



Universidade do Estado do Rio de Janeiro

Centro Biomédico

Faculdade de Ciências Médicas

Gustavo Maltez de Andrade

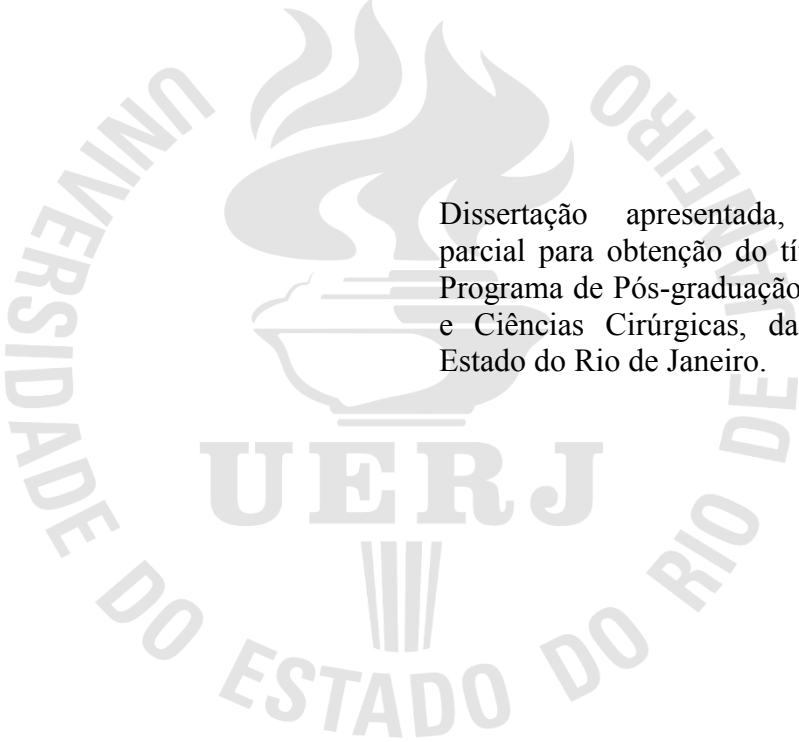
Atrofia muscular após gluteoplastia: efeito dos implantes de silicone com volumes até 400 cm³ no plano intramuscular

Rio de Janeiro

2022

Gustavo Maltez de Andrade

Atrofia muscular após gluteoplastia: efeito dos implantes de silicone com volumes até 400 cm³ no plano intramuscular



Dissertação apresentada, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre, ao Programa de Pós-graduação em Fisiopatologia e Ciências Cirúrgicas, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro.

Orientador: Prof. Dr. Fernando Serra Guimarães

Coorientador: Prof. Dr. José Horácio Costa Aboudib Junior

Rio de Janeiro

2022

CATALOGAÇÃO NA FONTE
UERJ/REDE SIRIUS/BIBLIOTECA CB-A

A554 Andrade, Gustavo Maltez de.
Atrofia muscular após gluteoplastia: efeito dos implantes de silicone com volumes até 400 cm³ no plano intramuscular / Gustavo Maltez de Andrade – 2022.
60 f.

Orientador: Prof. Dr. Fernando Serra Guimarães
Coorientador: Prof. Dr. José Horácio Costa Aboudib Junior

Dissertação (Mestrado) – Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Faculdade de Ciências Médicas. Pós-graduação em Fisiopatologia e Ciências Cirúrgicas.

1. Nádegas - Cirurgia - Teses. 2. Cirurgia plástica - Teses. 3. Implante de prótese - Método. 4. Atrofia Muscular. I. Guimarães, Fernando Serra. II. Aboudib Junior, José Horácio Costa. III. Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Faculdade de Ciências Médicas. IV. Título.

CDU 617-089.844

Bibliotecária: Ana Rachel Fonseca de Oliveira
CRB7/6382

Autorizo, apenas para fins acadêmicos e científicos, a reprodução total ou parcial desta dissertação, desde que citada a fonte.

Assinatura

Data

Gustavo Maltez de Andrade

Atrofia muscular após gluteoplastia: efeito dos implantes de silicone com volumes até 400 cm³ no plano intramuscular

Dissertação apresentada, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre, ao Programa de Pós-graduação em Fisiopatologia e Ciências Cirúrgicas, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro.

Aprovada em 16 de março de 2022.

Orientador: Prof. Dr. Fernando Serra Guimarães

Faculdade de Ciência Médicas – UERJ

Coorientador: Prof. Dr. José Horácio Costa Aboudib Junior

Faculdade de Ciências Médicas - UERJ

Banca examinadora: _____

Prof.^a Dra. Ana Claudia Weck Roxo

Faculdade de Ciências Médicas – UERJ

Prof. Dr. João Medeiros Tavares Filho

Universidade Federal do Rio de Janeiro

Prof. Dr. José Humberto Oliveira Campos

Escola Baiana de Medicina e Saúde Pública

Rio de Janeiro

2022

DEDICATÓRIA

Aos meus pais, Antonio e Eliana, que me ensinaram, desde cedo, o valor da educação e nunca mediram esforços, amor e carinho na criação dos seus filhos.

A minha irmã, Caroline, que sempre foi um grande exemplo pela excelência e dedicação em tudo que faz.

À Letícia, minha noiva, pelo amor e dedicação contínua na construção do nosso caminho.

AGRADECIMENTOS

Primeiro, a Deus, pelo dom da vida.

Ao Prof. Dr. Fernando Serra, com quem aprendi muito sobre metodologia científica, cirurgia plástica e que todo esforço, sempre, deve ser feito em favor do melhor cuidado ao nosso paciente.

Ao Prof. Dr. José Horácio, um símbolo de que as palavras ensinam, mas os exemplos arrastam.

Aos professores Dr. Humberto Campos e Dr. Vinício Moitinho, minhas grandes referências na cirurgia plástica, desde os primeiros anos da faculdade.

Ao Dr. Diogo Lobão, grande amigo e incentivador do crescimento profissional.

Ao Serviço de Cirurgia Plástica do Hospital Universitário Pedro Ernesto, o qual tenho imenso orgulho em fazer parte e que, por meio da Prof.^a Dr.^a Maria Lídia de Abreu, me permitiu a realização deste estudo.

Ao Serviço de Radiologia do Hospital Universitário Pedro Ernesto e do Hospital São Francisco na Providência de Deus, pela colaboração a este trabalho.

Se você pensa que pode ou se pensa que não pode, de qualquer forma você está certo.

Henry Ford

RESUMO

ANDRADE, Gustavo Maltez de. **Atrofia muscular após gluteoplastia: efeito dos implantes de silicone com volumes até 400 cm³ no plano intramuscular.** 2022. 60f. Dissertação (Mestrado em Fisiopatologia e Ciências Cirúrgicas) - Faculdade de Ciências Médicas, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2022.

A inserção de implantes glúteos de silicone pela técnica intramuscular leva o paciente a desenvolver atrofia do músculo glúteo máximo. O objetivo do presente estudo foi correlacionar a atrofia muscular do glúteo máximo proporcional ao volume dos implantes de silicone utilizados. Os objetivos secundários foram avaliar a volumetria do músculo glúteo máximo no seguimento tardio, posicionamento dos implantes e verificar associação entre recuperação muscular volumétrica e prática de exercício físico. Este é um estudo de coorte prospectivo. A amostra foi composta por 22 pacientes operados e acompanhados ambulatorialmente e por tomografia computadorizada de glúteos em três momentos distintos: pré-operatório, pós-operatório de doze meses e pós-operatório tardio (≥ 96 meses). A reconstrução com tomografia computadorizada 3D e a análise volumétrica mostraram atrofia mediana de 6,68 % do volume do músculo glúteo máximo em doze meses e 7,47 % no pós-operatório tardio. A correlação entre o volume relativo do implante e a porcentagem de atrofia do glúteo máximo não apresentou resultados estatisticamente significativos. Houve associação entre a prática de exercícios físicos e a recuperação da volumetria do glúteo máximo. Nenhum paciente apresentou rotação de implante glúteo. Não há correlação entre o volume proporcional dos implantes e a porcentagem de atrofia do músculo glúteo máximo, quando se utiliza implantes de até 400 cm³. O músculo glúteo máximo apresenta atrofia no seguimento tardio da gluteoplastia de aumento com implantes de silicone no plano intramuscular. Há recuperação da volumetria muscular nos pacientes que praticam atividades físicas. Os implantes de plano intramuscular demonstraram estabilidade em seu posicionamento de longo prazo.

Palavras-chave: Gluteoplastia. Atrofia muscular. Longo prazo. Implante.

ABSTRACT

ANDRADE, Gustavo Maltez de. **Muscle atrophy after gluteoplasty: effect of silicone implants with volumes up to 400 cm³ in the intramuscular plane.** 2022. 60f. Dissertação (Mestrado em Fisiopatologia e Ciências Cirúrgicas) - Faculdade de Ciências Médicas, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2022.

The insertion of gluteal silicone implants by intramuscular technique leads patients to develop gluteus maximus muscle atrophy. The objective of the present study was to correlate the muscular atrophy of the gluteus maximus proportional to the volume of the silicone implants used. The secondary objectives were to assess volumetry of the gluteus maximus muscle in the late follow-up, positioning of the implants and to verify association between volumetric muscle recovery and practice of physical exercise. This is a prospective cohort study. The sample was composed of 22 patients who were operated and followed up on an outpatient basis and through gluteus computed tomography in 3 different moments: pre-operative, 12-month post-operative and late post-operative (≥ 96 months). Computed Tomography 3D reconstruction and volumetric analysis showed a median atrophy of 6.68% of the gluteus maximus muscle volume in 12 months and 7.47% in the late post-operative period. The correlation between relative volume of the implant and atrophy percentage of the gluteus maximus didn't present statistically significant results. There was an association between the practice of physical exercise and volumetry recovery of the gluteus maximus. No patient presented gluteal implant rotation. There isn't correlation between proportional volume of implants and atrophy percentage of gluteus maximus muscle, when using implants up to 400 cm³. The gluteus maximus muscle presents atrophy in the late follow-up of augmentation gluteoplasty with implants surgery. There is recovery of muscle volumetry on the patients that practice physical activities. Intramuscular plane implants demonstrated stability in their long-term positioning.

Keywords: Gluteoplasty. Muscle atrophy. Long term. Implant.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - A: anatomia do músculo glúteo máximo. B: anatomia glútea abaixo do músculo glúteo máximo	14
Figura 2 - Implante glúteo de base redonda, gel coesivo de silicone, superfície lisa (à esquerda). Implante de glúteo de base oval, gel coesivo de silicone, superfície lisa (à direita).....	16
Figura 3 - Técnica cirúrgica	22
Figura 4 - Tomografia computadorizada e reconstrução tridimensional dos glúteos (da esquerda para a direita): pré-operatório e nove anos após o procedimento cirúrgico	24
Figura 5 - Paciente sexo feminino, 35 anos, implante de 350 cm ³ base oval, inserido em posição vertical, aos nove anos de pós-operatório, mostrando a máxima rotação entre os implantes das pacientes do grupo de estudo	27
Figura 6 - Fotografias de paciente sexo feminino, 35 anos, em avaliação pré-operatória cuja queixa principal era falta de volume e projeção, pela visão dorsal, perfil direito e perfil esquerdo	29
Figura 7 - Fotografias obtidas com 12 meses de pós-operatório de uma paciente do sexo feminino, 36 anos, pela visão dorsal, perfil direito e perfil esquerdo.....	30
Figura 8 - Fotografia obtida no pós-operatório tardio de uma paciente do sexo feminino, 44 anos, 9 anos após a cirurgia pela visão dorsal, perfil direito e perfil esquerdo.....	30

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Volumetria do músculo glúteo máximo.....	26
Gráfico 2 - Correlação entre o VRel Imp e PAPOP no período de doze meses pós-operatório	28
Gráfico 3 - Correlação entre o VRel Imp e PAPOP no período de pós-operatório tardio (≥ 96 meses)	28

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

HUPE	Hospital Universitário Pedro Ernesto
IMC	Índice de massa corporal
PAPOP	Percentual de atrofia do músculo glúteo máximo no pós-operatório
RCQ	Relação cintura-quadril
UERJ	Universidade do Estado do Rio de Janeiro
VRel Impl	Volume relativo dos implantes

LISTA DE SÍMBOLOS

cm - centímetro

cm³ - centímetro cúbico

g - grama

Kg - quilograma

Kg/m² - quilograma por metro quadrado

m - metro

mm - milímetros

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	13
1 JUSTIFICATIVA	17
2 OBJETIVOS	18
2.1 Primário	18
2.2 Secundário	18
3 MÉTODO	19
3.1 Aspectos éticos	19
3.2 Amostra	19
3.3 Avaliação clínica nutricional	20
3.4 Tomografia computadorizada	21
3.5 Técnica cirúrgica	22
3.6 Análise estatística	23
4 RESULTADOS	24
5 DISCUSSÃO	31
CONCLUSÃO	34
REFERÊNCIAS	35
ANEXO A - Termo de consentimento livre e esclarecido - maiores de idade	40
ANEXO B - Parecer consubstanciado do CEP	41
APÊDICE - Artigo aceito para publicação e comprovante de aceite da revista	43

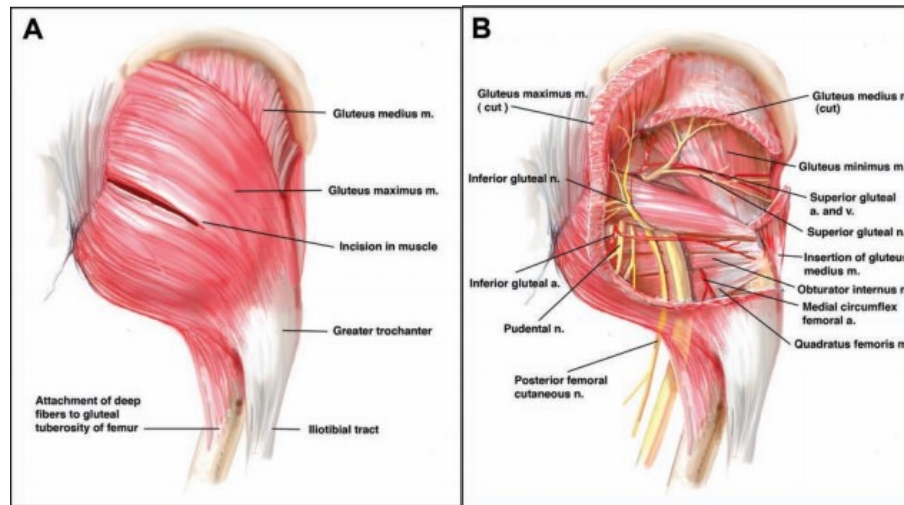
INTRODUÇÃO

Os gregos deram origem ao conceito de estética feminina, que se espalhou pela Europa, e suas regras de beleza não toleravam o acúmulo de gordura no tronco, mas sim na região dos glúteos¹⁻². Existe um tipo de corpo feminino que é universalmente atraente, chamado de figura da ampulheta. Foi evidenciado que a relação cintura quadril de 0,7 é um robusto fator de atratividade feminina³⁻⁴.

