plast Reconstr Surg* 1983; 72(5):598-609.
17. Field LM. The dermatologist and liposuction-a history. *J Dermatol Surg Oncol* 1987; 13(9):1040-1.

18. Klein JA. The tumescent technique. Anesthesia and modified liposuction technique. *Dermatol Clin* 1990; 8(3):425-37.
19. Klein JA. Tumescent technique for local anesthesia improves safety in large-volume liposuction. *Plast Reconstr Surg* 1993; 92(6):1085-98.
20. Klein JA. Tumescent technique for local anesthesia. *West J Med* 1996; 164(6):517.
21. Zocchi M. Ultrasonic liposculpturing. *Aesthetic Plast Surg* 1992; 16(4):287-98.
22. Mann MW, Palm MD, Sengelmann RD. New advances in liposuction technology. *Semin Cutan Med Surg* 2008; 27(1):72-82.
23. Gingrass MK, Kenkel JM. Comparing ultrasound-assisted lipoplasty with suction-assisted lipoplasty. *Clin Plast Surg* 1999; 26(2):283-8.
24. Pine JL, Smith LJ, Haws MJ, Gingrass MK. Ultrasound-assisted lipoplasty. *Plast Surg Nurs* 2003; 23(3):101-8.
25. Kim YH, Cha SM, Naidu S, Hwang WJ. Analysis of postoperative complications for superficial liposuction: a review of 2398 cases. *Plast Reconstr Surg* 2011; 127(2):863-71.
26. Coleman WP, 3rd. Powered liposuction. *Dermatol Surg* 2000; 26(4):315-8.
27. Rebelo A. Power-assisted liposuction. *Clin Plast Surg* 2006; 33(1):91-105.
28. Apfelberg DB. Results of multicenter study of laser-assisted liposuction. *Clin Plast Surg* 1996; 23(4):713-9.
29. Katz B, McBean J, Cheung JS. The new laser liposuction for men. *Dermatol Ther* 2007; 20(6):448-51.

30. Reynaud JP, Skibinski M, Wassmer B, Rochon P, Mordon S. Lipolysis using a 980-nm diode laser: a retrospective analysis of 534 procedures. *Aesthetic Plast Surg* 2009; 33(1):28-36.
31. Triana L, Triana C, Barbato C, Zambrano M. Liposuction: 25 years of experience in 26,259 patients using different devices. *Aesthet Surg J* 2009; 29(6):509-12.
32. Toledo LS, Giovanetti M, Lipoaspiração e Lipoenxertia nas deformidades do Abdômem, Dorso e Flancos, Mélega JM, editor. *Cirurgia Plástica Fundamentos e Arte- Cirurgia Estética*; MEDSI Ed; Rio de Janeiro 2003. p.629-38.
33. Filho BSG, Pimenta FS, Gonçalves SL, Anatomia e Fisiologia do Tecido Adiposo em Carreirão S, Cardim V, Goldenberg D, editores *Cirurgia Plástica- Sociedade Brasileira de Cirurgia Plástica*, Atheneu Ed; Rio de Janeiro, 2005.p 751-56.
34. Cinti S. The adipose organ: morphological perspectives of adipose tissues. *Proc Nutr Soc* 2001; 60(3):319-28.
35. Illouz YG. Study of subcutaneous fat. *Aesthetic Plast Surg* 1990; 14(3):165-77.
36. Markman B, Barton FE, Jr. Anatomy of the subcutaneous tissue of the trunk and lower extremity. *Plast Reconstr Surg* 1987; 80(2):248-54.
37. Souto AM, Freitas LFLP, Merheb GM, Lipoaspiração, em Carreirão S, Cardim V, Goldenberg D, editores, *Cirurgia Plástica- Sociedade Brasileira de Cirurgia Plástica*, Atheneu Ed; Rio de Janeiro 2005.p 757- 66.
38. Fodor PB. Defining wetting solutions in lipoplasty. *Plast Reconstr Surg* 1999; 103(5):1519-20.

