

**Júlia Dutra Rossetto**

**ACURÁCIA DA MEDIDA DA INSERÇÃO DOS  
MÚSCULOS RETOS COM TOMOGRAFIA DE  
COERÊNCIA ÓPTICA EM ADULTOS SUBMETIDOS A  
CIRURGIAS DE ESTRABISMO**

Tese apresentada à Universidade Federal de São Paulo – Escola Paulista de Medicina para obtenção do título de Doutor em Oftalmologia pelo programa de Pós- Graduação em Oftalmologia.

São Paulo

2017

**Júlia Dutra Rossetto**

**ACURÁCIA DA MEDIDA DA INSERÇÃO DOS MÚSCULOS  
RETOS COM TOMOGRAFIA DE COERÊNCIA ÓPTICA EM  
ADULTOS SUBMETIDOS A CIRURGIAS DE ESTRABISMO**

Tese apresentada à Universidade Federal de São Paulo – Escola Paulista de Medicina para obtenção do título de Doutor em Oftalmologia pelo programa de Pós- Graduação em Oftalmologia.

**Orientadora:**

Profa. Dra. Norma Allemann

**Co-orientador:**

Prof. Dr. Rubens Belfort Jr.

São Paulo

2017

Rossetto, JD

**Acurácia da medida da inserção dos músculos retos com tomografia de coerência óptica em adultos submetidos a cirurgias de estrabismo/ Júlia Dutra Rossetto**

—São Paulo, 2017.

Tese (Doutorado) – Universidade Federal de São Paulo, Escola Paulista de Medicina. Programa de Pós-Graduação em Oftalmologia.

Título em inglês: **Accuracy of optical coherence tomography measurements of rectus muscles insertions in adults undergoing strabismus surgery**

1. Tomografia de Coerência Óptica 2. Estrabismo 3. Músculos oculomotores 4. Limbo da córnea

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO PAULO**  
**ESCOLA PAULISTA DE MEDICINA**  
**DEPARTAMENTO DE OFTALMOLOGIA E CIÊNCIAS VISUAIS**

Chefe do Departamento: Prof. Dr. Paulo Schor

Coordenador do curso de Pós-Graduação: Profa. Dra. Denise de Freitas

**Júlia Dutra Rossetto**

**ACURÁCIA DA MEDIDA DA INSERÇÃO DOS MÚSCULOS RETOS  
COM TOMOGRAFIA DE COERÊNCIA ÓPTICA EM ADULTOS  
SUBMETIDOS A CIRURGIAS DE ESTRABISMO**

Presidente da Banca Examinadora:

Profa. Dra. Norma Allemann

Banca examinadora:

Dra. Márcia Keiko Uyeno Tabuse – Banca prévia

Dr. Ronaldo Barcellos

Dra. Andrea Araujo Zin

Dr. Galton Carvalho Vasconcelos

## Dedicatória

*Aos meus amados pais, Raquel e Afonso, e ao meu amado irmão, Gabriel.*

## Agradecimentos

*"O verdadeiro conhecimento vem de dentro."*

Sócrates

Ao meu marido, parceiro fiel durante este processo, único conhecedor de todos os infortúnios e obstáculos, meu maior incentivador.

Aos meus queridos pais e irmão, por formarem meu caráter, por me ensinarem o gosto pelo trabalho e por serem meus eternos alicerces.

À minha avó Marília por me ensinar a assumir várias tarefas e me esforçar para executá-las com primor; por me mostrar que trabalhar em grupo e saber saborear também a vitória alheia engrandece nossos espíritos. Aos meus queridos avós Affonso, Ruth e Gilberto.

À minha tia Márcia, que já trilhou caminhos semelhantes, por ser um exemplo.

Aos meus sogros, Michel e Angela, meus irmãos, Victor e Luiza, e vovó Annie por sempre me incentivarem e compartilharem minhas conquistas.

Aos professores, colaboradores, funcionários e pacientes da Escola Paulista de Medicina por me proporcionarem tudo que sei como médica e oftalmologista.

Aos meus orientadores, Profa. Dra. Norma Allemann e Prof. Dr. Rubens Belfort Jr., por toda a paciência em me guiar por esse caminho muitas vezes nebuloso aos olhos inexperientes.

Ao querido Dr. Tomás Mendonça, meu maior inspirador, idealizador deste, e de muitos outros trabalhos, e meu grande exemplo de profissional; ao Dr. Mauro Plut por sempre estar disposto a me orientar e sempre estar presente nos momentos importantes; e a toda a equipe da Oftalmologia Pediátrica, a quem devo muito do que me guia hoje a cada dia: Dra. Márcia Keiko Tabuse, Dra. Célia Nakanami, Dra. Monica Cronemberger, Dra. Bruna Lana Ducca, Dra. Marcela Barreira, Dra. Simone Nakayama, Dra. Luisa Hopker, Dr. José Marcos Resende e Dr. Emilio Haro Muñoz.

À amiga Carolina Hammes por iniciar este projeto e me permitir dar continuidade a ele.

À Dra. Hilda Capó, brilhante estrabóloga, doce professora, mulher vibrante, excelente companhia e exemplo que espero seguir em todas as esferas.

Ao Bascom Palmer Eye Institute e a todos os colegas, Dra. Kara Cavuoto, Dr. Craig Mckeown, Dra. Sara Grace, Dra. Carla Osigian, Dr. Daniel Gologorsky e os amigos Evandria Smith e Lilly Garcia por me ajudar e apoiar neste projeto.

Ao Prof. Dr. Augusto Paranhos Jr. e Carolina Gracitelli, por sempre estarem dispostos a dar conselhos em todas as situações.

Às minhas eternas amigas e incentivadoras, Tathiana Parmigiano, Ana Luisa Opromolla Pacheco, Juliana Francischinelli, Vivian Cirineu, Paula Kuroda, Isabella e Nathália Hernandez.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e ao Instituto Strabos pelo suporte financeiro.



## SUMÁRIO

Dedicatória.....	v
Agradecimentos.....	vi
Lista de figuras.....	x
Lista de tabelas.....	xiv
Lista de abreviaturas, siglas e símbolos.....	xv
Resumo.....	xvi
Abstract.....	xvii
<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>1</b>
1.1 Objetivos.....	3
<b>2. REVISÃO DA LITERATURA.....</b>	<b>5</b>
2.1 Epidemiologia do estrabismo no adulto.....	5
2.2 Fatores de risco para o estrabismo do adulto.....	7
2.3 Classificação do estrabismo de adulto.....	8
2.4 Tratamento cirúrgico do estrabismo no adulto.....	9
2.4.1 Benefícios.....	10
2.4.2 Riscos e complicações.....	11
2.5 Avaliação diagnóstica com imagem.....	12
2.5.1 Tomografia computadorizada.....	12
2.5.2 Ressonância nuclear magnética.....	13
2.5.3 Ultrassonografia.....	14
2.5.4 Biomicroscopia ultrassônica.....	15
2.5.4.1 Pontos de referência.....	16
2.5.4.2 Acurácia do método em cirurgia primária.....	18
2.5.4.3 Acurácia do método em reoperações.....	19
2.5.5. Tomografia de coerência óptica.....	20
2.5.5.1 Pontos de referência.....	21
2.5.5.2 Acurácia do método em cirurgia primária.....	23
2.5.5.3 Acurácia do método em reoperações.....	24
<b>3. MÉTODOS.....</b>	<b>26</b>
3.1 Tipo de estudo.....	26
3.2 Aspectos éticos.....	26

3.3 Participantes .....	27
3.3.1 Recrutamento.....	27
3.3.2 Critérios de seleção .....	27
3.3.2.1 Critérios de inclusão.....	27
3.3.2.2 Critérios de exclusão.....	27
3.4 Técnicas de mascaramento .....	27
3.5 Exames oftalmológicos.....	28
3.5.1 Exame clínico.....	28
3.5.2 Exames de imagem .....	29
3.5.2.1 Tomografia de coerência óptica.....	29
3.5.2.2 Biometria óptica por IOLMaster. ....	32
3.6 Medida peroperatória.....	32
3.7 Análise estatística.....	33
<b>4. RESULTADOS .....</b>	<b>36</b>
4.1 Dados demográficos e clínicos.....	36
4.2 Análise comparativa das medidas tomográficas pré-operatórias e peroperatórias .....	38
4.2.1 Músculos retos medial e lateral .....	40
4.2.2 Músculos retos superior e inferior.....	45
4.3 Análise comparativa do comprimento axial e da distância do ângulo da câmara anterior ao limbo.....	46
4.4 Análise comparativa entre a distância da inserção da musculatura extraocular e o limbo antes e depois da desinserção do tendão .....	47
<b>5. DISCUSSÃO .....</b>	<b>49</b>
<b>6. CONCLUSÕES.....</b>	<b>50</b>
<b>7. REFERÊNCIAS .....</b>	<b>57</b>
<b>8. ANEXOS.....</b>	<b>64</b>
ANEXO A: Aprovação do Comitê de Ética e Pesquisa.....	65
ANEXO B: Termo de consentimento livre e esclarecido.....	67
ANEXO C: Artigo publicado na American Journal of Ophthalmology.....	75
ANEXO D: Tabela dos pacientes incluídos no estudo.....	83
Bibliografia consultada .....	87

## Lista de figuras

- Figura 1. População acima de 60 anos nos Estados Unidos: Projeção entre 1900 e 2050. Eixo das ordenadas: Número de pessoas com idade acima de 60 anos. Eixo das abscissas: anos analisados. Legendas dos gráficos de cores: idade entre 60 e 64 anos; idade entre 65 e 74 anos; idade entre 75 e 84 anos; e idade acima de 85 anos. (Fonte: Population Division, U.S. Census Bureau; Release Date: August 14, 2008)..... 6
- Figura 2. Gráfico de barras com a distribuição das causas de estrabismo com início na idade adulta por décadas. Eixo das ordenadas: Número de casos. Eixo das abscissas: Décadas de vida. Legendas das barras: parálfico, insuficiência de convergência, hipertropia de pequeno ângulo, insuficiência de divergência, restritivo, sensorial, exotropia intermitente, outro. (Fonte: Martinez-Thompson *et al.* 2014).....9
- Figura 3. Corte axial de tomografia computadorizada: linha interzigomática (A-B) e a distância perpendicular da linha à margem posterior do globo (C-D). Linhas pretas: diâmetros dos músculos reto medial, reto lateral e complexo nervo-bainha óptica. (Fonte: Ozgen *et al.* 1998).....12
- Figura 4. Corte coronal de ressonância magnética do olho direito; músculos reto medial (MR), reto lateral (LR), reto superior (SR), reto inferior (IR) e oblíquo superior (SO) e nervo óptico (ON). (Fonte: Tian *et al.*, 2000).....13
- Figura 5. Figura da esquerda: corte longitudinal de ultrassonografia da região medial; seta superior: raiz da íris; seta inferior: inserção muscular. Figura da direita: desenho esquemático correspondente à figura da esquerda; linha pontilhada: sombra da câmara posterior; (\*) ângulo da câmara anterior. MR = reto medial. (Fonte: Tamburrelli *et al.*, 2003).....14
- Figura 6. Foto ilustrativa de paciente em posição supina; copo de imersão posicionado sobre o olho direito e sonda de biomicroscopia ultrassônica

perpendicular ao olho. (Fonte: [www.medicaexpo.com/accutome](http://www.medicaexpo.com/accutome).....15

Figura 7. Figura superior à esquerda: olho direito com blefarostato, deslocado temporalmente com auxílio de uma pinça; compasso com medida predefinida em 4 mm com braço anterior posicionado sobre o limbo medial. Figura superior à direita: sonda de biomicroscopia ultrassônica posicionada sobre gel para medida da distância entre a inserção do reto medial e o braço posterior do compasso. Figura inferior: imagem obtida pela sonda da biomicroscopia ultrassônica, mostrando a inserção muscular e a sombra do braço posterior do compasso. (Fonte: Watts *et al.* 2002).....17

Figura 8. Imagem obtida com a sonda de campo amplo, com medida da distância da inserção muscular ao limbo de 7,62 mm. (Fonte: Khan *et al.* 2012).....18

Figura 9. Imagem à esquerda: imagem obtida com tomografia de coerência óptica (Visante), com medida da distância da inserção muscular ao ângulo da câmara anterior de 6,26 mm. Imagem à direita: Imagem peroperatória, com medida da distância da inserção muscular (após a desinserção do tendão) ao limbo. (Fonte: Liu *et al.* 2011).....22

Figura 10. Imagem superior: imagem obtida com tomografia de coerência óptica (Spectralis), com medida da distância da inserção muscular ao limbo. Imagem inferior à esquerda: Imagem peroperatória, com medida direta da distância da inserção muscular ao limbo. Imagem inferior à direita: Imagem peroperatória, com medida transconjuntival da distância da inserção muscular ao limbo. (Fonte: De-Pablo-Gómez-de-Liano *et al.* 2016).....23

Figura 11. Paciente posicionado no aparelho de OCT Visante, com o olhar direcionado à luz de fixação à sua direita para avaliação do músculo reto medial direito (observado no monitor do aparelho). (Fonte: Departamento de Oftalmologia e Ciências Visuais - UNIFESP, 2014) .....30

Figura 12. Definição do limbo para a realização das medidas com OCT Visante. (Fonte: Bascom Palmer Eye Institute, 2015).....30

Figura 13. Imagem realizada com OCT ilustrando a avaliação da distância entre o limbo e o ângulo da câmara anterior e a distância da inserção muscular em relação ao limbo. Superior: imagem do olho direito do paciente número 68; limbo superior ao avaliar-se o reto superior, inserção do músculo reto superior a 7,24 mm do limbo e a distância limbo ao ângulo da câmara anterior = 2,36 mm. Inferior: imagem do olho esquerdo do paciente número 12; limbo inferior ao avaliar-se o reto inferior, inserção do músculo reto inferior a 5,96 mm em relação ao limbo e distância limbo ao ângulo = 0,97 mm (Fonte: Bascom Palmer Eye Institute, 2015).....31

Figura 14. Imagem do olho direito do paciente número 7, visão do cirurgião. Medida peroperatória da distância entre o limbo e a inserção muscular imediatamente anterior ao gancho de Jameson com um compasso de Castroviejo. Neste caso, a medida foi de 12,5 mm .....32

Figura 15. Diagramas de concordância de Bland-Altman para as medidas de inserção da musculatura extrínseca, comparando medidas por OCT e peroperatórias com compasso. À esquerda estão os grupamentos reto medial e à direita os reto laterais. Na primeira linha estão os músculos que não sofreram cirurgia prévia para estrabismo e na segunda estão os músculos submetidos à cirurgia prévia para estrabismo. A linha pontilhada representa o viés médio e as linhas tracejadas mostram os limites de concordância.....42

Figura 16. Olho direito do paciente número 25 com implante de faixa escleral. A. Imagem peroperatória: seta branca - inserção anatômica do tendão do músculo a 7,5mm do limbo (medida com compasso); seta negra - inserção efetiva ilustrada pelo gancho de músculo. B e C. Imagem pré-operatória com tomografia de coerência óptica de segmento anterior (AS-OCT): B. visão do monitor durante a aquisição de imagem. C. Medida da distância de 7,28 mm do limbo à inserção do músculo com a função de compasso do aparelho de AS-OCT. (Fonte: Bascom Palmer Eye Institute, 2015).....43

Figura 17: Relação entre a distância da inserção da musculatura extraocular ao limbo e a diferença entre estas medidas tomadas por OCT e peroperatoriamente por compasso em músculos reto mediais com e sem cirurgia

prévia para estrabismo.....44

Figura 18: Relação entre a distância da inserção da musculatura extraocular ao limbo e a diferença entre estas medidas tomadas por OCT e peroperatoriamente por compasso em músculos reto laterais com e sem cirurgia prévia para estrabismo. ....45

Figura 19: Diagramas de concordância de Bland-Altman para as medidas de inserção da musculatura extrínseca, comparando medidas por OCT e peroperatórias com compasso. À esquerda estão os grupamentos reto superior e à direita os reto inferior. A linha pontilhada representa o viés médio e as linhas tracejadas mostram os limites de concordância.....45

Figura 20. Olho direito do paciente número 5 com implante de Baerveldt nasal inferior. A. Imagem clínica da ectoscopia nasal inferior. B. Tomografia de coerência óptica de segmento anterior (AS-OCT); imagem do monitor durante a aquisição de AS-OCT. C. Medida da distância de 6,59 mm do limbo à inserção com a função de compasso do aparelho de AS-OCT; alterações angulares (sinequia anterior) tornam o ângulo da câmara anterior indistinguível na imagem. (Fonte: Bascom Palmer Eye Institute, 2015) .....52

## Lista de tabelas

- Tabela 1. Características demográficas da amostra e descrição do estrabismo por tipos de músculos .....37
- Tabela 2. Tamanho amostral, viés médio e limites de concordância das medidas de inserção da musculatura extrínseca, medidos por OCT e peroperatoriamente por compasso, em relação ao grupamento muscular. Valores em milímetros .....38
- Tabela 3: Tamanho amostral, viés médio e limites de concordância das medidas de inserção da musculatura extrínseca, medidos com OCT e peroperatoriamente por compasso, em relação ao tamanho do desvio e ao tipo de estrabismo para os músculos reto medial e reto lateral. Valores em milímetros. Os vieses significativos foram assinalados em negrito. Considerou-se pequeno: desvios  $\leq 20$  PD; moderado: desvios  $>20$  e  $\leq 40$ PD; e acentuado: desvios  $> 40$ PD .....39
- Tabela 4. Diferença entre as medidas pré-operatórias com OCT e as medidas peroperatórias com compasso, subdivididas por tipos de músculos e histórico de cirurgia de estrabismo. Destacadas estão as porcentagens das diferenças dentro do 1mm estabelecido como diferença clinicamente aceitável .....40
- Tabela 5. Medida da redução na distância da inserção da musculatura extraocular ao limbo após desinserção do tendão muscular. Valores médios em milímetros.46
- Tabela 6. Medida da distância do limbo à câmara anterior (CA) medidas com tomografia de coerência óptica (OCT). Valores médios em milímetros.....46
- Tabela 7. Correlação da distância do limbo à câmara anterior (CA) com o comprimento axial (AL). Valores médios em milímetros.....46
- Tabela 8. Diferença entre a distância entre a inserção da musculatura extraocular e o limbo antes e depois da desinserção do tendão, medidas com compasso peroperatoriamente. Valores médios em milímetros, desvio-padrão (DP) entre parênteses e variação entre colchetes .....47

## Lista de abreviaturas, siglas e símbolos

%	por cento
AL	do inglês: <i>axial length</i> (comprimento axial)
AS-OCT	do inglês: <i>anterior segment optical coherence tomography</i> (tomografia de coerência óptica do segmento anterior)
CA	câmara anterior
D	dioptria
DP	desvio-padrão
EE	equivalente esférico
EUA	Estados Unidos da América
ICC intraclasse)	do inglês: <i>intraclass correlation coefficient</i> (coeficiente de correlação intraclasse)
mm	milímetro
nm	nanômetro
OCT	do inglês: <i>optical coherence tomography</i>
PD	prisma-dioptria
SD-OCT	do inglês: <i>spectral-domain OCT</i> (OCT de domínio espectral)
TD-OCT	do inglês: <i>time-domain OCT</i> (OCT de domínio temporal)



## Resumo

**Objetivo:** Avaliar a precisão da tomografia de coerência óptica de segmento anterior (AS-OCT) ao medir a distância entre a inserção dos músculos extraoculares e o limbo, visando melhorar a avaliação pré-operatória de pacientes adultos a serem submetidos a cirurgia primária ou repetida de estrabismo. **Métodos:** Estudo prospectivo, mascarado, realizado em pacientes adultos (> 18 anos) agendados para cirurgia de estrabismo e intervenção nos músculos retos horizontais e/ou verticais. A distância entre a inserção da musculatura e o limbo (em milímetros) foi medida no pré-operatório com AS-OCT (OCT Visante) e seu valor foi comparado à medida peroperatória obtida com compasso cirúrgico. Uma diferença  $\leq 1$  milímetro foi considerada "cl clinicamente aceitável". Medições adicionais foram obtidas, incluindo a distância a partir do limbo ao ângulo da câmara anterior com AS-OCT e o comprimento axial do olho com biometria óptica (IOLMaster). **Resultados:** Foram analisados 74 pacientes e um total de 144 músculos, incluindo 31 músculos já submetidos previamente a cirurgia (reoperação). As medições com AS-OCT diferiram em menos de 1 mm das medidas peroperatórias em 77,1% dos músculos. A precisão foi maior para os músculos sem cirurgia anterior (83,2%), quando comparadas com os músculos reoperados (58,1%). Não foi demonstrada relação entre o comprimento axial do olho e a distância entre o limbo e o ângulo da câmara anterior ( $p > 0,05$ ) para todos os músculos retos). **Conclusão:** A tomografia de coerência óptica foi considerada um método acurado para a avaliação da distância entre o limbo e a inserção dos músculos retos em toda a amostra constituída de olhos submetidos a cirurgia primária e/ou reoperação e isoladamente para aqueles submetidos apenas a cirurgia primária. O mesmo método não apresentou a mesma acurácia para o grupo com cirurgia prévia de estrabismo. A medida peroperatória antes da desinserção do tendão e o uso do limbo como ponto de referência na tomografia de coerência óptica mostraram-se adequados para a realização das medidas.

## Abstract

**Purpose:** To assess the accuracy of anterior segment optical coherence tomography (AS-OCT) in measuring the distance of extraocular muscle (EOM) insertion to the limbus to improve preoperative assessment of adult patients undergoing strabismus surgery. **Methods:** A reliability analysis at an institutional practice performed in adult patients scheduled for strabismus surgery on rectus muscles. The distance between the EOM insertion and the limbus was measured preoperatively with AS-OCT. The value was compared to intraoperative measurement obtained with calipers. Additional measurements included the limbus-anterior chamber angle distance with AS-OCT and the axial length with IOLMaster. The main outcome measure was the agreement between preoperative AS-OCT and intraoperative measurements. A difference of  $\leq 1$  millimeter (mm) was "clinically acceptable". **Results:** 144 muscles were analyzed from 74 patients. 31 of 33 reoperated muscles were successfully imaged. AS-OCT measurements were within 1 mm of intraoperative measurements in 77% of all the muscles. The accuracy was higher for muscles with no prior surgery (83%), as compared to re-operated muscles (58%). Although the accuracy decreased when comparing reoperations to primary surgeries for the medial (79 to 63%;  $p=0.09$ ; 95%CI, -1.38 to 0.11) and the lateral rectus (81 to 49%;  $p=0.11$ ; 95%CI, -2.06 to 0.22), the difference was not significant. No correlation between limbus-anterior chamber angle distance and axial length was established. **Conclusions:** AS-OCT is valuable in identifying EOM insertions in primary strabismus surgeries, but the accuracy decreases in re-operations. The intraoperative measure performed before the detachment of the muscle's tendon and the use of limbus as a reference point in the OCT proved to be suitable for performing the measurements.

# 1. INTRODUÇÃO

## 1. INTRODUÇÃO

*"Mede o que é mensurável e torna mensurável o que não o é."*

Galileu Galilei

O estrabismo, ou desalinhamento ocular, pode ocorrer em decorrência de uma anormalidade na visão binocular, no controle neuromuscular da motilidade ocular extrínseca (MOE) ou por alteração direta na musculatura (por exemplo, trauma ou oftalmopatia relacionada à tireoide ou Graves). Suas apresentações podem variar entre desvios horizontal, vertical, torcional ou ainda uma combinação deles. Ao contrário da população pediátrica, há poucos dados epidemiológicos e demográficos relativos ao estrabismo no adulto.<sup>(1-4)</sup> O estrabismo manifesto na idade adulta é resultado de múltiplas causas, incluindo traumas orbitário ou cranioencefálico, disfunção da glândula tireoide, tumores, paralisia de nervos cranianos, procedimentos cirúrgicos oculares prévios, além dos estrabismos de início na infância anteriormente tratados ou não. Devido ao amplo espectro etiológico do estrabismo, o planejamento e a execução do tratamento cirúrgico são especialmente desafiadores na população adulta, uma vez que cirurgias prévias de estrabismo ou condições tais como oftalmopatia de Graves podem alterar a anatomia e tornar imprevisíveis as respostas cirúrgicas dos músculos extraoculares.

Há a necessidade de localizar a inserção da musculatura para se proceder à correção do estrabismo. Este pode ser particularmente difícil em pacientes que tenham sido submetidos a cirurgia prévia por desalinhamento ocular, pois o relatório cirúrgico pode estar indisponível e o músculo pode não se encontrar na sua localização anatômica habitual. Essa dificuldade aumenta a complexidade do planejamento cirúrgico e pode determinar o aumento da duração da cirurgia e da anestesia pela necessidade de exploração cirúrgica da inserção de cada músculo, com maior risco de complicações per e pós-operatórias.

Exames de imagem, como a tomografia computadorizada (TC),<sup>(5)</sup> ressonância nuclear magnética (RNM)<sup>(6-8)</sup> e a ultrassonografia,<sup>(9)</sup> podem ser utilizados para detecção e avaliação dos músculos extraoculares. No entanto, nenhuma destas modalidades demonstrou capacidade de estabelecer com precisão a distância da

inserção do músculo extraocular ao limbo, ponto de referência usado para as cirurgias de estrabismo.

A primeira técnica de imagem relatada como capaz de medir a distância da inserção do músculo extraocular ao limbo com precisão foi a biomicroscopia ultrassônica (UBM) ou ultrassonografia de alta frequência.<sup>(10-14)</sup> Embora esses estudos relatem precisão na localização da musculatura em cirurgias primárias com esta técnica, seus resultados são contraditórios acerca dos músculos previamente submetidos a cirurgia.<sup>(11, 14)</sup>

Mais recentemente, a tomografia de coerência óptica de segmento anterior (AS-OCT) foi usada para avaliar a localização da MOE. A AS-OCT demonstrou um bom nível de concordância entre as medidas da inserção muscular peroperatórias e as medidas tomográficas.<sup>(15-17)</sup> Nos estudos prévios, os dados bibliográficos do emprego de AS-OCT para localização da inserção dos músculos extraoculares incluíram pequeno número de músculos reoperados e não reportaram a acurácia do aparelho na identificação da inserção neste grupo isoladamente. Entre os estudos que compararam as medidas com OCT às medidas peroperatórias, o ponto de referência para a medida da distância à inserção muscular mais comumente empregado foi o ângulo da câmara anterior.<sup>(15, 16)</sup>

Considerando-se os pontos de referência usados na AS-OCT, autores que optaram pelo uso do ângulo da câmara anterior (CA) adicionaram 1 mm à medida aferida entre a inserção muscular e o ângulo da CA.<sup>(15, 16)</sup> Tal correção baseou-se em estudos anatômicos que descreveram o limbo cirúrgico disposto entre 1,0 e 1,1 milímetros anteriormente ao ângulo da câmara anterior e sugeriram que esta distância seria maior em olhos míopes e menor nos hipermetropes.<sup>(18, 19)</sup> Apenas um estudo recente usou o limbo como ponto de referência nas medidas com OCT.<sup>(17)</sup>

O presente estudo apresenta uma série maior de pacientes adultos submetidos a cirurgia primária ou repetida de estrabismo utilizando a AS-OCT para localizar as inserções musculares extraoculares, medidas que foram comparadas às medidas peroperatórias. O ponto de referência usado para as medidas tomográficas no presente estudo foi o limbo, importante referência anatômica utilizada durante a cirurgia.