A gluteoplastia de aumento com implantes é uma cirurgia com alto nível de satisfação dos pacientes. Seu resultado produz uma aparência natural e dificilmente é notado por outras pessoas. O perfil epidemiológico dos pacientes submetidos à gluteoplastia de aumento com implantes é predominantemente caucasiano, na quarta década de vida, casado, sem relação com a ocupação ou nível socioeconômico. Esses pacientes apresentam uma preocupação estética com o corpo. A cirurgia favorece o estabelecimento de relações com parceiros fixos, como casamento e relacionamentos estáveis, entretanto, implantes maiores requerem uma recuperação mais longa de tempo⁵.

O domínio detalhado de toda a anatomia da região glútea se faz necessário por parte dos cirurgiões plásticos que desejam realizar a gluteoplastia de aumento com implantes (Figura 1). O músculo glúteo máximo é o principal responsável pelo contorno da região glútea e pela anatomia de superfície dessa região. Origina-se na crista ilíaca, íleo, sacro, cóccix e ligamento tuberal do sacro, com inserções na linha áspera e na tuberosidade glútea do fêmur e do trato ileotibial da fáscia lata. É o músculo mais espesso do corpo humano, variando entre 4 e 6 cm, em sua porção central⁶⁻⁸. Sua vascularização é proveniente das artérias glúteas superior e inferior, sendo seus dois pedículos principais o que caracteriza como um padrão vascular tipo III, pela classificação de Mathes e Nahai⁹. Sua inervação é proveniente do nervo glúteo inferior que emerge da pelve abaixo do músculo piriforme¹⁰. Músculo este que tem sua grande importância no fato de dividir o forame isquiático maior, local no qual, em sua porção inferior, passa o nervo isquiático. A perfeita noção anatômica desta estrutura garante a segurança da técnica ao se evitar complicações pós-operatórias. O músculo piriforme origina-se no sacro e no ligamento sacrotuberal, inserindo-se na borda superior do trocanter maior do fêmur¹¹⁻¹².

Figura 1 - A: anatomia do músculo glúteo máximo. B: anatomia glútea abaixo do músculo glúteo máximo



Fonte: Serra F, Aboudib JH, Cedrola JP, de Castro CC. Gluteoplasty: anatomic basis and technique. *Aesthet Surg J.* 2010;30(4):579-592.

A função muscular depende de uma atividade proprioceptiva intacta, inervação motora, carga mecânica, a capacidade de realizar o ciclo encurtamento/alongamento e mobilidade das articulações. Esses fatores podem influenciar uns aos outros e, se um deles for alterado, a adaptação muscular ocorrerá. O aumento da atividade muscular leva ao aprimoramento das estruturas envolvidas na contração, comumente denominado como hipertrofia. Inversamente, a inatividade ou desuso é seguida pela redução da massa muscular, levando à atrofia muscular com comprometimento funcional. Ao comparar os dados do músculo humano, vários fatores podem influenciar o grau de atrofia e o período de tempo necessário para a recuperação após imobilização. Fatores como idade, sexo, duração da imobilização, comprimento em que o músculo foi imobilizado, grau de desuso em comparação com o uso normal, pré-tratamento, fraqueza muscular pré-existente ou atrofia anterior, tipo de fibra muscular, músculos extensores ou flexores¹³. Além disto, a utilização de órteses e implantes como fatores de compressão externa são bem descritos como causa de lesão ao músculo esquelético estriado¹⁴⁻¹⁵. Como exemplo, pacientes com osteoartrite de quadril submetidos à artroplastia total do quadril demonstram atrofia do músculo psoas no lado do implante em comparação com o lado não operado em pacientes pós implante unilateral¹⁶. Por meio de estudo eletromiográfico, foi descrita a função do músculo glúteo máximo em diferentes situações, como andar, correr, saltar, escalar, assim como em ações secundárias para a estabilização do tronco e da pelve¹⁷.

Os implantes glúteos de silicone podem ser inseridos de uma de três bolsas anatômicas

em relação ao músculo glúteo máximo: subfascial, submuscular ou intramuscular. A primeira descrição de aumento glúteo foi relatada por Bartels *et al.*, em 1969, para corrigir assimetria no glúteo esquerdo, utilizando implante mamário de Cronin¹⁸⁻²⁰. Desde então, muitas abordagens cirúrgicas para este procedimento foram desenvolvidas para atender à demanda crescente dos pacientes. A gluteoplastia com finalidade estética foi descrita, pela primeira vez, em 1973, por Cocke e Ricketson, usando um implante mamário de silicone colocado por via subcutânea²¹. Os resultados foram abaixo do ideal²². Na década de 1980, Robles *et al.*²³ introduziram um novo procedimento para aumento dos glúteos por meio da inserção de implantes submusculares por uma incisão na linha média da região sacral. A loja submuscular localizada entre o glúteo máximo e o médio são limitados, entretanto, em termos de espaço e volume. Nesta técnica, o músculo piramidal não pode ser dissecado em um direção caudal, para evitar compressão do nervo isquiático. Por causa dessa limitação técnica, o implante, às vezes, pode ser colocado muito alto, com projeção e volume insatisfatórios na região glútea inferior²⁴⁻²⁵. A técnica de implante subfascial foi descrita por de La Peña, em 2004, entretanto, este posicionamento dos implantes não se mostrou adequado dada a pouca espessura da fáscia do músculo glúteo máximo, sobretudo em sua porção central. Esta se rompe com facilidade, fazendo com que os implantes inseridos neste plano anatômico evoluam em longo prazo com maior índice de complicações de forma semelhante àquelas introduzidas no tecido celular subcutâneo²⁶. Após conseguirem ótimos resultados, Vergara e Marcos descreveram um procedimento para aumento glúteo, confeccionando uma loja intramuscular²⁴. Apesar da importância da publicação inicial, esses autores não descreveram os limites da loja ou detalhes da dissecação intramuscular. Por meio da dissecação de cadáveres frescos, Serra *et al.* estabeleceram parâmetros anatômicos para sistematização da técnica cirúrgica de colocação de implantes no plano intramuscular, permitindo a reprodutibilidade e difusão da técnica que diminui o risco de compressão do nervo isquiático, de sofrer ptose ou extrusão, assim como produz resultados naturais decorrentes da cobertura dos implantes pelo músculo⁶.

Assim como os cirurgiões foram experimentando diferentes planos anatômicos para colocação do implante, houve desenvolvimento na concepção dos implantes glúteos, inicialmente redondos e lisos, surgiram opções como formas ovais e superfícies texturizadas. Eles podem ser feitos de elastômero de silicone sólido macio ou preenchido com gel coesivo de silicone, para evitar o risco de extravasamento no caso de rompimento dos implantes (Figura 2)^{1,6}.

Figura 2 - Implante glúteo de base redonda, gel coesivo de silicone, superfície lisa (à esquerda). Implante de glúteo de base oval, gel coesivo de silicone, superfície lisa (à direita)



Fonte: Serra F, Aboudib JH, Marques RG. Intramuscular technique for gluteal augmentation: determination and quantification of muscle atrophy and implant position by computed tomographic scan. *Plast Reconstr Surg.* 2013 Feb;131(2):253e-259e.

As principais complicações clínicas de longo prazo associadas à cirurgia de gluteoplastia de aumento são dor crônica, seroma tardio, contratura capsular, rotação e deslocamento do implante²⁷. Quando estudados os implantes mamários, a literatura traz uma taxa de rotação de implantes anatômicos de 0 a 8,2 % em estudos com acompanhamento maior que cinco anos²⁸. Existem várias teorias sobre as causas de rotação dos implantes. A falta de desenvolvimento de um tecido conectivo de adesão entre o implante e a cápsula permite que o implante se mova livremente na loja. Estudos demonstram que pacientes submetidas à mamoplastia de aumento com confecção de loja cirúrgica muito grande apresentam maiores taxas de rotação do implante, por isso, uma dissecação meticulosa deve ser realizada para diminuição deste risco²⁹⁻³¹.

1 JUSTIFICATIVA

A atrofia muscular é multifatorial. A fisiologia do músculo esquelético e a manutenção de sua função dependem de uma série de fatores, como ingestão de proteína na dieta, atividade física e idade³². A suscetibilidade do tecido muscular a lesões por compressão foi bem definida³³⁻³⁵, assim como foi demonstrado que a inserção de implantes glúteos de silicone pela técnica intramuscular levam os pacientes a desenvolverem atrofia do músculo glúteo máximo³⁶⁻³⁷. Apesar da demanda mercadológica para uso de implantes com volumes cada vez maiores, até o presente momento, há uma escassez de dados na literatura científica sobre a correlação entre o volume relativo dos implantes glúteos pelo percentual de atrofia muscular. Além disso, não foi encontrado nenhum estudo que tenha feito o acompanhamento de longo prazo do comportamento do músculo glúteo máximo após inserção dos implantes. É de fundamental importância que saibamos como evolui o grupamento muscular glúteo de acordo com o volume do implante utilizado, para otimização do planejamento cirúrgico, garantia de segurança do procedimento e melhor resultado estético.

2 OBJETIVOS

2.1 Primário

Correlacionar a atrofia muscular do músculo glúteo máximo, avaliado tomograficamente, com o volume dos implantes de silicone proporcional ao músculo, após seguimento de doze meses e tardio (≥ 96 meses).

2.2 Secundário

- a) Avaliar a variação do volume do músculo glúteo máximo em seguimento tardio (≥ 96 meses) após introdução dos implantes;
- b) Avaliar o posicionamento dos implantes de silicone no plano intramuscular em seguimento tardio (≥ 96 meses);
- c) Avaliar a associação entre recuperação volumétrica do músculo glúteo máximo e prática de exercício físico, após gluteoplastia de aumento.

3 MÉTODO

3.1 Aspectos éticos

Este é um estudo de coorte prospectivo e foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Hospital Universitário Pedro Ernesto, sob o número 3.968.504. Todos os sujeitos da pesquisa participaram, voluntariamente, receberam informações quanto aos objetivos e métodos empregados na pesquisa, assim como possíveis riscos inerentes ao exame de tomografia computadorizada, e assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido (Anexo A).

3.2 Amostra

Os sujeitos da pesquisa são provenientes do ambulatório de Cirurgia Plástica do Hospital Universitário Pedro Ernesto (HUPE), da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ). Todos são do sexo feminino, com idade variando entre dezenove e cinquenta anos, com características antropométricas e índice de massa corporal (IMC) dentro de limites preestabelecidos.

Critérios de inclusão - IMC entre 17,9 e 27,3 Kg/m², ptose glútea graus 0, I, II ou III e relações antropométricas tipos II, III e IV³⁸⁻³⁹.

Critérios de exclusão - doenças crônicas, artropatias, claustrofobia grave conhecida.

Critérios de não-inclusão - gestantes (independentemente do período em que foi diagnosticada a gestação), necessidade de terapia antirretroviral ou com corticosteroides, acidentes envolvendo a região glútea, infecções crônicas fora do sítio operatório.

A amostra do estudo foi composta por 22 pacientes submetidas à gluteoplastia de aumento com implantes, pelo mesmo cirurgião e utilizando a mesma técnica cirúrgica, de acordo com os critérios de inclusão, não-inclusão e exclusão. Essas pacientes, após operadas, foram acompanhadas ambulatorialmente pelo período de um ano. Conseguimos seguimento tardio de oito pacientes com mais de oito anos de pós-operatório.

Todas as pacientes permaneceram afastadas de atividades físicas, durante os primeiros

três meses após a operação, para plena recuperação. As avaliações foram realizadas em três momentos da pesquisa: pré-operatório, doze meses e após tempo mínimo de 96 meses depois do ato cirúrgico. Em cada etapa, foi realizada tomografia computadorizada de glúteos e avaliação clínica nutricional

3.3 Avaliação clínica nutricional

Em cada etapa da pesquisa, a avaliação clínica-nutricional foi realizada, aferindo as seguintes variáveis:

- a) Massa - aferida em balança antropométrica manual Filizola[®], com divisões de 100 g e carga máxima de 150 kg. As pacientes foram avaliadas sem calçados, usando apenas roupas íntimas. Unidade - quilograma (kg);
- b) Altura - aferida com estadiômetro fixo a uma parede sem rodapé, com extensão de 2 m e esquadro acoplado em sua extremidade. Unidade - metro (m);
- c) Índice de massa corporal - obtido com a aplicação da fórmula: $\text{MASSA}/\text{ALTURA}^2$. Unidade - quilograma por metro quadrado (kg/m^2);
- d) Circunferência da cintura - aferida com fita flexível e inelástica ao redor da cintura no ponto de menor medida situado entre as costelas e a crista ilíaca, mantendo a fita justa, sem comprimir os tecidos. Unidade - centímetros (cm);
- e) Circunferência do quadril - aferida com fita flexível e inelástica ao redor do quadril próximo ao púbis no ponto de maior medida, mantendo a fita justa, sem comprimir os tecidos. Unidade - centímetros (cm);
- f) Relação cintura/quadril - obtida com a aplicação da fórmula: $\text{CIRCUNFERÊNCIA DA CINTURA}/\text{CIRCUNFERÊNCIA DO QUADRIL}$.

Prática de exercício físico regular - considerada positiva, quando mínimo de três vezes por semana e trinta minutos por sessão de treinamento. Em caso positivo, as pacientes foram questionadas quanto ao tipo de exercício físico praticado: aeróbico, isometria ou ambos.

3.4 Tomografia computadorizada

Os exames de tomografia foram realizados no Setor de Radiologia do Hospital Universitário Pedro Ernesto, em tomógrafo G.E. Hi speed[®] (General Electric, Milwaukee, WI, USA, 1999) e no Setor de Radiologia do Hospital São Francisco na Providência de Deus, em tomógrafo G.E Brightspeed (BrightSpeed Series CT systems, GE Healthcare, Milwaukee, WI, USA), ambos com aquisição helicoidal e cortes de 3 mm. A reconstrução em três dimensões (3D) foi utilizada e, para esta interpretação, o software Extended brilliance workspace (V3.5.0 2250, 12-Apr-2007, Philips Medical Systems - Netherland), que permite o isolamento do músculo por meio da diferença de densidade dos tecidos.