39. Mysore V. Tumescent liposuction: standard guidelines of care. *Indian J Dermatol Venereol Leprol* 2008; 74 Suppl:S54-60.
40. Hunstad JP, Aitken ME. Liposuction and tumescent surgery. *Clin Plast Surg* 2006; 33(1):39-46.
41. Habbema L. Breast reduction using liposuction with tumescent local anesthesia and powered cannulas. *Dermatol Surg* 2009; 35(1):41-50.
42. Brauman D, Capocci J. Liposuction abdominoplasty: an advanced body contouring technique. *Plast Reconstr Surg* 2009; 124(5):1685-95.
43. Delay E, Garson S, Tousson G, Sinna R. Fat injection to the breast: technique, results, and indications based on 880 procedures over 10 years. *Aesthet Surg J*. 2009; 29(5):360-76.
44. Kanchwala SK, Glatt BS, Conant EF, Bucky LP. Autologous fat grafting to the reconstructed breast: the management of acquired contour deformities. *Plast Reconstr Surg* 2009; 124(2):409-18.
45. Spear SL, Wilson HB, Lockwood MD. Fat injection to correct contour deformities in the reconstructed breast. *Plast Reconstr Surg* 2005;116(5):1300-5.
46. Peren PA, Gomez JB, Guerrerosantos J, Salazar CA. Gluteus augmentation with fat grafting. *Aesthetic Plast Surg* 2000; 24(6):412-7.
47. Cardenas-Camarena L, Lacouture AM, Tobar-Losada A. Combined gluteoplasty: liposuction and lipoinjection. *Plast Reconstr Surg* 1999; 104(5):1524-31.

48. Harrison D, Selvaggi G. Gluteal augmentation surgery: indications and surgical management. *J Plast Reconstr Aesthet Surg* 2007; 60(8):922-8.
49. Cardenas Restrepo JC, Munoz Ahmed JA. Large-volume lipoinjection for gluteal augmentation. *Aesthet Surg J* 2002; 22(1):33-8.
50. Nicareta B, Pereira LH, Sterodimas A, Illouz YG. Autologous gluteal lipograft. *Aesthetic Plast Surg* 2010; 35(2):216-24.
51. Illouz YG. Complications of liposuction. *Clin Plast Surg* 2006; 33(1):129-63.
52. Glogau RG. Microlipoinjection. Autologous fat grafting. *Arch Dermatol* 1988; 124(9):1340-3.
53. Alexander KS, Kang N. Surgical tip: A cheap and readily available alternative to the 10cc syringe lock for Coleman fat grafting. *J Plast Reconstr Aesthet Surg* 2010; 63(7):590.
54. Coleman SR. Facial recontouring with lipostructure. *Clin Plast Surg* 1997; 24(2):347-67.
55. Coleman WP, 3rd, Lawrence N, Sherman RN, Reed RJ, Pinski KS. Autologous collagen? Lipocytic dermal augmentation. A histopathologic study. *J Dermatol Surg Oncol* 1993; 19(11):1032-40.
56. Iannace C, Di Libero L, Manetta F, Sciascia V, Pizza A, Napolitano S, et al. [Coleman lipofilling: experience of an Italian group and review of the literature]. *Chir Ital* 2009; 61(1):67-75.
57. Kim SS, Kawamoto HK, Kohan E, Bradley JP. Reconstruction of the irradiated orbit with autogenous fat grafting for improved ocular implant. *Plast Reconstr Surg* 2010; 126(1):213-20.

58. Ross RM, Johnson GW. Fat embolism after liposuction. *Chest* 1988; 93(6):1294-5.
59. Grazer FM, de Jong RH. Fatal outcomes from liposuction: census survey of cosmetic surgeons. *Plast Reconstr Surg* 2000; 105(1):436-46.
60. Laub DR, Jr., Laub DR. Fat embolism syndrome after liposuction: a case report and review of the literature. *Ann Plast Surg* 1990; 25(1):48-52.
61. Dillerud E. Re: Fat embolism after liposuction. *Ann Plast Surg* 1991; 26(3):293.
62. Wang HD, Zheng JH, Deng CL, Liu QY, Yang SL. Fat embolism syndromes following liposuction. *Aesthetic Plast Surg* 2008; 32(5):731-6.
63. Rao RB, Ely SF, Hoffman RS. Deaths related to liposuction. *N Engl J Med* 1999; 340(19):1471-5.
64. Lehnhardt M, Homann HH, Daigeler A, Hauser J, Palka P, Steinau HU. Major and lethal complications of liposuction: a review of 72 cases in Germany between 1998 and 2002. *Plast Reconstr Surg* 2008; 121(6):396e-403e.
65. Commons GW, Halperin B, Chang CC. Large-volume liposuction: a review of 631 consecutive cases over 12 years. *Plast Reconstr Surg* 2001; 108(6):1753-63.
66. Hughes CE, 3rd. Reduction of lipoplasty risks and mortality: an ASAPS survey. *Aesthet Surg J* 2001; 21(2):120-7.
67. Daane SP, Rockwell WB. Analysis of methods for reporting severe and mortal lipoplasty complications. *Aesthetic Plast Surg* 1999; 23(5):303-6.