## 1.1 Objetivos

- a. Avaliar a acurácia da medida pré-operatória da distância entre o limbo e a inserção dos músculos retos utilizando a tomografia de coerência óptica quando comparada à medida peroperatória;
- b. Comparar a acurácia do método para a distância da inserção muscular ao limbo entre os casos de cirurgia primária e as reoperações;
- c. Definir os pontos de referência adequados para a execução das medidas tomográfica e peroperatória da distância entre o limbo e a inserção dos músculos retos; avaliar a correlação entre o comprimento axial do olho e a distância entre o limbo e o ângulo da câmara anterior.
- d. Avaliar a correlação entre o comprimento axial do olho e a distância entre o limbo e o ângulo da câmara anterior

## 2. REVISÃO DA LITERATURA

## 2. REVISÃO DA LITERATURA

### 2.1 Epidemiologia do estrabismo no adulto

Segundo levantamento epidemiológico recente, a incidência anual de estrabismo de início na idade adulta ajustada para sexo e idade é de 54,1 por 100.000 pessoas (95% IC, 50,2-58,0 casos/100.000); com maior frequência entre mulheres (54,8%), idade média de 65 anos e pico na oitava década de vida.<sup>(4)</sup> A incidência para causas de estrabismo paralítico foi descrita como 10,4 casos por 100.000 pessoas para paralisia do VI nervo craniano (95% IC, 8,7-12,2); 6,3 por 100.000 pessoas para paralisia do IV nervo craniano (95% IC, 5,0-7,6); e 3,5 por 100.000 pessoas para III nervo craniano (95% IC, 2,5-4,5), sua maior incidência relatada na sétima década de vida.<sup>(4)</sup>

Ao contrário da maioria das crianças, o adulto teve um desenvolvimento binocular normal antes da manifestação do estrabismo e, portanto, ao apresentar estrabismo, comumente relata sintomas de diplopia, confusão ou outros sintomas visuais.<sup>(20)</sup> A apresentação inicial do estrabismo pode incluir também uma posição anômala de cabeça ou uma queixa de astenopia consequente do mau controle de um desvio intermitente.<sup>(20)</sup>

Na apresentação inicial, 86,2% dos adultos com estrabismo apresentaram sintoma de diplopia e o desvio primário foi equilibradamente distribuído entre esotropia (34,7%), exotropia (33,3%) e hipertropia (32,0%).<sup>(4)</sup> Considerando-se as etiologias mais frequentes, estrabismo paralítico foi diagnosticado em 44,2% dos pacientes, insuficiência de convergência em 15,7% e insuficiência de divergência em 10,6%.

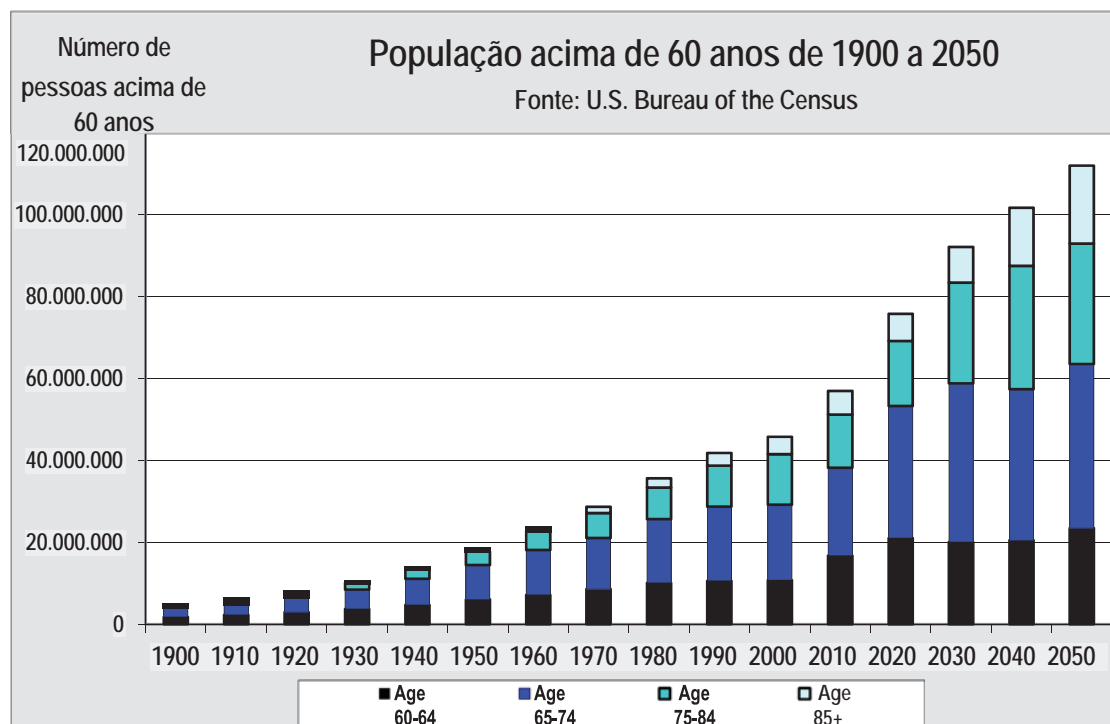
Estudo recente realizado com 292 portadores de estrabismo com idade acima de 60 anos (idade média de 73,1 anos; 54% do sexo feminino) mostrou maioria (87,9%) com diagnóstico de estrabismo adquirido.<sup>(21)</sup> Destes, 49,5% dos casos foram secundários a causas não neurológicas (insuficiência de divergência, exotropia sensorial, desvio após cirurgia de glaucoma ou retina ou após trauma de órbita); 19,2% secundários à oftalmopatia de Graves; 11,3% secundários a causas neurológicas (principalmente paralisias de nervos cranianos); 7,9% secundários a miotoxicidade após cirurgia de catarata; e 12,1% apresentavam estrabismo desde a infância.<sup>(21)</sup> A diplopia estava presente em 77,7% dos pacientes, com



queixas adicionais de embaçamento visual, redução na percepção de profundidade, posição anômala de cabeça, assimetria facial e astenopia.<sup>(21)</sup> O tratamento mais comum foi a prescrição de óculos com correção prismática (37%) e o tratamento cirúrgico foi realizado em 32% dos pacientes.<sup>(21)</sup>

O pico de incidência do estrabismo do adulto ocorre entre a sétima e a oitava décadas de vida, informação relevante considerando-se o aumento da população nesta faixa etária. De acordo com o órgão federal dos Estados Unidos de administração do envelhecimento (The Administration on Aging), a população acima dos 60 anos era de cerca de 57 milhões em 2010 e a projeção é de que alcance 112 milhões em 2050 (Figura 1; <http://www.aoa.gov/>).

A população brasileira acima de 60 anos cresceu 55% em dez anos, entre 2001 e 2011, passando a 23,5 milhões de idosos (12,1% da população). Existe uma projeção de se atingir 64 milhões de brasileiros em 2050, representando 30% da população (Secretaria Especial de Direitos Humanos/Ministério da Justiça e Cidadania - <http://www.sdh.gov.br/>).



Fonte: Population Division, U.S. Census Bureau; Release Date: August 14, 2008.

**Figura 1. População acima de 60 anos nos Estados Unidos: Projeção entre 1900 e 2050.** Eixo das ordenadas: número de pessoas com idade acima de 60 anos. Eixo das abscissas: anos analisados e previsão até 2050. Legendas dos gráficos de cores: idade entre 60 e 64 anos; idade entre 65 e 74 anos; idade entre 75 e 84 anos; e idade acima de 85 anos.

A epidemiologia do estrabismo no adulto no Brasil não está bem determinada devido à ausência de estudos populacionais nesse campo. Existem, porém, alguns estudos transversais em localidades ou instituições específicas que, ao descreverem suas populações, incluem pacientes na idade adulta.

Um estudo transversal realizado na região centro-oeste de São Paulo revelou prevalência do estrabismo de 1,4% sem distinção etária e os tipos de desvios mais prevalentes foram esotropia (46,3%) e exotropia (38,2%), sem diferença estatística entre ambos ( $p = 0,5$ ).<sup>(22)</sup>

Foram também descritos retrospectivamente os tipos de desvios oculares examinados durante o ano de 2005 no Hospital do Servidor Público de São Paulo, separados por faixa etária.<sup>(23)</sup> Observou-se maior prevalência de estrabismo na faixa etária de 6 a 10 anos (29,7%) e a população adulta (acima de 21 anos) representou 27,9% dos desvios (14,1% acima de 47 anos); considerando-se os tipos de desvio, houve maior prevalência de esotropia (44,5%), esotropia intermitente (12,5%) e exotropia (12,2%); exotropias e hipertopias foram mais frequentes na faixa etária acima de 47 anos.

A caracterização retrospectiva de pacientes com desvios paréticos ou paráliticos foi realizada na Santa Casa de São Paulo, durante um período de 24 anos.<sup>(24)</sup> O estudo apresentou a variação da idade de início do quadro (1 a 81 anos), sem detalhamento. Esta análise revelou 17,1% de estrabismo de origem congênita e 82,9% (430/519) de origem adquirida, e, dentre estes, as principais causas foram traumatismo, neoplasias e anomalias vasculares; com 18,6% de remissão espontânea e 48,8% submetidos a cirurgia.

## **2.2 Fatores de risco para o estrabismo do adulto**

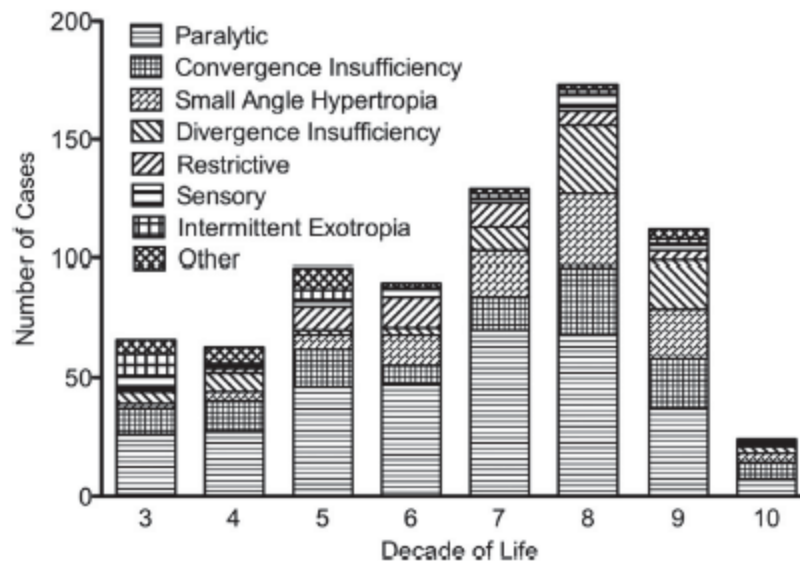
Martinez-Thompson et al. (2014) realizaram um estudo epidemiológico que apontou aumento do risco de aparecimento do estrabismo com o aumento da idade ( $p < 0,001$ ) para homens e mulheres, com risco maior de incidência após os 60 anos. A incidência de estrabismo paráltico foi significativamente mais alta em homens do que mulheres ( $p = 0,004$ ).<sup>(4)</sup>

Com base no cálculo de incidência cumulativa, o risco de ser diagnosticado com estrabismo de início na idade adulta é de 4,0% para mulheres e 3,9% para homens, números relativamente altos ao se comparar com dados recentes sobre a prevalência de estrabismo na infância, que varia de 0,01 a 0,34 nas crianças entre 1,5 e 3 anos e entre 0,14 e 2,8 nas crianças entre 6 e 12 anos.<sup>(25-28)</sup>

### **2.3 Classificação do estrabismo de adulto**

O adulto pode manifestar um estrabismo que, apesar de já existir na infância, estava compensado ou, então, adquiri-lo na idade adulta em decorrência de paralisias de nervos cranianos, de trauma de órbita, de oftalmopatia relacionada a doenças de tireoide, de outras patologias orbitárias ou cerebrais, ou ainda secundário a outros procedimentos oftalmológicos.<sup>(20)</sup>

O estrabismo de início na vida adulta pode ser subdividido em: insuficiência de convergência (diplopia à leitura), insuficiência de divergência (diplopia à distância), estrabismos paralíticos (paralisias dos III, IV e VI nervos cranianos, oftalmoplegia internuclear, miastenia *gravis*), estrabismo restritivo (oftalmopatia de Graves, trauma, cirurgia ocular ou orbitária associadas à restrição nas ducções), estrabismo sensorial (associado à baixa visual) e hipertropia de pequeno ângulo (desvio comitante, < 10 PD sem disfunção de oblíquos; Figura 2).<sup>(4)</sup>



Fonte: Martinez-Thompson et al., 2014.

**Figura 2.** Gráfico de barras com a distribuição de número de casos observados para cada causa de estrabismo com início na idade adulta, por décadas de vida (3ª à 10ª). Eixo das ordenadas: número de casos. Eixo das abscissas: décadas de vida. Legenda das barras: paralítico, insuficiência de convergência, hipertropia de pequeno ângulo, insuficiência de divergência, restritivo, sensorial, exotropia intermitente, outro.

## 2.4 Tratamento cirúrgico do estrabismo no adulto

O tratamento cirúrgico de estrabismo é considerado seguro e efetivo, com taxa de sucesso e alinhamento dos olhos até 15 PD entre 68 e 85% dos casos.<sup>(3, 29, 30)</sup>

Há evidências recentes de aumento de 24% no número de cirurgias de estrabismo em adultos (acima de 15 anos de idade) na Inglaterra, mais observado na faixa entre 60 e 74 anos.<sup>(31)</sup> Esse aumento foi associado à diminuição das barreiras que atrasam a cirurgia nos adultos, como educação de profissionais e pacientes sobre os baixos riscos e altos benefícios da cirurgia, mudança nas expectativas dos pacientes com maior preocupação com a estética e a aparência, associada aos valores sociais contemporâneos, e procura pela eliminação do sintoma de diplopia e obtenção da melhora visual.<sup>(31)</sup> Outras possíveis associações incluem a redução do desvio mínimo considerado na indicação da cirurgia e o envelhecimento da população, com maior risco de descompensação de um desvio e da incidência de estrabismo por complicações vasculares.<sup>(31)</sup>

### 2.4.1 Benefícios

O tratamento cirúrgico do estrabismo no adulto pode promover benefícios amplos, assim como os obtidos no tratamento das crianças. Estes incluem a melhora ou a resolução da diplopia, melhora da visão binocular e expansão do campo de visão binocular, melhora da posição anômala da cabeça, da autoestima, das interações sociais e habilidade de comunicação com outras pessoas.<sup>(20)</sup>

O tratamento cirúrgico no adulto pode também ser realizado com suturas ajustáveis. Nessa técnica, as suturas realizadas durante a cirurgia são ajustadas no período per ou pós-operatório se houver desvio residual ou consecutivo. Estudo clínico controlado com 443 participantes que analisou os resultados das cirurgias de estrabismo com sutura ajustável quando comparadas à cirurgia convencional reportou melhor desempenho da primeira nos três desfechos estudados (taxa de reoperação de 8,5 *versus* 27,1%, satisfação do paciente e porcentagem de mudança no ângulo de desvio).<sup>(32)</sup> Com relação ao sucesso do alinhamento ocular a médio prazo, há estudos que reportam superioridade da sutura ajustável,<sup>(32,33)</sup> outros, a superioridade da técnica convencional,<sup>(34)</sup> e ainda aqueles que reportam equivalência nos resultados de ambas.<sup>(35,36)</sup> Apesar de tais evidências, não há na literatura nenhum estudo randomizado controlado que compare as cirurgias com suturas ajustáveis ou não ajustáveis para correção de estrabismo do adulto.<sup>(37)</sup>

Pacientes com estrabismo apresentam níveis de ansiedade e de depressão até dez vezes maiores do que a população geral.<sup>(38)</sup> Os pacientes que sentem que o estrabismo tem consequências graves na sua vida, que estão preocupados com efeitos colaterais físicos e psicológicos do resultado da cirurgia e que têm compreensão pobre sobre sua condição tendem a ter pior humor e qualidade de vida.<sup>(38)</sup> Atitudes negativas e ofensivas em relação ao estrabismo têm início na infância e apresentam efeito negativo na socialização e na empregabilidade do indivíduo, que pode passar a sofrer de ansiedade e a evitar ambientes sociais.<sup>(38-40)</sup>

Estudos sobre o impacto da cirurgia de estrabismo foram realizados através de questionário validado específico para qualidade de vida em adultos com estrabismo (AS-20).<sup>(41)</sup> A qualidade de vida também foi avaliada através da avaliação da presença de sintomas de depressão e ansiedade, da percepção da aparência e

da procura de apoio social e foi reportada melhora significativa na qualidade psicossocial e funcional de vida após a cirurgia de estrabismo.<sup>(38, 42, 43)</sup> Resultados melhores na qualidade de vida foram observados em pacientes com crenças mais positivas sobre sua condição e tratamento, com menor ansiedade e menor expectativa sobre o resultado da correção cirúrgica.<sup>(38)</sup>

Em estudo brasileiro baseado no questionário AS-20, Ribeiro et al. reportaram uma melhora significativa no aspecto psicossocial e na qualidade de vida global nos pacientes adultos submetidos a cirurgia de estrabismo quando comparados àqueles portadores de estrabismo sem cirurgia ( $p < 0,001$  em ambos). Não foi identificada, porém, uma diferença no aspecto funcional da qualidade de vida entre os dois grupos.<sup>(44)</sup>

#### **2.4.2 Riscos e complicações**

As complicações cirúrgicas da correção do estrabismo diferem entre adultos e crianças na primeira infância em decorrência das diferenças na maturidade visual, na binocularidade e nas adaptações sensoriais provocadas pelo desvio ocular. A diplopia pós-operatória tem maior incidência e provoca mais queixas no paciente adulto.<sup>(20)</sup> A necessidade de reoperação é outro evento pós-cirúrgico comum, em séries de casos de cirurgias de estrabismos com etiologias diversas, foram reportadas incidências de reoperação entre 6 e 21%.<sup>(3, 29, 45)</sup>

O risco da complicação peroperatória da cirurgia de estrabismo no adulto com apresentação do reflexo óculo-cardíaco (queda na frequência cardíaca de 20% durante a tração da musculatura extraocular peroperatória) foi reportado entre 13 e 30%, e os sintomas de náusea e vômitos no período pós-operatório ocorreram em 21 e 31%, respectivamente, sem ocorrência de danos ou de sequelas permanentes.<sup>(30,46)</sup>

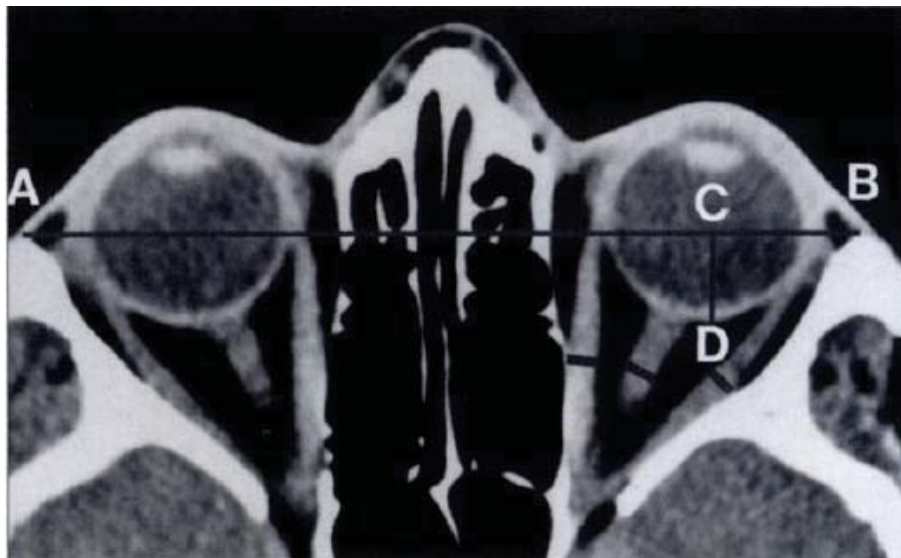
Em uma série de 262 pacientes adultos submetidos a cirurgia de estrabismo, a incidência da complicação de perfuração escleral foi reportada em 0,8%,<sup>(30)</sup> ao passo que na população pediátrica esse índice foi de 1,8%.<sup>(47)</sup> As complicações peroperatórias de estrabismo, como a laceração muscular, a perda do músculo e hifema, foram reportadas em até 0,5% cada, e a complicação pós-operatória de infecção foi relatada em 0,8%.<sup>(29, 30)</sup>

Complicações cirúrgicas em casos mais específicos de estrabismo incluem a retração da pálpebra inferior em pacientes com oftalmopatia de Graves após o recuo de músculo reto inferior em 84% dos casos em uma série de 19 pacientes;<sup>(48)</sup> e celulite orbitária estéril em pacientes com hiperfunção de oblíquo superior após inserção de um espaçador de silicone em 5% dos pacientes (3/66).<sup>(49)</sup>

## 2.5. Avaliação diagnóstica com imagem

### 2.5.1 Tomografia computadorizada

A tomografia computadorizada (TC) é amplamente utilizada na avaliação das estruturas orbitárias. Sua contribuição na caracterização da musculatura extraocular está relacionada à quantificação do diâmetro muscular e do posicionamento dos músculos na órbita em relação ao anteparo ósseo (Figura 3).<sup>(5, 50)</sup> Sua utilização prática na avaliação do estrabismo é frequente na avaliação da oftalmopatia de Graves, relacionando o volume e a área da musculatura com a atividade da doença ou modificações após o tratamento com decompressão cirúrgica da órbita;<sup>(51, 52)</sup> no trauma orbitário para avaliar as estruturas ósseas e a presença de ruptura muscular;<sup>(53, 54)</sup> e em casos de anormalidades anatômicas associadas a anomalias craniofaciais.<sup>(55)</sup> Entretanto, a TC não tem capacidade de quantificar a distância entre a inserção dos músculos oculares e o limbo, uma vez que ambos os pontos de referência não podem ser determinados pela técnica.



Fonte: Ozgen et al., 1998.

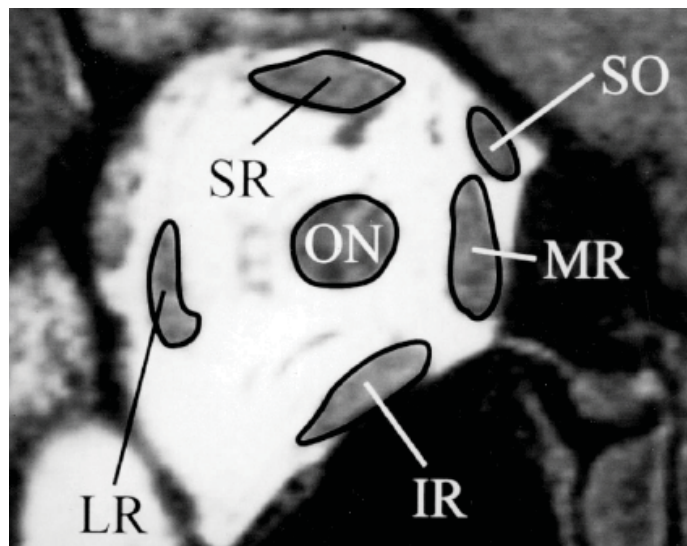
**Figura 3.** Corte axial de tomografia computadorizada: linha



interzigomática (A-B) e a distância perpendicular da linha à margem posterior do globo (C-D). Linhas pretas: diâmetros dos músculos reto medial, reto lateral e complexo nervo-bainha óptica.

### 2.5.2 Ressonância nuclear magnética

A ressonância nuclear magnética (RNM) traz informações detalhadas do tecido conectivo e da anatomia da musculatura extraocular, como o volume e a área dos músculos em diferentes posições do olhar e relação com o olho e estruturas orbitárias (Figura 4).<sup>(6-8, 56)</sup> Nos pacientes com estrabismo, a RNM é utilizada na oftalmopatia de Graves e no trauma tal qual a TC<sup>(57, 58)</sup> e ainda permite informações valiosas da região troclear nos casos de síndrome de Brown e na distinção entre o estrabismo relacionado à alta miopia e à flacidez dos tecidos periorbitários (*sagging eye syndrome*).<sup>(59, 60)</sup>



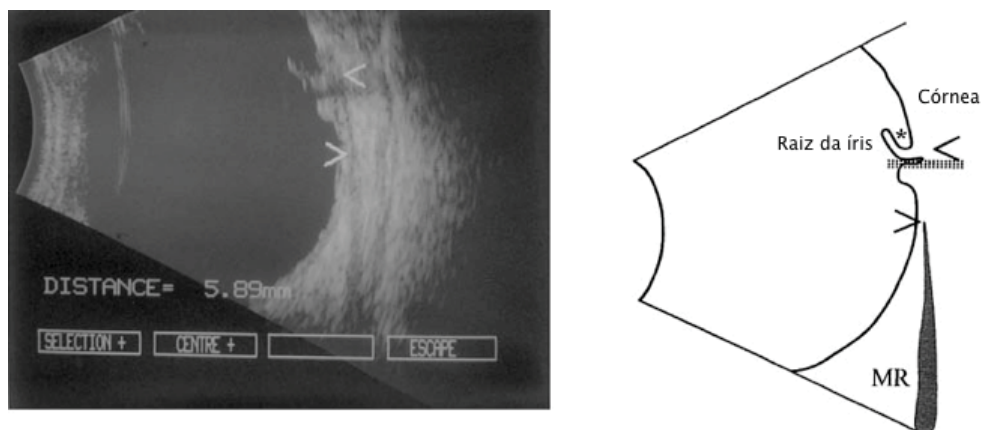
Fonte: Tian et al., 2000.

**Figura 4.** Corte coronal de ressonância magnética do olho direito; músculos reto medial (MR), reto lateral (LR), reto superior (SR), reto inferior (IR) e oblíquo superior (SO) e nervo óptico (ON).



### 2.5.3 Ultrassonografia

A ultrassonografia modo B de 10 MHz tem uso importante na avaliação da musculatura extraocular, principalmente para diferenciar os estados de latência ou atividade inflamatória na oftalmopatia de Graves e a espessura dos músculos e sua resposta terapêutica.<sup>(61, 62)</sup> A ultrassonografia foi estudada também para a análise da distância da inserção da musculatura extraocular ao limbo (Figura 5).<sup>(9)</sup> Nesse estudo, o ponto de referência utilizado foi a base da íris, pois o limbo não é distinguível na imagem ultrassônica de 10 MHz. Os autores basearam-se então em estudos anatômicos prévios que descrevem a localização do limbo cirúrgico entre 1,0 e 1,1 milímetros anteriormente ao ângulo da câmara anterior, distância maior em olhos míopes e menor em hipermetropes.<sup>(18, 19)</sup> Os autores optaram por adicionar 0,9 mm aleatoriamente à sua medida obtida à ultrassonografia de 10 MHz porque a população de estudo incluía, majoritariamente, olhos hipermetropes. As medidas ultrassonográficas tiveram boa reprodutibilidade e foram consideradas confiáveis ao analisar-se o coeficiente de variação. Porém, ao avaliar-se o limite de concordância de 95% entre as medidas ultrassonográficas e peroperatórias, o ultrassom foi considerado inadequado para essa medição. Houve ainda tendência à superestimação da distância com o ultrassom e a um maior erro relativo da distância aferida em pacientes reoperados.



Fonte: Tamburrelli et al., 2003.

**Figura 5.** Figura da esquerda: corte longitudinal de ultrassonografia da região medial; seta superior: raiz da íris; seta inferior: inserção muscular. Figura da direita: desenho esquemático correspondente à figura da esquerda; linha pontilhada: sombra da câmara posterior; (\*) ângulo da câmara anterior. MR = reto medial.

### 2.5.4 Biomicroscopia ultrassônica

A biomicroscopia ultrassônica (UBM) ou ultrassonografia de alta frequência utiliza transdutores de 35 a 60 MHz e é descrita como capaz de avaliar estruturas oculares com profundidade de até 5 mm e resolução microscópica de 50  $\mu\text{m}$ . Esta técnica de imagem exige que seja interposto um meio líquido entre o transdutor e o olho e o paciente (técnica de imersão), portanto, precisa-se estar em posição supina durante o exame (Figura 6). Uma técnica mais recente (técnica de pseudoimersão) utiliza coberturas plásticas para os transdutores de alta frequência que são capazes de conter uma coluna de líquido, enquanto uma face plástica toca o olho (dispositivo Clearscan®), de maneira a permitir o estudo na posição sentada.