Foram criadas as seguintes variáveis: a variável volume relativo dos implantes (VRel Impl) mediante a divisão do volume dos implantes pelo volume glúteo pré-operatório; a variável percentual de atrofia do músculo glúteo máximo no pós-operatório (PAPOP) de 12 meses e tardio, obtido pela diferença entre volume glúteo pós-operatório e volume glúteo pré-operatório, dividido pelo volume glúteo pré-operatório e multiplicado por menos um.

Exemplo:

$VRel\ Impl = \text{volume do implante} / \text{volume muscular pré-operatório}$

$PAPOP\ \text{doze meses} = (\text{volume muscular pós-operatório 12 m} - \text{volume muscular pré-operatório}) / \text{volume muscular pré-operatório} \times -1.$

Foram analisados separadamente cada músculo glúteo máximo, totalizando 44 músculos/implantes, em doze meses, e acompanhamento de longo prazo em dezesseis deles. As variáveis analisadas foram volume do músculo glúteo máximo, posicionamento dos implantes, VRel Impl, PAPOP e prática de exercício físico.

3.5 Técnica cirúrgica

Os pacientes do grupo de estudo foram submetidos à gluteoplastia de aumento com a técnica intramuscular. A incisão em forma de elipse posicionada no sulco interglúteo, com 6 cm de comprimento e 5 mm de largura, tem a epiderme removida com preservação da derme. A dissecação subcutânea em direção à fáscia muscular, com inclinação de 45 graus, bilateralmente, preserva uma ilha de tecido celular subcutâneo e derme que contém o ligamento sacro cutâneo⁶. A dissecação muscular é realizada com duas espátulas rombas, diminuindo a lesão muscular. O implante glúteo é introduzido no interior do músculo glúteo máximo, em profundidade que varia entre 2-2,5 cm³.⁶ Esta dissecação intramuscular deve ser maior que a base dos implantes em 2 a 3 cm, para que a síntese do músculo seja livre de tensão, tendo como limites a espinha ilíaca posterior superior e crista ilíaca superiormente, o trato iliotibial lateralmente, o sulco glúteo inferior inferiormente e o osso sacro medialmente⁶. Foram utilizados implantes glúteos em gel coesivo, de base oval (Silimed[®]) e superfície lisa com volumes até 400 cm³. (Figura 3)

Figura 3 - Técnica cirúrgica



Legenda: 1 - Decorticação; 2 - Dissecação Subcutânea; 3 - Dissecação intramuscular romba; 4 - Inserção do implante; 5 - Posicionamento no plano intramuscular; 6 - Sutura subdérmica.

Fonte: Serra F, Aboudib JH, Cedrola JP, de Castro CC. Gluteoplasty: anatomic basis and technique. *Aesthet Surg J.* 2010;30(4):579-592.

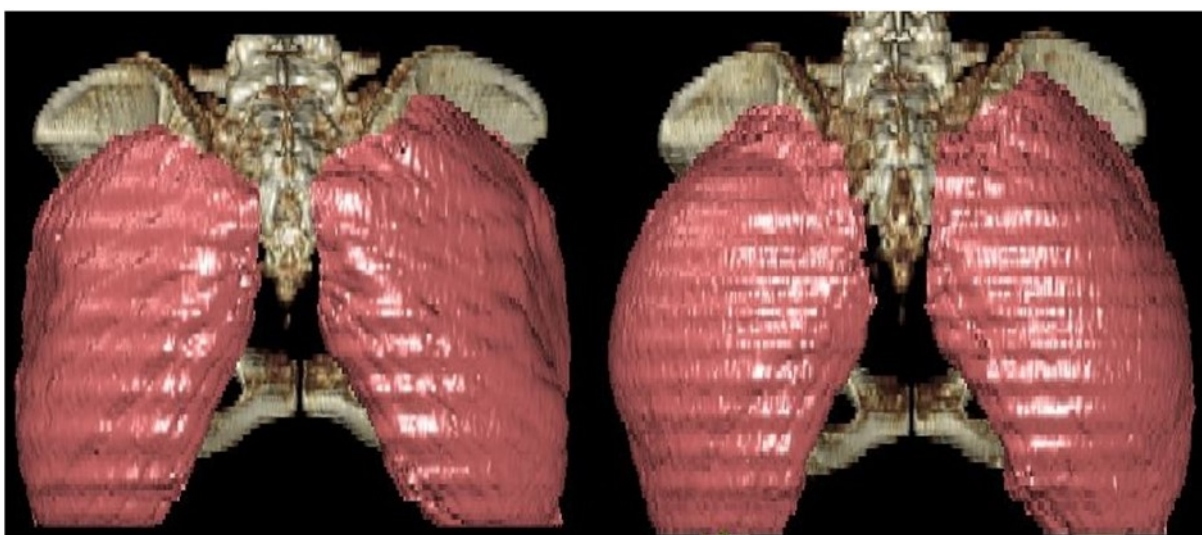
3.6 Análise estatística

Foi elaborada a análise estatística descritiva para a totalidade da amostra, estabelecendo-se a média como medida de tendência central e o desvio padrão como medida de dispersão. Os dados foram analisados quanto ao modo de distribuição por meio do teste de Shapiro-Wilk. Os dados de distribuição não gaussiana foram analisados por testes não paramétricos: Teste de Wilcoxon para amostras pareadas e Teste exato de Fisher. Os índices de correlação foram realizados após avaliação preliminar dos dados. Assim, foi decidido o teste estatístico aplicado com base na distribuição não paramétrica, sendo este o coeficiente de correlação Spearman e a correlação perfeita igual a 1. O nível de significância estatística foi mantido em 5 %. As análises foram realizadas no Software R, versão 4.0.0.

4 RESULTADOS

As pacientes foram incluídas no estudo de acordo com os critérios preestabelecidos e submeteram-se à tomografia computadorizada dos glúteos nos períodos pré-operatório, doze meses e tardio (≥ 96 meses) após a cirurgia (Figura 4).

Figura 4 - Tomografia computadorizada e reconstrução tridimensional dos glúteos (da esquerda para a direita): pré-operatório e nove anos após o procedimento cirúrgico



Fonte: O autor, 2022.

O tempo médio de acompanhamento no pós-operatório tardio foi de 107,25 meses \pm 5,99 meses. Constituindo, inicialmente, uma amostra de 22 pacientes, logo, 44 músculos glúteo máximo estudados. Nenhuma paciente referenciou qualquer queixa clínica relacionada à região glútea ou em área inervada pelo isquiático. A Tabela 1 apresenta dados clínicos da população e sua evolução ao longo do tempo.

Tabela 1 - Característica da população de estudo

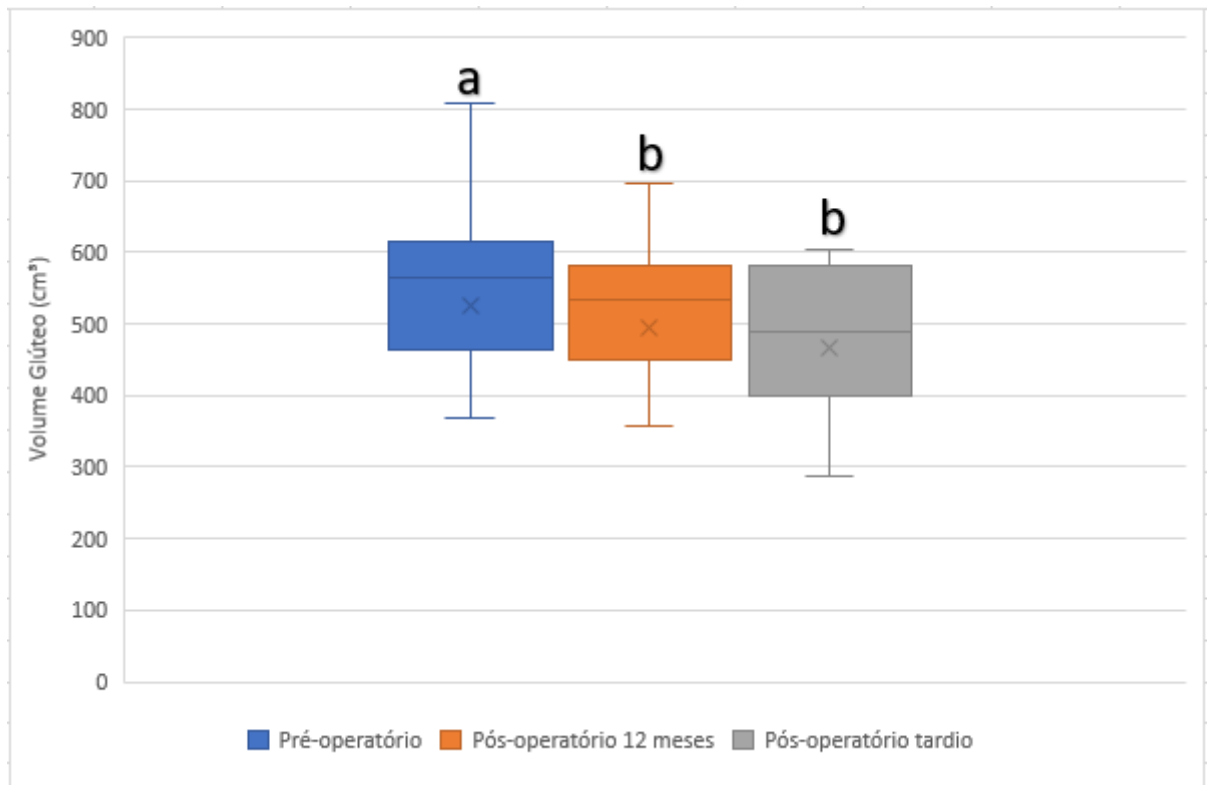
Pacientes (n=22)	Pré-operatório	Pós-operatório 12 meses	Pós-operatório tardio (n=8)
Idade (anos)*	32,95 (7,48)	33,95 (7,48)	42,50 (8,94)
IMC (kg/m²)*	22,19 (2,4)	22,27 (2,92)	26,55 (3,00)
Circunferência Quadril(cm)*	94,87 (5,00)	97,47 (5,93)	102,56 (5,71)
Relação Cintura Quadril	0,76 (0,04)	0,73 (0,03)	0,79 (0,07)

Fonte: O autor, 2022.

*Valores apresentados como média (desvio padrão).

Analisando a volumetria do músculo glúteo máximo apresentado pelo exame de tomografia computadorizada com reconstrução em 3D, a atrofia mediana foi de 6,68 % com intervalo interquartil de Q1:7,17 %-Q3:5,83 % do volume do músculo glúteo máximo em doze meses e a atrofia mediana de 7,47 % com intervalo interquartil de Q1:12,42 %-Q3:7,19 % do volume muscular no período tardio, ambos em relação ao volume muscular pré-operatório. A análise evolutiva da volumetria do músculo glúteo máximo está representada no Gráfico 1.

Gráfico 1 - Volumetria do músculo glúteo máximo

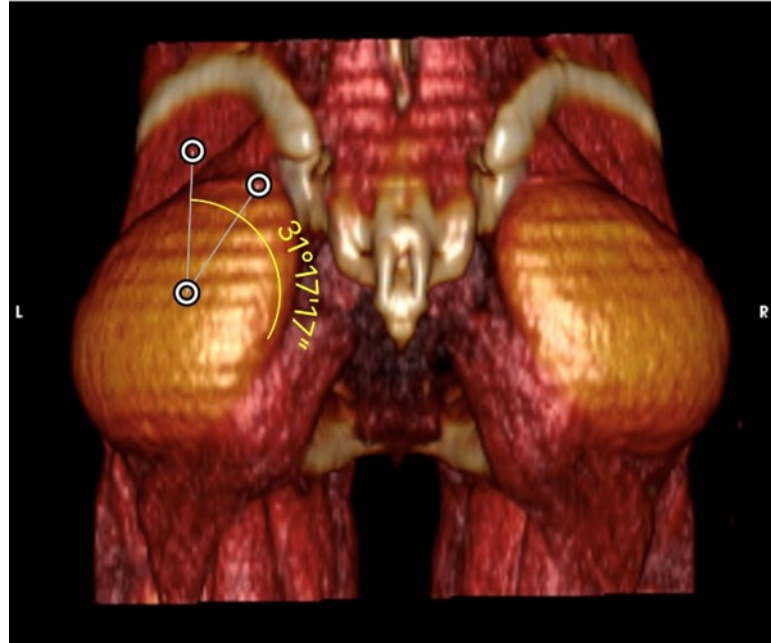


Legenda: Volumetria do músculo glúteo máximo. Letras diferentes correspondem à significância estatística na comparação entre as medianas ($p < 0,05$). Na comparação das medianas do período pré-operatório com doze meses e pós-operatório tardio, respectivamente: $p = 0,01$; $p = 0,015$. Na comparação das medianas do período doze meses e pós-operatório tardio, $p = 0,461$.

Fonte: O autor, 2022.

A avaliação do posicionamento dos implantes após tempo mínimo de oito anos evidenciou que 100 % dos implantes se mantiveram em posicionamento adequado no plano intramuscular com variação entre 0-31,17 graus e mediana de 16,85 graus tendo como referência o eixo vertical, sendo todos simétricos, quando comparada a angulação entre direita e esquerda de uma mesma paciente (Figura 5).