68. Cardenas-Camarena L. Lipoaspiration and its complications: a safe operation. *Plast Reconstr Surg* 2003; 112(5):1435-41.
69. Flecknell PA, Anesthesia of Common Laboratory species in Laboratory Animal Anesthesia editor Flecknell - second edition, Academic Press ed.; 1996.(7),p 161-68.
70. Wixson SK, Smiler KL. Anesthesia and analgesia in Rodents in Anesthesia and Analgesia in Laboratory Animals, Kohn D, Wixson SK, White WJ, Benson GJ- editors, Academic Press; ed.; 1997.p 165-203.
71. Toledo LS. Syringe liposculpture: a two-year experience. *Aesthetic Plast Surg* 1991; 15(4):321-6.
72. Ersek RA, Chang P, Salisbury MA. Lipo layering of autologous fat: an improved technique with promising results. *Plast Reconstr Surg* 1998; 101(3):820-6.
73. Har-Shai Y, Lindenbaum ES, Gamliel-Lazarovich A, Beach D, Hirshowitz B. An integrated approach for increasing the survival of autologous fat grafts in the treatment of contour defects. *Plast Reconstr Surg* 1999;104(4):945-54.
74. Niechajev I, Sevcuk O. Long-term results of fat transplantation: clinical and histologic studies. *Plast Reconstr Surg* 1994; 94(3):496-506.
75. Ballaux PK, Gourlay T, Ratnatunga CP, Taylor KM. A literature review of cardiopulmonary bypass models for rats. *Perfusion* 1999; 14(6):411-7.
76. Guerrosantos J, Gonzalez MA, Masmela Y, Gonzalez MA, Deos M, Diaz P, Long term survival of free fat grafts in muscle: an experimental study in rats, *Aesthetic Plast Surg* 1996; 20(5):403-8.

77. Teimourian B, Rogers WB, 3rd. A national survey of complications associated with suction lipectomy: a comparative study. *Plast Reconstr Surg* 1989; 84(4):628-31.
78. Abbes M, Bourgeon Y. Fat embolism after dermolipectomy and liposuction. *Plast Reconstr Surg* 1989; 84(3):546-7.
79. Christman KD. Death following suction lipectomy and abdominoplasty. *Plast Reconstr Surg* 1986; 78(3):428.
80. Erba P, Farhadi J, Schaefer DJ, Pierer G. Fat embolism after combined aesthetic surgery. *J Plast Surg Hand Surg* 2011; 45(1): 51-3.

8. Anexo

Anexo 8.1. Termo de Aceite do Trabalho em Revista Indexada

Sep 23, 2010

RE: SAP-D-10-00236R2, entitled "Occurrence of fat embolism after liposuction surgery, with or without lipografting - an experimental study"

Dear mr.Fernando Franco,

I am pleased to inform you that your work has now been accepted for publication in Annals of Plastic Surgery. All manuscript materials will be forwarded immediately to the production staff for placement in an upcoming issue.

Thank you for submitting your interesting and important work to the journal.

<http://sap.edmgr.com/>

Your username is:

Your password is:

With Kind Regards,

%Dr. William C. Lineaweaver%

%Editor%

Annals of Plastic Surgery

Anexo 8.2. Occurrence of fat embolism after liposuction surgery, with or without lipografting – an experimental study

Authors

Fernando F Franco¹, MD. Alfio J Tincani², PhD, Luciana R Meirelles³, PhD, Paulo Kharmandayan¹, PhD, Marcelo C Guidi¹, M.D

1. Plastic Surgery Service. Faculty of Medical Sciences School – University of Campinas (Unicamp), São Paulo, Brazil
2. Head and Neck Service. Faculty of Medical Sciences School – University of Campinas (Unicamp), São Paulo, Brazil.
3. Department of Pathology. Faculty of Medical Sciences School – University of Campinas (Unicamp), São Paulo, Brazil

Artigo publicado na revista Annals Plastic Surgery 2011; 67(2):101-5.

Fernando F. Franco, M.D. Department of Surgery.

Faculty of Medical Sciences School – University of Campinas (Unicamp), São Paulo, Brazil

13083-970. Campinas, SP, Brazil.

f franco@fcm.unicamp.br.