Fonte: [www.MedicalExpo.com/Accutome](http://www.MedicalExpo.com/Accutome)

**Figura 6.** Foto ilustrativa de paciente em posição supina; copo de imersão posicionado sobre o olho direito e sonda de biomicroscopia ultrassônica perpendicular ao olho.

Cinco estudos utilizaram UBM para a avaliação da distância entre a inserção da musculatura extraocular e o limbo.<sup>(10-14)</sup> Esses estudos foram publicados entre

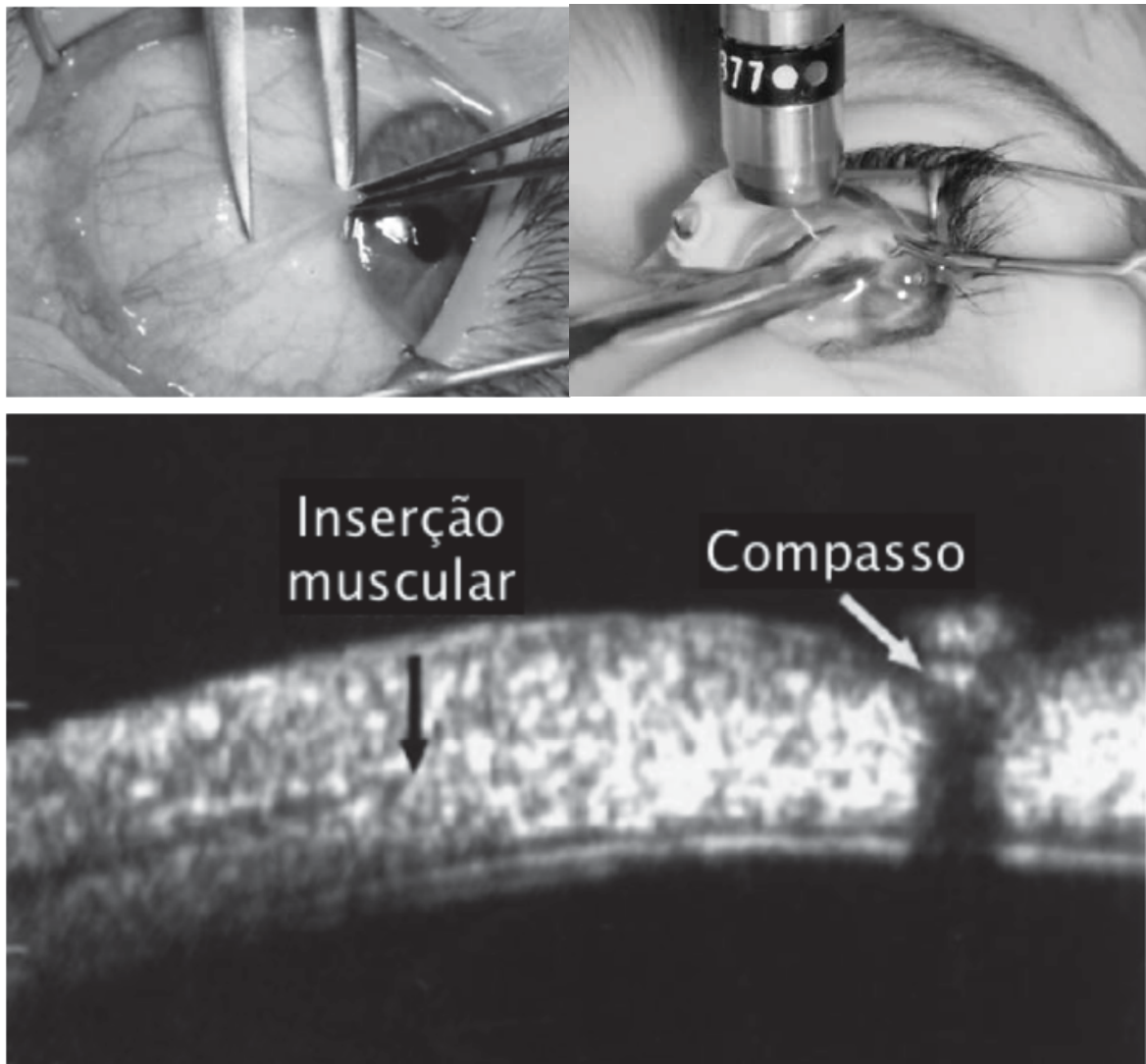
2002 e 2015, incluíram entre 30 e 79 músculos em pacientes com idade média entre 6,4 e 21 anos. Os aparelhos de UBM usados foram UBM 840 (Humphrey Instruments, CA, EUA),<sup>(10-12)</sup> UBM Vumax II (Sonomed Escalon, NY, EUA)<sup>(13)</sup> e o OTI HF (OTI; Ophthalmic Technologies Inc., Toronto, Canadá), estudos realizados com técnica de imersão, em posição supina e com transdutores de 50 MHz.<sup>(14)</sup> Em relação à musculatura extraocular, três estudos incluíram apenas retos horizontais,<sup>(10, 11, 14)</sup> um incluiu apenas retos verticais<sup>(12)</sup> e outro incluiu ambos horizontais e verticais.<sup>(13)</sup> Avaliando-se a população estudada, quatro estudos incluíram reoperações e o tamanho da amostra variou entre 7 e 43 músculos reoperados.<sup>(11-14)</sup> Por fim, nenhum dos estudos incluiu pacientes com anormalidades anatômicas, cirurgias oculares ou orbitárias prévias além das de estrabismo, estrabismos paralíticos ou restritivos.

Os estudos consideraram a medida peroperatória como padrão-ouro (*gold standard*) e uma diferença de até um milímetro entre a medida com UBM e a medida peroperatória como aceitáveis.<sup>(11-14)</sup>

#### **2.5.4.1 Pontos de referência**

O equipamento UBM 840, Humphrey, apresenta um campo de imagem limitado a 5 milímetros e, desta forma, os estudos realizados com esse aparelho foram realizados sob anestesia geral (população pediátrica) e obtiveram as medidas com o auxílio de substância gelatinosa (gel transparente e estéril; Ciba Vision Canada Inc.) colocada diretamente sobre a superfície ocular (técnica de imersão modificada) e de um compasso.<sup>(10-12)</sup> O compasso era ajustado em 4 mm ao examinar os retos mediais e em 5 mm para os laterais (Figura 7). Uma de suas extremidades foi posicionada sobre o limbo, definido como a junção entre a córnea e a esclera, e a outra usada como referência na aquisição da imagem com UBM. A distância medida entre a segunda extremidade do compasso e a inserção muscular foi adicionada à medida selecionada no compasso (4 mm para os músculos retos mediais e 5 mm para os laterais) (Figura 7).<sup>(10)</sup> A inserção muscular foi definida como o espaço potencial entre a esclera e o músculo cuja extremidade anterior está disposta imediatamente posterior à inserção muscular.<sup>(11)</sup> Os autores realizaram de 3 a 5 medidas com UBM e a média entre elas foi analisada.<sup>(10-12)</sup> A utilização de 2 campos complementares de imagem do limbo à

inserção era necessária com o equipamento utilizado, cuja largura do campo de imagem era restrita a 5,0 mm (Figura 7).

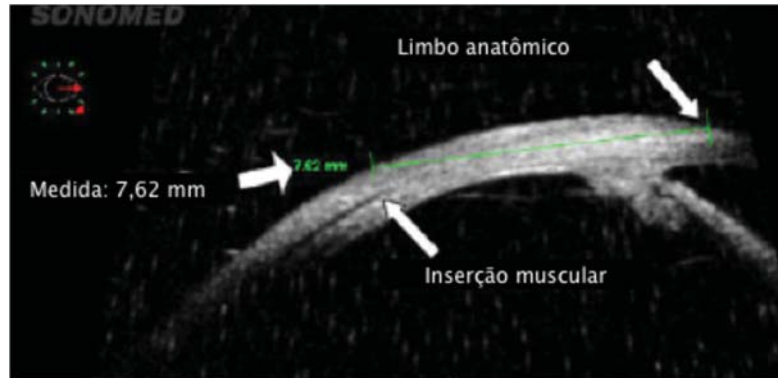


Fonte: Watts *et al.* 2002

**Figura 7.** Figura superior à esquerda: olho direito com blefarostato, deslocado temporalmente com auxílio de uma pinça; compasso com medida predefinida em 4 mm com o braço anterior posicionado sobre o limbo medial. Figura superior à direita: sonda de biomicroscopia ultrassônica posicionada sobre gel para medida da distância entre a inserção do reto medial e o braço posterior do compasso. Figura inferior: imagem obtida pela sonda da biomicroscopia ultrassônica, mostrando a inserção muscular e a sombra do braço posterior do compasso.

O equipamento UBM Vumax II, Sonomed, apresenta maior excursão do transdutor, permitindo maior largura do campo de imagem com uma extensão de 18,5 mm e profundidade de 14 mm. Khan *et al.* fizeram as medições da distância limbo-

inserção muscular sob anestesia geral com auxílio de um copo de imersão, com uso do compasso apenas para inserções localizadas além de 14 mm em relação ao limbo (Figura 8).<sup>(13)</sup> Os pontos de referência foram os mesmos usados nos estudos anteriormente citados e foram realizadas três medidas para cada músculo.



Fonte: Khan *et al.* 2012

**Figura 8. Imagem obtida com a sonda de campo amplo, com medida da distância da inserção muscular ao limbo de 7,62 mm.**

O estudo com o equipamento UBM OTI foi realizado sob anestesia tópica. Foram obtidas 3 medidas para cada músculo (apenas retos horizontais), com auxílio de um copo para imersão e sem uso de compasso.<sup>(14)</sup>

Para a medida peroperatória, todos os estudos realizaram as medidas após a realização da incisão conjuntival e o isolamento do tendão com auxílio de um gancho de músculo, posicionando as extremidades do compasso no limbo e na porção anterior da inserção muscular antes da desinserção do tendão.<sup>(10-14)</sup>

#### **2.5.4.2 Acurácia do método em cirurgia primária**

Watts *et al.* incluíram apenas cirurgias primárias de pacientes pediátricos e relataram boa concordância entre as medidas realizadas com UBM e as peroperatórias, com coeficiente de correlação intraclassa (ICC) de 0,71.<sup>(10)</sup> Houve superestimação das medidas com UBM, que foram relacionadas ao poder de resolução da UBM ou à imprecisão na técnica empregada na execução do exame.

### 2.5.4.3 Acurácia do método em reoperações

Dai et al. foram os únicos a analisar apenas músculos reoperados, com um total de 43 músculos retos horizontais.<sup>(11)</sup> Em dois desses músculos (retos mediais de um mesmo paciente) não foi possível obter a medida com UBM, e, durante a medida peroperatória, ambos os músculos situavam-se além de 12 mm em relação ao limbo, tendo sido excluídos da análise. A medida com UBM e a peroperatória tiveram boa concordância: 80,5% dos músculos apresentaram diferença dentro de 1 mm entre as duas medidas e o estudo concluiu que a UBM é uma ferramenta diagnóstica acurada para avaliação da inserção da musculatura extraocular em músculos reoperados.<sup>(11)</sup>

Na literatura há dois estudos que incluíram uma porcentagem de músculos reoperados, porém estes foram analisados conjuntamente com músculos submetidos à cirurgia primária.<sup>(12, 13)</sup> Solarte et al. analisaram 31 músculos verticais, dos quais sete eram reoperações (23%), e relataram uma correlação boa entre os dois métodos (ICC de 0,78 e 90,3% das medidas dentro da diferença de 1 mm).<sup>(12)</sup> Khan et al. avaliaram

50 músculos retos horizontais e verticais (verticais, n = 10), dos quais 10 eram reoperações (20%), e também relataram concordância boa entre os métodos (ICC de 0,98 e 100% das medidas dentro da diferença de 1 mm).<sup>(13)</sup>

Em estudo mais recente, Thakur et al. avaliaram 30 músculos retos horizontais de pacientes submetidos à cirurgia primária, e o exame foi repetido após três meses da cirurgia para avaliar sua acurácia no pós-operatório.<sup>(14)</sup> As medidas pré-operatórias apresentaram boa correlação com as medidas peroperatórias (ICC de 0,77 e 93,3% das medidas dentro da diferença de 1 mm).<sup>(14)</sup> As medidas pós-operatórias foram realizadas com sucesso em apenas 19 dos 30 músculos, das quais 53,3% encontraram-se dentro da diferença de 1 mm: 78,6% para retos mediais e 62,5% para os laterais, excluindo-se os músculos não localizados pela técnica de UBM.<sup>(14)</sup> Todos os músculos não localizados pela UBM haviam sido submetidos a recuos amplos entre 14,5 e 16 mm do limbo. Concluiu-se que a técnica de UBM não teria acurácia na medida pós-operatória, provavelmente por dificuldade na distinção de tecidos cicatriciais ou de resquícios de tecido muscular na inserção anatômica do músculo.<sup>(14)</sup>

A capacidade da técnica de UBM em diferenciar o pseudotendão (tendão



aderido à esclera devido à cicatrização) do tendão efetivo foi relatada por pesquisadores que sugerem sua habilidade em identificar músculos perdidos (*slipped muscles*).<sup>(11-13)</sup>

A maior distância na qual o músculo foi identificado através da imagem com UBM foi de 12 mm para o reto medial e 14 mm para o lateral;<sup>(11)</sup> e de 12 mm para o reto superior.<sup>(12)</sup>

### 2.5.5 Tomografia de coerência óptica

A tomografia de coerência óptica (OCT) é uma modalidade de imagem não invasiva e de alta resolução que emprega radiação óptica não-ionizante. Esta técnica deriva da interferometria de baixa coerência, usada pela primeira vez na oftalmologia para a medição *in vivo* do comprimento axial do olho.<sup>(63)</sup> A adição da varredura lateral a esta técnica permitiu a aquisição de imagens tridimensionais (3D) a partir da estrutura em análise. As imagens são obtidas sem contato, em frações de segundo e com nível máximo de segurança.<sup>(64)</sup>

O princípio de funcionamento da OCT é diferente do empregado em outras tecnologias de imagem em medicina. A OCT utiliza ondas infravermelhas e, portanto, é dominada pela difração, que dispensa os algoritmos para reconstrução de imagem usados em raio-X ou ressonância magnética.<sup>(64)</sup>

Uma das características mais importantes da OCT é a resolução de profundidade de micrômetros, possível devido ao uso de fontes com comprimento de coerência extremamente curtos.

A tomografia de coerência óptica (OCT) teve desenvolvimento para a avaliação da retina. O exame com OCT de segmento anterior (AS-OCT) foi descrito pela primeira vez por Izatt et al., que descreveram seu potencial diagnóstico de patologias e avaliação das estruturas da córnea, câmara anterior, íris e cristalino usando o mesmo comprimento de onda usado para avaliar o segmento posterior do globo (830 nm).<sup>(65)</sup> A AS-OCT foi então aprimorada com um comprimento de onda maior (1310 nm), capaz de penetrar melhor o tecido, produzindo imagens mais definidas e de aquisição mais rápida.<sup>(66)</sup>

Há dispositivos de OCT adaptados para a análise do segmento anterior disponíveis comercialmente que utilizam OCT de domínio temporal com campo amplo (OCT Visante, Carl Zeiss Meditec Inc., Alemanha), OCT de domínio espectral

de campo restrito (RTVue e Avanti OCT, Optovue, EUA) ou mais amplo (OCT Cirrus 5000, Carl Zeiss, EUA; OCT Spectralis, Heidelberg Engineering, Alemanha), OCT Casia SS-1000 (Tomey, Japão), dentre um parque variado de equipamentos.<sup>(67-70)</sup>

A literatura sobre a avaliação da inserção da musculatura extraocular com OCT inclui seis estudos.<sup>(15-17, 71-73)</sup> Três deles usaram OCT Visante (15, 16, 71) e os demais usaram o OCT Spectralis com auxílio de lente de segmento anterior no modo de software da esclera e módulo de segmento anterior.<sup>(17, 72, 73)</sup> Dentre esses estudos, apenas três compararam as medidas realizadas com OCT com a medida peroperatória, considerada como padrão ouro (*gold standard*).<sup>(15-17)</sup> Estes incluíram em suas análises, pacientes com idade média entre 9,6 e 45,9 anos e amostra entre 22 e 62 músculos extraoculares. Apenas um dos estudos incluiu retos verticais<sup>(16)</sup> e dois incluíram reoperações;<sup>(16, 17)</sup> nenhum dos estudos incluiu pacientes com anormalidades anatômicas, cirurgias oculares ou orbitárias prévias além das de estrabismo, estrabismos paralíticos ou restritivos. Esses estudos consideram a medida peroperatória como padrão-ouro e uma diferença de até um milímetro entre a medida com OCT e a peroperatória como aceitável.

### **2.5.5.1 Pontos de referência**

Liu et al. estudaram 37 músculos retos horizontais submetidos a cirurgia primária com AS-OCT.<sup>(15)</sup> Cinco medidas de OCT foram realizadas com o paciente em adução de 30° para avaliação do reto lateral e em abdução de 15° para avaliação do reto medial, e a média foi usada para análise. Os pontos de referência usados foram a extremidade anterior do espaço potencial entre a esclera e o músculo e o ângulo da câmara anterior com a adição de 1 mm à distância entre eles (Figura 9).<sup>(15)</sup> A escolha do ângulo da câmara anterior como referência foi justificada, segundo os autores, pela dificuldade de determinar o limbo com OCT Visante e fundamentada em conceitos de estudo prévio com ultrassonografia;<sup>(9)</sup> e a adição de 1 mm à medida aferida foi baseada em estudo anatômico prévio.<sup>(74)</sup>





Fonte: Liu *et al.* 2011

**Figura 9.** Imagem à esquerda: imagem obtida com tomografia de coerência óptica (Visante), com medida da distância da inserção muscular ao ângulo da câmara anterior de 6,26 mm. Imagem à direita: Imagem peroperatória, com medida da distância da inserção muscular (após a desinserção do tendão) ao limbo.

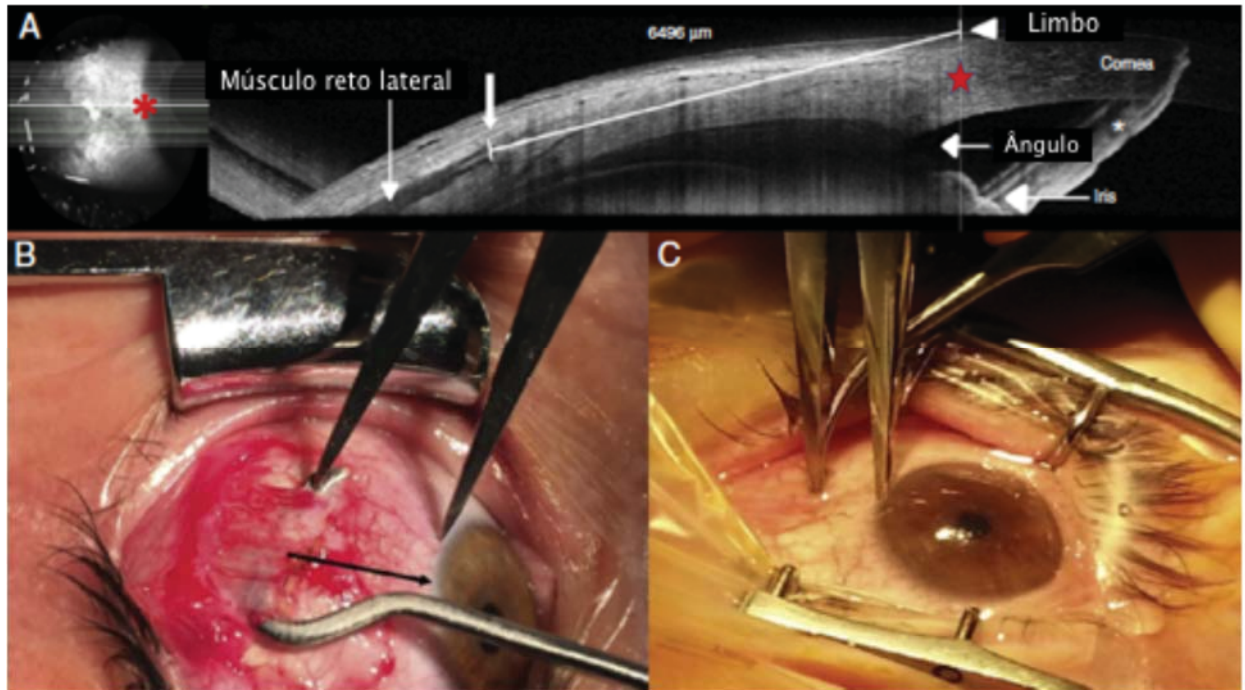
Park et al. descreveram o limbo como zona circunferencial de transição entre córnea e a esclera. Relataram ainda a posição da raiz da íris acerca de 1,5 mm posterior à margem corneoescleral, com variações no meridiano vertical de 1,45 mm inferiormente a 1,75 mm superiormente e no meridiano horizontal, de 1 mm nasal e temporalmente.<sup>(74)</sup>

A medida peroperatória foi realizada após incisão conjuntival e desinserção do tendão muscular.<sup>(15)</sup> No entanto, em estudo prévio sobre artefatos ao medir a inserção muscular, Kushner et al. descreveram o deslocamento anterior da inserção de até 1 mm após desconexão do tendão em 34,5% dos pacientes.<sup>(75)</sup>

Ngo et al. avaliaram 65 músculos retos horizontais e verticais (verticais, n = 10), realizaram 3 medidas com OCT Visante com os mesmos pontos de referência para a inserção e para o ângulo da câmara anterior com adição de 1 mm e a média foi usada na análise.<sup>(16)</sup> A medida peroperatória foi realizada após incisão conjuntival e isolamento do tendão com auxílio de um gancho de músculo, com o compasso no limbo e na porção anterior da inserção muscular antes da desinserção do tendão.<sup>(16)</sup>

De-Pablo-Gómez-de-Liano et al. avaliaram 67 músculos retos horizontais, incluindo 8 reoperados.<sup>(17)</sup> A medida com OCT Spectralis foi realizada com a mesma referência para a inserção muscular, porém o limbo foi utilizado como segunda referência e não o ângulo na câmara anterior.<sup>(17)</sup> Entretanto, a medida peroperatória

foi realizada de maneira direta, com visualização do tendão através de abertura conjuntival, em apenas 23 pacientes, dos quais 22 foram analisados; o estudo não fez menção se os músculos reoperados estariam incluídos nesse grupo (Figura 10).<sup>(17)</sup>



Fonte: De-Pablo-Gómez-de-Liano *et al.* 2016

**Figura 10.** Imagem superior: imagem obtida com tomografia de coerência óptica (Spectralis), com medida da distância da inserção muscular ao limbo. Imagem inferior à esquerda: Imagem peroperatória, com medida direta da distância da inserção muscular ao limbo. Imagem inferior à direita: Imagem peroperatória, com medida transconjuntival da distância da inserção muscular ao limbo.

### 2.5.5.2 Acurácia do método em cirurgia primária

Liu *et al.* encontraram boa concordância entre as medidas pelo coeficiente de correlação de Pearson, concordância excelente para os retos laterais (ICC = 0,75) e apenas de satisfatória a boa para os mediais (ICC= 0,61) pelo coeficiente de correlação intraclasse, tendo demonstrado que 92% dos valores comparados ficaram dentro do limite de 1 mm de diferença. Os autores observaram uma tendência à superestimação da medida com OCT, provavelmente relacionada à anteriorização da inserção após desconexão do músculo na medida peroperatória.<sup>(15)</sup>

De-Pablo-Gómez-de-Liano *et al.* conseguiram realizar medidas com OCT em

85% dos músculos e também demonstraram boa concordância (0,931; intervalo de confiança de 95%: 0,839–0,972;  $p < 0,001$ ).

### **2.5.5.3 Acurácia do método em reoperações**

Dois estudos prévios com OCT incluem uma porcentagem de músculos reoperados, porém tiveram suas análises realizadas em conjunto com músculos submetidos a cirurgia primária e não como um grupo isolado.

Ngo et al. realizaram as medidas com OCT em 98,2% de todos os músculos e em 77,8% dos reoperados (7/9) e relataram boa concordância entre os métodos, com ICC de 0,73 e 90,3% das medidas dentro da diferença de 1 mm. Houve tendência à superestimação das medidas com OCT.<sup>(16)</sup>

De-Pablo-Gómez-de-Liano et al. conseguiram realizar medidas com OCT em 85% do total de músculos (91% nas cirurgias primárias, 54/59; e 37,5% nas reoperações, 3/8) e demonstraram excelente concordância (ICC = 0,931; intervalo de confiança de 95%: 0,839 – 0,972;  $p < 0,001$ ). Houve uma discreta tendência à subestimação da medida com OCT e limitação da capacidade do campo de imagem com OCT a 12 mm.

Considerando-se os artigos publicados, não é possível concluir se a avaliação com OCT é acurada em reoperações, uma vez que não se estudou essa população como um grupo distinto.

A maior distância da inserção do músculo ao limbo com OCT Visante foi de 13,5 mm;<sup>(16)</sup> e o OCT Spectralis identificou um músculo à maior distância de 11 mm.<sup>(17)</sup>

## 3. MÉTODOS

### 3. MÉTODOS

#### 3.1 Tipo de estudo

Estudo observacional longitudinal, prospectivo, mascarado em pacientes adultos em programação de cirurgia de estrabismo, para avaliação da distância entre o limbo e a inserção dos músculos retos. Estudo comparativo entre medidas pré-operatórias com tomografia de coerência óptica (OCT) e peroperatórias com o compasso em todos os pacientes, para avaliação da acurácia da OCT.

O estudo foi desenvolvido no Setor de Estrabismo do *Bascom Palmer Eye Institute, University of Miami – Miller School of Medicine*, entre março de 2015 e março de 2016. O estudo está registrado no ClinicalTrials.gov sob o registro NCT02454920 com apoio da bolsa de pós-graduação da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) através do Programa de Doutorado Sanduíche no Exterior pela Universidade Federal de São Paulo – Escola Paulista de Medicina (UNIFESP-EPM).

#### 3.2 Aspectos éticos

O estudo foi submetido à apreciação da Comissão de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de São Paulo, aprovado sob o certificado de apresentação para apreciação ética nº 34498214.7.0000.5505 (Anexo A); está de acordo com as normas da Resolução 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde e com as diretrizes da Declaração de Helsinque.

O estudo foi submetido à apreciação do *International Review of Board* do

*Bascom Palmer Eye Institute – University of Miami* e aprovado prospectivamente.

Após explicação detalhada dos procedimentos a serem realizados e seus riscos, todos os pacientes assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, modelo do Bascom Palmer Eye Institute - Universidade de Miami (Anexo B).

### **3.3. Participantes**

#### **3.3.1 Recrutamento**

Pacientes adultos que se apresentaram voluntariamente à clínica de estrabismo do Bascom Palmer Eye Institute e que tinham indicação de cirurgia foram selecionados para o estudo, desde que em acordo com os seguintes critérios de seleção.

#### **3.3.2 Critérios de seleção**

##### **3.3.2.1 Critérios de inclusão**

- Idade igual ou superior a 18 anos e;
- Estrabismo horizontal e/ou vertical;
- Cirurgias oculares ou orbitárias prévias ou não;
- Trauma ocular aberto ou orbitário prévio ou não;
- Paciente disposto a participar, capaz de entender e assinar o termo de consentimento.