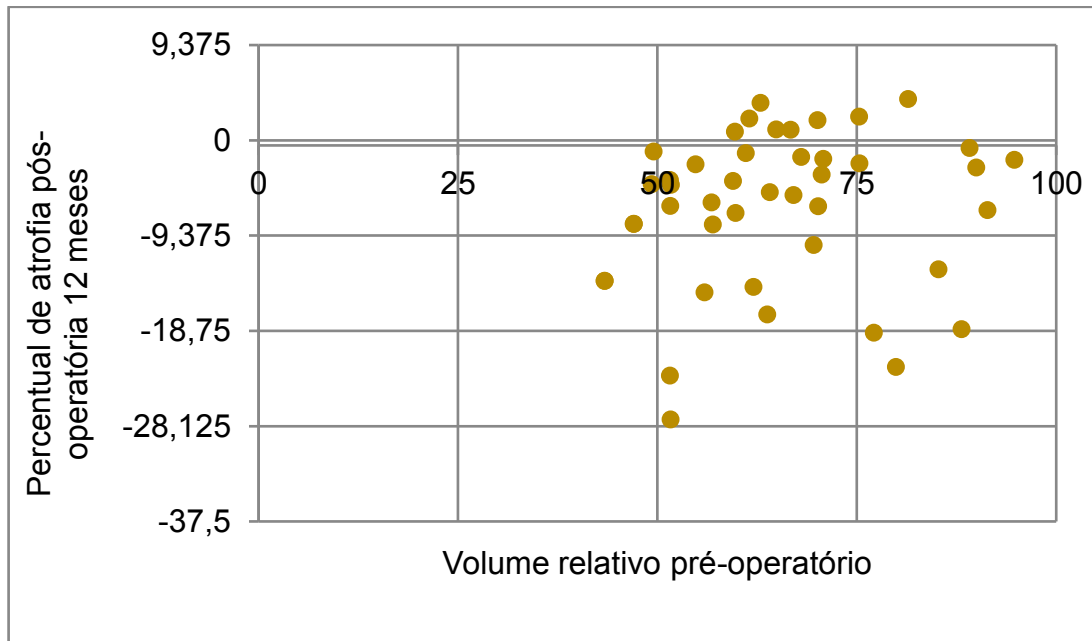
Figura 5 - Paciente sexo feminino, 35 anos, implante de 350 cm³ base oval, inserido em posição vertical, aos nove anos de pós-operatório, mostrando a máxima rotação entre os implantes das pacientes do grupo de estudo



Fonte: O autor, 2022.

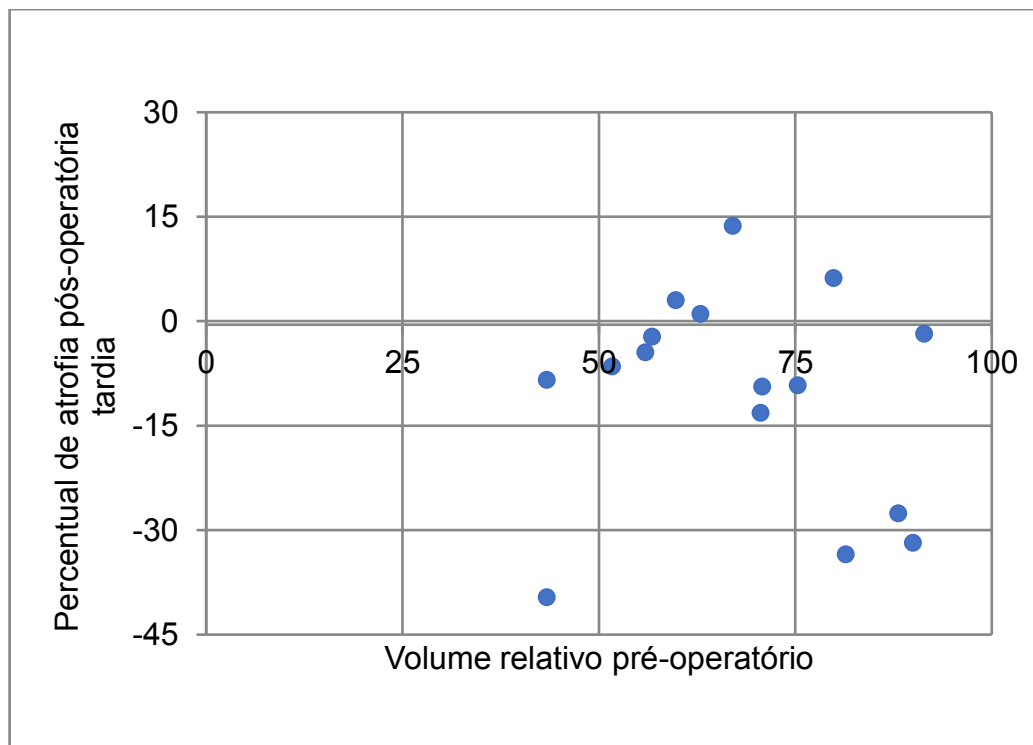
Foi realizado teste de correlação entre o VRel Imp pelo PAPOP e não houve significância estatística entre as variáveis testadas (Gráficos 2 e 3).

Gráfico 2 - Correlação entre o VRel Imp e PAPOP no período de doze meses pós-operatório



Legenda: Grupo de estudo - $\rho=-0,221$ $p=0,15$.

Fonte: O autor, 2022.

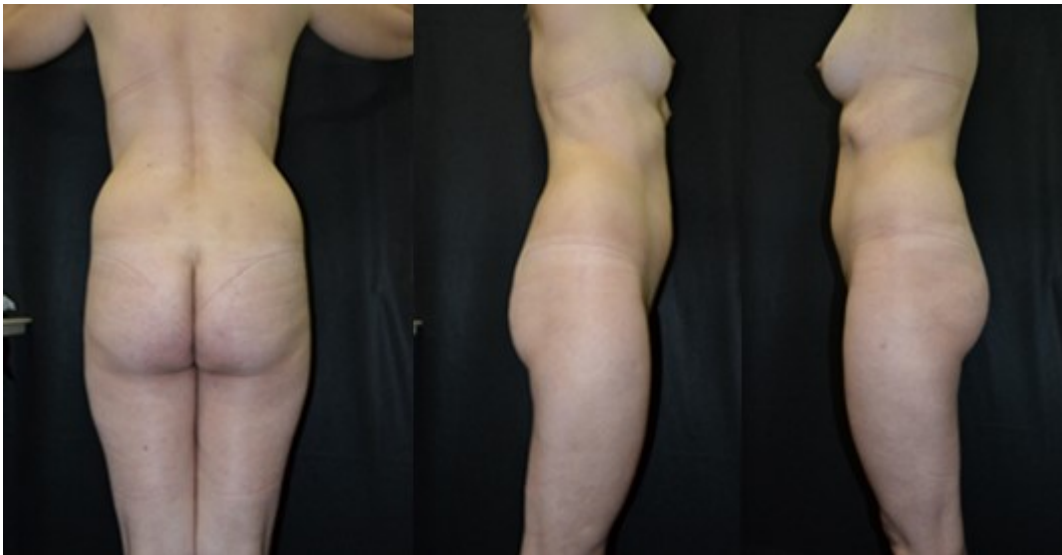
Gráfico 3 - Correlação entre o VRel Imp e PAPOP no período de pós-operatório tardio (≥ 96 meses)

Legenda: Grupo de estudo - $\rho=-0,215$ $p=0,425$.

Fonte: O autor, 2022.

Aplicamos questionário nas pacientes que mantiveram segmento tardio, sobre a prática de exercício físico regular, sendo consideradas as opções exercício aeróbico, isometria, ambos ou não praticante, 25 % das pacientes referiram realizar exercício físico isométrico regular, havendo associação com a recuperação e hipertrofia do músculo glúteo máximo em relação ao volume pré-operatório, $p=0,036$. As Figuras 6 a 8 apresentam a mesma paciente em três momentos de avaliação clínica.

Figura 6 - Fotografias de paciente sexo feminino, 35 anos, em avaliação pré-operatória cuja queixa principal era falta de volume e projeção, pela visão dorsal, perfil direito e perfil esquerdo



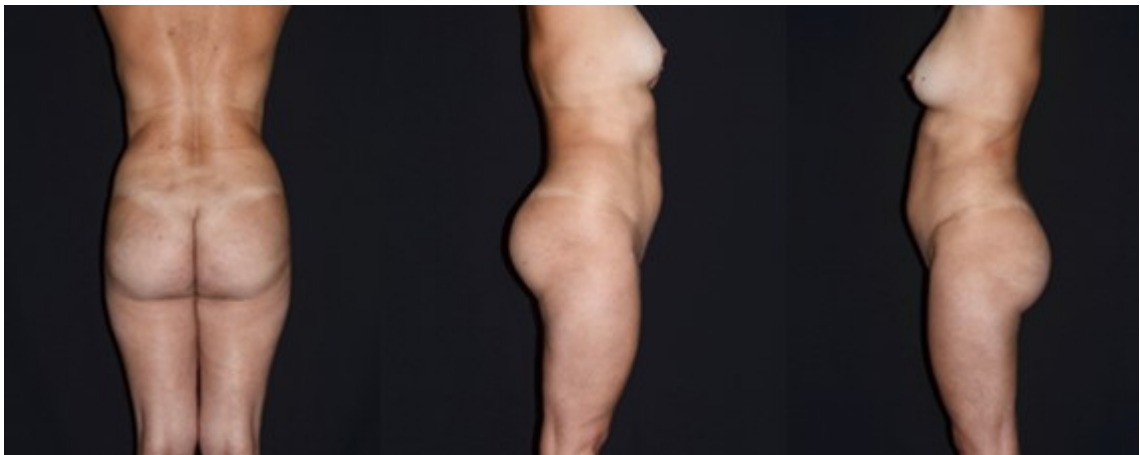
Fonte: Cedido do arquivo pessoal de Fernando Serra, 2012.

Figura 7 - Fotografias obtidas com 12 meses de pós-operatório de uma paciente do sexo feminino, 36 anos, pela visão dorsal, perfil direito e perfil esquerdo



Fonte: Cedido do arquivo pessoal de Fernando Serra, 2013.

Figura 8 - Fotografia obtida no pós-operatório tardio de uma paciente do sexo feminino, 44 anos, 9 anos após a cirurgia pela visão dorsal, perfil direito e perfil esquerdo



Fonte: O autor, 2021.

5 DISCUSSÃO

Ideais estéticos universais do glúteo feminino, independentemente da etnia, são definidos por uma RCQ igual a 0,7, diferenças étnicas foram descritas, relacionadas ao tamanho, projeção, plenitude lateral das nádegas e coxa^{3-4,40-41}. Estudos prévios definiram as bases anatômicas, técnica cirúrgica, métodos para escolha dos implantes, complicações pós-operatórias, avaliação da alteração volumétrica e dinamometria do músculo glúteo máximo^{5-6,36,37,42-45}. No momento atual, buscamos compreender se os fundamentos e bases definidos para este procedimento são seguros no longo prazo.

A amostra da população estudada oriunda do ambulatório de Cirurgia Plástica do Hospital Universitário Pedro Ernesto representa o perfil de pacientes submetidas à gluteoplastia. Mulheres na quarta década de vida, origem caucasiana, casadas, sem relação com nível socioeconômico ou ocupação profissional que referem grau de satisfação muito alto com os resultados alcançados pelo procedimento, no longo prazo, por serem naturais, duráveis e, por isso, refletem na melhora da autoimagem delas⁵. No seguimento tardio, com o envelhecimento da população de estudo, as pacientes evidenciaram aumento na média do IMC e da RCQ. O ganho de peso acompanhado por uma tendência aumentada para a distribuição central da gordura é comum entre as mulheres na meia-idade. Essas mudanças são resultado do envelhecimento, diminuição dos níveis de estrogênio e outras influências únicas em mulheres na menopausa que interferem na necessidade da adoção de estilo de vida saudável⁴⁶.

O exame de tomografia computadorizada é utilizado para reconstrução 3D e volumetria muscular com boa acurácia e fácil acesso^{36-37,47-48}. As principais afecções músculo tendinosas glúteas evoluem caracteristicamente com sintomatologia unilateral, a exemplo da síndrome do piriforme, discopatias inflamatórias, estenose do canal lombar e a síndrome da dor glútea miofascial. Estas patologias decorrem das características anatômicas peculiares e únicas de cada glúteo⁴⁹⁻⁵¹. Durante a realização do nosso estudo, cada paciente apresentava diferentes valores de volumetria pré-operatória, assim como, ao longo do seguimento, seus músculos glúteo máximo direito e esquerdo evoluíram com intensidade de resposta distintas à compressão intrínseca do implante de glúteo.

As pacientes estudadas utilizaram implantes glúteos de volumes de até 400 cm³. É esperado que o músculo glúteo máximo apresente atrofia até um ano, após procedimento de gluteoplastia de aumento, com implantes secundário à compressão intrínseca³⁶⁻³⁷. A presente

casuística corrobora com os dados da literatura ao evidenciar uma atrofia mediana de 6,68 %, após doze meses de cirurgia, e 7,47 % no seguimento tardio (≥ 96 meses). Nenhuma paciente referiu queixa clínica relacionada à funcionabilidade da musculatura glútea, demonstrando a estabilidade do procedimento cirúrgico, além disso, este aumento na média da atrofia muscular também deve ser relacionado ao envelhecimento da população estudada⁵²⁻⁵⁴. Uma recente revisão quantitativa mostrou que o declínio médio da massa muscular ao longo da vida é de 0,37 % ao ano nas mulheres e 0,47 % ao ano nos homens⁵³. A atrofia muscular é multifatorial, podendo ser classificada como fisiológica, quando a causa for desuso muscular, a exemplo do período pós-operatório e, quando a recuperação total é alcançada com o retorno das atividades físicas, ela se estabiliza. Estudos demonstraram que a imobilização de membros para induzir o desuso local em jovens hígidos levam o tecido muscular saudável e inativo a se atrofiar em aproximadamente 0,5 % ao dia durante as primeiras duas semanas⁵⁵⁻⁵⁷. Outros fatores, como sexo, tipo de treinamento, grupo muscular e idade podem afetar o índice de atrofia do desuso muscular⁵⁸⁻⁶¹. Mecanicamente, a atrofia por desuso muscular é atribuída principalmente a um declínio na taxa de síntese de proteína muscular basal e ao desenvolvimento de resistência anabólica à ingestão de alimentos. O consumo de proteína na dieta é de importância crítica para estimular as taxas de síntese de proteína muscular ao longo do dia⁵⁷. Em nossa população de estudo, houve associação entre as pacientes que mantiveram atividade física regular do tipo isometria e hipertrofia do músculo glúteo máximo em relação à volumetria pré-operatória. Entendemos que a evolução do volume de atrofia muscular nas demais pacientes deve-se ao sedentarismo e envelhecimento populacional. Durante os períodos de inatividade física, a atrofia do músculo esquelético é substancialmente acelerada⁶².