Abstract

Background – Liposuction in plastic surgery consists of the removal of excess fatty tissue in healthy individuals. In recent decades this procedure has become more common worldwide. Associated with liposuction, lipografting has also been used for improving body contours, and has become known as liposculpture. Liposuction sometimes causes complications, including fat embolism, as described in the medical literature. The present study aims at ascertaining whether there is intravascular mobilization of fat following mechanical liposuction and/or fat graft when carried out using one of the most common specific procedures used for liposuction, the super-wet technique. **Methods** – Thirty 30 Wistar rats were used in this study. Before the surgery the animals were placed in the supine position and anesthetized with Thiopental for 50 to 60 minutes, as it is generally performed in clinical practice. The animals were divided in three groups. Group A, consisting of ten rats, served as controls, and were only anesthetized. Group B consisted of ten rats, which underwent only liposuction. Group C also comprised ten rats, which were liposuctioned and then lipografted in the dorsal region. Blood was collected just before and again, 48 hours after the procedure. After 48 hours the animals were sacrificed, and the lungs, kidneys, liver and brain were histologically examined. **Results** - All the samples collected were analyzed microscopically with two different stains, namely, Hematoxylin and eosin (H&E), and Sudan black. Fat particles were found in the lungs of three animals in Group B (those that underwent only liposuction) and in six animals of Group C (liposuction and lipografting). No fat particles were found in any organ of the control group. **Conclusions** – With this experiment the authors showed that there is risk of systemic

mobilization of fat following liposuction and that this risk is even higher when fat grafts are also carried out.

Introduction: Liposuction, a procedure for removing excess adipose tissue in healthy individuals, is now a common procedure in aesthetic plastic surgery. According to statistics of the American Society of Plastic Surgeons(1) (ASPS), nearly 303,000 people underwent liposuction in 2006 in the U.S.A., and it ranked third among the five most common aesthetic practices. According to the Brazilian Society of Plastic Surgery² (SBCP), which is the second largest plastic surgery association in the world, which carried out joint surveys with the Datafolha Institute(2), 629,000 plastic surgeries are performed each year in Brazil. Of these aesthetic surgical procedures, 20% consist of liposuction; mammoplasty is the most common procedure. With the increased volume of fat aspirated in these procedures, the number of complications has also increased (1-3).

The surgical techniques most often used in liposuction are called super-wet and tumescent. SBCP determined that the volume of tissue removed must not be more than 5% to 7% of the patient's body weight. In the super-wet technique, a saline solution with a vasoconstrictor agent is infiltrated, and then the amount of tissue removed has the same volume as the infiltrated agent (1:1). In the tumescent technique a greater amount of the solution is infiltrated and then a smaller amount of tissue is aspirated (3:1) (3).

The ASPS defined that large liposuctioned volumes are the ones above five liters, which indicates that this procedure requires high-level surgical skills as well as a prolonged post-surgical monitoring.(4).

Minor complications include irregularities in body contours, edemas, ecchymoses, dyschromias and seromas. Death from liposuction has been associated with the excess volumes removed, intoxication from lidocaíne, heart and intestinal perforations, and lung thromboembolisms. Lung thromboembolism is considered a serious complication and, when caused by fat embolism, can trigger a fat embolism syndrome, which is potentially fatal. This syndrome may be underestimated due to the unspecified nature of its symptoms(3-5) . It is believed that extensive mobilization of fat during liposuction can cause mechanical damage to adipocytes and neighboring blood vessels, causing lipids to escape into the circulating blood (6-8).

Very low percentages of fat embolisms have been reported in the international literature as complications of liposuction. Probably since it is difficult to diagnose, due to the unspecified nature of its symptoms, fat embolism can easily be confused with other complications. Research on fat embolisms occurring after liposuction, whether or not liposuction is followed by fat grafts, is very scarce, and very few reports about cases like that have been published; consequently, this complication is quite underdiagnosed (7-10)

Objective

The objective of the present study was to evaluate qualitatively the intravascular mobilization of fat to organs like lungs, kidneys, liver and brain, after manual liposuction with cannulae, with or without fat grafting in the dorsum of animals utilizing the super wet technique.

Material and Methods

Animal model – This study was carried out on a total of 30 male Wistar lineage rats weighing between 450g and 550g, divided into three groups. Group A, the Control Group, consisted of ten rats; Group B was represented by ten rats that were only liposuctioned, and Group C, also with ten animals, which were all liposuctioned and then lipografted. The study was approved by the University's Ethics Committee through Decision Number 1594-1; the rats were provided by the Interdisciplinary Center for Biological Investigation (CEMIB) of the University of Campinas (UNICAMP), Brazil.