##### **3.3.2.2 Critérios de exclusão**

- Paciente incapaz de manter posição para aquisição da imagem de OCT;
- Tarsorrafia ou condição que não permitisse adequada abertura da fenda palpebral.
- Pacientes com doenças da superfície ocular nos quais o limbo não fosse identificável.

### **3.4 Técnicas de mascaramento**

Todas as medidas de OCT foram realizadas por um mesmo operador (JR), mascarado para o histórico do estrabismo e seu tratamento prévio, caso houvesse.

Todas as medidas peroperatórias foram realizadas por dois cirurgiões (HC e CAM) mascarados para a medida tomográfica pré-operatória.

### 3.5 Exames oftalmológicos

#### 3.5.1 Exame clínico

Anamnese cuidadosa foi coletada de todos os pacientes sobre histórico do estrabismo, doenças ou eventos associados, tratamentos prévios, comorbidades e uso de medicações.

Exame oftalmológico completo foi realizado em todos os pacientes, na sequência apresentada a seguir:

- acuidade visual com a melhor correção para perto e a distância;
- avaliação do reflexo pupilar, da motilidade ocular extrínseca, com medição dos desvios em todas as posições do olhar, para perto e a distância;
- tonometria (tonômetro de rebote; Icare® TA01i, Icare Oy, Finlândia);
- biomicroscopia de segmento anterior (lâmpada de fenda Topcon SL-D2®, topcon Medical Systems, Inc. EUA);
- refração dinâmica;
- medida do estrabismo;
  - pacientes com boa acuidade visual em ambos olhos: avaliados pelo método de prisma e *cover* alternado para perto e para longe (em posição primária e nas posições cardinais do olhar);
  - pacientes com acuidade visual menor do que 20/400 em pelo menos um dos olhos: avaliados pelo método de Krimsky para perto;
- classificação do estrabismo quanto ao tipo de desvio;
  - comitante: medida do desvio diferindo menos do que 10 PD entre as posições do olhar;
  - parálítico: medida do desvio diferindo mais do que 10 PD nas diferentes posições do olhar, associado à dução passiva negativa;
  - restritivo: medida do desvio diferindo mais do que 10 PD nas diferentes posições do olhar associado à dução passiva positiva;
- Classificação do estrabismo quanto ao tamanho do desvio:
  - $\leq 20$  PD: Leve
  - $>20$  e  $\leq 40$  PD: Moderado
  - $>40$  PD: Acentuado

Após essa sequência, foi realizada dilatação pupilar com instilação no saco conjuntival inferior de uma gota de colírio anestésico (cloridrato de proximetacaína 0,5%), seguida de uma gota de tropicamida 1% e uma gota de fenilefrina 2,5%; com intervalo de 5 minutos entre cada gota. Trinta minutos após a última gota instilada, foram realizados os seguintes exames:

- Refração estática.
- Fundoscopia com oftalmoscópio indireto binocular (Welch Allyn Inc, EUA) e auxílio de lente de 20 D (Volk®, EUA).

### **3.5.2 Exames de imagem**

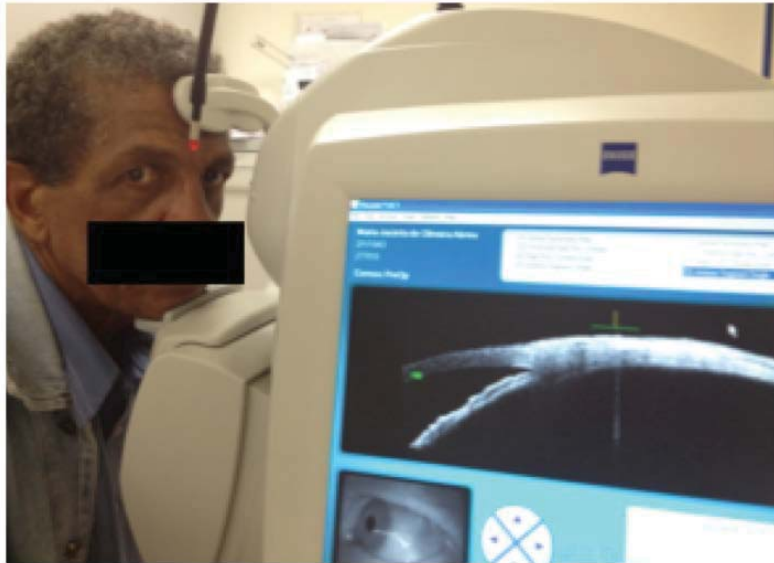
#### **3.5.2.1 Tomografia de coerência óptica**

Foi utilizado neste estudo o modelo OCT Visante (Carl Zeiss Meditec, CA, EUA) que utiliza o comprimento de onda longo de 1300 nm e disponibiliza 256 cortes modo-A (A-scans) por amostra, com uma duração de 0,125 segundos por linha de aquisição com resolução axial de 18µm e transversal de 60µm.

O exame de tomografia de coerência óptica de segmento anterior foi repetido 3 vezes para cada um dos músculos retos no meridiano da cirurgia proposta. Portanto, os retos horizontais de ambos os olhos nos casos de esotropia ou exotropia e os retos verticais de ambos os olhos nas hipotropias ou hipertropias. O protocolo escolhido foi o *Enhanced Anterior Segment Single*, que realiza cortes tomográficos de 16 mm por 6 mm. A média entre as três medidas foi usada para a análise.

Os exames foram realizados após a visita pré-operatória, sem midríase. Os pacientes foram posicionados à frente do tomógrafo, na postura sentada e com o queixo e frente apoiados em seu suporte (Figura 3). Foram então orientados a olhar para uma luz de fixação no sentido oposto ao músculo a ser examinado (por exemplo, olhar para a direita ao se examinar o músculo reto medial direito). Um corte longitudinal, permitindo a visualização simultânea do limbo e da inserção do músculo foi obtido no plano paralelo ao eixo longo do músculo (0-180° para retos horizontais e 90-270° para retos verticais).

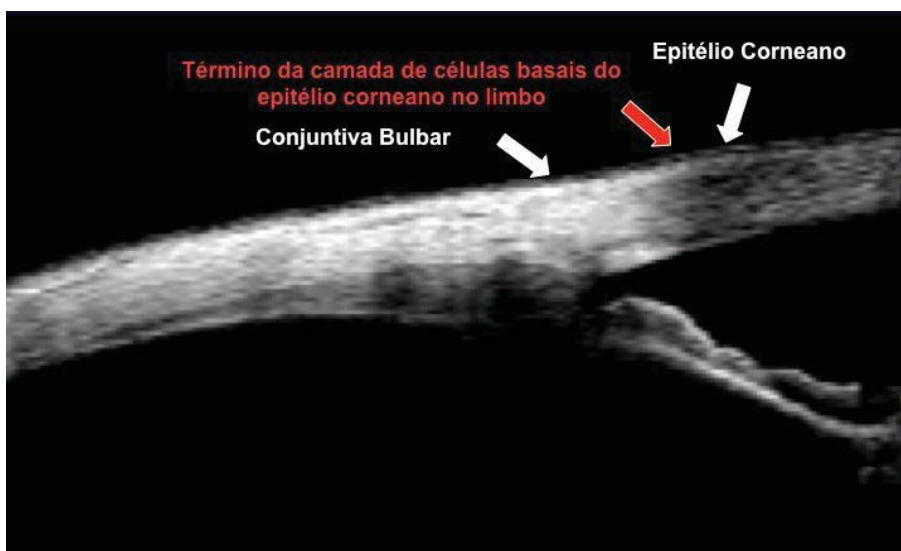




Fonte: Departamento de Oftalmologia e Ciências Visuais – UNIFESP, 2014.

**Figura 11. Paciente posicionado no aparelho de OCT Visante, com o olhar direcionado à luz de fixação à sua direita para avaliação do músculo reto medial direito (observado no monitor do aparelho).**

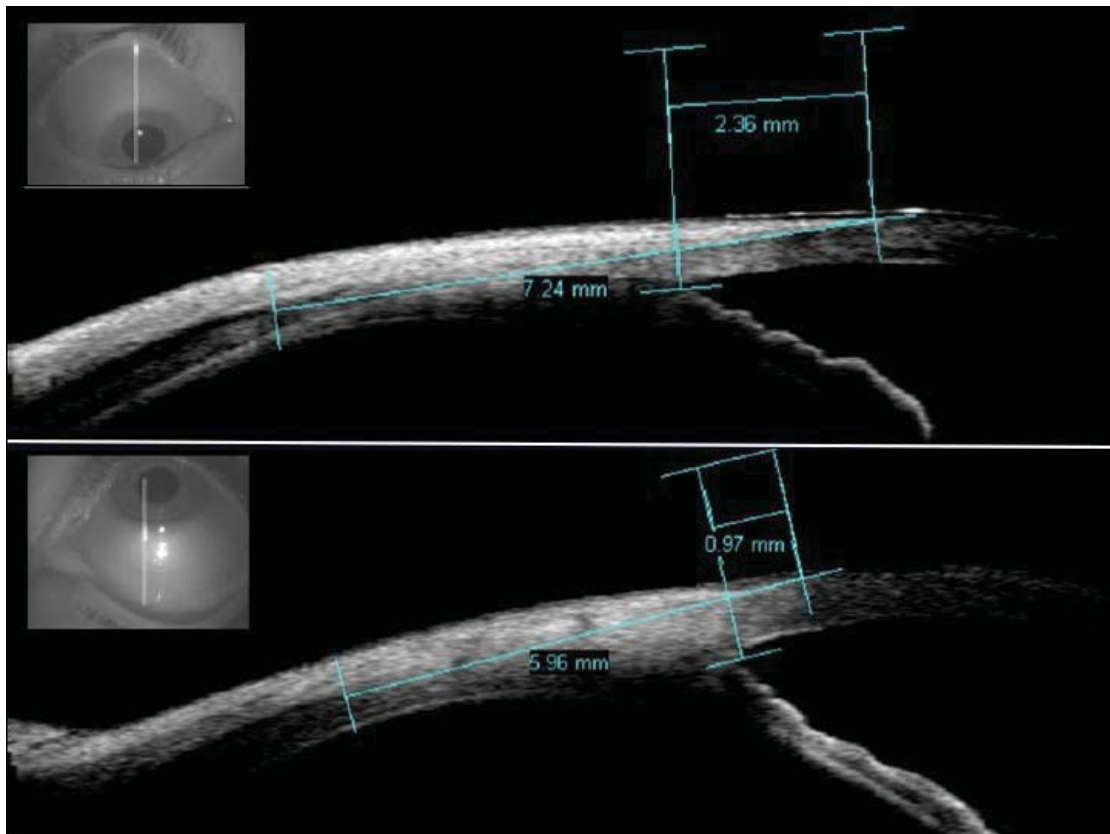
O local de inserção dos músculos retos foi definido como a extremidade proximal da fenda entre o tendão do músculo e a esclera; e o limbo externo foi definido como a transição entre os epitélios da córnea e da conjuntiva, tal como descrito por Bizheva et al (Figura 4).<sup>(76)</sup> A função de compasso do aparelho de OCT foi usada para quantificar a distância entre esses pontos de referência.



Fonte: Bascom Palmer Eye Institute, 2015.

**Figura 12. Definição do limbo para a realização das medidas com OCT Visante.**

Para a medição da distância entre o limbo externo e o ângulo da câmara anterior, tomou-se aquele como referência. Com auxílio da função de compasso do aparelho de OCT, foi traçada uma reta perpendicular à curvatura externa na córnea passando pelo limbo externo, seguida de reta paralela a esta, passando pelo vértice do ângulo da câmara anterior. Foi então desenhada uma reta entre ambas e seu comprimento foi determinado (Figura 5).



Fonte: Bascom Palmer Eye Institute, 2015.

**Figura 13.** Imagem realizada com OCT ilustrando a avaliação da distância entre o limbo e o ângulo da câmara anterior e a distância da inserção muscular em relação ao limbo. Superior: imagem do olho direito do paciente número 68; limbo superior ao avaliar-se o reto superior, inserção do músculo reto superior a 7,24 mm do limbo e distância do limbo ao ângulo da câmara anterior = 2,36 mm. Inferior: imagem do olho esquerdo do paciente número 12; limbo inferior ao avaliar-se o reto inferior, inserção do músculo reto inferior a 5,96 mm em relação ao limbo e distância do limbo ao ângulo = 0,97 mm

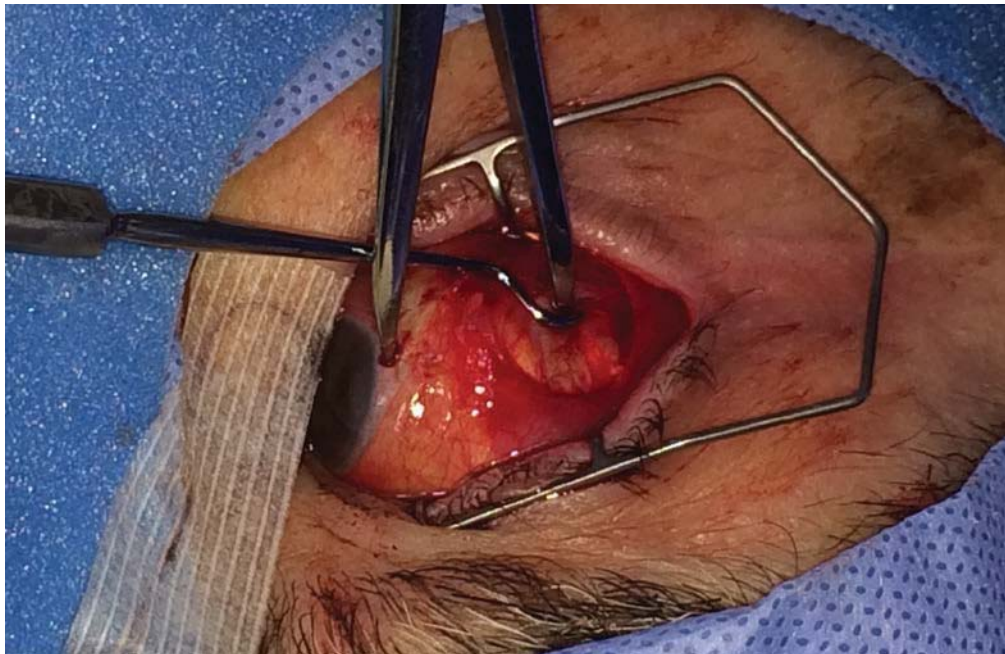
Adicionalmente, medidas da distância do limbo à câmara anterior para cada tipo de músculo foram comparadas quanto à diferença com o padrão de correção previamente usado de 1 mm.<sup>(15, 16)</sup> Estas medidas foram corrigidas para o tamanho do olhos quando verificada uma correlação significativa entre a distância e o comprimento axial.

### 3.5.2.2 Biometria óptica por IOLMaster

A fim de avaliar se há relação entre a distância do limbo ao ângulo da câmara anterior e o comprimento axial do olho, o comprimento axial do olho foi medido utilizando o biômetro óptico com interferometria de coerência parcial (IOL Master 500, ver 7.7; Carl Zeiss Meditec AG, Jena, Alemanha), em posição sentada, sem contato com o olho.

### 3.6 Medida peroperatória

Durante a cirurgia, cada músculo reto foi localizado através de abertura conjuntival no fórnice e teve seu tendão exposto usando um gancho muscular (Jameson). Um compasso (Castroviejo) com precisão de 1 milímetro foi utilizado para medir a distância entre o limbo (zona de transição entre a córnea transparente e a esclera opaca) e a inserção muscular imediatamente anterior ao gancho, na sua porção central, em milímetros (Figura 6). Não foram aplicadas pinças à inserção antes ou durante a realização da medida.



**Figura 14.** Imagem do olho direito do paciente número 7, visão do cirurgião. Medida peroperatória da distância entre o limbo e a inserção muscular imediatamente anterior ao gancho de Jameson com um compasso de Castroviejo = 12,5 mm.

Com o intuito de avaliar se existe deslocamento da inserção, a distância foi novamente medida após a desinserção do tendão muscular. Quantificou-se o tamanho do deslocamento de inserção após a cirurgia, para cada tipo de músculo, comparando valores das medidas peroperatórias anteriores às posteriores à cirurgia.

### **3.7 Análise estatística**

As medidas de inserção da musculatura ocular extrínseca realizadas por OCT e no peroperatório com compasso foram comparadas entre si por meio de uma análise de concordância entre métodos de Bland-Altman (1986). Foram realizadas comparações separadamente para as medidas de cada um dos quatro músculos (reto medial, reto lateral, superior e inferior). A diferença considerada aceitável entre a medida com OCT e peroperatória foi de 1 milímetro. Os pacientes foram comparados considerando três condições: apenas os músculos sem histórico de cirurgia prévia, pacientes cujos músculos passaram por cirurgia prévia para estrabismo e todos os pacientes em conjunto. Os músculos sem histórico de cirurgia para estrabismo foram ainda comparados separando o grau do desvio (leve, moderado e severo) e o tipo de estrabismo (concomitante, paralítico e restritivo).

A significância das diferenças encontradas (vieses) foi avaliada por meio de um teste t-pareado e a hipótese de correlação entre a diferença nas medidas e a magnitude das medições, quando o viés se mostrou significativo, foi testada por meio de uma análise de correlação linear. Para cada par de comparação foi construído um diagrama de Bland-Altman. Para os grupamentos musculares retos inferiores e superiores, a comparação quanto ao tamanho do desvio e tipo de estrabismo não foi realizada dado o pequeno tamanho amostral, uma vez que alguns grupos, se avaliados separadamente, seriam constituídos por apenas uma medida.

Diferenças nas distâncias do limbo à inserção da musculatura ocular extrínseca entre músculos com e sem histórico de cirurgia prévia para estrabismo foram investigadas por meio de uma Análise de Covariância (ANCOVA). As variáveis utilizadas na regressão foram a medida tomada peroperatoriamente e a diferença entre as medidas tomadas por OCT e peroperatoriamente.

Para todos os testes, o valor de alfa foi de 0,05, ajustado pela correção

de Bonferroni quando necessário.

## 4. RESULTADOS

## 4. RESULTADOS

### 4.1 Dados demográficos e clínicos

Setenta e quatro pacientes foram incluídos no estudo, dos quais 52,7% eram do sexo feminino. A idade dos pacientes variou de 18 a 78 anos de idade (idade média  $\pm$  DP:  $45,6 \pm 16,9$  anos), o comprimento axial (AL) variou de 20,7 a 29 mm (média AL  $\pm$  DP:  $23,9 \pm 1,4$  mm) e o erro refrativo variou de -14,0 D a +5,0 D no equivalente esférico (EE) (média EE  $\pm$  DP:  $-0,7 \pm 3,2$ D; Tabela 1).

Na avaliação pré-operatória, 55 pacientes apresentaram estrabismo horizontal (29 com esotropia, 26 com exotropia), 7 estrabismo vertical e 12 desvio horizontal e vertical combinados. Cinquenta e quatro pacientes apresentaram estrabismo concomitante, 6 paralítico e 14 restritivo. Trinta pacientes não haviam sido submetidos a procedimento oftalmológico prévio (cirurgia primária), 34 tinham histórico de cirurgia de estrabismo, 5 de cirurgia ocular prévia, exceto de estrabismo (implante de drenagem de glaucoma ou faixa escleral) e 5 de cirurgia orbitária (remoção do tumor orbital, biópsia ou descompressão orbitária; Tabela 1).

**Tabela 1. Características demográficas da amostra e descrição do estrabismo por tipos de músculos.**

	Medial	Lateral	Superior	Inferior
<b>Músculos retos</b>				
<b>Características dos pacientes</b>				
Número de músculos	64	64	10	10
Idade, média (DP)	45 (16,9)	45 (15,9)	43 (15,7)	54 (14,7)
[mínimo, máximo]	[18, 78]	[19, 78]	[22, 74]	[29, 77]
Gênero Feminino n (%)	30 (48%)	32 (50%)	6 (60%)	11 (73%)
Etnia (n, %)				
Caucasiano	50 (81%)	48 (74%)	8 (80%)	11 (73%)
Afrodescendente	7 (11%)	8 (13%)	1 (10%)	1 (7%)
Outros	5 (8%)	8 (13%)	1 (10%)	3 (20%)
<b>Características oculares</b>				
Comprimento axial (mm) (DP)	24,0 (1,4)	23,8 (1,4)	23,7 (0,8)	23,7 (0,5)
[mínimo-máximo]	[20,7-29]	[20,7-29]	[22-24,9]	[23-24,7]
Cirurgia prévia de estrabismo				
0 = Não	43 (69%)	52 (81%)	10 (100%)	14 (93%)
1 = Sim	19 (31%)	12 (19%)	0	1 (7%) <sup>a</sup>
<b>Classificação do estrabismo</b>				
Concomitante	47 (76%)	52 (81%)	5 (50%)	1 (7%)
Paralítico	5 (8%)	5 (8%)	2 (20%)	3 (20%)
Restritivo	10 (16%)	7 (11%)	3 (30%)	11 (73%)
<b>Tamanho do desvio (PD)</b>				
Leve ( $20 \leq PD$ )	18 (29%)	14 (22%)	4 (40%)	4 (27%)
Moderado ( $> 20; \leq 40 PD$ )	32 (52%)	35 (55%)	6 (60%)	10 (67%)
Acentuado ( $> 40 PD$ )	12 (19%)	15 (23%)	0	1 (6%)
<b>Tipo de cirurgia realizada</b>				
Horizontal	52 (84%)	54 (84%)	0	0
Vertical	0	1 (2%)	5 (50%)	6 (40%)
Combinada	10 (16%)	9 (14%)	5 (50%)	9 (60%)

DP = desvio-padrão.

<sup>a</sup>= músculo impossível de ser examinado pela tomografia de coerência óptica.

Nove músculos (7 inferiores e 2 mediais) não puderam ser analisados com AS-OCT devido a limitações severas nas ducções, quer devido à natureza restritiva do



processo da doença (5 apresentavam oftalmopatia de Graves, 1 restrição após cirurgia orbitária para remoção dermoide e 1 após trauma cranioencefálico), quer devido a processo paralítico (1 paralisia do sexto nervo craniano e 1 de terceiro nervo). Um total de 144 músculos foi analisado, incluindo 31 músculos reoperados.

#### 4.2 Análise comparativa das medidas tomográficas pré-operatórias e peroperatórias

Para o grupo de pacientes cujos músculos analisados não apresentavam histórico de cirurgia, as diferenças entre medidas por OCT se mostraram ligeiramente maiores do que as medidas peroperatórias (OCT superestimou a medida em 0,14 mm para os retos mediais, laterais e inferiores e 0,01 mm para os retos superiores; vide viés médio, Tabela 2), no entanto esta diferença não foi significativa em nenhum dos grupamentos musculares avaliados (Tabela 2).

Para os músculos com histórico de cirurgia prévia para estrabismo, as medidas peroperatórias se mostraram ligeiramente maiores do que as medidas por OCT (OCT subestimou a medida em 0,50 mm para os retos mediais e 0,78 mm para os retos laterais; vide viés médio, Tabela 2), mas novamente esta diferença não foi estatisticamente significativa.

A mesma situação ocorreu quando os pacientes foram avaliados todos em conjunto (Tabela 2).

**Tabela 2. Tamanho amostral, viés médio e limites de concordância das medidas de inserção da musculatura extrínseca, medidos por OCT e peroperatoriamente por compasso, em relação ao grupamento muscular. Valores em milímetros.**

Comparação da distância limbo-inserção muscular por OCT com a medida peroperatória					
		Reto Medial	Reto Lateral	Reto Superior	Reto Inferior
Sem prévia estrabismo	cirurgia	n = 43	n = 52	n = 10	n = 8
	de	[0,14]	[0,14]	[0,01]	[0,14]
		(-1,72 1,99)	(-2,08 3,37)	(-1,02 1,04)	(-1,11 1,38)
Com prévia estrabismo	cirurgia	n = 19	n = 12		
	de	[-0,50]	[-0,78]		
		(-3,34 2,34)	(-4,21 2,66)		
Amostra Total		n = 62	n = 64		
		[-0,06]	[-0,03]		
		(-2,31 2,20)	(-2,59 2,53)		

n = tamanho da amostra; entre colchetes = viés médio; entre parênteses = limites de concordância das medidas

Avaliando os músculos sem histórico de cirurgia prévia de estrabismo separadamente quanto ao tamanho do desvio ou ao tipo de estrabismo (Tabela 3), não foram encontradas diferenças significativas entre os métodos, com exceção da situação de desvio moderado nos músculos reto laterais, em que as medidas por OCT foram em média 0,45 mm significativamente maiores do que as realizadas peroperatoriamente com compasso. Nenhuma das outras características analisadas foi estatisticamente relacionada com as diferenças entre as medições (todos os valores de  $p > 0,05$ ).

**Tabela 3: Tamanho amostral, viés médio e limites de concordância das medidas de inserção da musculatura extrínseca, medidos com OCT e peroperatoriamente por compasso, em relação ao tamanho do desvio e ao tipo de estrabismo para os músculos reto medial e reto lateral. Valores em milímetros. Os vieses significativos foram assinalados em negrito. Considerou-se pequeno: desvios  $\leq 20$  PD; moderado: desvios  $> 20$  e  $\leq 40$  PD; e acentuado: desvios  $> 40$  PD.**

**Concordância entre as medidas de inserção da musculatura extrínseca medidos no com OCT com medidas peroperatórias**

Variável: Tamanho do Desvio			
	Pequeno	Moderado	Acentuado
<b>Reto medial</b>	n = 15 [0,23] (-1,79 2,25)	n = 19 [-0,10] (-1,83 1,62)	n = 9 [0,48] (-1,30 2,26)
<b>Reto lateral</b>	n = 10 [0,02] (-2,79 2,82)	<b>n = 29</b> <b>[0,45]</b> <b>(-0,93 1,82)</b>	n=13 [-0,44] (-1,09 0,21)

Variável: Tipo de estrabismo		
	Estrabismo concomitante	Estrabismo paralítico ou restritivo
<b>Reto medial</b>	n = 28 [0,10] (-1,31 1,52)	n = 42 [0,07] (-2,28 2,41)
<b>Reto lateral</b>	n = 40 [0,08] (-0,04 0,20)	n = 10 [0,47] (-1,13 2,06)

N = tamanho da amostra; entre colchetes = viés médio; entre parênteses = limites de concordância das medidas.