A tolerabilidade do tecido muscular à compressão mecânica constante é baixa, quando em comparação com outros tecidos moles como a pele, conforme demonstrado em estudos prévios⁶³⁻⁶⁴. A compressão externa gera lesão tecidual, principalmente por deformação das células musculares, sendo o uso de órteses e próteses um dos fatores de compressão. A isquemia isolada resulta em lesão muscular reversível, já a compressão mantida por um período de 2 hs leva à lesão muscular irreversível, concluindo que grandes deformações, em conjunto com a isquemia, seria o principal mecanismo de lesão muscular irreversível⁶⁵⁻⁶⁷. É prática difundida na cirurgia plástica a utilização de implantes para finalidades reconstrutora e estética. Ensaio clínicos prévios documentaram com precisão o papel da compressão gerada por esses implantes como fator desencadeador de atrofia muscular. Roxo *et al.* descreveram atrofia muscular do peitoral maior em pacientes, após serem submetidas à mamoplastia de

aumento com implantes em plano submuscular⁶⁸⁻⁶⁹. Gur *et al.*, com a utilização de microscopia eletrônica, mostraram diminuição da fibra muscular, perda muscular focal e alterações degenerativas na musculatura peitoral maior após inserção de expansor tecidual⁷⁰. Serra *et al.* evidenciaram atrofia muscular no glúteo máximo após gluteoplastia de aumento com implantes no plano intramuscular³⁷⁻³⁸. Apesar destas evidências, não encontramos estudos que correlacionaram o volume proporcional dos implantes com o percentual de atrofia muscular para comparação dos resultados. Devido a isto, foi criada a variável VRel Imp para dimensionar qual percentual o volume do implante representa em relação ao volume do músculo glúteo máximo e interpretar a necessidade da realização da tomografia computadorizada glútea durante o planejamento pré-operatório. A variável PAPOP foi submetida a teste de correlação com a variável VRel Imp, sendo o resultado sem significância estatística nos momentos doze meses e segmento tardio. Isto demonstra que a utilização de implantes glúteos no plano intramuscular de tamanho até 400 cm³ são seguros. Não sendo necessária a realização de tomografia computadorizada dos glúteos no pré-operatório para execução do planejamento cirúrgico.

Revisão sistemática prévia evidencia a baixa taxa de rotação de implantes glúteos 0,59 %, sem fazer distinção quanto ao local do implante²⁷. Outros estudos de implantes glúteos em plano intramuscular corroboram o achado^{12,36,71}. Nenhuma paciente sujeito de pesquisa apresentou rotação ou mal posicionamento dos implantes. A experiência da equipe cirúrgica sugere que a rotação dos implantes esteja associada à criação de grandes lojas intramusculares.

O estudo apresenta limitações, como ter sido realizado em uma única instituição, o que limita a extrapolação dos dados para outras populações. Por questões éticas, não vimos necessidade de retomografar os glúteos das pacientes do grupo controle que foram submetidas à mamoplastia de aumento no estudo primário. Além disso, por característica inerente a um estudo de seguimento clínico de longo prazo, estamos sujeitos à perda de alguns pacientes, principalmente pela ausência de patologias de base que necessitam de um contínuo seguimento ambulatorial pós-operatório. Acreditamos que a presença de avaliação da função muscular em laboratório possa fortalecer nossas conclusões. Novos estudos devem ser realizados acerca da função do músculo glúteo máximo, após gluteoplastia de aumento com implantes, no longo prazo, possibilitando o avanço do conhecimento sobre a segurança do uso desta técnica cada vez mais utilizada no meio da cirurgia plástica.

CONCLUSÃO

Não existe correlação do Volume Relativo dos Implantes com o Percentual de Atrofia do músculo glúteo máximo, quando utilizados implantes de até 400 cm³.

O músculo glúteo máximo apresenta atrofia no seguimento tardio de pacientes submetidas à gluteoplastia de aumento com implantes.

Existe associação entre a recuperação da volumetria glútea e atividade física regular de isometria.

Os implantes de superfície lisa e base oval, quando colocados em lojas de tamanho adequado, demonstraram estabilidade do seu posicionamento no longo prazo.

REFERÊNCIAS

1. De la Peña JA, Rubio OV, Cano JP, Cedillo MC, Garcés MT. History of gluteal augmentation. *Clin Plast Surg*. 2006 Jul;33(3):307-19.
2. Tolleth I. Harmony and proportion in the female form. In: Hetter GP, editor. *Lipoplasty: the theory and practice of blunt suction lipectomy*. 2nd ed. Boston: Little, Brown; 1990.
3. Singh D. Universal allure of the hourglass figure: an evolutionary theory of female physical attractiveness. *Clin Plast Surg*. 2006 Jul;33(3):359-70.
4. R Roberts TL III, Weinfeld AB, Bruner TW, Nguyen K. "Universal" and ethnic ideals of beautiful buttocks are best obtained by autologous micro fat grafting and liposuction. *Clin Plast Surg*. 2006;33(3):371-394.
5. Aboudib JH, Serra-Guimarães F, Sampaio FJ. Profile of Patients Undergoing Gluteoplasty. *Aesthetic Plast Surg*. 2016 Feb;40(1):30-7.
6. Serra F, Aboudib JH, Cedrola JP, de Castro CC. Gluteoplasty: anatomic basis and technique. *Aesthet Surg J*. 2010;30(4):579-592.
7. Mendieta CG. Gluteoplasty. *Aesthet Surg J*. 2003;23(6):441-455.
8. Centeno RF, Young VL. Clinical anatomy in aesthetic gluteal body contouring surgery. *Clin Plast Surg*. 2006;33(3):347-358.
9. Mathes SJ, Nahai F. Classification of the vascular anatomy of muscles: experimental and clinical correlation. *Plast Reconstr Surg*. 1981;67(2):177-187.
10. Hwang K, Nam YS, Han SH, Hwang SW. The intramuscular course of the inferior gluteal nerve in the gluteus maximus muscle and augmentation gluteoplasty. *Ann Plast Surg*. 2009; 63(4):361-365.
11. Song AY, Askari M, Azemi E, Alber S, Hurwitz DJ, Marra KG *et al*. Biomechanical properties of the superficial fascial system. *Aesthet Surg J*. 2006;26(4):395-403.
12. Hidalgo JE. Submuscular gluteal augmentation: 17 years of experience with gel and elastomer silicone implants. *Clin Plast Surg*. 2006;33(3):435-447.
13. Appell HJ. Muscular atrophy following immobilisation. A review. *Sports Med*. 1990;10(1):42-58.
14. Siu PM, Tam EW, Teng BT, Pei XM, Ng JW, Benzie IF *et al*. Muscle apoptosis is induced in pressure-induced deep. *J Appl Physiol*. 2009;107:1266-1275.
15. Ceelen KK, Gawlitta D, Balder DL, Oomens CWJ. Numerical analysis of ischemia and compression-induced injury in tissue-engineered skeletal muscle constructs. *Ann Biomed Eng*. 2010;38:570-582.

16. Mak D, Chisholm C, Davies AM, Botchu R, James SL. Psoas muscle atrophy following unilateral hip arthroplasty. *Skeletal Radiol.* 2020;49(10):1539-1545.
17. Bartlett JL, Sumner B, Ellis RG, Kram R. Activity and functions of the human gluteal muscles in walking, running, sprinting, and climbing. *Am J Phys Anthropol.* 2014;153(1):124-131.
18. Oranges CM, Tremp M, di Summa PG, Haug M, Kalbermatten DF, Harder Y *et al.* Gluteal Augmentation Techniques: A Comprehensive Literature Review. *Aesthet Surg J.* 2017 May 1;37(5):560-569.
19. Bartels RJ, O'Malley JE, Douglas WM, Wilson RG. An unusual use of the Cronin breast prosthesis. Case report. *Plast Reconstr Surg.* 1969;44(5):500.
20. Oranges CM, Gohritz A, Schaefer DJ. Plastic and reconstructive surgery short articles: How do they impact our practice? *Plast Reconstr Surg.* 2016;138(5):954e-955e.
21. Cocke WM, Ricketson G. Gluteal augmentation. *Plast Reconstr Surg.* 1973;52:93.
22. Senderoff DM. Practice-Based Patient Management Strategies in Gluteal Augmentation with Implants. *Clin Plast Surg.* 2018 Apr;45(2):187-195.
23. Robles JM, Tagliapietra JC, Grandi M. Gluteoplastia de aumento: implante submuscular. *Cir Plast Iberolat.* 1984;10:4-5.
24. Vergara R, Marcos M. Intramuscular gluteal implants. *Aesthetic Plast Surg.* 1996;20(3):259-262.
25. Godoy PM, Munhoz AM. Intramuscular Gluteal Augmentation with Implants Associated with Immediate Fat Grafting. *Clin Plast Surg.* 2018 Apr;45(2):203-215.
26. Flores-Lima G, Eppley BL, Dimas JR, Navarro DE. Surgical pocket location for gluteal implants: a systematic review. *Aesthetic Plast Surg.* 2013;37(2):240-245.
27. Sinno S, Chang JB, Brownstone ND, Saadeh PB, Wall S Jr. Determining the Safety and Efficacy of Gluteal Augmentation: A Systematic Review of Outcomes and Complications. *Plast Reconstr Surg.* 2016 Apr;137(4):1151-6.
28. Sieber DA, Stark RY, Chase S, Schafer M, Adams WP Jr. Clinical Evaluation of Shaped Gel Breast Implant Rotation Using High-Resolution Ultrasound. *Aesthet Surg J.* 2017;37(3):290-296.
29. Montemurro P, Papas A, Hedén P. Is Rotation a Concern with Anatomical Breast Implants? A Statistical Analysis of Factors Predisposing to Rotation. *Plast Reconstr Surg.* 2017;139(6):1367-1378.
30. Panettiere P, Marchetti L, Accorsi D. Rotation of anatomic prostheses: a possible cause of breast deformity. *Aesthetic Plast Surg.* 2004;28(5):348-353.

31. Adams WP Jr. Breast deformity caused by anatomical or teardrop implant rotation. *Plast Reconstr Surg.* 2003;111(6):2110-2112.
32. Campbell WW, Leidy HJ. Dietary protein and resistance training effects on muscle and body composition in older persons. *J Am Coll Nutr.* 2007;26:696S-703S.
33. Linder-Ganz E, Engelberg S, Scheinowitz M, Gefen A. Pressure-time cell death threshold for albino rat skeletal muscles as related to pressure sore biomechanics. *J Biomech.* 2006;39:2725-2732.
34. Linder-Ganz E, Gefen A. Mechanical compression-induced pressure sores in rat hindlimb: Muscle stiffness, histology, and computational models. *J Appl Physiol.* 2004;96:2034-2049.
35. Breuls RG, Bouten CV, Oomens CW, Bader DL, Baaijens FP. Compression induced cell damage in engineered muscle tissue: An in vitro model to study pressure ulcer aetiology. *Ann Biomed Eng.* 2003;31:1357-1364.
36. Serra F, Aboudib JH, Marques RG. Intramuscular technique for gluteal augmentation: determination and quantification of muscle atrophy and implant position by computed tomographic scan. *Plast Reconstr Surg.* 2013 Feb;131(2):253e-259e.
37. Serra F, Aboudib JH, Neto JI, Cossich VR, Rodrigues NC, de Oliveira KF *et al.* Volumetric and functional evaluation of the gluteus maximus muscle after augmentation gluteoplasty using silicone implants. *Plast Reconstr Surg.* 2015 Mar;135(3):533e-541e.
38. Gonzalez R. Etiology, definition, and classification of gluteal ptosis. *Aesthetic Plast Surg.* 2006;30(3):320-326.
39. Cuenca-Guerra R, Quezada J. What makes buttocks beautiful? A review and classification of the determinants of gluteal beauty and the surgical techniques to achieve them. *Aesthetic Plast Surg.* 2004;28(5):340-347.
40. Oranges CM, Gohritz A, Kalbermatten DF, Schaefer DJ. Ethnic gluteoplasty. *Plast Reconstr Surg.* 2016;138(4):783e-784e.
41. Hwang K, Nam YS, Han SH, Hwang SW. The intramuscular course of the inferior gluteal nerve in the gluteus maximus muscle and augmentation gluteoplasty. *Ann Plast Surg.* 2009;63(4):361-5.
42. Aboudib JH, Serra F, de Castro CC. Gluteal augmentation: technique, indications, and implant selection. *Plast Reconstr Surg.* 2012 Oct;130(4):933-5.
43. Serra F, Aboudib JH. Gluteal implant displacement: diagnosis and treatment. *Plast Reconstr Surg.* 2014 Oct;134(4):647-54.
44. Serra F, Aboudib JH, Marques RG. Reducing wound complications in gluteal augmentation surgery. *Plast Reconstr Surg.* 2012 Nov;130(5):706e-713e.

45. Serra-Guimarães F, De Barros MAV, Aboudib JH, Da Mota DSC, Leal DG, De Castro CC, Nahas FX. Does intramuscular gluteal augmentation using implants affect sensitivity in the buttocks? *J Plast Reconstr Aesthet Surg*. 2017 Jun;70(6):801-805.
46. Kapoor E, Collazo-Clavell ML, Faubion SS. Weight Gain in Women at Midlife: A Concise Review of the Pathophysiology and Strategies for Management. *Mayo Clin Proc*. 2017;92(10):1552-1558.
47. Turkmen I, Ozcan C. Osteosarcopenia increases hip fracture risk: A case-controlled study in the elderly. *J Back Musculoskelet Rehabil*. 2019;32(4):613-618.
48. Uemura K, Takao M, Sakai T, Nishii T, Sugano N. Volume Increases of the Gluteus Maximus, Gluteus Medius, and Thigh Muscles After Hip Arthroplasty. *J Arthroplasty*. 2016 Apr;31(4):906-912.e1.
49. Hopayian K, Danielyan A. Four symptoms define the piriformis syndrome: an updated systematic review of its clinical features. *Eur J Orthop Surg Traumatol*. 2018;28(2):155-164.
50. Hicks BL, Lam JC, Varacallo M. Piriformis Syndrome. In: *StatPearls*. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; December 7, 2020.
51. Probst D, Stout A, Hunt D. Piriformis Syndrome: A Narrative Review of the Anatomy, Diagnosis, and Treatment. *PM R*. 2019;11Suppl 1:S54-S63.
52. Wall BT, Dirks ML, van Loon LJ. Skeletal muscle atrophy during short-term disuse: implications for age-related sarcopenia. *Ageing Res Rev*. 2013;12(4):898-906.
53. Miller BF, Baehr LM, Musci RV *et al*. Muscle-specific changes in protein synthesis with aging and reloading after disuse atrophy. *J Cachexia Sarcopenia Muscle*. 2019;10(6):1195-1209.
54. Atherton PJ, Greenhaff PL, Phillips SM, Bodine SC, Adams CM, Lang CH. Control of skeletal muscle atrophy in response to disuse: clinical/preclinical contentions and fallacies of evidence. *Am J Physiol Endocrinol Metab*. 2016;311(3):E594-E604.
55. Phillips S, Glover E, Rennie M. Alterations of protein turnover underlying disuse atrophy in human skeletal muscle. *Journal of Applied Physiology*. 2009;107:645-654.
56. Wall, B, van Loon, L. Nutritional strategies to attenuate muscle disuse atrophy. *Nutrition Reviews*. 2012;71:195-208.
57. Wall BT, Morton JP, van Loon LJ. Strategies to maintain skeletal muscle mass in the injured athlete: nutritional considerations and exercise mimetics. *Eur J Sport Sci*. 2015;15(1):53-62.
58. Yasuda N, Glover E, Phillips S, Isfort R, Tarnopolsky M. Sex-based differences in skeletal muscle function and morphology with short-term limb immobilization. *Journal of Applied Physiology*. 2005;99:1085-1092.