Liposuction apparatus – Liposuction cannulas with 10 cm of length and 2-mm of diameter with one and three holes at the tip coupled to 20ml hypodermic needles were used for liposuction(11). This apparatus produces a vacuum pressure below 200mm Hg(12) Hypodermic needles of 1ml were used to collect blood and to infiltrate anesthetics and antibiotics.

Experimental procedures

Anesthesia – All animals were anesthetized with a 25mg/kg dose of Tiopental in a tail vein, associated with local infiltration of 5mg/kg of 2% lidocaine at the site of the incision. Following surgery, a 110 mg/kg dose of paracetamol (TYLENOL®) diluted in drinking water was applied as anesthesia (13, 14).

Liposuction procedure – After being anesthetized the rats were placed on a table for small-animal surgery and fixed in a supine position. Local anesthesia was

administered and the right carotid artery was dissected and catheterized using a number 24 (Abocath®) peripheral intravascular catheter to collect 0.5ml of blood. A blood sample was collected from each and then a saline solution with adrenalin diluted at a proportion of 1:500,000 was infiltrated into the area, equivalent to 5% to 7% of the animal's weight, estimating that a similar volume would subsequently be liposuctioned, namely, 30ml. Ten minutes after infiltration, liposuction started through a small incision in the anterior abdominal region, specifically the lower region near the groin, similar to the usual clinical procedure, using a cannula with three holes at the tip. During the procedure the material withdrawn was decanted only for the animals in Group C, to which fat graft would be applied following liposuction. A graft was placed in the lower back of the animal, above the lower limbs in equal proportions on the left and right sides, consistently with the pressure generated by the 20 ml syringe, about 200 mmHg, using a cannula with one hole at the tip, according to Toledo's work. (12)(Photos1,2,3).



Photo 1,2,3: Rat anesthetized with thiopental in vein of tail, liposuction in abdominal area, lipografting in dorsal area.

Blood Sampling and Analysis – A 0.5-ml blood sample was taken from each rat through the right carotid artery at the beginning of the procedure and another one of 0.5ml after 48hs. The blood collected was analyzed on slides. Microscopy and

hemooximetry were carried out on all samples to appraise the hemoglobin and blood oxygenation levels.

Tissue Harvesting and Histological Examination –

After 48 hours the animals from all three groups were euthanized by anesthesia and the lungs, kidneys, liver and brain were removed and weighed. Two segments of each organ were harvested for microscopy. One piece was fixed in 10% formalin for 12 hours, then embedded in paraffin, cut into 6 micron slices and stained with hematoxylin and eosin. The second piece was frozen in liquid nitrogen at -80 degrees centigrade, cut on a cryostat and stained with Sudan black for lipid. The blinded slides were examined by a pathologist Photo (4,5).

These specimens were histologically processed at the laboratories of pathological anatomy of the Medical Science Faculty of the University of Campinas (UNICAMP) and Gastrocenter.



Photo 4, 5: Liposuctioned abdominal area without skin, and region of lipografted dorsal area after 48hs

Statistical Analysis

The data were evaluated for normal distribution using the Kolmogorov-Smirnov test and a normal plot. If data were not normally distributed, we used a non-parametric test. To evaluate the interval measures in relation to the procedures, we used ANOVA

(to normal data) and ANOVA by Kruskal-Wallis (to non-normal data). To measure the association between embolism and each group, we used the exact Fisher test and the Odds Ratio with respective confidence intervals (CI).

The significance level was 5% and the software used in the analysis was SAS version 9.1.3.

Results

The overall average time for the procedure, starting with anesthesia, was 55 minutes (exact average of 54.8 ± 4.0 minutes), and there were no statistical differences among the groups in this respect ($p > 0.05$).

The groups were uniform in relation to the control variables. The rats' weights showed no significant differences, neither preoperatively ($p > 0.05$) nor postoperatively for 48hs: ($p > 0.05$).