#### 4.2.1 Músculos retos medial e lateral

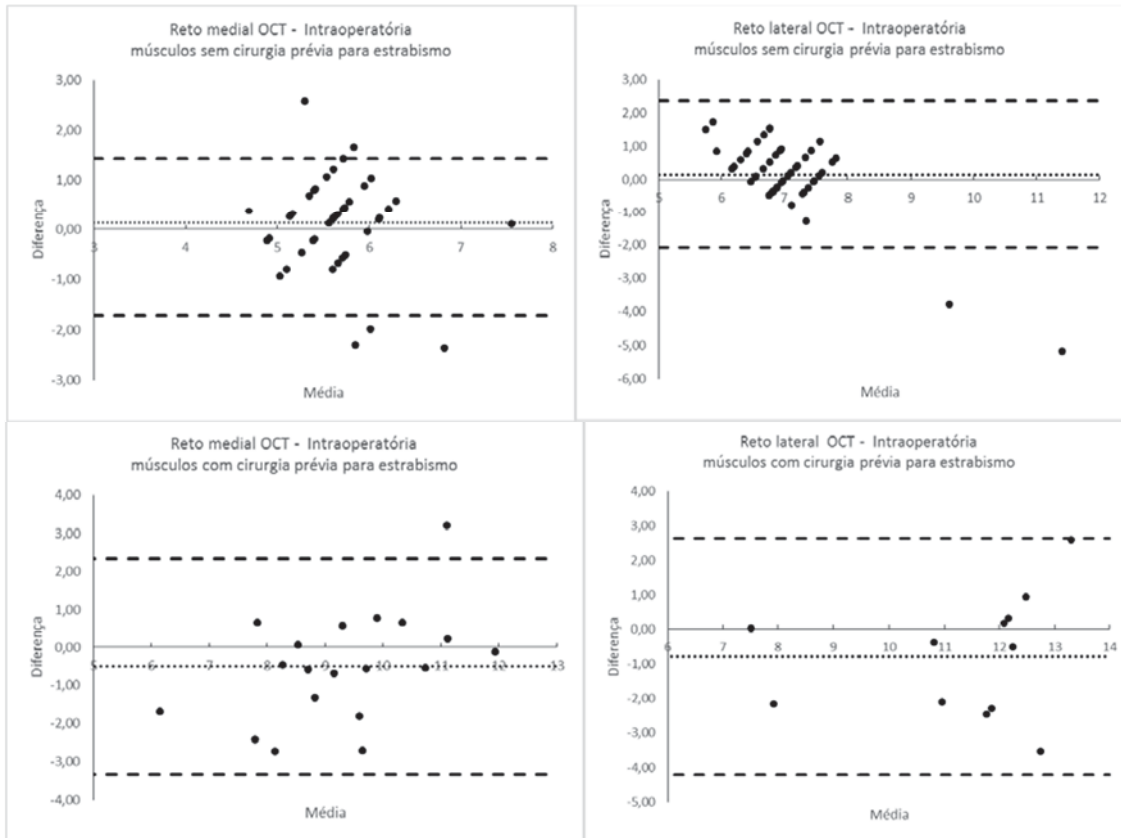
As medições com AS-OCT correlacionaram-se fortemente com as medidas peroperatórias para ambos os músculos, reto medial e lateral ( $r = 0,84$ ;  $p < 0,001$  em ambos) e a diferença entre AS-OCT e as medidas cirúrgicas não foi estatisticamente significativa. No total, 75% das medições diferiram em menos de 1 mm das medidas peroperatórias para ambos os músculos retos medial e lateral. Para o reto medial, essa percentagem foi de 79% naqueles sem cirurgia prévia e de 63% nas reoperações, porém essa diferença não foi estatisticamente significativa ( $p = 0,09$ ; 95% CI, -1,38 a 0,11). Os músculos retos laterais mostraram diferença de percentual ainda maior entre aqueles com cirurgia prévia (49%) e aqueles sem (81%), diferença também não significativa ( $p = 0,11$ ; 95% CI, -2,06 a 0,22). Ao considerar apenas os músculos com cirurgia prévia de estrabismo, 61% dos retos mediais e 50% dos laterais foram medidos com OCT com menos de 1 mm de diferença para a medida peroperatória (Tabela 4).

**Tabela 4. Diferença entre as medidas pré-operatórias com OCT e as medidas peroperatórias com compasso, subdivididas por tipos de músculos e histórico de cirurgia de estrabismo. Destacadas estão as porcentagens das diferenças dentro do 1mm estabelecido como diferença clinicamente aceitável.**

<b>Músculos Retos</b>	<b>Medial</b>	<b>Lateral</b>	<b>Superior</b>	<b>Inferior</b>
n (%)				
Todos os músculos				
< -2,0	5 (8%)	7 (11%)	0	0
< -1,0 a -2,0	4 (6%)	1 (2%)	0	0
< -0,5 a -1,0	10 (16%)	2 (3%)	2 (20%)	2 (25%)
-0,5 a +0,5	26 (43%)	33 (52%)	6 (60%)	3 (38%)
> 0,5 a 1,0	10 (16%)	13 (20%)	2 (20%)	3 (38%)
> 1,0 a 2,0	5 (8%)	7 (11%)	0	0
> 2,0	2 (3%)	1 (2%)	0	0
<b>N sem imagens de OCT para medida</b>	2	0	0	7
<b>Sem cirurgia prévia de estrabismo</b>				
< -2,0	2 (5%)	2 (4%)	0	0
< -1,0 a -2,0	1 (2%)	1 (2%)	0	0
< -0,5 a -1,0	6 (14%)	1 (2%)	2 (20%)	2 (25%)
-0,5 a +0,5	22 (51%)	29 (56%)	6 (60%)	3 (38%)
> 0,5 a 1,0	6 (14%)	12 (23%)	2 (20%)	3 (38%)
> 1,0 a 2,0	5 (12%)	7 (13%)	0	0
> 2,0	1 (2%)	0	0	0
<b>N sem imagens de OCT para medida</b>	1	0	0	6
<b>Com cirurgia prévia de estrabismo</b>				
< -2,0	3 (16%)	5 (43%)	0	0
< -1,0 a -2,0	3 (16%)	0	0	0
< -0,5 a -1,0	4 (21%)	1 (8%)	0	0
-0,5 a +0,5	4 (21%)	4 (33%)	0	0
> 0,5 a 1,0	4 (21%)	1 (8%)	0	0
> 1,0 a 2,0	0	0	0	0
> 2,0	1 (5%)	1 (8%)	0	0
<b>N sem imagens de OCT para medida</b>	1	0	0	1

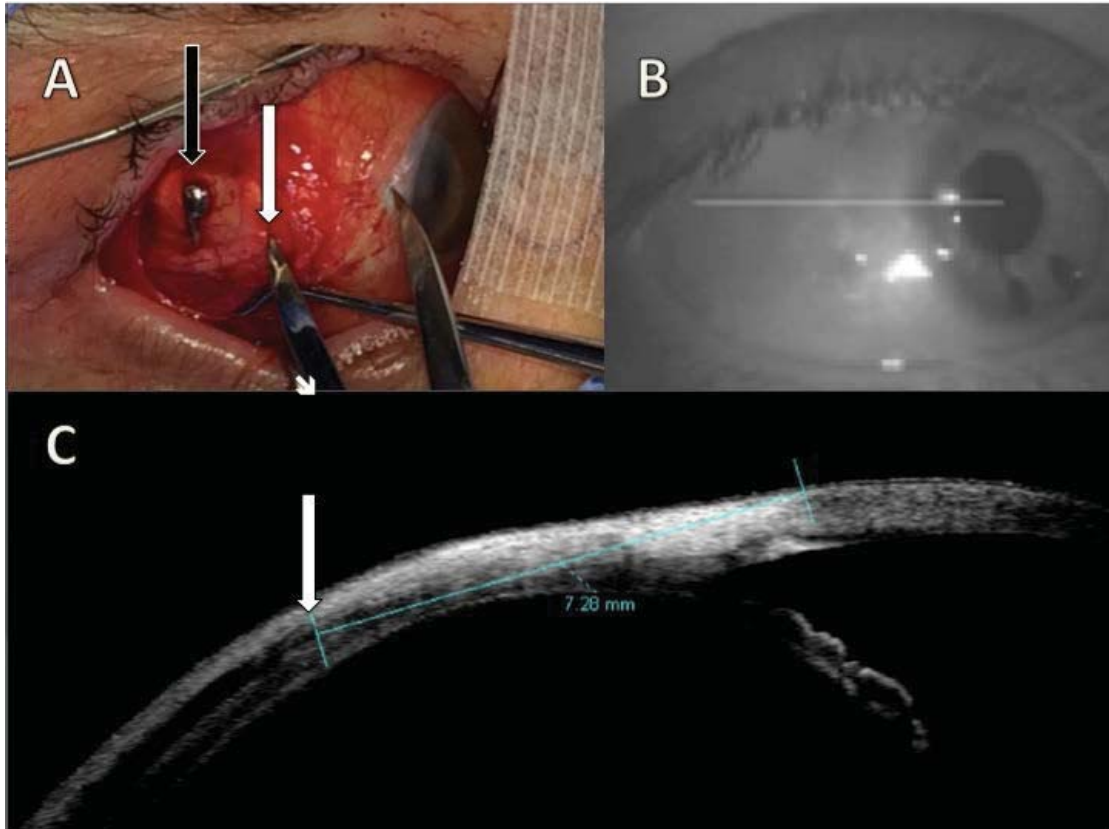
OCT = Tomografia de coerência óptica.

A análise de Bland-Altman foi realizada para os músculos retos mediais e laterais com ou sem cirurgia prévia (Figura 7).



**Figura 15.** Diagramas de concordância de Bland-Altman para as medidas de inserção da musculatura extrínseca, comparando medidas por OCT e peroperatórias com compasso. À esquerda estão os grupamentos reto medial e à direita os retos laterais. Na primeira linha estão os músculos que não sofreram cirurgia prévia para estrabismo e na segunda estão os músculos submetidos à cirurgia prévia para estrabismo. A linha pontilhada representa o viés médio e as linhas tracejadas mostram os limites de concordância.

Nos pacientes sem cirurgia prévia de estrabismo, a maior discrepância entre as medidas pré-operatórias com OCT e as medidas peroperatórias ocorreu entre os pacientes com implante de faixa escleral prévio ( $n = 4$ ). Uma subestimação de 3,79 mm pela OCT ocorreu no paciente 25 (Figura 8) ao se considerar a inserção efetiva do músculo reto lateral posterior ao tendão cicatrizado sobre a faixa escleral (demonstrado pelo gancho muscular; Figura 8).



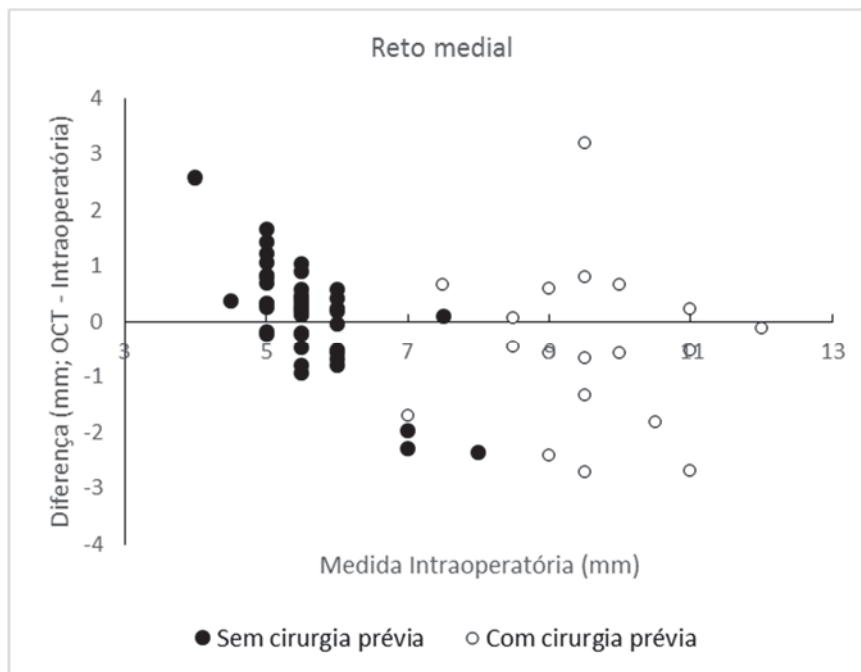
Fonte: Bascom Palmer Eye Institute, 2015

**Figura 16.** Olho direito do paciente número 25 com implante prévio de faixa escleral. **A.** Imagem peroperatória: seta branca – inserção anatômica do tendão do músculo a 7,5 mm do limbo (medida com compasso); seta preta – inserção efetiva ilustrada pelo gancho de músculo. **B e C.** Imagem pré-operatória com tomografia de coerência óptica de segmento anterior (AS-OCT): **B.** visão do monitor durante a aquisição de imagem. **C.** Medida da distância de 7,28 mm do limbo à inserção do músculo com a função de compasso do aparelho de AS-OCT.

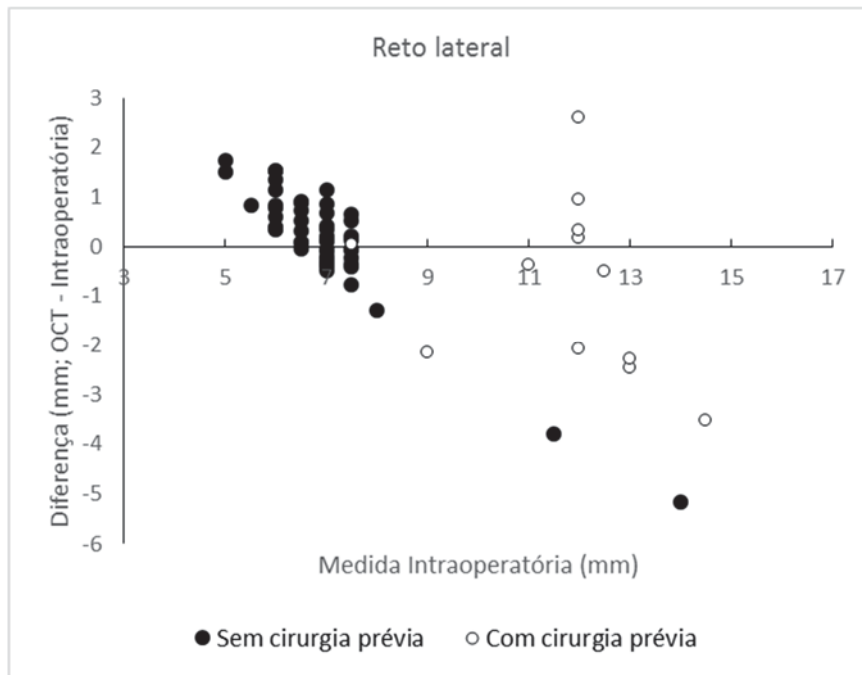
O método-padrão para comparar técnicas é a Análise de Concordância de Bland-Altman.<sup>(77)</sup> Nesta análise são plotadas as diferenças entre as medidas das técnicas contra a média das medidas. Além desta análise, porém não com o objetivo de comparar as duas técnicas, foi realizada a comparação entre a diferença das medidas (OCT - peroperatória) e a medida peroperatória. Esta análise foi feita para avaliar se há alguma tendência de desvio das medidas com a OCT em relação à medida peroperatória, por exemplo, se inserções mais distantes do limbo estariam sujeitas a maiores erros ao serem avaliadas pela OCT ou não.

Esta análise demonstrou que tanto para os músculos reto mediais ( $F = 10,72$ ;  $p = 0,002$ ), quanto para os músculos reto laterais ( $F = 43,63$ ;  $p < 0,001$ ), o desvio entre as medidas aumentou conforme a distância entre o músculo e o limbo crescia. De

acordo com os modelos obtidos, pode-se estimar que, para cada 1 mm da distância da inserção do músculo ao limbo, as medidas por OCT ficam 0,218 mm menores do que o valor real (medido peroperatoriamente por compasso) nos músculos reto mediais e 0,355 mm nos músculos reto laterais. O histórico de cirurgia prévia para estrabismo pareceu não alterar este padrão, tanto para os músculos reto mediais ( $t = -0,792$ ;  $p = 0,524$ ; Figura 9) quanto para os músculos reto laterais ( $t = -1,538$ ;  $p = 0,150$ ; Figura 10).



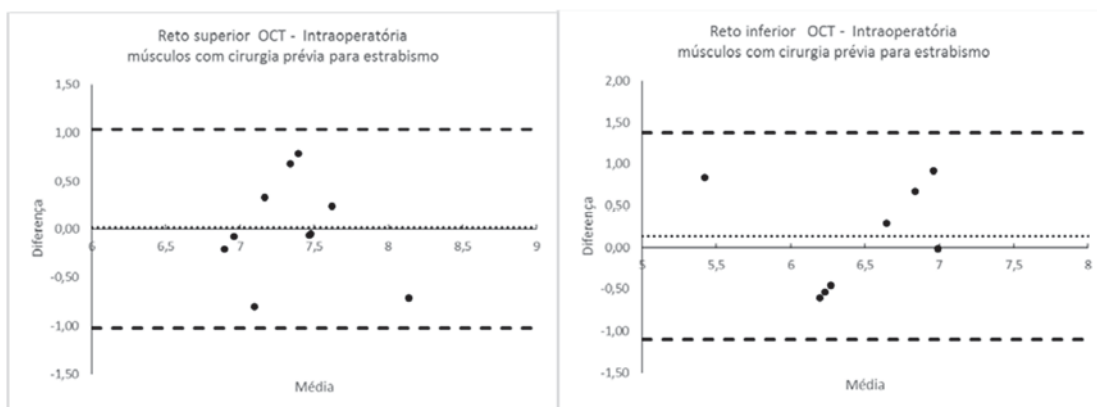
**Figura 17.** Relação entre a distância da inserção da musculatura extraocular ao limbo e a diferença entre estas medidas tomadas por OCT e peroperatoriamente por compasso em músculos reto mediais com e sem cirurgia prévia para estrabismo.



**Figura 18.** Relação entre a distância da inserção da musculatura extraocular ao limbo e a diferença entre estas medidas tomadas por OCT e peroperatóriamente por compasso em músculos retos laterais com e sem cirurgia prévia para estrabismo.

#### 4.2.2 Músculos retos superior e inferior

No geral, não foram observadas diferenças substanciais entre as medidas com AS-OCT e as medidas peroperatórias para os músculos retos superior e inferior. A correlação entre as medidas pré-operatórias com OCT e as peroperatórias com compasso foram de  $r = 0,32$  ( $p = 0,38$ ) para os retos superiores e  $r = 0,47$  ( $p = 0,24$ ) para os retos inferiores. As diferenças entre as medidas com AS-OCT e as cirúrgicas estavam todas dentro de 1 mm para os músculos retos verticais (Tabela 4), além de apresentarem um intervalo muito estreito, insuficiente para uma análise de Bland-Altman significativa (Figura 11).



**Figura 19.** Diagramas de concordância de Bland-Altman para as medidas de inserção da musculatura extrínseca, comparando medidas por OCT e peroperatórias com compasso. À esquerda estão os agrupamentos dos músculos retos superiores e à direita os retos inferiores. A linha pontilhada representa o viés médio e as linhas tracejadas mostram os limites de concordância.



CA = câmara anterior; AL = *axial length* (comprimento axial)

### 4.3. Análise comparativa do comprimento axial e da distância do ângulo da câmara anterior ao limbo

A correção sugerida de 1 mm para a medida obtida a partir do ângulo da câmara anterior mostrou-se insuficiente, uma vez que a distância do limbo ao ângulo da câmara anterior foi  $\leq 1$  mm em apenas 29% dos retos mediais (média = 1,17 mm, IC 95%, 1,10-1,24), em 43% dos retos laterais (média = 1,05, IC 95%, 0,99-1,12) e em 14% dos retos inferiores (média = 1,34, IC 95%, 1,08-1,60). Para os músculos retos superiores, todas as distâncias foram maiores do que 1,00 mm (0% foram  $\leq 1$  mm).

Não houve correlação entre a distância do limbo ao ângulo da câmara anterior medido com AS-OCT com o comprimento axial do olho estabelecida pelo biômetro óptico (IOLMaster) para qualquer um dos tipos de músculos extraoculares (Tabela 5).

**Tabela 5. Medida da redução na distância da inserção da musculatura extraocular ao limbo após desinserção do tendão muscular. Valores médios em milímetros.**

Músculos Retos	Medial	Lateral	Superior	Inferior
Redução na distância após desinserção do tendão	0,73 (0,51)	0,88 (0,75)	1,0 (0,62)	0,62 (0,58)
Média (DP) [variação]	[-0,5; 2,0]	[0; 4,5]	[0; 2,0]	[0; 1,5]

DP = desvio-padrão;

**Tabela 6. Medida da distância do limbo à câmara anterior (CA) medidas com tomografia de coerência óptica (OCT). Valores médios em milímetros.**

Distância do limbo ao ângulo da CA, n (%)*	Medial	Lateral	Superior	Inferior
0,00-0,50	0	1 (2%)	0	0
0,51-1,00	18 (29%)	26 (41%)	0	1 (14%)
1,01-1,50	36 (58%)	35 (55%)	1 (10%)	4 (57%)
>1,50	8 (13%)	2 (3%)	9 (90%)	2 (29%)

\*A medida de um músculo reto inferior está indisponível.

DP = desvio-padrão.

**Tabela 7. Correlação da distância do limbo à câmara anterior (CA) com o comprimento axial (AL). Valores médios em milímetros.**

Correlação entre Limbo-Ângulo da CA e AL	Medial	Lateral	Superior	Inferior
R (p)	0,18 (0,17)	0,16 (0,22)	-0,02 (0,96)	-0,02(0,96)

CA = câmara anterior; AL = *axial length* (comprimento axial)

#### 4.4 Análise comparativa entre a distância da inserção da musculatura extraocular e o limbo antes e depois da desinserção do tendão.

A distância entre a inserção da musculatura extraocular e o limbo sistematicamente sofreu redução após a desinserção do tendão muscular (Tabela 6). Houve a tendência de um maior deslocamento na presença de maior tensão muscular, como nos músculos afetados pela oftalmopatia de Graves.

**Tabela 8. Diferença entre a distância entre a inserção da musculatura extraocular e o limbo antes e depois da desinserção do tendão, medidas com compasso peroperatoriamente. Valores médios em milímetros, desvio-padrão (DP) entre parênteses e variação entre colchetes.**

	<b>Reto Medial</b>	<b>Reto Lateral</b>	<b>Reto Superior</b>	<b>Reto Inferior</b>
Redução na distância após desinserção do tendão	0,73 (0,51)	0,88 (0,75)	1,0 (0,62)	0,62 (0,58)
Média (DP) [variação]	[-0,5; 2,0]	[0; 4,5]	[0; 2,0]	[0; 1,5]

## 5. DISCUSSÃO

## 5. DISCUSSÃO

Pacientes adultos frequentemente apresentam-se para avaliação de estrabismo de surgimento após cirurgia ocular prévia ou trauma, casos nos quais a localização da inserção do tendão é incerta. Um teste de diagnóstico confiável para definir o local de inserção do músculo é importante para o planejamento da cirurgia de estrabismo.<sup>(52)</sup>

Estudos anteriores que avaliaram a precisão do exame de UBM em comparação com medidas peroperatórias mostraram boa a muito boa concordância com a análise de Bland-Altman. Esses estudos reportaram 90,3-100% de todas as medições dentro de 1 mm em relação à medida peroperatória;<sup>(12, 13)</sup> essa porcentagem variou entre 87,5 a 100% ao incluir-se apenas cirurgias primárias<sup>(14)</sup> e entre 62,5 e 80,5% ao incluir-se apenas reoperações.<sup>(11, 14)</sup> Com base nesses resultados, Thakur et al. concluíram que a UBM é imprecisa na avaliação da inserção nas reoperações.<sup>(14)</sup> Em contraste, Dai et al. reportaram a UBM como uma ferramenta acurada na avaliação da inserção em reoperações e Ngo et al. sugeriram que a UBM de campo amplo pode ser mais sensível do que a AS-OCT na identificação de músculos em reoperações.<sup>(11, 16)</sup>

Apenas três estudos anteriores foram publicados discutindo a precisão da AS-OCT na identificação da inserção da musculatura extraocular em comparação com as medições peroperatórias, e dois deles incluíram reoperações, sem porém analisá-las como um grupo separado.<sup>(15-17)</sup> Um estudo examinou a cirurgia primária de estrabismo, no qual a inserção muscular foi medida no peroperatório após a desinserção do tendão e mostrou boa concordância com a análise de Bland-Altman, com 92% das medições dentro de 1 mm.<sup>(15)</sup> O segundo estudo analisou ambas as cirurgias primárias e reoperações e mostrou boa concordância com a análise de Bland-Altman, com 90,3% das medições dentro de 1 mm. No entanto, este estudo incluiu apenas nove reoperações, que corresponderam a 11,3% dos músculos fotografados.<sup>(16)</sup> A AS-OCT mostrou ainda capacidade de realizar a imagem dos músculos anteriormente operados em 78,8% dos casos, em comparação com 96,8% no presente estudo.<sup>(16)</sup> O terceiro estudo encontrou boa concordância entre a AS-OCT de domínio espectral e as medidas peroperatórias diretas em 22 músculos horizontais de pacientes saudáveis.<sup>(17)</sup> Além de apresentar uma pequena amostra de músculos

reoperados, estes estudos não analisaram esses músculos separadamente, podendo ter superestimado sua precisão em reoperações.

O presente estudo avaliou a precisão da AS-OCT Visante em predizer a distância peroperatória da inserção dos músculos retos ao limbo. A AS-OCT de domínio temporal foi escolhida para este estudo devido à sua maior penetração no tecido quando comparada à OCT de domínio espectral, apesar de apresentar aquisição mais lenta e menor resolução de imagem do que desta modalidade. Além disso, o OCT Visante possui amplo campo de imagem, enquanto há equipamentos de AS-OCT que permitem alta resolução, porém com restrição do campo de imagem (6 mm) e não seriam úteis para este estudo. Das medições realizadas com AS-OCT, 77,1% encontraram-se dentro de um milímetro de diferença em relação às medidas peroperatórias, uma diferença clinicamente aceitável aplicada em estudos anteriores.<sup>(11-16)</sup> Ao se analisar os músculos submetidos à cirurgia primária de estrabismo, essa porcentagem elevou-se para 83,2%, enquanto nos músculos com cirurgias prévias de estrabismo ou outras cirurgias, ocular ou orbitária, essa precisão reduziu-se a 58,1%. Nestes músculos, a OCT teve tendência de subestimar a distância do limbo à inserção em 35% das reoperações (11/13 músculos fora da diferença aceitável de 1 mm).

Na presente amostra, a análise de Bland-Altman mostrou uma tendência de a AS-OCT subestimar a distância do limbo à inserção. As medidas da distância da inserção da musculatura extraocular ao limbo tomadas por OCT parecem diminuir quando comparadas com as medidas peroperatórias, conforme esta distância aumenta. Este padrão foi encontrado tanto para os músculos reto mediais quanto para os reto laterais. O histórico de cirurgia prévia para estrabismo não interferiu neste padrão para ambos os grupamentos musculares. A inserção mais distante do limbo mensurável com AS-OCT foi de 14,6 mm para o reto lateral e 12,7 mm para o reto medial. Estudos anteriores utilizando UBM ou AS-OCT para detectar a inserção dos músculos reportaram limites de alcance entre 13,5-14 mm para o reto lateral e 11,2-12 mm para o medial.<sup>(11, 13, 14, 16)</sup>

Nos pacientes sem história de cirurgia prévia de estrabismo, as maiores discrepâncias entre as medidas foram observadas em pacientes com histórico de implante de faixa escleral para tratamento cirúrgico prévio de descolamento de retina, nos quais o músculo encontrava-se cicatrizado sobre a faixa de silicone com inserção efetiva posterior a esta aderência, conforme avaliação peroperatória (Figura 8).