59. Miles M, Heil D, Larson K, Conant S, Schneider S. Prior resistance training and sex influence muscle responses to arm suspension. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 2005;37:1983-1989.
60. LeBlanc A, Schneider V, Evans H, Pientok C, Rowe R, Spector E. Regional changes in muscle mass following 17 weeks of bed rest. *Journal of Applied Physiology*. 1992;73:2172-2178.
61. Hvid L, Aagaard P, Justesen L *et al*. Effects of aging on muscle mechanical function and muscle fiber morphology during short-term immobilization and subsequent retraining. *Journal of Applied Physiology*. 2010;109:1628-1634.
62. Tieland M, Trouwborst I, Clark BC. Skeletal muscle performance and ageing. *J Cachexia Sarcopenia Muscle*. 2018;9(1):3-19.
63. Siu PM, Tam EW, Teng BT, Pei XM, Ng JW, Benzie IF *et al*. Muscle apoptosis is induced in pressure-induced deep. *J Appl Physiol*. 2009;107:1266-1275.
64. Gefen A. Bioengineering models of deep tissue injury. *Adv Skin Wound Care* 2008;21:30-36.
65. Ceelen KK, Gawlitta D, Balder DL, Oomens CWJ. Numerical analysis of ischemia and compression-induced injury in tissue-engineered skeletal muscle constructs. *Ann Biomed Eng*. 2010;38:570-582.
66. Kwan MP, Tam EW, Lo SC, Leung MC, Lau RY. The time effect of pressure on tissue viability: investigation using an experimental rat model. *Exp Biol Med*. 2007;232:481-487.
67. Stekelenburg A, Strijkers GJ, Parusel H, Bader DL, Nicolay K, Oomens CW. Role of ischemia and deformation in the onset of compression-induced deep tissue injury: MRIbased studies in a rat model. *J Appl Physiol*. 2007;102:2002-2011.
68. Roxo AC, Nahas FX, Salin R, de Castro CC, Aboudib JH, Marques RG. Volumetric Evaluation of the Mammary Gland and Pectoralis Major Muscle following Subglandular and Submuscular Breast Augmentation. *Plast Reconstr Surg*. 2016 Jan;137(1):62-9.
69. Roxo AC, Nahas FX, Pinheiro Rodrigues NC, Salles JI, Amaral Cossich VR, de Castro CC *et al*. Functional and Volumetric Analysis of the Pectoralis Major Muscle After Submuscular Breast Augmentation. *Aesthet Surg J*. 2017 Jun 1;37(6):654-661.
70. Gur E, Hanna W, Andrighetti L Semple J. Light and electron microscopic evaluation of the pectoralis major muscle following tissue expansion for breast reconstruction. *Plastic Reconst Surg*. 1998;102:1046-1051.
71. Vergara R, Amezcua H. Intramuscular gluteal implants: 15 years' experience. *Aesthet Surg J*. 2003 Mar;23(2):86-91.

ANEXO A - Termo de consentimento livre e esclarecido - maiores de idade

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO - MAIORES DE IDADE

Você está sendo convidado(a) a participar como voluntário(a) da pesquisa denominada **ATROFIA MUSCULAR APÓS GLUTEOPLASTIA: EFEITO DO VOLUME DOS IMPLANTES**, realizada no âmbito da Pós-graduação em Fisiocirurgia da UERJ e que diz respeito a um trabalho para obtenção do título de mestre.

1. OBJETIVO: o objetivo do estudo é avaliar se há correlação entre o volume do implante glúteo utilizado e a atrofia do glúteo máximo.

2. PROCEDIMENTOS: a sua participação consistirá em: submeter-se à tomografia computadorizada e às medidas de dados antropométricos.

3. POTENCIAIS RISCOS E BENEFÍCIOS: toda pesquisa oferece algum tipo de risco. Nesta pesquisa, o risco pode ser avaliado como baixo, isto é, o participante deverá se expor à radiação de uma tomografia computadorizada. Além disso, há o risco de perda da privacidade. Os registros serão mantidos em sigilo e guardados sobre responsabilidade do pesquisador. Por outro lado, são esperados os seguintes benefícios da participação na pesquisa: aquisição de conhecimento a respeito da correlação do grau de atrofia do músculo glúteo máximo correlacionado com o volume da prótese utilizada e o acompanhamento dos resultados de longo prazo (cinco anos) após gluteoplastia de aumento com implantes.

4. GARANTIA DE SIGILO: os dados da pesquisa serão publicados/divulgados em livros e revistas científicas. Asseguramos que a sua privacidade será respeitada e o seu nome ou qualquer informação que possa, de alguma forma, o(a) identificar será mantida em sigilo. O(a) pesquisador(a) responsável se compromete a manter os dados da pesquisa em arquivo, sob sua guarda e responsabilidade, por um período mínimo de 5 (cinco) anos após o término da pesquisa.

5. LIBERDADE DE RECUSA: a sua participação neste estudo é voluntária e não é obrigatória. Você poderá se recusar a participar do estudo ou retirar seu consentimento a qualquer momento, sem precisar justificar. Se desejar sair da pesquisa, você não sofrerá qualquer prejuízo.

6. CUSTOS, REMUNERAÇÃO E INDENIZAÇÃO: a participação neste estudo não terá custos adicionais para você. Também não haverá qualquer tipo de pagamento devido a sua participação no estudo. Fica garantida indenização em casos de danos, comprovadamente decorrentes da participação na pesquisa, nos termos da Lei.

7. ESCLARECIMENTOS ADICIONAIS, CRÍTICAS, SUGESTÕES E RECLAMAÇÕES: você receberá uma via deste Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) e a outra ficará com o(a) pesquisador(a). Caso você concorde em participar, as páginas serão rubricadas e a última página será assinada por você e pelo(a) pesquisador(a). O(a) pesquisador(a) garante a você livre acesso a todas as informações e esclarecimentos adicionais sobre o estudo e suas consequências. Você poderá ter acesso ao(a) pesquisador(a) GUSTAVO MALTEZ DE ANDRADE pelo telefone (71) 987518338 ou pelo email: gmaltezdeandrade@gmail.com. Se você tiver alguma consideração ou dúvida sobre a ética da pesquisa, poderá entrar em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa do Hospital Universitário Pedro Ernesto/UERJ. Av. Vinte e Oito de Setembro, 77 Térreo - Vila Isabel - Cep 20551-030. Tel: (21) 2868-8253 - e-mail: cep-hupe@uerj.br.

CONSENTIMENTO

Eu, _____ li e concordo em participar da pesquisa.

Assinatura do(a) participante	Data: ___/___/___
-------------------------------	-------------------

Eu, _____ obtive de forma apropriada e voluntária o Consentimento Livre e Esclarecido do(a) participante da pesquisa.

Assinatura do(a) pesquisador(a)	Data: ___/___/___
---------------------------------	-------------------

ANEXO B - Parecer consubstanciado do CEP



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: ATROFIA MUSCULAR APÓS GLUTEOPLASTIA: EFEITO DO VOLUME DOS IMPLANTES

Pesquisador: Gustavo Maltez de Andrade

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 30649420.3.0000.5259

Instituição Proponente: Hospital Universitário Pedro Ernesto

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 3.968.504

Apresentação do Projeto:

Transcrição editada do conteúdo registrado no protocolo e dos arquivos anexados à Plataforma Brasil. Este é um estudo de coorte prospectivo e será submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa do Hospital Universitário Pedro Ernesto (HUPE). Quando na publicação dos resultados, nenhum paciente será identificado e o HUPE será citado na publicação, não inferindo qualquer tipo de maleficência ao paciente decorrente aos dados publicados. Os dados serão analisados de forma rotineira. No final do estudo, será encaminhado ao Comitê de Ética em Pesquisa relatório final e cópia do trabalho que será publicado. A guarda do material é de responsabilidade do pesquisador responsável, em arquivo adequado para este fim, durante e após a pesquisa. Todos os sujeitos da pesquisa participarão voluntariamente e receberão informações quanto aos objetivos e métodos empregados na pesquisa, assim como possíveis riscos inerentes ao exame de tomografia computadorizada

Objetivo da Pesquisa:

Transcrição editada do conteúdo registrado no protocolo e dos arquivos anexados à Plataforma

Endereço: Avenida 28 de Setembro 77 - Térreo	CEP: 20.551-030
Bairro: Vila Isabel	
UF: RJ	Município: RIO DE JANEIRO
Telefone: (21)2868-8253	E-mail: cep.hupe.interno@gmail.com



Continuação do Parecer: 3.968.504

Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE.pdf	20:31:24	Andrade	Aceito
Folha de Rosto	folha_de_rosto.pdf	28/01/2020 20:22:01	Gustavo Maltez de Andrade	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

RIO DE JANEIRO, 13 de Abril de 2020

Assinado por:
WILLE OIGMAN
(Coordenador(a))

Endereço: Avenida 28 de Setembro 77 - Térreo
Bairro: Vila Isabel **CEP:** 20.551-030
UF: RJ **Município:** RIO DE JANEIRO
Telefone: (21)2868-8253 **E-mail:** cep.hupe.interno@gmail.com

APÊNDICE - Artigo aceito para publicação e comprovante de aceite da revista

PRJ Journal Editorial Team <em@editorialmanager.com>
 para mim

sex., 4 de fev. 20:15 (há 10 dias) ★ ↶ ⋮

inglês > português Traduzir mensagem Desativar para: inglês x

CC: "Jose Horacio Aboudib" jhaboudib@gmail.com, "Fernando Serra" fserrag@gmail.com

RE: PRS-D-21-01137R3, entitled "Long-term aesthetic and functional evaluation of intramuscular augmentation gluteoplasty with implants"

Dear Dr de Andrade,

I am pleased to inform you that your work has now been accepted for publication in *Plastic and Reconstructive Surgery*. Congratulations! All manuscript materials will be forwarded immediately to the production staff for placement in an upcoming issue. The Editorial Office will request any remaining necessary materials and inform you of the publication date once your manuscript has been assigned to a specific issue.

There are many authorized ways for you to increase your work's reach, visibility, and potential citations. Review our **new accepted author toolkit** today to see how you can help us promote your article. Download the toolkit here: <http://links.lww.com/PRS/B45>.

Start now, by spreading the good news about your article's acceptance:

- Facebook - <http://goo.gl/4p6auA>
- Twitter - <http://goo.gl/3hKWW0>

NOTES:

- You can include your article title or short title in your social media post.

Plastic and Reconstructive Surgery Long-term aesthetic and functional evaluation of intramuscular augmentation gluteoplasty with implants –Manuscript Draft–

Manuscript Number:	PRS-D-21-01137R3
Article Type:	Original Article
Full Title:	Long-term aesthetic and functional evaluation of intramuscular augmentation gluteoplasty with implants
Corresponding Author:	Gustavo Maltez de Andrade, M.D. Universidade do Estado do Rio de Janeiro Rio de Janeiro, BRAZIL
Order of Authors:	Gustavo Maltez de Andrade, M.D. Jose Horacio Aboudib, PhD Fernando Serra, PhD
Abstract:	<p>Introduction: The insertion of gluteal silicone implants by intramuscular technique leads patients to develop gluteus maximus muscle atrophy. The objective of the present study was to correlate the muscular atrophy of the gluteus maximus proportional to the volume of the silicone implants used. The secondary objectives were to assess volumetry of the gluteus maximus muscle in the late follow-up, positioning of the implants and to verify association between volumetric muscle recovery and practice of physical exercise.</p> <p>Methods: This is a prospective study. The sample was composed of 22 patients who were operated and followed up on an outpatient basis and through gluteus computed tomography in 3 different moments: pre-operative, 12-month post-operative and late post-operative (≥ 96 months).</p> <p>Results: Computed Tomography 3D reconstruction and volumetric analysis showed a median atrophy of 6.68% of the gluteus maximus muscle volume in 12 months and 7.47% in the late post-operative period. The correlation between relative volume of the implant and atrophy percentage of the gluteus maximus didn't present statistically significant results. There was an association between the practice of physical exercise and volumetry recovery of the gluteus maximus. No patient presented gluteal implant rotation.</p> <p>Conclusion: There isn't correlation between proportional volume of implants and atrophy percentage of gluteus maximus muscle, when using implants up to 400cm³. The gluteus maximus muscle presents atrophy in the late follow-up of augmentation gluteoplasty with implants surgery. There is recovery of muscle volumetry on the patients that practice physical activities. Intramuscular plane implants demonstrated stability in their long-term positioning.</p>
Section/Category:	Cosmetic
Manuscript Classifications:	Body contouring; Cosmetic; Cosmetic outcome studies

**“Long-term aesthetic and functional evaluation of intramuscular augmentation
gluteoplasty with implants.”**

Author list: Gustavo Maltez de Andrade, M.D. 1 ; José Horacio Aboudib, M.D., PhD. 1 ;
Fernando Serra, M.D., PhD. 1

1. Department of Plastic Reconstructive and Aesthetic Surgery, University of the
Estate of Rio de Janeiro (UERJ), Rio de Janeiro, Brazil

Corresponding author:

Gustavo Maltez de Andrade, M.D.

Boulevard 28 de Setembro, 77 - Vila Isabel, 20551-030

Rio de Janeiro – RJ, Brasil

gmaltezdeandrade@gmail.com

Financial Disclosure Statement: The authors have no financial disclosures to be
stated nor conflicts of interest to disclose.

This study was approved by the National Research and Ethics Committee, under
register number 3.968.504 and it is in compliance with the Helsinki Declaration.