The same was observed for preoperative ($p > 0.05$) and postoperative ($p > 0.05$) hemoglobin Hb and for the preoperative ($p > 0.05$) and postoperative ($p > 0.05$) hemooximetry (HbO₂).Table 1

Table 1

MEASURE	Control		Lipo + grafting		Liposuction		P
	Average	Standard deviation	Average	Standard deviation	Average	Standard deviation	
PRE							
WEIGHT *	494.7	22.7	496.3	12.7	502.1	24.3	NS
Hb	16.3	0.7	16.1	0.3	16.2	0.7	NS
HbO ₂	82.9	6.6	88.3	6.3	85.5	4.8	NS
Post-Operative (48:)							
WEIGHT	464.6	27.7	454.8	27.3	470.3	31.5	NS
Hb	15.0	1.3	13.9	0.8	14.2	1.0	NS

HbO2	86.5	11.2	80.0	23.8	85.9	20.2	NS
------	------	------	------	------	------	------	----

Kruskall-Wallis ANOVA/ ANOVA Test*

The total liposuctioned material did not exceed 5% to 7% of the animals' weight. The total volume liposuctioned per rat was 19.1 (± 2.7) ml in Group C (liposuction + grafting) and 18.7 (± 3.5) ml in Group B (only liposuctioned), with no significant difference between the two groups ($p > 0.05$). The lipografted fat in the dorsal region of the rats in Group C was all the remainder after decantation, and did not exceed half of what was liposuctioned, with an average of 6.85ml, varying between 5ml and 10ml of lipografted fat. There was a significant association between embolism and the type of surgery ($p = 0.01$). However, in a comparative study among the groups, through the estimated risk of embolism obtained by the Odds Ratio (OR), non-significant confidence intervals were found. The chance of developing embolism in Group C animals, which underwent liposuction + grafting, was 30.3 times higher compared to the control group, with a confidence interval of 1.4 to 660.8 (the risk estimated is almost 40% higher than in the control group). The fat grafted group presented a non-significant risk of 3.5 (CI = 0.5 to 22.3), but the values suggest that the risk of embolism in this group tends to be higher than in the group that was only liposuctioned. The liposuctioned group showed a chance of embolism 9.8 times higher than the control group (CI = 0.4 to 219.3), and also presented a no significant risk, also with a tendency of an increased risk in relation to the control group. The incidence of embolism was 0% in Group A (control), 60% in the fat grafted group (Group C) and 30% in the liposuctioned group (Group B).

Blood analysis = No particles of fat were found in the blood on the slides microscopically analyzed, in any of the groups.

Results of Histological Examination

A qualitative analysis of the organs for the presence of fat emboli was performed. Lipid emboli stained in Sudan black of fatty tissue were found in inter-alveolar capillaries in the lungs of 3 rats after manual liposuction only, and in 6 rats that underwent both liposuction and fat grafting in the dorsal region. No fat particles were identified in the remaining organs analyzed, nor were any fat particles found in any organ of the control animals. All slides were analyzed with conventional microscopy by the same pathologist, with two different stains, Eosin Hematoxilin (H&E) and Sudan black (Photo 6).

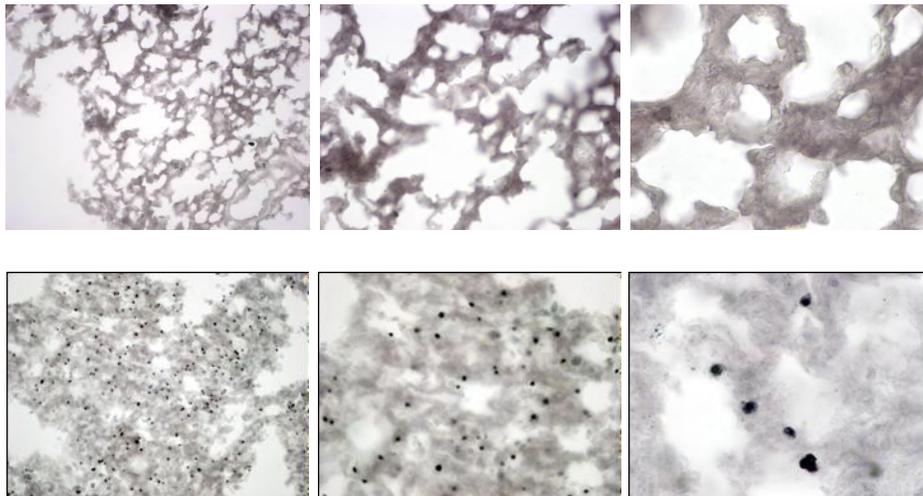


Photo 6 - Histology of a rat that was liposuctioned and then fat grafted; lungs stained with Sudan black (200x, 400x, 1000x) – without fat embolism and fat embolism in black

Discussion

It can be suggested that the rodent model shows a distribution of subcutaneous fat, metabolic activity and anatomy similar to that found in humans. The results of study may therefore have implications in the practice of liposuctioning in humans, like some previously published papers(6,11,15).