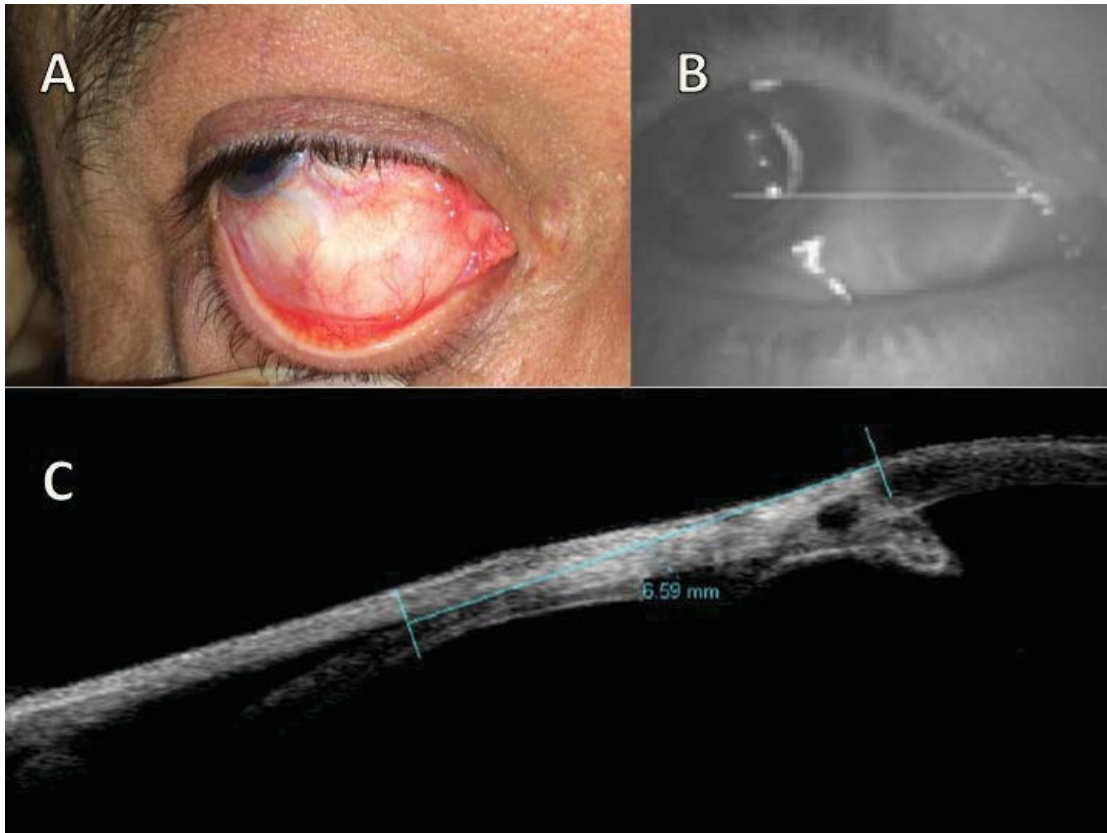
Nestes casos, porém, as medições com AS-OCT identificaram a inserção anatômica, incapazes de identificar o pseudotendão, e tenderam a subestimar a distância em até 5,2 mm.

Estudos anteriores da inserção muscular reportaram que o limbo não podia ser bem definido na imagem da AS-OCT e, assim, recorreram ao ângulo da câmara anterior como ponto de referência alternativo.<sup>(15, 16, 71)</sup> Tradicionalmente, estes estudos adicionaram um milímetro à distância medida entre o ângulo da câmara anterior e a inserção do músculo e apresentaram uma tendência a superestimar a distância peroperatória. No presente estudo, a distância a partir do ângulo da câmara anterior para o limbo foi de até 1,25 mm na maior parte das medições, exceto para o músculo reto superior, no qual a distância era maior do que 1,25 mm em todas medições. A AS-OCT foi capaz de demonstrar a localização variável do limbo em relação ao ângulo da câmara anterior num mesmo olho, considerando-se a inserção dos diferentes músculos retos.

Reconhecendo o erro sistemático introduzido usando a câmara anterior como referência para medida da inserção dos músculos, estudos mais recentes com OCT de domínio espectral usaram o limbo como referência.<sup>(17, 72, 73)</sup> O presente estudo concorda que o limbo externo é claramente visto com AS-OCT e, portanto, pode fornecer o ponto de referência mais preciso para medir a inserção muscular, já que se trata da mesma referência usada na medida peroperatória com compasso (padrão ouro).<sup>(76, 78, 79)</sup>

Os pontos relevantes do presente estudo incluem o fato de apresentar uma grande amostra de pacientes adultos, abrangendo reoperações de estrabismo e pós-operatório de outras cirurgias oculares ou orbitárias, além de casos complexos de estrabismo restritivo e paralítico. Apenas um estudo anterior ao presente analisou músculos anteriormente operados, em quantidade restrita, enquanto este estudo incluiu 27 músculos submetidos a reoperação. Também demonstramos ser possível a realização de imagem de inserção do músculo a 14,6 mm a partir do limbo para o reto lateral e 12,7 mm para o reto medial, distância maior do que descrita como limite para os estudos anteriores. O presente estudo também valida a utilização do limbo como um marco de medição com AS-OCT, em acordo com a referência peroperatória. Isto é particularmente útil para o reto superior, onde o limbo é frequentemente alongado e na presença de alterações na câmara anterior, na qual os pontos de referência angular podem estar distorcidos (Figura 12). Há, porém, exceções, como

no estrabismo associado a doenças de superfície, no qual o limbo pode não estar preservado.



Fonte: Bascom Palmer Eye Institute, 2015.

**Figura 20.** Olho direito do paciente número 5 com implante antiglaucomatoso de Baerveldt nasal inferior. A. Imagem clínica da ectoscopia nasal inferior. B. Tomografia de coerência óptica de segmento anterior (AS-OCT); imagem do monitor durante a aquisição de AS-OCT. C. Medida da distância de 6,59 mm do limbo à inserção com a função de compasso do aparelho de AS-OCT; alterações angulares (sinequia anterior) tornam o ângulo da câmara anterior indistinguível na imagem.

As limitações do estudo incluem a ausência de avaliação comparativa entre o exame de OCT e o de UBM, que poderia ter ajudado na identificação do pseudotendão e de tecido cicatrizado. Isso poderia reduzir o erro em casos com implantes de faixa escleral e ajudar a validar a medição com AS-OCT. Nesta amostra, apenas 60% das inserções dos músculos retos inferiores foram mensuráveis pela AS-OCT; isto ocorreu principalmente em casos de estrabismo restritivo (oftalmopatia de Graves, 4; trauma, 1; estrabismo após remoção de tumor orbitário, 1). Atribui-se essa dificuldade também à anatomia da pálpebra inferior, que cria um maior obstáculo e apresenta menor mobilidade do que a pálpebra superior. Além disso, há uma imprecisão inerente associada aos compassos cirúrgicos, que apresentam resolução limitada a 1,0 mm, ao passo que a resolução da AS-OCT é de 0,01 mm. Por fim, apesar de técnica

padronizada de medição para evitar tração durante a exposição do músculo no peroperatório, o uso de um gancho pode alterar a inserção do músculo.

Em conclusão, a tomografia de coerência óptica do segmento anterior (AS-OCT) pode ser útil na avaliação pré-operatória da inserção dos músculos retos de pacientes sem cirurgia de estrabismo prévia (82,2% dentro de 1 mm). Demonstrou-se também que este método de imagem pode identificar com precisão as inserções dos tendões musculares submetidos a cirurgia prévia, em menor proporção, 56,6%, com tendência a subestimação da distância nos demais casos reoperados. Essas informações devem ser consideradas ao interpretar as medidas da musculatura extraocular com AS-OCT. Apesar da redução da precisão dentro de 1 mm em relação a medida peroperatória nos músculos reoperados, os autores veem grande valor no uso da OCT como auxiliar no planejamento cirúrgico destes pacientes. Essa medida auxilia na definição do músculo a ser abordado e do tipo de cirurgia a ser realizado, poupando exploração cirúrgica desnecessária e reduzindo o tempo anestésico.



## 6. CONCLUSÕES

## 6. CONCLUSÕES

- a. A tomografia de coerência óptica mostrou-se um método acurado na avaliação da distância entre o limbo e a inserção dos músculos retos quando se considera toda a amostra (cirurgia primária e reoperações), na qual 76,7% das medidas encontram-se dentro de 1 mm de diferença em relação à medida peroperatória.
- b. A tomografia de coerência óptica é um método acurado na avaliação da distância entre o limbo e a inserção dos músculos retos submetidos à cirurgia primária (82,2% dentro de 1 mm). Este método de imagem não foi considerado acurado na avaliação de inserção dos músculos com cirurgias prévias de estrabismo, com precisão reduzida a 56,6% e com forte tendência a subestimação da distância; a informação, porém, pode ser clinicamente útil no planejamento cirúrgico.
- c. Os pontos de referência para a execução da medida tomográfica e da medida peroperatória foram considerados adequados: a medida tomográfica utilizou o limbo e a medida peroperatória foi realizada antes da desinserção do tendão.
- d. Não foi demonstrada relação entre o comprimento axial do olho e a distância entre o limbo e o ângulo da câmara anterior.

## 7. REFERÊNCIAS

## 7. REFERÊNCIAS

1. Graham PA. Epidemiology of strabismus. *Br J Ophthalmol*. 1974;58(3):224-31.
2. Stidwill D. Epidemiology of strabismus. *Ophthalmic Physiol Opt*. 1997;17(6):536-9.
3. Scott WE, Kutschke PJ, Lee WR. 20th annual Frank Costenbader Lecture-adult strabismus. *J Pediatr Ophthalmol Strabismus*. 1995;32(6):348-52.
4. Martinez-Thompson JM, Diehl NN, Holmes JM, Mohny BG. Incidence, types, and lifetime risk of adult-onset strabismus. *Ophthalmology*. 2014;121(4):877-82.
5. Ozgen A, Ariyurek M. Normative measurements of orbital structures using CT. *AJR Am J Roentgenol*. 1998;170(4):1093-6.
6. Li R, Xia S, Wang J, Sun F, Qi J. MRI study of the thickness and width of the extraocular muscles in normal subjects. *Zhonghua Yan Ke Za Zhi*. 2015;51(6):434-8.
7. Tian S, Nishida Y, Isberg B, Lennerstrand G. MRI measurements of normal extraocular muscles and other orbital structures. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*. 2000;238(5):393-404.
8. Ettl A, Kramer J, Daxer A, Koornneef L. High-resolution magnetic resonance imaging of the normal extraocular musculature. *Eye (Lond)*. 1997;11 (Pt 6):793-7.
9. Tamburrelli C, Salgarello T, Vaiano AS, Scullica L, Palombi M, Bagolini B. Ultrasound of the horizontal rectus muscle insertion sites: implications in preoperative assessment of strabismus. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2003;44(2):618-22.
10. Watts P, Smith D, Mackeen L, Kraft S, Buncic JR, Abdolell M. Evaluation of the ultrasound biomicroscope in strabismus surgery. *J AAPOS*. 2002;6(3):187-90.
11. Dai S, Kraft SP, Smith DR, Buncic JR. Ultrasound biomicroscopy in strabismus reoperations. *J AAPOS*. 2006;10(3):202-5.
12. Solarte CE, Smith DR, Buncic JR, Tehrani NN, Kraft SP. Evaluation of vertical rectus muscles using ultrasound biomicroscopy. 2008 Apr. 128-31 p.
13. Khan HA, Smith DR, Kraft SP. Localising rectus muscle insertions using high frequency wide-field ultrasound biomicroscopy. *Br J Ophthalmol*. 2012;96(5):683-7.
14. Thakur N, Singh R, Kaur S, Kumar A, Phuljhele S, Sukhija J. Ultrasound Biomicroscopy in Strabismus Surgery: Efficacy in Postoperative Assessment of Horizontal Muscle Insertions. *Strabismus*. 2015;23(2):73-9.

15. Liu X, Wang F, Xiao Y, Ye X, Hou L. Measurement of the limbus-insertion distance in adult strabismus patients with anterior segment optical coherence tomography. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2011;52(11):8370-3.
16. Ngo CS, Smith D, Kraft SP. The accuracy of anterior segment optical coherence tomography (AS-OCT) in localizing extraocular rectus muscles insertions. *J AAPOS.* 2015;19(3):233-6.
17. de-Pablo-Gomez-de-Liano L, Fernandez-Vigo JI, Ventura-Abreu N, Morales-Fernandez L, Garcia-Feijoo J, Gomez-de-Liano R. Agreement between intraoperative measurements and optical coherence tomography of the limbus-insertion distance of the extraocular muscles. *Arch Soc Esp Oftalmol.* 2016.
18. Lunz MH, Harrison R, Schenker HI. *Glaucoma Surgery.* Baltimore, MD: Williams & Wilkins; 1984.
19. Shields BM. *Textbook of Glaucoma.* Baltimore, MD: Williams & Wilkins; 1984.
20. Mills MD, Coats DK, Donahue SP, Wheeler DT, American Academy of O. Strabismus surgery for adults: a report by the American Academy of Ophthalmology. *Ophthalmology.* 2004;111(6):1255-62.
21. El-Sahn MF, Granet DB, Marvasti A, Roa A, Kinori M. Strabismus in Adults Older Than 60 Years. *J Pediatr Ophthalmol Strabismus.* 2016:1-4.
22. Shimauti AT, Pesci Lde T, Sousa RL, Padovani CR, Schellini SA. Strabismus: detection in a population-based sample and associated demographic factors. *Arq Bras Oftalmol.* 2012;75(2):92-6.
23. Kac MJ, Freitas Junior MB, Kac SI, Andrade EP. Frequency of ocular deviations at the strabismus sector of the Hospital do Servidor Público Estadual de São Paulo. *Arq Bras Oftalmol.* 2007;70(6):939-42.
24. De Camargo GB, Hida WT, Goldchmit M, Uesugui CF, de Souza-Dias CR. Paralytic strabismus: review of 24 years at "Santa Casa de Sao Paulo". *Arq Bras Oftalmol.* 2007;70(4):585-7.
25. Matsuo T, Matsuo C, Matsuoka H, Kio K. Detection of strabismus and amblyopia in 1.5 and 3-year-old children by a preschool vision-screening program in Japan. *Acta Med Okayama.* 2007;61(1):9-16.
26. Matsuo T, Matsuo C. The prevalence of strabismus and amblyopia in Japanese elementary school children. *Ophthalmic Epidemiol.* 2005;12(1):31-6.

27. Robaei D, Kifley A, Mitchell P. Factors associated with a previous diagnosis of strabismus in a population-based sample of 12-year-old Australian children. *Am J Ophthalmol*. 2006;142(6):1085-8.
28. Robaei D, Rose KA, Kifley A, Cosstick M, Ip JM, Mitchell P. Factors associated with childhood strabismus: findings from a population-based study. *Ophthalmology*. 2006;113(7):1146-53.
29. Keech RV, Scott WE, Christensen LE. Adjustable suture strabismus surgery. *J Pediatr Ophthalmol Strabismus*. 1987;24(2):97-102.
30. Hertle RW. Clinical characteristics of surgically treated adult strabismus. *J Pediatr Ophthalmol Strabismus*. 1998;35(3):138-45; quiz 67-8.
31. Astle AT, Foulsham T, Foss AJ, McGraw PV. Is the frequency of adult strabismus surgery increasing? *Ophthalmic Physiol Opt*. 2016;36(4):487-93.
32. Tripathi A, Haslett R, Marsh IB. Strabismus surgery: adjustable sutures-good for all? *Eye (Lond)*. 2003;17(6):739-42.
33. Awadein A, Sharma M, Bazemore MG, Saeed HA, Guyton DL. Adjustable suture strabismus surgery in infants and children. *J AAPOS*. 2008;12(6):585-90.
34. Vazquez CW, Munoz M. Overcorrection after adjustable suture suspension-recession of the inferior rectus muscle in non-thyroid eye disease. *Binocul Vis Strabismus Q*. 1999;14(2):103-6.
35. Park YC, Chun BY, Kwon JY. Comparison of the stability of postoperative alignment in sensory exotropia: adjustable versus non-adjustable surgery. *Korean J Ophthalmol*. 2009;23(4):277-80.
36. Altintas AG, Turker C, Levent GG, Cakmak HB, Simsek S. Competitive analysis of intraoperative adjustable suture with conventional suture technique in strabismus surgery. *Ann Ophthalmol (Skokie)*. 2006;38(4):297-303.
37. Haridas A, Sundaram V. Adjustable versus non-adjustable sutures for strabismus. *Cochrane Database Syst Rev*. 2013(7):CD004240.
38. McBain HB, MacKenzie KA, Au C, Hancox J, Ezra DG, Adams GG, et al. Factors associated with quality of life and mood in adults with strabismus. *Br J Ophthalmol*. 2014;98(4):550-5.
39. Mojon-Azzi SM, Potnik W, Mojon DS. Opinions of dating agents about strabismic subjects' ability to find a partner. *Br J Ophthalmol*. 2008;92(6):765-9.
40. Mojon-Azzi SM, Mojon DS. Strabismus and employment: the opinion of headhunters. *Acta Ophthalmol*. 2009;87(7):784-8.

41. Hatt SR, Leske DA, Bradley EA, Cole SR, Holmes JM. Development of a quality-of-life questionnaire for adults with strabismus. *Ophthalmology*. 2009;116(1):139-44 e5.
42. Glasman P, Cheeseman R, Wong V, Young J, Durnian JM. Improvement in patients' quality-of-life following strabismus surgery: evaluation of postoperative outcomes using the Adult Strabismus 20 (AS-20) score. *Eye (Lond)*. 2013;27(11):1249-53.
43. Jackson S, Harrad RA, Morris M, Rumsey N. The psychosocial benefits of corrective surgery for adults with strabismus. *Br J Ophthalmol*. 2006;90(7):883-8.
44. Ribeiro G de B, Bach AG, Faria CM, Anastasia S, Almeida HC. Quality of life of patients with strabismus. *Arq Bras Oftalmol*. 2014;77(2):110-3.
45. Wisnicki HJ, Repka MX, Guyton DL. Reoperation rate in adjustable strabismus surgery. *J Pediatr Ophthalmol Strabismus*. 1988;25(3):112-4.
46. Tramer MR, Fuchs-Buder T, Sansonetti A, Rifat K. Low incidence of the oculocardiac reflex and postoperative nausea and vomiting in adults undergoing strabismus surgery. *Can J Anaesth*. 1997;44(8):830-5.
47. Noel LP, Bloom JN, Clarke WN, Bawazeer A. Retinal perforation in strabismus surgery. *J Pediatr Ophthalmol Strabismus*. 1997;34(2):115-7.
48. Flanders M HM. Diagnosis and surgical management of strabismus associated with thyroid-related orbitopathy. *J Pediatr Ophthalmol Strabismus*. 1997;34:333-40.
49. Pollard ZF, Greenberg MF. Results and complications in 66 cases using a silicone tendon expander on overacting superior obliques with A- pattern anisotropias. *Binocul Vis Strabismus Q*. 2000;15(2):113-20.
50. Zhang ZH, Chen Y, Wang Y, Meng W, Fang HY, Xu DD, et al. Normative measurements of extraocular musculature by multislice computed tomography. *Chin Med Sci J*. 2013;27(4):232-6.
51. Le Moli R, Pluchino A, Muscia V, Regalbuto C, Luciani B, Squatrito S, et al. Graves' orbitopathy: extraocular muscle/total orbit area ratio is positively related to the Clinical Activity Score. *Eur J Ophthalmol*. 2012;22(3):301-8.
52. Alsuhaibani AH, Carter KD, Policeni B, Nerad JA. Effect of orbital bony decompression for Graves' orbitopathy on the volume of extraocular muscles. *Br J Ophthalmol*. 2011;95(9):1255-8.
53. Chen J, Kang Y, Deng D, Shen T, Yan J. Isolated Total Rupture of Extraocular Muscles. *Medicine (Baltimore)*. 2015;94(39):e1351.

54. Cho YA, Rah SH, Kim MM, Lee JY. Vertical rectus muscles transposition in large exotropia with medial rectus muscle transection following endoscopic sinus surgery. *Korean J Ophthalmol.* 2008;22(2):104-10.
55. Lueder GT. Orbital Causes of Incomitant Strabismus. *Middle East Afr J Ophthalmol.* 2015;22(3):286-91.
56. Loba P, Broniarczyk-Loba A, Pajak M, Majos A, Stefanczyk L, Orczykowska M. Morphometric parameters of extraocular rectus muscles evaluated by dynamic-multipositional magnetic resonance. *Eur J Ophthalmol.* 2015;25(5):373-8.
57. Wei Y, Kang XL, Del Monte MA. Enlargement of the superior rectus and superior oblique muscles causes intorsion in Graves' eye disease. *Br J Ophthalmol.* 2016;100(9):1280-4.
58. Morotomi T, Iuchi T, Hashimoto T, Sueyoshi Y, Nagasao T, Isogai N. Image analysis of the inferior rectus muscle in orbital floor fracture using cine mode magnetic resonance imaging. *J Craniomaxillofac Surg.* 2015;43(10):2066-70.
59. Suh SY, Le A, Demer JL. Size of the oblique extraocular muscles and superior oblique muscle contractility in Brown Syndrome. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2015;56(10):6114-20.
60. Tan RJ, Demer JL. Heavy eye syndrome versus sagging eye syndrome in high myopia. *J AAPOS.* 2015;19(6):500-6.
61. Fledelius HC, Zimmermann-Belsing T, Feldt-Rasmussen U. Ultrasonically measured horizontal eye muscle thickness in thyroid associated orbitopathy: cross-sectional and longitudinal aspects in a Danish series. *Acta Ophthalmol Scand.* 2003;81(2):143-50.
62. Zimmermann-Belsing T, Feldt-Rasmussen U, Fledelius H. Ultrasound measurement of the horizontal external eye muscles in patients with thyroid disease. Is orbital involvement associated with thyroid autoantibodies? *Eur J Ophthalmol.* 2002;12(5):351-8.
63. Fercher AF, Mengedoht K, Werner W. Eye-length measurement by interferometry with partially coherent light. *Opt Lett.* 1988;13(3):186-8.
64. Podoleanu AG. Optical coherence tomography. *Br J Radiol.* 2005;78(935):976-88.
65. Izatt JA, Hee MR, Swanson EA, Lin CP, Huang D, Schuman JS, et al. Micrometer-scale resolution imaging of the anterior eye in vivo with optical coherence tomography. *Arch Ophthalmol.* 1994;112(12):1584-9.



66. Radhakrishnan S, Rollins AM, Roth JE, Yazdanfar S, Westphal V, Bardenstein DS, et al. Real-time optical coherence tomography of the anterior segment at 1310 nm. *Arch Ophthalmol*. 2001;119(8):1179-85.
67. Sharma R, Sharma A, Arora T, Sharma S, Sobti A, Jha B, et al. Application of anterior segment optical coherence tomography in glaucoma. *Surv Ophthalmol*. 2014;59(3):311-27.
68. Tun TA, Baskaran M, Tan SS, Perera SA, Aung T, Husain R. Evaluation of the Anterior Segment Angle-to-Angle Scan of Cirrus High-Definition Optical Coherence Tomography and Comparison With Gonioscopy and With the Visante OCT. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2017;58(1):59-64.
69. Zheng X, Kamao T, Yamaguchi M, Sakane Y, Goto T, Inoue Y, et al. New method for evaluation of early phase tear clearance by anterior segment optical coherence tomography. *Acta Ophthalmol*. 2014;92(2):e105-11.
70. Thomas BJ, Galor A, Nanji AA, El Sayyad F, Wang J, Dubovy SR, et al. Ultra high-resolution anterior segment optical coherence tomography in the diagnosis and management of ocular surface squamous neoplasia. *Ocul Surf*. 2014;12(1):46-58.
71. Park KA, Lee JY, Oh SY. Reproducibility of horizontal extraocular muscle insertion distance in anterior segment optical coherence tomography and the effect of head position. *J AAPOS*. 2014;18(1):15-20.
72. Pihlblad MS, Erenler F, Sharma A, Manchandia A, Reynolds JD. Anterior Segment Optical Coherence Tomography of the Horizontal and Vertical Extraocular Muscles With Measurement of the Insertion to Limbus Distance. *J Pediatr Ophthalmol Strabismus*. 2016;53(3):141-5.
73. de-Pablo-Gomez-de-Liano L, Fernandez-Vigo JI, Ventura-Abreu N, Morales-Fernandez L, Fernandez-Perez C, Garcia-Feijoo J, et al. Spectral domain optical coherence tomography to assess the insertion of extraocular rectus muscles. *J AAPOS*. 2016;20(3):201-5.
74. Park DJJ KJ. Chapter 1. Topographic anatomy of the eye: an overview. In: Tasman W Jaeger EA eds. *Duane's Foundations of Clinical Ophthalmology*: Hagerstown, MD: Lippincott Williams & Wilkins; 2011.
75. Kushner BJ, Preslan MW, Vrabec M. Artifacts of measuring during strabismus surgery. *J Pediatr Ophthalmol Strabismus*. 1987;24(4):159-64.

76. Bizheva K, Hutchings N, Sorbara L, Moayed AA, Simpson T. In vivo volumetric imaging of the human corneo-scleral limbus with spectral domain OCT. *Biomed Opt Express*. 2011;2(7):1794-02.
77. Bland JM, Altman DG. Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. *Lancet*. 1986;1(8476):307-10.
78. Ramos JL, Li Y, Huang D. Clinical and research applications of anterior segment optical coherence tomography - a review. *Clin Experiment Ophthalmol*. 2009;37(1):81-9.
79. Li P, An L, Reif R, Shen TT, Johnstone M, Wang RK. In vivo microstructural and microvascular imaging of the human corneo-scleral limbus using optical coherence tomography. *Biomed Opt Express*. 2011;2(11):3109-18.

## 8. Anexos

## Anexo A: Aprovação do Comitê de Ética e Pesquisa

UNIVERSIDADE FEDERAL DE  
SÃO PAULO - UNIFESP/  
HOSPITAL SÃO PAULO



### PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

#### DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

**Título da Pesquisa:** Avaliação pré e pós-operatória da distância do limbo-inserção da musculatura ocular extrínseca com Spectral Domain OCT

**Pesquisador:** Julia Rossetto

**Área Temática:**

**Versão:** 2

**CAAE:** 34498214.7.0000.5505

**Instituição Proponente:** Universidade Federal de São Paulo - UNIFESP/EPM

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

#### DADOS DO PARECER

**Número do Parecer:** 777.128

**Data da Relatoria:** 03/09/2014

#### **Apresentação do Projeto:**

Conforme parecer CEP. 767782 de 27/8/2014

#### **Objetivo da Pesquisa:**

Conforme parecer CEP. 767782 de 27/8/2014

#### **Avaliação dos Riscos e Benefícios:**

Conforme parecer CEP. 767782 de 27/8/2014

#### **Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:**

Conforme parecer CEP. 767782 de 27/8/2014

#### **Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:**

Conforme parecer CEP. 767782 de 27/8/2014

#### **Recomendações:**

não existem recomendações

#### **Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:**

Pendências apontadas no parecer inicial:

**Endereço:** Rua Botucatu, 572 1º Andar Conj. 14

**Bairro:** VILA CLEMENTINO

**CEP:** 04.023-061

**UF:** SP

**Município:** SAO PAULO

**Telefone:** (11)5539-7162

**Fax:** (11)5571-1062

**E-mail:** cepunifesp@unifesp.br

UNIVERSIDADE FEDERAL DE  
SÃO PAULO - UNIFESP/  
HOSPITAL SÃO PAULO



Continuação do Parecer: 777.128

- 1) Adequar o cronograma no projeto na íntegra e na plataforma brasil
  
- 2) Quanto aos RISCOS descritos no projeto e na plataforma brasil (não há riscos) adequar  
Rever a informação dada no campo “Riscos” que indica que a pesquisa não pode causar riscos. Lembramos que qualquer pesquisa com seres humanos pode causar algum risco, por mínimo que seja. No que diz respeito a esta pesquisa, por exemplo, os procedimentos poderão causar riscos mínimos e desconfortos leves.
  
- 3) O TCLE está redigido em linguagem clara e acessível, utilizando-se das estratégias mais apropriadas à cultura, faixa etária, condição socioeconômica e autonomia dos convidados a participar da pesquisa. O CEP solicita acrescentar no TCLE: Deve estar descrito que uma via deverá ficar com o pesquisador e outra com o participante. Todas as páginas do TCLE deverão estar numeradas( ex: 1/4, 2/4, .....) e deve estar descrito tb  
que essas páginas deverão ser rubricadas pelo pesquisador principal e participante no momento da aplicação do TCLE.

Resposta:

- 1) Cronograma foi adequado no projeto e na plataforma Brasil.
  
- 2) Os RISCOS foram descritos no projeto, no TCLE e na plataforma Brasil como: os procedimentos poderão causar riscos mínimos e desconfortos leves.
  
- 3) Foi acrescentada no TCLE a descrição de que uma via deverá ficar com o pesquisador e outra com o participante e que todas as páginas deverão ser rubricadas pelo pesquisador principal e participante no momento da aplicação do TCLE.  
Todas as páginas do TCLE foram numeradas.