Short Running Head (no more than 40 characters in length):

Gluteoplasty long-term follow-up

List of each author’s role/participation in the authorship of the manuscript

Gustavo Maltez de Andrade: Planning, collection, data analysis and writing of
manuscript

José Horacio Aboudib: Interpretation and revision of manuscript

Fernando Serra: Interpretation and revision of manuscript

Abstract

Introduction: The insertion of gluteal silicone implants by intramuscular technique leads patients to develop gluteus maximus muscle atrophy. The objective of the present study was to correlate the muscular atrophy of the gluteus maximus proportional to the volume of the silicone implants used. The secondary objectives were to assess volumetry of the gluteus maximus muscle in the late follow-up, positioning of the implants and to verify association between volumetric muscle recovery and practice of physical exercise.

Methods: This is a prospective study. The sample was composed of 22 patients who were operated and followed up on an outpatient basis and through gluteus computed tomography in 3 different moments: pre-operative, 12-month post-operative and late post-operative.

Results: 3D reconstruction and volumetric analysis showed an average atrophy of 6.28% of the gluteus maximus muscle volume in 12 months and 10.24% in the late post-operative period. The correlation between relative volume of the implant and atrophy percentage of the gluteus maximus didn't present statistically significant results. There was an association between the practice of physical exercise and volumetry recovery of the gluteus maximus. No patient presented gluteal implant rotation.

Conclusion: There isn't correlation between proportional volume of implants and atrophy percentage of gluteus maximus muscle, when using implants up to 400cm³. The gluteus maximus muscle presents atrophy in the late follow-up of augmentation gluteoplasty with implants surgery. There is recovery of muscle volumetry on the patients that practice physical activities. Intramuscular plane implants demonstrated stability in their long-term positioning.

Introduction

It is well known that the standards of beauty vary according to the cultural and local era. It was shown that the waist-to-hip ratio of 0.7 is a robust factor of female attractiveness and augmentation gluteoplasty surgery is an option to achieve it^{2,3}. Augmentation gluteoplasty

with implants is a surgery with a high level of patient satisfaction, improving life in many aspects, but, especially, affectively. Its result produces a natural appearance and is hardly noticed by others⁴. Gluteal silicone implants can be inserted into 1 of 3 anatomic pockets in relation to the gluteus maximus muscle: subfascial, submuscular or intramuscular. Currently, the intramuscular technique is more widely accepted among plastic surgeons^{5,6,7}.

The physiology of the skeletal muscle and the maintenance of its function depend on a series of factors, such as protein ingestion in diet, physical activity and age⁸. Muscle tissue's susceptibility to compression injuries was well defined^{9,10,11}, and it was also demonstrated that the insertion of gluteal silicone implants by intramuscular technique leads patients to develop atrophy of the gluteus maximus muscle³. Despite the great market demand for the use of implants with increasing volumes, until the present moment there is a lack of data in scientific literature about the correlation between the proportional volume of the gluteal implants and muscle atrophy percentage, as well as the long-term behavior of the gluteus maximus muscle after implant insertion.

The objective of the present study was to correlate the muscular atrophy of the gluteus maximus muscle proportional to the volume of the silicone implants used. The secondary objective was to verify whether there is maintenance in the long term of the volume of the gluteus maximus muscle, positioning of the implants and to evaluate the association between volumetric muscle recovery and practice of physical exercise.

Patients e Methods

Study design

This is a prospective cohort study, approved by the National Research Ethics Committee, under number 3.968.504. All subjects in the research participated voluntarily and signed a free and informed consent form. The sample was composed of female patients who

attended the gluteoplasty clinic at Pedro Ernesto University Hospital - State University of Rio de Janeiro, provided that they met the inclusion and exclusion criteria (Table 1).

The study sample was composed of 22 patients, who were operated and followed up on an outpatient basis for a period of 1 year. Each gluteus maximus muscle was analyzed separately, totalizing 44 muscles/implants in 12 months and long-term follow-up, with variation between 96 and 114 months, in 8 patients (16 muscles/implants). The following variables were analyzed: gluteus maximus muscle volume, relative implant volume (implant volume/pre-operative gluteus maximus muscle volume), atrophy percentage of the gluteus maximus muscle $\{(post\text{-}operative\ muscle\ volume\ (12\ months\ or\ late) - pre\text{-}operative\ muscle\ volume/pre\text{-}operative\ muscle\ volume) \times -1\}$, implant positioning and physical exercise practice. When asked about physical exercise practice, the minimum frequency of exercises considered for the study was of 30 minutes at least 3 times a week.

Surgical technique

All patients underwent spinal anesthesia, and all surgical procedures were performed by the same surgeon. Intramuscular technique⁷ was used for all patients. The incision was 6 cm long in the intergluteal fold, and the gluteal implant was positioned 2.0 to 2.5 cm deep within the gluteus maximus muscle. Muscular closure occurred without tension, with 2-0 mononylon thread. Cohesive gel silicone implants with round shape or oval base, smooth surface and volume of 350 and 400 cm³ (Silimed, Rio de Janeiro, Brazil) were used.

Post-operative care

Patients were instructed to remain in prone position only on the day of the operation. Supine and sitting positions were allowed the next day, when the patients returned home. The

stitches were removed between post-operative days 10 and 14. Specific buttocks exercises were prohibited for 60 days, while exercises for upper limbs and sexual activity were allowed after 21 days. The patients underwent computed tomography (CT) in pre-operative, 12 months post-operatively and again after the minimum period of eight years from date of surgery. The images obtained by CT were used to measure gluteus maximus muscle volume through three-dimensional (3D) reconstruction.

Computed Tomography Scan

CT exams were performed at the Radiology Sector of Hospital Universitário Pedro Ernesto (Pedro Ernesto University Hospital), in G.E. Hi speed® tomograph (General Electric, Milwaukee, WIUSA, 1999), and at the Radiology Sector of São Francisco na Providência de Deus Hospital, on a GE Brightspeed tomograph (BrightSpeed Series CT systems, GE Healthcare, Milwaukee, WI, USA), both with helical acquisition and 3 mm cuts. The 3D reconstruction was used for this interpretation with the Extended brilliance workspace software (V3.5.0 2250, 12-Apr-2007, Philips Medical Systems – Netherland), which allows the isolation of the muscle through the difference in density of the fabrics. (Fig 1)

Statistical Analysis

Data was analyzed as to the distribution mode through the Shapiro-Wilk test. The non-Gaussian distribution data was analyzed by non-parametric tests: Wilcoxon signed-rank test for paired samples and Fisher's exact test. The correlation index was calculated through Spearman's correlation coefficient, the perfect correlation being equal to 1. The level of statistical significance was maintained at 5%.

Results

The average follow-up time in the late post-operative was 107.25 months \pm 5.99 months. No patient referred any clinical complaints related to the gluteal region or in sciatic innervated area. Having analyzed the gluteus maximus muscle volumetry presented by the CT exam with 3D reconstruction, there was an average atrophy of 6.28% of the gluteus maximus muscle volume in 12 months, and an average atrophy of 10.24% of the muscle volume in the late period, both in relation to the pre-operative muscle volume. The evolutionary analysis of the gluteus maximus muscle volumetry is shown in (Fig 2)

A correlation test between Relative Volume of the Implant and Atrophy Percentage of the Gluteus Maximus Muscle was performed. (Fig 3) (Fig 4)

Twenty-five percent of patients reported performing regular isometric physical exercise, with an association with recovery and hypertrophy of the gluteus maximus muscle in relation to the pre-operative volume, $p = 0.036$.

The evaluation of the positioning of the implants in the late follow-up showed that 100% of the implants remained in adequate position in the intramuscular plane, with variation between 0-29 degrees and average of 16,85 degrees, having as reference the vertical axis, all of which were symmetrical when compared to the angulation between right and left of the same patient.

DISCUSSION

Previous studies have defined the anatomical bases, surgical technique, methods for implant choice, post-operative complications, assessment of volumetric changes and dynamometry of the gluteus maximus muscle^{3,4,5,6,7,14,15,16}. At the present moment, we seek to understand if the foundations and bases defined for this procedure are safe in the long term (Fig 2) (Fig 3) (Fig 4) (Fig 5) (Fig 6) (Fig 7) (Fig 8) (Fig 9) (Fig 10)

The main gluteal muscle tendinous conditions evolve characteristically with unilateral symptomatology, such as the piriformis syndrome, inflammatory disorders, lumbar canal stenosis and myofascial gluteal pain syndrome. These pathologies result from the peculiar and unique anatomical characteristics of each gluteus^{17,18,19}. During the performance of the study, each patient presented different values of pre-operative volumetry, as well as, throughout follow-up, their right and left gluteus maximus muscles evolved with different intensity response to the intrinsic compression of the gluteus prosthesis.

Previous clinical trials have accurately documented the role of compression generated by these implants as a triggering factor for muscle atrophy^{3,5,20,21,22}. The Relative Volume of the Implant variable was created to measure what percentage the implant volume represents in relation to the gluteus maximus muscle volume, and to interpret the need to perform gluteal CT during pre-operative planning. The percentage variable of gluteus maximus muscle atrophy was subjected to correlation tests with the variable Relative Implant Volume, the result being without statistical significance in the 12-month and late post-operative periods. This demonstrates that the use of gluteal implants of sizes up to 400 cm³ in the intramuscular plane is safe. The performance of gluteal CT in the pre-operative period is not necessary for surgical planning execution.

The studied patients used gluteal implants with volumes up to 400cm³. It is expected that the gluteus maximus muscle presents atrophy up to 1 year after gluteoplasty augmentation with implants secondary to intrinsic compression^{3,5}. The present casuistry corroborates with data from literature by showing an average atrophy of 6.28% 12 months after surgery and 10.24% in the late follow-up. No patient reported clinical complaint related to the functionality of the gluteal muscles, demonstrating the stability of the surgical procedure. Furthermore, this increase in muscular atrophy average must also be related to the aging of the studied population^{23,24,25}. A recent quantitative review showed that the median

decline in muscle mass throughout life is 0.37% per year in women and 0.47% per year in men²⁴.

Muscle atrophy is multifactorial, it can be classified as physiological when the cause is muscle disuse, such as in the post-operative period, and when full recovery is achieved with the return of physical activities it stabilizes. Studies show that atrophy due to disuse in inactive and healthy muscle tissue is on average 0.5% per day^{27,28}. Other factors, such as gender²⁹, type of training³⁰, muscle group³¹ and age³² can affect the atrophy rate of muscle disuse. Mechanically, muscle disuse atrophy is mainly attributed to a decline in the basal muscle protein synthesis rate and to the development of anabolic resistance to food intake. Dietary protein consumption is of critical importance to stimulate muscle protein synthesis rates throughout the day³³. In our study population, there was an association between patients who maintained regular isometry type physical activity and hypertrophy of the gluteus maximus muscle in relation to pre-operative volumetry. We understand that the evolution of muscle atrophy volume in other patients is due to a sedentary lifestyle and population-ageing. During periods of physical inactivity, skeletal muscle atrophy is substantially accelerated³⁴.

Previous systematic review highlights the low rotation rate of the gluteal implants, 0.59%, without making a distinction as to the location of the implant³⁵. Other studies of gluteal implants in the intramuscular plane corroborate the finding^{35,36,37}. No patient subject to research presented rotation or poor positioning of the implants. The experience of the surgical team suggests that the rotation of the implants is associated with the creation of large intramuscular pockets.

CONCLUSION

There is no correlation between proportional volume of implants and atrophy percentage of gluteus maximus muscle, when using implants up to 400cm³. The gluteus maximus muscle presents atrophy in the late follow-up of patients submitted to augmentation gluteoplasty with implants and there is an association between gluteal volumetry recovery and physical activity. In addition, smooth surface and oval base implants, when placed in pocket of adequate size, demonstrated stability in their long-term positioning.

REFERENCES

1. de la Peña JA, Rubio OV, Cano JP, Cedillo MC, Garcés MT. History of gluteal augmentation. *Clin Plast Surg*. 2006; 33(3):307-19.
2. Singh D. Universal allure of the hourglass figure: an evolutionary theory of female physical attractiveness. *Clin Plast Surg*. 2006; 33(3):359-70.
3. Serra F, Aboudib JH, Neto JI, et al. Volumetric and functional evaluation of the gluteus maximus muscle after augmentation gluteoplasty using silicone implants. *Plast Reconstr Surg*. 2015; 135(3):533e-541e.
4. Aboudib JH, Serra-Guimarães F, Sampaio FJ. Profile of Patients Undergoing Gluteoplasty. *Aesthetic Plast Surg*. 2016; 40(1): 30-7.
5. Serra F, Aboudib JH, Marques RG. Intramuscular technique for gluteal augmentation: determination and quantification of muscle atrophy and implant position by computed tomographic scan. *Plast Reconstr Surg*. 2013; 131(2):253e-259e.
6. Serra F, Aboudib JH. Gluteal implant displacement: diagnosis and treatment. *Plast Reconstr Surg*. 2014; 134(4):647-54.
7. Serra F, Aboudib JH, Cedrola JP, de Castro CC. Gluteoplasty: anatomic basis and technique. *Aesthet Surg J*. 2010; 30(4):579-592.
8. Campbell WW, Leidy HJ. Dietary protein and resistance training effects on muscle and body composition in older persons. *J Am Coll Nutr*. 2007; 26:696S-703S.
9. Linder-Ganz E, Engelberg S, Scheinowitz M, Gefen A. Pressure-time cell death threshold for albino rat skeletal muscles as related to pressure sore biomechanics. *J Biomech*. 2006; 39:2725-2732.
10. Linder-Ganz E, Gefen A. Mechanical compression-induced pressure sores in rat hindlimb: Muscle stiffness, histology, and computational models. *J Appl Physiol*. 2004, 96:2034-2049.