Models of rats and techniques similar to the ones used in clinical practice with humans were carried out, such as infiltrating a solution with adrenalin to reduce bleeding, and using cannulas with a hole at the tip and hypodermic needles to produce the vacuum needed for liposuction. This enabled a study of the risks involved in this procedure, which is so commonly applied to human beings. Although liposuction is a very safe procedure and has been carried out for many years, there are risks involved. One of them is fat embolus, which in some cases evolves to fat embolism syndrome, a serious complication that can result from this procedure (7-10).

The risks involved in this type of surgery should be the object of further research. This study found fat particles in the lungs of the liposuctioned animals and a greater amount in those that underwent grafts. Fat particles were not found in the control group. Nevertheless, we do not know how significant this risk is for causing repercussions in the animals operated, or even if this occurs in human patients submitted to this type of procedure (4, 6).

In previous studies also carried out on animals, fat particles were found in the lungs in even higher proportions, as described in articles published by Kenkel et al.(4); in their study on pigs, they detected pulmonary edema, petechial bleeding points on the pleural surface, and hemorrhagic congestion on macroscopic examination 48 hs after liposuction. They also found strong evidence of fat embolism in the lungs and the

kidney during histological examination in their study, although this was not the objective of the study. El Ali and Gourlay (6), report that presence of histological fat particles in the circulatory system is a reliable indicator of fat embolism and observed that the percentage of fat embolism was 100 % in the lungs and 10 % in the brain after liposuction in the rats studied, but not in the control group. In another similar work with rat, Senen (11), used 5 groups in 4 study groups and one control group and found differences between the dry and tumescent techniques. For the group with tumescent technique, blood and tissue were taken 1 h after the procedure; for the group with dry technique, blood and tissue were taken 1 h after of procedure; for the group with tumescent technique, blood and tissue were taken 48 hs after the procedure, and for another group with the dry technique, blood and tissue were taken 48 h after the procedure. This study revealed that liposuction brings the risk of fat mobilization and fat embolus in the early and late postoperative period. The risk was especially high soon after liposuction with the dry technique, and decreased in the late postoperative period.

This research did not produce results as alarming as those found in the above-mentioned articles, but an increase in fat emboli associated with liposuction followed by fat graft was a fact observed.

This study does not prove that liposuction can cause embolisms; nor does it show that embolisms may or may not cause problems in patients, even when associated with fat grafting, where more cases of fat emboli in the lungs were seen. However, it must be stressed that further research should be conducted to ascertain the true risk of

liposuction, followed by fat graft, for the growing number of healthy patients who submit themselves to this procedure.

Conclusions

The results of liposuction in improving body shape have long been observed in the clinical practice and discussed in the literature, but complications when liposuction and fat graft are associated have not been thoroughly studied yet. In cases where there is suspicion of fat embolism, broader investigations must be carried out and the cases described. Experimental studies should also be conducted so that the risks to patients may be reduced and that this procedure may continue to provide aesthetically pleasing results with total safety.

Although previous studies have shown high incidence of fat embolism after liposuction, the incidence of complications due to fat embolism in humans is still low. In our view, these complications are probably due to lack of further studies or even because of the difficulty in diagnosing fat embolism in cases with little clinic. More attention should be given during the liposuction post-operative period in humans, with a greater commitment by doctors who perform this procedure, so that the diagnosed cases could be published in the medical literature, because only thus will we know the real incidence and complications of real mobilization of fat, which is evident in these experimental studies (4, 6, 11).

To conclude this work, we cannot fail to emphasize that liposuction can cause fat embolism. A higher incidence is observed in the cases which associated lipografting to liposuction. However, the clinical effects of systemic fat mobilization were not the

focus of this study. The observation of clinical repercussions of this complication constitute another research line that may be pursued. Besides that, researches with preoperative and postoperative evaluation of pulmonary perfusion and radiologic studies with the aid of nuclear medicine should be carried out to evaluate whether the pulmonary complications after liposuction are really caused by fat embolism.

We declare that this research has not involved any type of conflict of interest.