**Endereço:** Rua Botucatu, 572 1º Andar Conj. 14

**Bairro:** VILA CLEMENTINO

**CEP:** 04.023-061

**UF:** SP

**Município:** SAO PAULO

**Telefone:** (11)5539-7162

**Fax:** (11)5571-1062

**E-mail:** cepunifesp@unifesp.br

UNIVERSIDADE FEDERAL DE  
SÃO PAULO - UNIFESP/  
HOSPITAL SÃO PAULO



Continuação do Parecer: 777.128

**Situação do Parecer:**

Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

**Considerações Finais a critério do CEP:**

O CEP informa que a partir desta data de aprovação, é necessário o envio de relatórios parciais (anualmente), e o relatório final, quando do término do estudo.

SAO PAULO, 03 de Setembro de 2014

---

**Assinado por:**  
**José Osmar Medina Pestana**  
**(Coordenador)**

**Endereço:** Rua Botucatu, 572 1º Andar Conj. 14

**Bairro:** VILA CLEMENTINO

**CEP:** 04.023-061

**UF:** SP

**Município:** SAO PAULO

**Telefone:** (11)5539-7162

**Fax:** (11)5571-1062

**E-mail:** cepunifesp@unifesp.br

Study #: 20150332 Approval Date: 10/8/2015 Expiration Date: 6/29/2018

University of Miami - Medical Informed Consent Form

EPROST # 20150332

Consent to Participate in a Clinical Research Study

Title of Study: Measurement of the Distance Between the Limbus and Insertion of Extraocular Muscles Using Anterior Segment Optical Coherence Tomography

Principal Investigators: Hilda Capo, MD

Department: Ophthalmology

Phone Number: 305-326-6555

Email Address: hcapo@med.miami.edu

Study Contact Name: Hilda Capo, MD

Study Contact Telephone Number: 305-326-6555

Study Contact Email: hcapo@med.miami.edu

READ THE FOLLOWING CAREFULLY

This consent form contains important information, so that you can decide if you wish to take part in this study. If you have any questions that remain unanswered, please ask the study doctor or one of his/her research study personnel before signing this form.

You are being asked to give permission to participate in a research study because you are undergoing a strabismus evaluation at the Bascom Palmer Eye Institute. Before you give your consent (permission) to be part of this study, please read the following and ask as many questions as necessary to be sure that you understand what your participation will involve.

PURPOSE

The treatment of strabismus, or misaligned eyes, is often surgical. A better surgical plan would be possible if the location of the ocular muscles and the blood supply to the anterior part of the eye were known. The position of the muscle or the blood supply cannot be determined by an eye exam. This information is especially important in patients who have had prior strabismus surgery. In these patients, surgical reports may not be available or the muscle may be in a different location than expected and the blood flow could be decreased. Because of this, a test that could accurately locate the muscle and identify the blood vessels may be useful for designing the surgical plan, improving the success of the surgery, reducing operative time and intraoperative and postoperative complications. The purpose of this study is to find out if an instrument called anterior segment optical coherence tomography (AS-OCT) can measure the position of the ocular muscle and identify the blood vessels in the anterior portion of the eye. In patients that will have strabismus surgery we will

UNIVERSITY OF MIAMI HEALTH SYSTEM
Miami, FL 33136 (305) 243-4000

CLINICAL RESEARCH CONSENT FORM

Form D4000009E



NAME: \_\_\_\_\_

MRN: \_\_\_\_\_

AGE: \_\_\_\_\_ DOB: \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_



**University of Miami - Medical Informed Consent Form**

**EPROST # 20150332**

compare the measurements of the muscle position taken with the instrument to the measurements taken in surgery and compare the images of the blood vessels before and after surgery.

**NUMBER OF STUDY PARTICIPANTS**

We plan to include approximately two hundred fifty participants in this study.

**DURATION OF STUDY**

We expect that you will be in this research study during routinely scheduled clinic visits. For patients having strabismus surgery the exam will be repeated in the post-operative visit. We anticipate all subjects to be enrolled for three months after surgery or until the data collection has been completed.

**PROCEDURES**

1. If you agree to participate, a written consent will be obtained from you.
2. A review of your medical records will be performed to obtain demographics data, type of strabismus surgery, history of previous eye surgery, etc
3. The measurements of the position of your ocular muscles and/or anterior vasculature will be performed.
4. For patients that will have strabismus surgery, the location of the muscles will be measured as usual at the time of the surgery
5. After the surgery, measurements of the muscles and/or anterior vasculature will be repeated during routinely scheduled post-operative clinic visits.

**RISKS AND DISCOMFORTS**

There is no greater than minimal risk to the subjects as the result of participating in this study.

The instruments that will be used are commercially available, FDA approved, and normally used to evaluate the eye. There are no experimental procedures planned for the purpose of this study. All measurement procedures are non-invasive.

**BENEFITS**

Subjects have the potential benefit of an improved surgical plan based on the information obtained from the study. Measurements before the surgery could help localize the ocular muscle faster, and shorten the surgery time.

**UNIVERSITY OF MIAMI HEALTH SYSTEM**  
Miami, FL 33136 (305) 243-4000

NAME: \_\_\_\_\_

**CLINICAL RESEARCH CONSENT FORM**

MRN: \_\_\_\_\_

AGE: \_\_\_\_\_ DOB: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

Form  
D400009E



**University of Miami - Medical Informed Consent Form**

**EPROST # 20150332**

**ALTERNATIVES**

You have the alternative not to participate in this study. You can decide to stop participating in this study at any time. Not participating in this study will not affect your medical care.

**COSTS**

There will be no cost to you or your insurance company from participating in this study. You or your insurance company will be responsible for medical costs for surgery and clinical visits.

**INCENTIVES/PAYMENTS TO PARTICIPANTS**

You will not be paid for taking part in this study.

**COMPENSATION FOR STUDY-RELATED INJURY**

Although risk of injury is very small, if injury should occur, treatment will in most cases be available. If you have insurance, your insurance company may or may not pay for these costs. If you do not have insurance, or if your insurance company refuses to pay, you will be expected to pay. Funds to compensate for pain, expenses, lost wages and other damages caused by injury are not available

**VOLUNTARY PARTICIPATION / WITHDRAWAL FROM STUDY**

Your participation in this study is voluntary. You may refuse to participate, or withdraw from the study at any time, without penalty or loss of benefits to which you are otherwise entitled. This will not affect the medical care you receive from the study doctor or UM/Jackson Memorial Hospital. You do not waive any legal rights by signing this consent form. You must tell the study doctor if you wish to stop taking part in the study. Your participation in this study may be discontinued, without your consent, at any time by the study doctor, if he/she believes that participation in the study is no longer in your best interest. The Institutional Review Board (IRB), regulatory authorities, or the sponsor may also discontinue your participation in the study.

If you cancel your permission after you have started in the study, the study staff and the study doctor will stop collecting your health information. Although they will stop collecting new information about you, they may need to use the information they have already collected to evaluate the study results. If you start the study and then you cancel your permission, you will not be able to continue to participate in the study.

**UNIVERSITY OF MIAMI HEALTH SYSTEM**  
Miami, FL 33136 (305) 243-4000

NAME: \_\_\_\_\_

**CLINICAL RESEARCH CONSENT FORM**

MRN: \_\_\_\_\_

AGE: \_\_\_\_\_ DOB: \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_

Form  
D400009E



**University of Miami - Medical Informed Consent Form**

**EPROST # 20150332**

**CONFIDENTIALITY**

By signing this consent, you authorize the Investigator(s) and his/her/their staff to access your medical records and associated information as may be necessary for purposes of this study. Your records and results will not be identified as pertaining to you in any publication without your expressed permission. The Investigator and his/her collaborators, staff will consider your records confidential to the extent permitted by law. The Food and Drug Administration (FDA), Department of Health and Human Services (DHHS) and your health care providers, including authorized University or Hospital staff not involved in the study may review these research records. Your records may also be reviewed for audit purposes by authorized University of Miami employees or other agents who will be bound by the same provisions of confidentiality.

**INCLUSION OF CERTAIN STUDY TEST AND PROCEDURE RESULTS IN YOUR MEDICAL RECORD**

If you have been a patient at a University of Miami facility, then you will have a University of Miami medical record. The University of Miami has implemented an electronic medical record system known as UChart, which will improve access to information important to your medical care.

Records will only be accessed by study personnel for the purpose of obtaining and analyzing study data. Data will be coded and stored separately from your medical record number so that no protected health information will be accessible. Since this study is related to your medical care, the University of Miami electronic system will show that you are a research participant and the consent form you sign will be included in your electronic medical record. In order to provide as complete a record as possible, some of your study-related research information may also be placed in your University of Miami medical record. This information will be available to University of Miami health-care providers and other authorized University of Miami staff who may not be engaged in the research study but who are involved in the provision of your medical care. The confidentiality of the results and other documents in the University of Miami medical record will be governed by laws, such as HIPAA, that concern medical records. It is suggested that you tell any non-University of Miami provider that you are participating in University of Miami research and that this information may be made available at your request. The study site personnel may use your information to notify you of appointments, send you appointment reminders, or schedule additional appointments.

**UNIVERSITY OF MIAMI HEALTH SYSTEM**  
Miami, FL 33136 (305) 243-4000

NAME: \_\_\_\_\_

**CLINICAL RESEARCH CONSENT FORM**

MRN: \_\_\_\_\_

AGE: \_\_\_\_\_ DOB: \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_

Form  
D400009E



**University of Miami - Medical Informed Consent Form****EPROST # 20150332**

All acquired images of measurements will be stored in the Bascom Palmer Eye Institute MERGE/OIS clinical imaging storage system, which is secured against unauthorized access. This information will be available to University of Miami health-care providers and other authorized University of Miami staff who may not be engaged in the research study but who are involved in the provision of your medical care. The confidentiality of the results and other documents in the University of Miami medical record will be governed by laws, such as HIPAA, that concern medical records.

All background information will be entered into REDCAP data capturing system by one of the investigators and be accessible only to the investigators (<http://www.project-redcap.org/>).

A description of this clinical trial will be available on <http://www.ClinicalTrials.gov>, as required by U.S. Law. This Web site will not include information that can identify you. At most, the Web site will include a summary of the results. You can search this Web site at any time.

**WHOM TO CONTACT**

If at any time you have any questions about the study, you may contact Dr. Hilda Capo at 305-326-6555 or Dr. Kara Cavuoto at 305-326-6324.

In case of study-related injury, please contact Dr. Hilda Capo at 305-326-6555 or Dr. Kara Cavuoto at 305-326-6324.

If you have any questions relating to your child's rights as a research subject, please contact **the University of Miami's HUMAN SUBJECTS RESEARCH OFFICE (HSRO)**, at **305-243-3195**.

**AGREEMENT OF DECISION TO PARTICIPATE**

You will receive a copy of this signed informed consent form.

*I have read this consent, which is printed in English (a language which I read and understand). This study has been explained to my satisfaction and all of my questions relating to the study procedures, risks and discomforts, and side effects have been answered. If I have any further questions regarding this study, or in the event of a study-related injury, I should contact the appropriate person named above. Based on this information, I voluntarily agree to give permission (consent) to take part in this study.*

**UNIVERSITY OF MIAMI HEALTH SYSTEM**  
Miami, FL 33136 (305) 243-4000

**CLINICAL RESEARCH CONSENT FORM**

NAME: \_\_\_\_\_

MRN: \_\_\_\_\_

AGE: \_\_\_\_\_ DOB: \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_

Form  
D400009E

Study #: 20150332 Approval Date: 10/8/2015 Expiration Date: 6/29/2018

**University of Miami - Medical Informed Consent Form**  
**EPROST # 20150332**

\_\_\_\_\_  
Signature of Participant

\_\_\_\_\_  
Printed Name of Participant

\_\_\_\_\_  
Date

\_\_\_\_\_  
Signature of Person Obtaining Consent

\_\_\_\_\_  
Printed Name of Person Obtaining Consent

\_\_\_\_\_  
Date

**UNIVERSITY OF MIAMI HEALTH SYSTEM**  
Miami, FL 33136 (305) 243-4000

**CLINICAL RESEARCH CONSENT FORM**

Form  
D400009E



NAME: \_\_\_\_\_

MRN: \_\_\_\_\_

AGE: \_\_\_\_\_ DOB: \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_





# Accuracy of Optical Coherence Tomography Measurements of Rectus Muscle Insertions in Adult Patients Undergoing Strabismus Surgery

JULIA D. ROSSETTO, KARA M. CAVUOTO, NORMA ALLEMANN, CRAIG A. MCKEOWN, AND HILDA CAPÓ

- **PURPOSE:** To assess the accuracy of anterior segment optical coherence tomography (AS-OCT) in measuring the distance of extraocular muscle (EOM) insertion to the limbus to improve preoperative assessment of adult patients undergoing strabismus surgery.
- **DESIGN:** Reliability analysis.
- **METHODS:** SETTING: An institutional practice. PATIENT POPULATION: Seventy-four adult patients scheduled for strabismus surgery on rectus muscles. OBSERVATION PROCEDURE: The distance between the EOM insertion and the limbus was measured preoperatively with AS-OCT. The value was compared with the intraoperative measurement obtained with calipers. Additional measurements included the limbus–anterior chamber angle distance with AS-OCT and the axial length with IOLMaster. MAIN OUTCOME MEASURE: Agreement between preoperative AS-OCT and intraoperative measurements. A difference of  $\leq 1$  mm was “clinically acceptable.”
- **RESULTS:** A total of 144 muscles were analyzed. Thirty-one of 33 reoperated muscles were successfully imaged. AS-OCT measurements were within 1 mm of intraoperative measurements in 77% of all muscles. The accuracy was higher for muscles with no prior surgery (83%), as compared with reoperated muscles (58%). Although the accuracy decreased when comparing reoperations to primary surgeries for the medial (79% to 63%;  $P = .09$ ; 95% confidence interval [CI],  $-1.38$  to  $0.11$ ) and the lateral rectus (81% to 49%;  $P = .11$ ; 95% CI,  $-2.06$  to  $0.22$ ), the difference was not significant. No correlation between limbus–anterior chamber angle distance and axial length was established.
- **CONCLUSIONS:** AS-OCT is valuable in identifying EOM insertions in primary strabismus surgeries, but the accuracy decreases in reoperations. (Am J Ophthalmol 2017;176:236–243. © 2017 Elsevier Inc. All rights reserved.)



Supplemental Material available at [AJO.com](http://AJO.com).

Accepted for publication Jan 25, 2017.

From the Department of Ophthalmology, Bascom Palmer Eye Institute, University of Miami Miller School of Medicine, Miami, Florida (J.D.R., K.M.C., C.A.M., H.C.); and Department of Ophthalmology and Visual Sciences, Federal University of São Paulo, São Paulo, Brazil (J.D.R., N.A.).

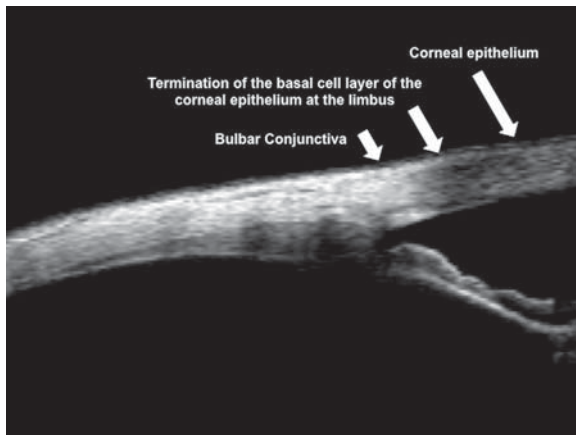
Inquiries to Hilda Capó, Department of Ophthalmology, Bascom Palmer Eye Institute, University of Miami Miller School of Medicine, 900 NW 17th St, Miami, FL 33136; e-mail: [hcapo@med.miami.edu](mailto:hcapo@med.miami.edu)

**A**N IMPORTANT STEP IN ANY STRABISMUS PROCEDURE is to locate the insertion of the muscle, which may be difficult in patients who have undergone prior strabismus or orbital surgery. Computed tomography,<sup>1</sup> magnetic resonance imaging,<sup>2–4</sup> and conventional A-scan ultrasonography have been used to image the extraocular muscles<sup>5</sup>; however, these modalities fail to establish the muscle’s distance from the limbus with useful precision. The first imaging modality reported to measure the muscle’s distance from the limbus accurately was ultrasound biomicroscopy (UBM).<sup>6–10</sup> The accuracy of determining the muscle’s location was within 1 mm in 80.5%–100% of primary surgeries and 62.5%–78.6% of reoperations.<sup>7–10</sup> More recently, anterior segment optical coherence tomography (AS-OCT) has been used to evaluate the precise location of extraocular muscle insertions. Six studies in the literature demonstrate that AS-OCT can be used to assess the extraocular muscular insertion<sup>11–16</sup>; however, only 3 studies compare the AS-OCT measurements with surgical measurements.<sup>11–13</sup>

Our study presents the largest reported series using AS-OCT to locate extraocular muscle insertions and comparing the findings with intraoperative measurements in adult patients undergoing either primary or repeat strabismus surgery. We assessed the accuracy of AS-OCT by comparing the distance measured from the limbus to the insertion of vertical and horizontal rectus muscles with intraoperative measurement with calipers. In addition, we investigated the accuracy of using the limbus as an AS-OCT landmark instead of the anterior chamber angle landmark.

## METHODS

THIS SINGLE-CENTER RELIABILITY ANALYSIS WAS adherent to the tenets of the Declaration of Helsinki and was prospectively approved by the Institutional Review Board of the University of Miami Leonard M. Miller School of Medicine. After a full explanation of the procedures involved in the study, consent was obtained from all participants in compliance with the Health Insurance Portability and Accountability Act and the Clinical Trials Registration (identifier: NCT02454920; location: Bascom Palmer Eye Institute).



**FIGURE 1.** Cross-sectional anterior segment optical coherence tomography image showing the limbus landmarks used for measurement.

All patients  $\geq 18$  years old who underwent strabismus surgery at Bascom Palmer Eye Institute from July 2015 to December 2015 were invited to participate in the study. Patients with previous strabismus surgeries or non-strabismus ocular surgeries (such as a glaucoma drainage implant or a scleral buckle), previous orbital surgeries (such as intracranial tumor removal or orbital decompression for thyroid eye disease), or paralytic or restrictive strabismus were included.

• **MEASUREMENT TECHNIQUE:** The distance from the EOM insertion to the limbus was measured preoperatively using the AS-OCT (Visante; Carl Zeiss Meditec, Dublin, California, USA). One operator (J.R.) performed all AS-OCT measurements on the last preoperative visit or on the day of surgery. Two surgeons (H.C., C.M.) performed all intraoperative measurements. AS-OCT measurements were subsequently compared with an intraoperative measurement with calipers. All examiners were masked to each other's measurements.

To perform the AS-OCT measurements, the patients were instructed to gaze at a fixation light in the direction opposite the muscle being analyzed to provide the best exposure of the muscle tendon. For example, the medial rectus was analyzed with the eye in full abduction. A longitudinal scan allowing simultaneous visualization of the limbus and the muscle insertion was obtained with a scanning plane parallel to the long axis of the muscle (0–180 degrees for the horizontal and 90–270 degrees for the vertical recti). The insertion site was defined as the end of the cleft between the muscle tendon and the sclera, and the external limbus as the transition between the corneal epithelium and the conjunctiva epithelium, as described by Bizheva and associates (Figure 1).<sup>17</sup> The caliper function of the AS-OCT was then used to quantify the distance between these landmarks. Three consecutive readings were recorded and the average was used for data analysis.

To determine the relationship between the limbus and axial length of the eye, the distance between the external limbus and the anterior chamber angle was measured and compared with the axial length of the corresponding eye. The axial length was measured using noncontact partial-coherence interferometry (PCI; IOL Master 500, ver 7.7; Carl Zeiss Meditec AG, Jena, Germany).

During surgery, the surgeon located and exposed the muscle tendon using a Jameson muscle hook. A Castroviejo caliper was used to measure with a 0.5-mm precision the distance from the limbus (transitional zone between clear cornea and opaque sclera) to the center of the insertion immediately anterior to the hook, without applying forceps to the insertion and before tendon disinsertion. This measurement was repeated after tendon disinsertion to assess the insertion displacement. The surgeons were not aware of the AS-OCT measurements at the time of intraoperative measurement.

• **STATISTICAL ANALYSIS:** Intraoperative measurement of the muscle insertion location before muscle disinsertion using calipers was considered the gold standard. A difference of  $\leq 1$  mm between the 2 methods was considered acceptable, in accordance with prior studies.<sup>6–9,11,12</sup> The characteristics of the strabismus were documented and compared for statistical analysis. A Wilcoxon signed rank test was performed to compare covariates such as axial length, prior strabismus surgery, and prior ocular surgery of any type. The Bland-Altman analysis, the standard method of comparing a new measurement technique to an existing one, was performed to assess agreement between measurements. A difference within  $\pm 1.96$  standard deviation (SD) from the mean was considered to be a good agreement. Statistical analysis was performed using standard statistical software (Microsoft Excel ver 14.0.0; Statistical Package for Social Science, SPSS V17; SPSS Inc, Chicago, Illinois, USA).

## RESULTS

SEVENTY-FOUR PATIENTS WERE INCLUDED IN THE STUDY, OF which 52.7% were female. The patients ranged from 18 to 78 years of age (mean age  $\pm$  SD:  $45.6 \pm 16.9$  years). The axial length (AL) ranged from 20.7 to 29 mm (mean AL  $\pm$  SD:  $23.9 \pm 1.4$ ). The refractive error varied from  $-14.0$  to  $+5.0$  diopters in spherical equivalent (SE) (mean SE  $\pm$  SD:  $-0.7 \pm 3.2$ ).

Preoperatively, 55 patients presented with horizontal strabismus (29 esotropia, 26 exotropia), 7 with vertical strabismus, and 12 with a combined horizontal and vertical deviation. Both horizontal and vertical muscles were imaged in cases in which combined horizontal and vertical strabismus surgery was performed. Fifty-four patients had concomitant strabismus, 6 had paralytic strabismus, and

**TABLE 1.** Preoperative Optical Coherence Tomography and Intraoperative Measurements, Distance From Limbus to Anterior Chamber Angle, and Axial Length

Rectus Muscles	Medial	Lateral	Superior	Inferior
Limbus to insertion, OCT preoperative				
Mean (SD)	6.74 (1.92)	7.82 (1.82)	7.36 (0.42)	6.51 (0.65)
Range	4.6–12.7	6.3–14.6	6.7–7.8	5.8–7.4
Limbus to insertion, intraoperative				
Mean (SD)	6.80 (2.06)	7.85 (2.36)	7.35 (0.47)	6.38 (0.58)
Range	4.0–12.0	5.0–14.5	7.0–8.5	5.0–7.0
Difference between OCT and intraoperative measurements				
Mean bias (SD)	–0.06 (1.2)	–0.03 (1.3)	0.01 (0.5)	0.14 (0.6)
Range	–2.7–3.2	–5.2–2.6	–0.8–0.8	–0.6–0.9
<i>P</i> value (CI)	.69 (–2.3, 2.2)	.86 (–2.9, 2.9)	.95 (–1.0, 1.0)	.56 (–1.1, 1.4)
Decrease in distance following disinsertion				
Mean (SD)	0.73 (0.51)	0.88 (0.75)	1.0 (0.62)	0.62 (0.58)
Range	–0.5–2.0	0–4.5	0–2.0	0–1.5
Distance from limbus to AC angle, n (%) <sup>a</sup>				
0.00–0.50	0	1 (2%)	0	0
0.51–1.00	18 (29%)	26 (41%)	0	1 (14%)
1.01–1.50	36 (58%)	35 (55%)	1 (10%)	4 (57%)
>1.50	8 (13%)	2 (3%)	9 (90%)	2 (29%)
Correlation between limbus AC angle and AL, R ( <i>P</i> value)				
	0.18 (.17)	0.16 (.22)	–0.02 (.96)	–0.02 (.96)
Correlation between preoperative OCT and intraoperative measurement				
R	0.84	0.84	0.32	0.47
<i>P</i> value	<.001	<.001	.38	.24

AC = anterior chamber; AL = axial length; CI = confidence interval; OCT = optical coherence tomography; SD = standard deviation.

<sup>a</sup>Measurement from 1 inferior rectus muscle not available.

14 had restrictive strabismus. Thirty patients had no previous ophthalmologic procedure, 34 had prior strabismus surgery, 5 had ocular non-strabismus surgery (glaucoma drainage implant or scleral buckle), and 5 had orbital surgery (orbital tumor removal/biopsy and orbital decompression).

Nine muscles (7 inferior and 2 medial) could not be imaged by AS-OCT owing to severe limitations in ductions, either because of the restrictive nature of the disease process (5 thyroid eye disease, 1 adhesion after orbital dermoid removal, and 1 head trauma) or owing to a paralytic process (1 sixth and 1 third cranial nerve palsy).

After exclusion of the muscles that could not be imaged owing to limited ductions, a total of 144 muscles were analyzed, including 31 reoperated muscles. Table 1 shows preoperative AS-OCT and intraoperative measurements before and after disinsertion, as well as distance from limbus to anterior chamber angle and axial length. Figure 2 graphically compares AS-OCT and intraoperative measurements of muscle insertions.

• **MEDIAL AND LATERAL RECTUS:** AS-OCT measurements correlated strongly with intraoperative measurements for the medial and lateral rectus muscles ( $r = 0.84$ ;  $P < .001$  for each). The difference between the AS-OCT and surgical measurements was not statistically significant ( $P = .69$  for the medial rectus and  $P = .37$  for the lateral rectus, paired  $t$  test). Overall, 75% of the measurements were within 1 mm for both the medial and the lateral rectus (Table 2). The percentage of measurements within the acceptable difference in medial rectus without prior surgery was 79% and decreased to 63% in those with previous surgery, although the difference did not reach statistical significance ( $P = .09$ ; 95% CI, –1.38 to 0.11). The lateral rectus muscles showed an even greater difference in percentage between muscles without (81%) and those with (49%) prior surgery, but the difference was also not significant ( $P = .11$ ; 95% CI, –2.06 to 0.22).

A Bland-Altman analysis demonstrated no relationship between the magnitude of the discrepancy between OCT-intraoperative measurements and the limbus-insertion distance for the medial rectus (Figure 2);



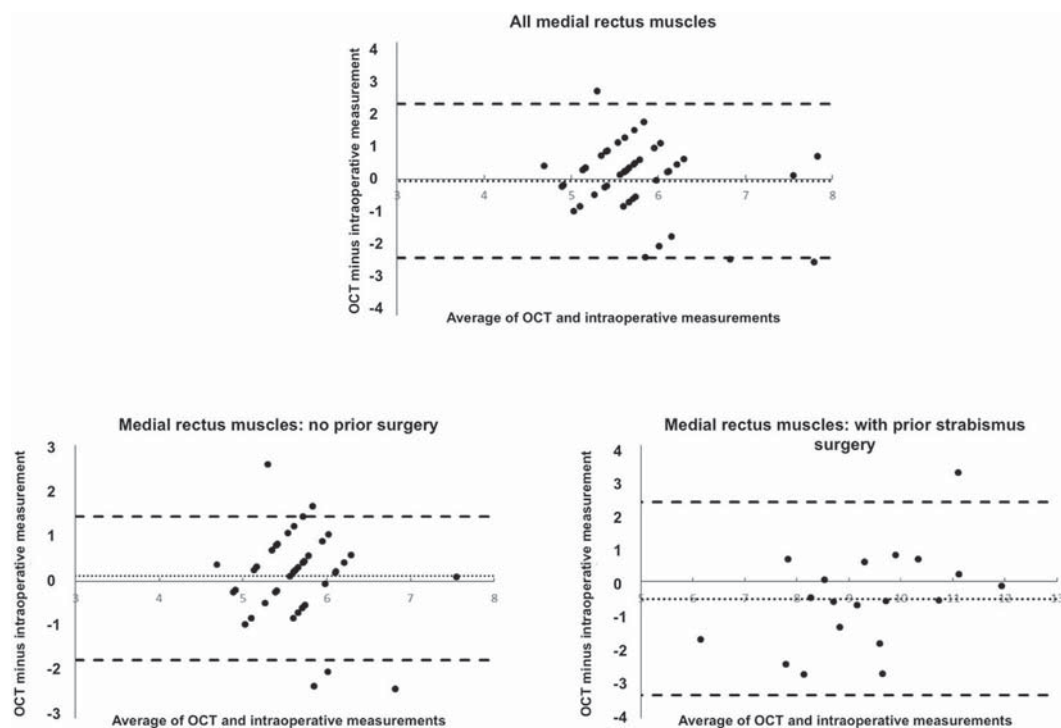


FIGURE 2. Bland-Altman plot of medial rectus muscle comparing anterior segment optical coherence tomography and surgical caliper measurements.

however, the OCT tended to underestimate the intraoperative measurement at larger distances from the limbus for the lateral rectus, especially larger than 8 mm ( $r = -0.431$ ;  $P < .001$ ; Figure 3).