11. Breuls RG, Bouten CV, Oomsn CW, Bader DL, Baaijens FP. Compression induced cell damage in engineered muscle tissue: An in vitro model to study pressure ulcer aetiology. *Ann Biomed Eng.* 2003; 31:1357-1364.
12. Gonzalez R. Etiology, definition, and classification of gluteal ptosis. *Aesthetic Plast Surg.* 2006; 30(3):320-326.
13. Cuenca-Guerra R, Quezada J. What makes buttocks beautiful? A review and classification of the determinants of gluteal beauty and the surgical techniques to achieve them. *Aesthetic Plast Surg.* 2004; 28(5):340-347.
14. Aboudib JH, Serra F, de Castro CC. Gluteal augmentation: technique, indications, and implant selection. *Plast Reconstr Surg.* 2012; 130(4):933-5.
15. Serra F, Aboudib JH, Marques RG. Reducing wound complications in gluteal augmentation surgery. *Plast Reconstr Surg.* 2012; 130(5):706e-713e.
16. Serra-Guimarães F, De Barros MAV, Aboudib JH, et al. Does intramuscular gluteal augmentation using implants affect sensitivity in the buttocks? *J Plast Reconstr Aesthet Surg.* 2017; 70(6):801-805.
17. Hopayian K, Danielyan A. Four symptoms define the piriformis syndrome: an updated systematic review of its clinical features. *Eur J Orthop Surg Traumatol.* 2018; 28(2):155-164.
18. Hicks BL, Lam JC, Varacallo M. Piriformis Syndrome. In: *StatPearls*. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; December 7, 2020. Available at <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK448172/>. Accessed March 4, 2021.
19. Probst D, Stout A, Hunt D. Piriformis Syndrome: A Narrative Review of the Anatomy, Diagnosis, and Treatment. *PM R.* 2019; 11(Suppl 1):S54-S63
20. Roxo AC, Nahas FX, Salin R, de Castro CC, Aboudib JH, Marques RG. Volumetric Evaluation of the Mammary Gland and Pectoralis Major Muscle following Subglandular and Submuscular Breast Augmentation. *Plast Reconstr Surg.* 2016; 137(1):62-9.
21. Roxo AC, Nahas FX, Pinheiro Rodrigues NC, et al. Functional and Volumetric Analysis of the Pectoralis Major Muscle After Submuscular Breast Augmentation. *Aesthet Surg J.* 2017; 37(6):654-661.
22. Gur E, Hanna W, Andrighetti L, Semple J. Light and electron microscopic evaluation of the pectoralis major muscle following tissue expansion for breast reconstruction. *Plastic Reconstr Surg.* 1998; 102:1046-1051.
23. Wall BT, Dirks ML, van Loon LJ. Skeletal muscle atrophy during short-term disuse: implications for age-related sarcopenia. *Ageing Res Rev.* 2013; 12(4):898-906.
24. Miller BF, Baehr LM, Musci RV et al. Muscle-specific changes in protein synthesis with aging and reloading after disuse atrophy. *J Cachexia Sarcopenia Muscle.* 2019; 10(6):1195-1209.

25. Atherton PJ, Greenhaff PL, Phillips SM, Bodine SC, Adams CM, Lang CH. Control of skeletal muscle atrophy in response to disuse: clinical/preclinical contentions and fallacies of evidence. *Am J Physiol Endocrinol Metab.* 2016; 311(3):E594-E604.
26. Mitchell WK, Williams J, Atherton P, Larvin M, Lund J, Narici M. Sarcopenia, dynapenia, and the impact of advancing age on human skeletal muscle size and strength; a quantitative review. *Front Physiol.* 2012; 3:260.
27. Phillips S, Glover E, Rennie M. Alterations of protein turnover underlying disuse atrophy in human skeletal muscle. *Journal of Applied Physiology.* 2009; 107, 645-654.
28. Wall, B., van Loon, L. Nutritional strategies to attenuate muscle disuse atrophy. *Nutrition Reviews.* 2012; 71:195-208.
29. Yasuda N, Glover E, Phillips S, Isfort R, Tarnopolsky M. Sex-based differences in skeletal muscle function and morphology with short-term limb immobilization. *Journal of Applied Physiology.* 2005; 99:1085-1092.
30. Miles M., Heil D., Larson K., Conant S., Schneider S. Prior resistance training and sex influence muscle responses to arm suspension. *Medicine and Science in Sports and Exercise.* 2005; 37:1983-1989.
31. LeBlanc A, Schneider V, Evans H, Pientok C, Rowe R., Spector E. Regional changes in muscle mass following 17 weeks of bed rest. *Journal of Applied Physiology.* 1992; 73:2172-2178.
32. Hvid L, Aagaard P, Justesen L, et al. Effects of aging on muscle mechanical function and muscle fiber morphology during short-term immobilization and subsequent retraining. *Journal of Applied Physiology.* 2010; 109:1628-1634.
33. Wall BT, Morton JP, van Loon LJ. Strategies to maintain skeletal muscle mass in the injured athlete: nutritional considerations and exercise mimetics. *Eur J Sport Sci.* 2015;15(1):53-62.
34. Tieland M, Trouwborst I, Clark BC. Skeletal muscle performance and ageing. *J Cachexia Sarcopenia Muscle.* 2018;9(1):3-19.
35. Sinno S, Chang JB, Brownstone ND, Saadeh PB, Wall S Jr. Determining the Safety and Efficacy of Gluteal Augmentation: A Systematic Review of Outcomes and Complications. *Plast Reconstr Surg.* 2016; 137(4):1151-6.
36. Vergara R, Amezcua H. Intramuscular gluteal implants: 15 years' experience. *Aesthet Surg J.* 2003; 23(2):86-91.
37. Hidalgo JE. Submuscular gluteal augmentation: 17 years of experience with gel and elastomer silicone implants. *Clin Plast Surg.* 2006; 33(3):435-47.

Figures (Legends)

Fig 1. Computed tomographic scan and three-dimensional gluteal reconstruction (from left to right): pre-operatively and 9 years after the surgical procedure.

Fig 2. Pre-operative photograph of a 35-year-old female patient, whose main complaint was lack of volume and projection. Dorsal view.

Fig 3. Pre-operative photograph of a 35-year-old female patient, whose main complaint was lack of volume and projection. Left profile view.

Fig 4. Pre-operative photograph of a 35-year-old female patient, whose main complaint was lack of volume and projection. Right profile view.

Fig 5. Photograph obtained after 12-month post-operative period from a female 36-year-old patient with oval base, low profile 350cc implants. Dorsal view.

Fig 6. Photograph obtained after 12-month post-operative period from female 36-year-old patient with oval base, low profile 350cc implants. Left profile view.

Fig 7. Photograph obtained after 12-month post-operative period from female 36-year-old patient with oval base, low profile 350cc implants. Right profile view.

Fig 8. Photograph obtained in late post-operative period of a female, 44-year-old patient, 9 years after surgery. Dorsal view.

Fig 9. Photograph obtained in late post-operative period of a female, 44-year-old patient, 9 years after surgery. Left profile view.

Fig 10. Photograph obtained in late post-operative period of a female, 44-year-old patient, 9 years after surgery. Right profile view.

Fig 11. Oval base, 350-cc implant, inserted in vertical position, at 9 years postoperatively, showing maximum implant rotation in the study group.

Graphs (Legends)

Graph 1. Gluteus maximus muscle volumetry. Different letters correspond to statistical significance in comparison of the means ($p < 0.05$). In comparison of the 12-month pre-operative period and the late post-operative period means, respectively: $p=0.01$; $p=0.015$. In comparison of the 12-month period and late post-operative period means, $p=0.461$.

Graph 2. Correlation between relative volume of implant and atrophy percentage of the gluteus maximus muscle in 12-month post-operative period. Sample- $\rho=-0,221$ $p=0,15$.

Graph 3 Correlation between relative volume of implant and atrophy percentage of the gluteus maximus muscle in late post-operative period. Sample- $\rho= -0,215$ $p=0,425$.

Tables

Table 1. Selection of sample

Inclusion criteria:
Women
Age ≥ 19 and ≤ 50 years old
Body Mass Index $\geq 17,9$ and $\leq 27,3$ Kg/m ²
Gluteal ptosis degrees 0, I, II or III ¹²
Anthropometric relations type II, III and IV ¹³
Exclusion criteria:
Chronic diseases
Arthropathies
Pregnancy
Use of corticosteroids
Previous gluteal scar
Chronic infections
Claustrophobia

Figures.

Fig 1.



Fig. 2, 3, 4.

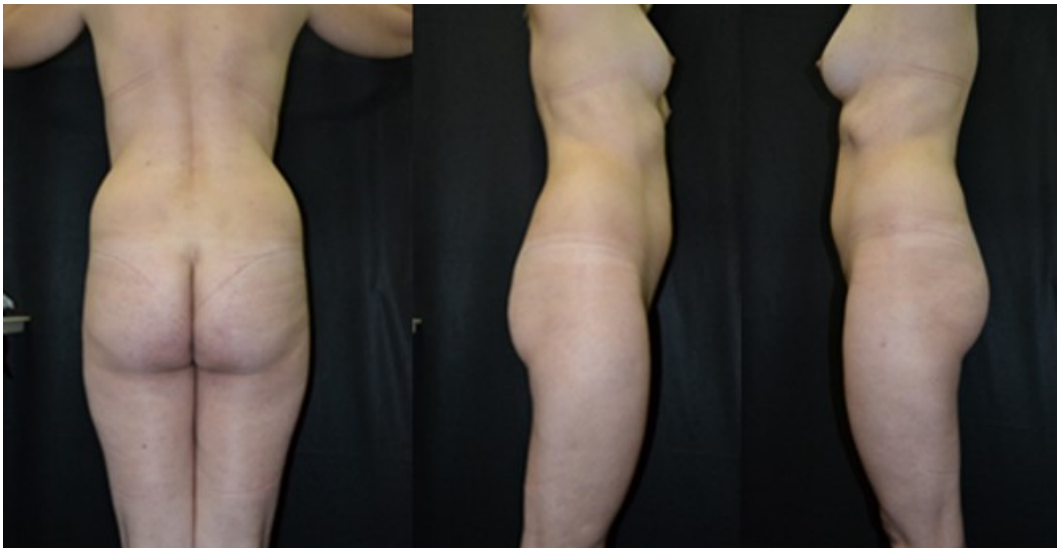


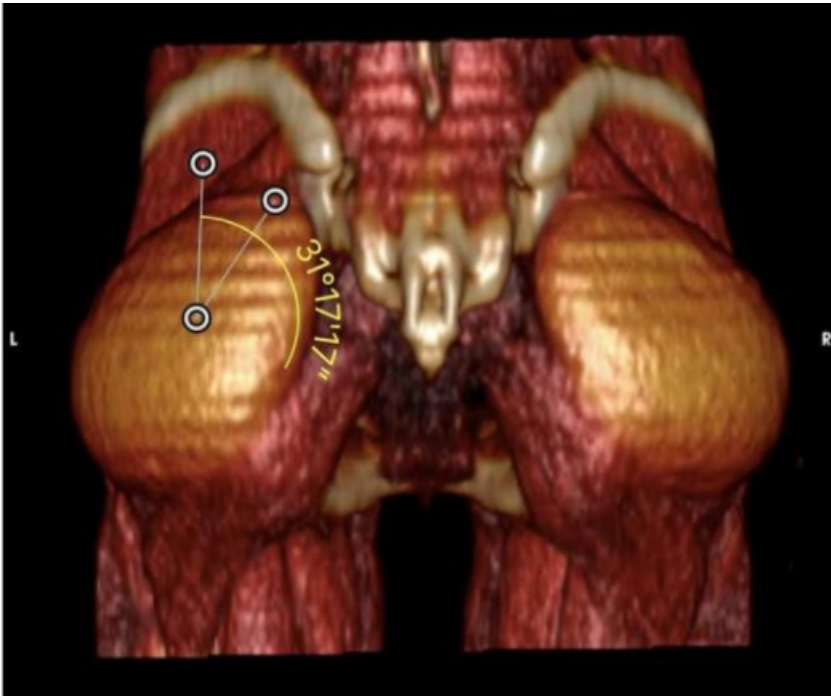
Fig. 5, 6, 7.



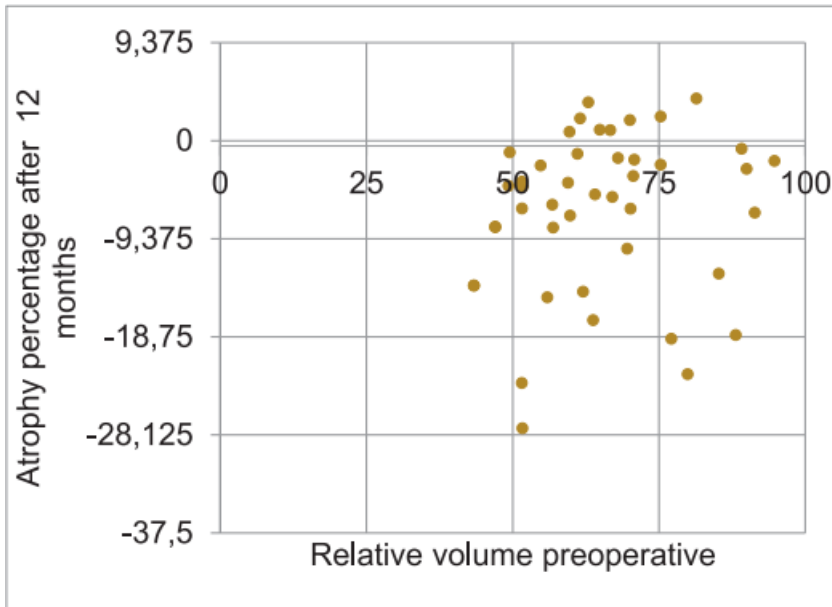
Fig. 8, 9, 10.



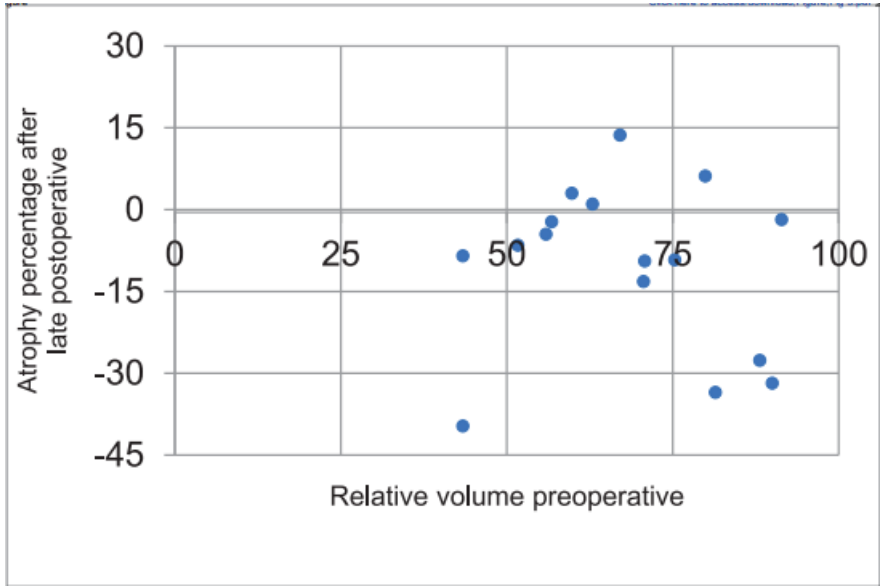
Fig 11.



Graph 1.



Graph 2.



Graph 3.