References

1. American Society of Plastic Surgeons. Plastic Surgery Statistics. 2009 [updated 009;cited]; Available from: www.plasticsurgery.org/Documents/Media/2006-Top-Five-Surgical-Cosmetic-Procedures.pdf.
2. Brazilian Society of Plastic Surgery-Institute DATAFOLHA 2006 [updated 2006; cited]; Available from: www.cirurgioplastica.org.br.
3. Souto AM, Freitas LFLP, Merheb GM in Carreirão S, Cardin V, Goldenberg D. (SBCP) Book of Brazilian Society of Plastic Surgery. Atheneu; 2005. p. 757-65.
4. Kenkel JM, Brown SA, Love EJ, Waddle JP, Krueger JE, Noble D, et al. Hemodynamics, electrolytes, and organ histology of larger-volume liposuction in a porcine model. *Plast Reconstr Surg* 2004; 113(5):1391-9.
5. Ross RM, Johnson GW. Fat embolism after liposuction. *Chest* 1988; 93(6):1294-5.
6. El-Ali KM, Gourlay T. Assessment of the risk of systemic fat mobilization and fat embolism as a consequence of liposuction: ex vivo study. *Plast Reconstr Surg* 2006; 117(7):2269-76.

7. Grazer FM, de Jong RH. Fatal outcomes from liposuction: census survey of cosmetic surgeons. *Plast Reconstr Surg* 2000; 105(1):436-46.
8. Laub DR, Jr., Laub DR. Fat embolism syndrome after liposuction: a case report and review of the literature. *Ann Plast Surg* 1990; 25(1):48-52.
9. Costa AN, Mendes DM, Toufen C, Arrunategui G, Caruso P, de Carvalho CR. Adult respiratory distress syndrome due to fat embolism in the postoperative period following liposuction and fat grafting. *J Bras Pneumol* 2008; 34(8):622-5.
10. Dillerud E. Re: Fat embolism after liposuction. *Ann Plast Surg* 1991; 26(3):293.
11. Senen D, Atakul D, Erten G, Erdogan B, Lortlar N. Evaluation of the risk of systemic fat mobilization and fat embolus following liposuction with dry and tumescent technique: an experimental study on rats. *Aesthetic Plast Surg* 2009; 33(5):730-7.
12. Toledo LS. Syringe liposculpture: a two-year experience. *Aesthetic Plast Surg* 1991; 15(4):321-6.
13. Slecknell P. Local and regional anaesthesia in laboratory animals. In laboratory animal anaesthesia second edition: Academic Press; 1996. p. 69-70.
14. Wixson SK, Smiler KL. Anesthesia and analgesia in rodents. In: anesthesia and analgesia in laboratory animals: Ed. Kohn DF. Academic Press; 1997. p. 165-203.
15. Ballaux PK, Gourlay T, Ratnatunga CP, Taylor KM. A literature review of cardiopulmonary bypass models for rats. *Perfusion* 1999; 14(6):411-7

Anexo 8.3. Termo de Aprovação do Estudo pela Comissão Ética na Experimentação Animal – CEEA/UNICAMP - parecer n° 1594.



CEEA/Unicamp

**Comissão de Ética na Experimentação Animal
CEEA/Unicamp**

CERTIFICADO

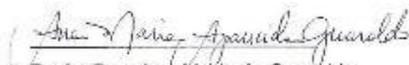
Certificamos que o Protocolo n° 1594-1, sobre "INCIDENCIA DE EMBOLIA GORDUROSA PÓS CIRURGIA DE LIPOASPIRAÇÃO COM OU SEM LIPOENXERTIA - ESTUDO EM ANIMAIS", sob a responsabilidade de Prof. Dr. Alfio José Tincani / Fernando Fabrício Franco, está de acordo com os Princípios Éticos na Experimentação Animal adotados pelo Colégio Brasileiro de Experimentação Animal (COBEA), tendo sido aprovado pela Comissão de Ética na Experimentação Animal – CEEA/Unicamp em 15 de setembro de 2008.

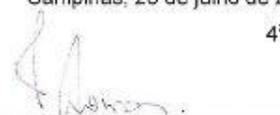
CERTIFICATE

We certify that the protocol n° 1594-1, entitled "OCURRENCE OF FAT EMBOLISM AFTER LIPOSUCTION SURGERY, WITH OR WITHOUT LIPOGRAFTING - IN ANIMAL STUDY", is in agreement with the Ethical Principles for Animal Research established by the Brazilian College for Animal Experimentation (COBEA). This project was approved by the Institutional Committee for Ethics in Animal Research (State University of Campinas - Unicamp) on September 15, 2008.

Campinas, 26 de julho de 2011.

4ª. Via


Profa. Dra. Ana-Maria A. Guaraldo
Presidente


Fátima Alonso
Secretária Executiva

CEEA – Unicamp
Caja Postal 6109
13083-970 Campinas, SP – Brasil

Telefone: (19) 3521-6359
E-mail: comisib@unicamp.br
<http://www.fb.unicamp.br/ceea/>