- **SUPERIOR AND INFERIOR RECTUS:** Overall, no substantial discrepancies were observed between the AS-OCT and the intraoperative measurements for the vertical rectus muscles. The correlation between the preoperative and intraoperative measurements was  $r = 0.32$  ( $P = .38$ ) for the superior rectus and  $r = 0.47$  ( $P = .24$ ) for the inferior rectus. The differences between the AS-OCT and surgical measurements were all within 1 mm for the vertical rectus muscles, too narrow a range for a meaningful Bland-Altman analysis. Both the narrow range of the measurements and the small sample size likely contributed to the failure to observe correlations between the measurements.

- **OTHER MEASUREMENTS:** The distance from the limbus to the anterior chamber angle was  $\leq 1$  mm in 29% of the medial (mean = 1.17 mm, 95% CI, 1.10–1.24), 43% of the lateral (mean = 1.05, 95% CI, 0.99–1.12), and 14% of the inferior rectus muscles (mean = 1.34, 95% CI, 1.08–1.60); for the superior rectus muscles, all distances were larger than 1.00 mm. No correlation between AS-OCT anterior chamber angle to limbus distance and axial length was established for any of the extraocular

muscles. The distance from the limbus to the muscle insertion systematically decreased after muscle disinsertion (Table 1).

## DISCUSSION

ADULT PATIENTS FREQUENTLY PRESENT FOR STRABISMUS evaluation after previous ocular surgery or trauma, causing uncertainty as to the location of the tendon insertion. A reliable diagnostic test to define the muscle insertion location is extremely valuable in the context of planning strabismus surgery.

Previous UBM reports assessing its accuracy compared with intraoperative measurements showed good to very good agreement with Bland-Altman analysis. In prior studies, 90.3%–100% of all measurements were within 1 mm,<sup>8,9</sup> with 87.5%–100% for primary strabismus surgeries<sup>10</sup> and 62.5%–80.5% for reoperations.<sup>7,10</sup> Based on these results, Dai and associates reported the UBM to be accurate in reoperations with good to excellent agreement.<sup>7</sup> In contrast, Thakur and associates concluded that UBM is inaccurate for predicting the insertion in reoperations.<sup>10</sup> Also, Ngo and associates have suggested that the wide-field UBM might be more discerning than the AS-OCT in separating scarred muscles from sclera in reoperations.<sup>12</sup>

**TABLE 2.** Difference Between Optical Coherence Tomography and Intraoperative Measurements

Rectus Muscles	Medial	Lateral	Superior	Inferior
<b>All muscles,<sup>a</sup> n (%)</b>				
<−2.0	5 (8%)	7 (11%)	0	0
<−1.0 to −2.0	4 (6%)	1 (2%)	0	0
<−0.5 to −1.0	10 (16%)	2 (3%)	2 (20%)	2 (25%)
−0.5 to +0.5	26 (43%)	33 (52%)	6 (60%)	3 (38%)
>0.5 to 1.0	10 (16%)	13 (20%)	2 (20%)	3 (38%)
>1.0 to 2.0	5 (8%)	7 (11%)	0	0
>2.0	2 (3%)	1 (2%)	0	0
N OCT images insufficiently clear to measure	2	0	0	7
<b>No prior muscle surgery,<sup>a</sup> n (%)</b>				
<−2.0	2 (5%)	2 (4%)	0	0
<−1.0 to −2.0	1 (2%)	1 (2%)	0	0
<−0.5 to −1.0	6 (14%)	1 (2%)	2 (20%)	2 (25%)
−0.5 to +0.5	22 (51%)	29 (56%)	6 (60%)	3 (38%)
>0.5 to 1.0	6 (14%)	12 (23%)	2 (20%)	3 (38%)
>1.0 to 2.0	5 (12%)	7 (13%)	0	0
>2.0	1 (2%)	0	0	0
N OCT images insufficiently clear to measure	1	0	0	6
<b>Prior muscle surgery,<sup>a</sup> n (%)</b>				
<−2.0	3 (16%)	5 (43%)	0	0
<−1.0 to −2.0	3 (16%)	0	0	0
<−0.5 to −1.0	4 (21%)	1 (8%)	0	0
−0.5 to +0.5	4 (21%)	4 (33%)	0	0
>0.5 to 1.0	4 (21%)	1 (8%)	0	0
>1.0 to 2.0	0	0	0	0
>2.0	1 (5%)	1 (8%)	0	0
N OCT images insufficiently clear to measure	1	0	0	1

OCT = optical coherence tomography.  
<sup>a</sup>Highlighted sections indicate OCT measurements that fall within 1 mm of the intraoperative measurement.

Only 3 prior studies have been published discussing AS-OCT accuracy in comparison with intraoperative measurements, and only 2 of these included reoperations.<sup>11–13</sup> One study examined primary strabismus surgery, in which the muscle insertion was measured intraoperatively after tendon disinsertion and showed good agreement with the Bland-Altman analysis, with 92% of measurements within 1 mm.<sup>11</sup> The second study analyzed both primary surgeries and reoperations and showed good agreement with Bland-Altman analysis, with 90.3% of measurements within 1 mm. However, this study included only 9 reoperations, which accounted for 11.3% of imaged muscles. The ability to image previously operated muscles was 78.8%, compared with 93.9% in our study.<sup>12</sup> The third study found good agreement between spectral-domain AS-OCT and direct intraoperative measurements in 22 horizontal muscles of healthy patients with no previous surgery.<sup>13</sup> Besides presenting a small sample of reoperated muscles, these aforementioned studies did not analyze those muscles separately, therefore overestimating their accuracy in reoperations.<sup>12,13</sup>

Our study evaluated the accuracy of AS-OCT in predicting the intraoperative distance of an extraocular rectus muscle insertion from the limbus. We found that 77.1% of AS-OCT measurements were within 1 mm of intraoperative measurements, a clinically acceptable difference applied in prior studies.<sup>6–12</sup> Analyzing muscles undergoing primary strabismus surgery, we found that 83.2% of measurements were within 1 mm. For muscles with previous strabismus surgery, the accuracy decreased to 58.1%; however, 93.5% (29/31) of measurements were within 2 mm for reoperated muscles. Bland-Altman analysis of the lateral rectus muscles showed a greater tendency of AS-OCT to underestimate the distance from the limbus. This difference proportionally increased the greater the distance of the muscle insertion from the limbus, particularly for the lateral rectus. This is likely because the precision of the AS-OCT decreases as the distance from the limbus increases. In our study, the farthest insertion measured with AS-OCT was 14.6 mm for the lateral rectus and 12.7 mm for the medial rectus, as compared with

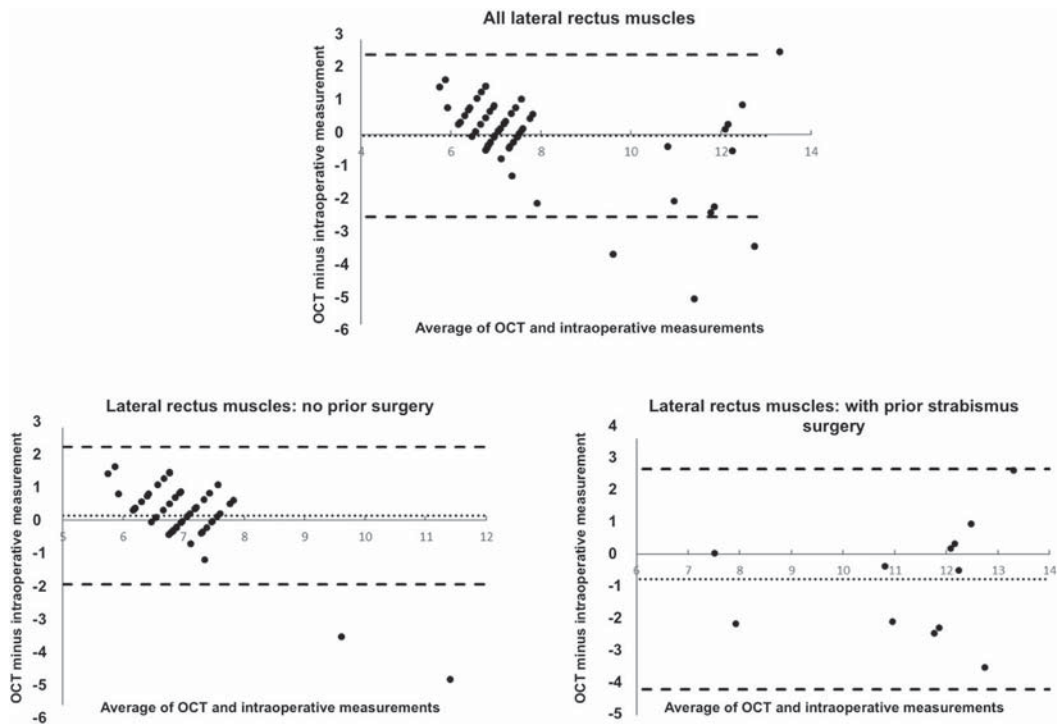


FIGURE 3. Bland-Altman plot of lateral rectus muscle comparing anterior segment optical coherence tomography and surgical caliper measurements.

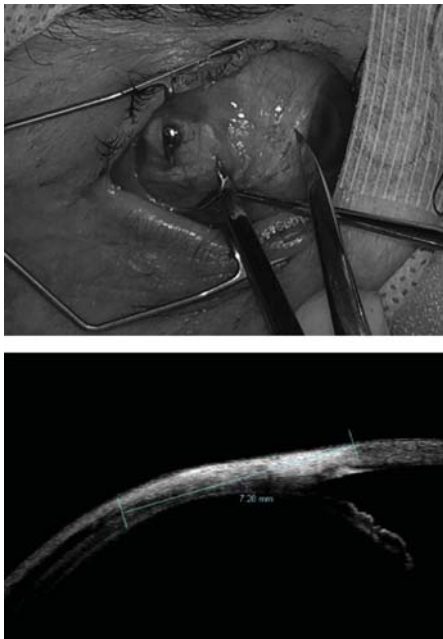
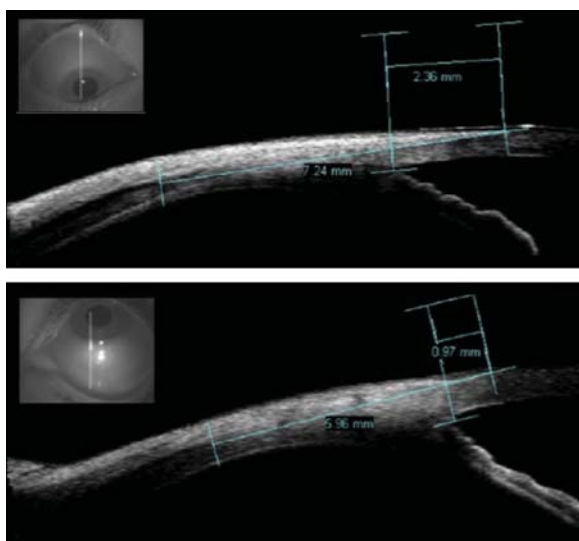


FIGURE 4. Right eye of a patient with previous scleral buckle implantation. (Top) Surgical photograph showing the measurement of the muscle tendon insertion at 7.5 mm with calipers compared with the effective insertion with the muscle hook. (Bottom) Anterior segment optical coherence tomography image showing the distance from the limbus to the insertion.

13.5–14 mm for the lateral rectus and 11.2–12 mm for the medial rectus in previous studies.<sup>7,9,10,12</sup>

In patients with prior non-strabismus surgery, the largest differences were seen in those with a scleral buckle implant, in whom the muscle was noted to be scarred posterior to the silicone band intraoperatively. Although AS-OCT measured the anatomic insertion, it was unable to identify the “functional” insertion (Figure 4). For this reason, the measurements tended to underestimate the distance by up to 5.2 mm, as the AS-OCT was unable to differentiate the original insertion from the scarred tendon. In addition, it was difficult to distinguish the muscle insertion from the implant, as both appear hyporeflective on AS-OCT.

Prior studies stated that the limbus could not be well defined on AS-OCT and thus resorted to the anterior chamber angle as an alternative reference.<sup>11,12,14</sup> Traditionally, these studies added 1 mm to the distance of the anterior chamber to the muscle tendon insertion and had a tendency to overestimate the intraoperative distance. Our study suggests that the 1 mm correction proposed in the literature may be insufficient, since the majority of measurements were  $>1$  mm. This is a particularly crucial issue, because AS-OCT is able to demonstrate the variable location of the limbus in relation to the anterior chamber angle in the same eye (Figure 5). Recognizing the systematic error introduced by using the



**FIGURE 5.** Anterior segment optical coherence tomography imaging showing the difference in the limbus to anterior chamber angle distance for the superior (Top) and inferior (Bottom) rectus muscles.

anterior chamber, more recent studies have validated the use of the limbus as a landmark with spectral-domain OCT.<sup>13,15,16</sup> Overall, our study agrees that the external limbus was clearly seen with the AS-OCT and therefore may provide a more accurate reference point from which to measure the muscle insertion.<sup>17–19</sup>

The strengths of our study include the fact that we have a large series of adult patients, encompassing both prior strabismus and other ocular or orbital surgeries compared with intraoperative measurements. No other studies have analyzed previously operated muscles separately. We have also demonstrated that it is possible to image the extraocular muscle insertion as far from the limbus as 14.6 mm for

the lateral rectus and 12.7 mm for the medial rectus, which is further than prior studies. Our study also validates the use of the limbus as a measurement landmark, both with AS-OCT and intraoperatively. This is particularly useful for the superior rectus, where the limbus is often extended, and in the presence of anterior chamber changes, in which angle landmarks may be distorted.

The limitations of the study include the absence of comparative evaluation with UBM, which might have helped in distinguishing pseudotendon and scarred tissue. This could possibly reduce the error in cases with scleral buckle implants and help to validate the AS-OCT measurement. Second, time-domain OCT was used because of its deeper tissue penetration than spectral-domain OCT, despite its slower image acquisition and lower image resolution. Third, only 53.3% of the inferior rectus muscle insertions were measurable by AS-OCT. The muscles that could not be measured were mainly in cases of restrictive strabismus (4 thyroid disease, 1 trauma, and 1 after orbital dermoid removal). We attribute this to the limited ductions associated with paralytic and restrictive strabismus. In addition, there is a known inherent imprecision associated with surgical calipers, as their resolution is limited to 0.5 mm, whereas the resolution of the AS-OCT is 0.01 mm. Lastly, although a standard measurement method and consistent measurement technique were implemented, the use of a muscle hook might alter the muscle insertion.

In conclusion, AS-OCT could be valuable in the preoperative evaluation of patients with prior strabismus surgery. We successfully imaged 31 of 33 (93.9%) reoperated muscles. We accurately identified muscle tendon insertions within 1 mm in only 58.1% of reoperated muscles; however, 93.5% of muscle tendon insertions were within 2 mm, which may be clinically useful in surgical planning. This information should be kept in mind when interpreting AS-OCT EOM measurements.

**FUNDING/SUPPORT:** CAPES FOUNDATION, MINISTRY OF EDUCATION OF BRAZIL, BRASÍLIA, BRAZIL. **FINANCIAL DISCLOSURES:** Julia D. Rossetto was funded by CAPES Foundation, Ministry of Education of Brazil, Brasília, Brazil. Kara M. Cavuoto was supported by NIH Center Core Grant P30EY014801, Research to Prevent Blindness Unrestricted Grant. Craig A. McKeown was supported by NIH Center Core Grant P30EY014801, Research to Prevent Blindness Unrestricted Grant. Hilda Capó was supported by NIH Center Core Grant P30EY014801, Research to Prevent Blindness Unrestricted Grant. The following author has no financial disclosures: Norma Allemann. All authors attest that they meet the current ICMJE criteria for authorship.

The authors acknowledge Alessandro Mazzoni, who assisted with the statistical analysis, from Faculdade de Ciências da Saúde de São Paulo, São Paulo, Brazil; Sara F. Grace, MD, Carla Osigian Probst, MD, and Daniel Gologorsky, MD, who helped in editing the manuscript, from Bascom Palmer Eye Institute, Miami, Florida; and Rubens Belfort Jr, MD, Tomás F.S. de Mendonça, MD, and Augusto Paranhos Jr, MD, who contributed to the design of the study, from Federal University of Sao Paulo, São Paulo, Brazil.

## REFERENCES

- Ozgen A, Ariyurek M. Normative measurements of orbital structures using CT. *AJR Am J Roentgenol* 1998;170(4): 1093–1096.
- Cadera W, Viirre E, Karlik S. Cine magnetic resonance imaging of ocular motility. *J Pediatr Ophthalmol Strabismus* 1992; 29(2):120–122.
- Tian S, Nishida Y, Isberg B, Lennerstrand G. MRI measurements of normal extraocular muscles and other orbital structures. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 2000;238(5): 393–404.
- Ettl A, Kramer J, Daxer A, Koornneef L. High-resolution magnetic resonance imaging of the normal extraocular musculature. *Eye (Lond)* 1997;11(Pt 6): 793–797.

5. Tamburrelli C, Salgarello T, Vaiano AS, Scullica L, Palombi M, Bagolini B. Ultrasound of the horizontal rectus muscle insertion sites: implications in preoperative assessment of strabismus. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2003;44(2):618–622.
6. Watts P, Smith D, Mackeen L, Kraft S, Buncic JR, Abdolell M. Evaluation of the ultrasound biomicroscope in strabismus surgery. *J AAPOS* 2002;6(3):187–190.
7. Dai S, Kraft SP, Smith DR, Buncic JR. Ultrasound biomicroscopy in strabismus reoperations. *J AAPOS* 2006;10(3):202–205.
8. Solarte CE, Smith DR, Buncic JR, Tehrani NN, Kraft SP. Evaluation of vertical rectus muscles using ultrasound biomicroscopy. *J AAPOS* 2008;12(2):128–131.
9. Khan HA, Smith DR, Kraft SP. Localising rectus muscle insertions using high frequency wide-field ultrasound biomicroscopy. *Br J Ophthalmol* 2012;96(5):683–687.
10. Thakur N, Singh R, Kaur S, Kumar A, Phuljhele S, Sukhija J. Ultrasound biomicroscopy in strabismus surgery: efficacy in postoperative assessment of horizontal muscle insertions. *Strabismus* 2015;23(2):73–79.
11. Liu X, Wang F, Xiao Y, Ye X, Hou L. Measurement of the limbus-insertion distance in adult strabismus patients with anterior segment optical coherence tomography. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2011;52(11):8370–8373.
12. Ngo CS, Smith D, Kraft SP. The accuracy of anterior segment optical coherence tomography (AS-OCT) in localizing extraocular rectus muscles insertions. *J AAPOS* 2015;19(3):233–236.
13. de-Pablo-Gomez-de-Liano L, Fernandez-Vigo JI, Ventura-Abreu N, Morales-Fernandez L, Garcia-Feijoo J, Gomez-de-Liano R. Agreement between intraoperative measurements and optical coherence tomography of the limbus-insertion distance of the extraocular muscles. *Arch Soc Esp Ophthalmol* 2016;91(12):567–572.
14. Park KA, Lee JY, Oh SY. Reproducibility of horizontal extraocular muscle insertion distance in anterior segment optical coherence tomography and the effect of head position. *J AAPOS* 2014;18(1):15–20.
15. De-Pablo-Gomez-de-Liano L, Fernandez-Vigo JI, Ventura-Abreu N, et al. Spectral domain optical coherence tomography to assess the insertion of extraocular rectus muscles. *J AAPOS* 2016;20(3):201–205.
16. Pihlblad MS, Erenler F, Sharma A, Manchandia A, Reynolds JD. Anterior segment optical coherence tomography of the horizontal and vertical extraocular muscles with measurement of the insertion to limbus distance. *J Pediatr Ophthalmol Strabismus* 2016;53(3):141–145.
17. Bizheva K, Hutchings N, Sorbara L, Moayed AA, Simpson T. In vivo volumetric imaging of the human corneo-scleral limbus with spectral domain OCT. *Biomed Opt Express* 2011;2(7):1794–1802.
18. Ramos JL, Li Y, Huang D. Clinical and research applications of anterior segment optical coherence tomography - a review. *Clin Experiment Ophthalmol* 2009;37(1):81–89.
19. Li P, An L, Reif R, Shen TT, Johnstone M, Wang RK. In vivo microstructural and microvascular imaging of the human corneo-scleral limbus using optical coherence tomography. *Biomed Opt Express* 2011;2(11):3109–3118.

## Anexo D: Tabelas dos pacientes incluídos no estudo

Paciente	Idade	Histórico de cirurgia	Olho	Reto Medial		Reto Lateral		Reto Superior		Reto Inferior		AL	EE
				OCT	Cirurgia	OCT	Cirurgia	OCT	Cirurgia	OCT	Cirurgia		
1	18	1	0									22,2	3,75
			1	9,43	10							24,1	0,0
2	53	1	0									25,1	-4,00
			1	8,30	11	6,66	7					23,7	-0,50
3	57	0	0									24,7	-3,62
			1	5,96	6	8,13	7					24,9	-4,87
4	72	1	0	5,8	5	6,44	6,5					24,0	0,0
			1									24,2	-0,62
5	54	2	0	6,59	6	6,64	7					23,8	0,0
			1									23,7	0,75
6	61	0	0	4,82	5							23,6	0,12
			1	4,78	5							23,8	0,12
7	76	2	0	4,7	7	6,73	7,5					24,2	-1,25
			1									23,5	0,25
8	28	0	0	5,02	7	6,50	5					24,1	-0,37
			1									23,1	0,50
9	54	0	0	5,82	5,5	7,12	7					23,2	1,00
			1									23,1	2,00
10	37	3	0	6,07	5,5				5,84	5		23,5	0,0
			1	6,67	5							23,50	0,0
11	53	1	0									22,5	3,75
			1	8,03	8,5	6,4	6					21,5	4,25
12	50	0	0									23,64	0,0
			1						6,04	6,5		23,4	0,0
13	33	1	0	10,29	9,5	6,59	6,5					23,5	1,25
			1									23,8	0,75
14	67	1	0	NA	12	7,03	6,5					25,9	-1,50
			1									25,7	-1,25
15	78	0	0	5,75	5,5	7,36	7					24,3	0,75
			1									24,6	-1,75
16	67	0	0			6,52	7					23,2	-0,50
			1	5,32	6	7,13	7,5					23,4	-1,00
17	41	1	0			7,11	7					22,8	0,37
			1	11,87	12	7,26	7,5					22,46	1,87
18	50	1	0									23,4	1,12
			1	5,30	7	10,63	11					23,6	0,72
19	74	0	0									24,0	-0,12
			1					7,33	7	7,42	6,5	23,9	0,50
20	75	0	0	5,2	6	6,96	7					23,8	-1,50
			1									23,7	-0,87
21	64	1	0						NA	6		23,0	1,25
			1									23,6	1,37
22	23	0	0			6,37	6					24,2	-2,50



			1	5,33	5	6,76	7					23,0	0,0
23	27	1	0			6,82	6,5					24,6	-3,62
			1									26,1	-7,00
24	29	0	0	5,03	5,5	7,15	6					22,7	-1,50
			1									22,7	-1,25
25	33	2	0	5,64	8	7,71	11,5					25,1	-1,12
			1									24,2	-0,25
26	66	3	0	6,59	4	7,41	6,5					24,1	4,00
			1	5,31	5,5				NA	6,5		24,4	2,37
27	37	3	0	4,7	5,5							24,40	-1,62
			1					7,74	7,5	NA	5,5	24,1	-2,00
28	32	0	0									24,1	-0,25
			1	5,83	5			7,68	7			23,8	-0,12
29	31	1	0									23,8	-0,25
			1			6,66	7					23,8	-0,25
30	41	0	0									23,7	1,00
			1					6,69	7,5	7,17	6,5	23,5	0,25
31	48	1	0	6,44	5	12,95	12					26,7	2,12
			1									26,9	1,37
32	60	1	0	8,57	8,5	7,34	6					21,6	4,37
			1									22,2	3,37
33	23	1	0			6,33	6					24,9	-1,75
			1									24,8	-2,00
34	72	0	0	4,56	5,5					NA	6,5	23,9	-0,50
			1	5,62	5,5							24,1	-1,00
35	60	0	0							NA	6,5	23,1	0,87
			1			7,67	7					22,6	1,75
36	29	1	0									23,6	-4,50
			1			6,83	9	6,79	7	6,79	6,5	23,0	-3,37
37	46	0	0									27,5	-10,6
			1	6,22	5	7,23	6,5					27,7	-11,1
38	59	1	0			10,54	13					24,7	1,25
			1									24,9	0,75
39	46	0	0	6,20	6	7,86	7					24,5	3,32
			1									25,4	0,82
40	41	0	0									22,5	1,25
			1	5,26	5	7,53	6					22,4	0,75
41	60	3	0									24,2	0,50
			1			6,77	7			5,89	6,5	24,0	0,25
42	60	0	0					7,43	7,5			24,9	-4,75
			1									25,3	-6,00
43	69	0	0									23,4	0,87
			1	4,88	4,5	7,37	6,5					23,2	1,25
44	38	1	0									24,1	0,62
			1	6,57	9	14,61	12					26,5	7,25
45	62	1	0	6,77	9,5	8,02	7,5					20,7	0,0





69	39	0	0			7,62	7,5	7,78	8,5		24,1	1,62
			1			7,70	7,5				24,0	2,50
70	47	1	0								23,0	-0,62
			1	8,42	9	7,54	6				23,3	-1,50
71	53	3	0						5,96	6,5	23,3	0,50
			1	5,93	5,5	7,45	7,5				23,6	0,00
72	25	1	0								24,9	-6,75
			1	8,16	9,5	6,6	6,0				24,1	-4,25
73	45	1	0								30,3	-14,0
			1	10,66	10	6,7	8				29,0	-11,7
74	49	1	0	6,55	5,5	11,99	12,5				23,2	-1,25
			1						NA	6,5	23,3	-1,37

Histórico de cirurgia: 0 = Sem cirurgia prévia; 1 = Cirurgia prévia de estrabismo; 2 = Cirurgia ocular prévia (exceto estrabismo); 3 = Cirurgia Orbital

Olho: 0 = olho direito; 1 = olho esquerdo; OCT: tomografia de coerência óptica; Cirurgia: medida peroperatória; AL: comprimento axial; EE: equivalente esférico; NA: músculos sem medida pela OCT.

### **Bibliografia consultada**

Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT. NBR-14.724: informação e documentação – trabalhos acadêmicos – apresentação. Rio de Janeiro, 2005.

Bacelar S, Galvão CC, Alves E, Tubino P. Expressões médicas: falhas e acertos. Rev. Med. Res. 2012; 14 (1); 66-70.

Vocabulário Ortográfico da Língua Portuguesa. Academia Brasileira de Letras. 5ª edição, 2009.