

O uso do laser de femtosegundo na cirurgia da catarata assistida

The use of femtosecond laser in surgery assisted cataract

Felipe Roberto Exterhotter Branco¹, Hamilton Moreira¹

RESUMO

Introdução: Existem várias técnicas para o tratamento da catarata e usadas há muitos décadas. Mais moderanemnte surgiu o laser de femtosegundo, mas existem poucos estudos com seu uso.

Objetivo: Revisar dos resultados publicados para posicionar melhor suas indicações e uso.

Método: Revisão narrativa feita em plataformas virtuais em português e inglês, utilizando SciELO, Google Scholar, Pubmed e Scopus com os seguintes descritores "catarata, facoemulsificação, laser de femtosegundo" com busca AND ou OR.

Resultado: Ao final incluíram-se 37 artigos.

Conclusão: Apesar do alto custo e falta de experiência com as plataformas, acredita-se ser importante para oftalmologistas em formação desenvolverem conhecimentos e habilidades acerca de inovações tecnológicas como a FLACS.

PALAVRAS-CHAVE: Catarata. Facoemulsificação. Laser de femtosegundo.

ABSTRACT

Introduction: There are several techniques for treating cataracts that have been used for many decades. The femtosecond laser emerged more recently, but there are few studies on its use.

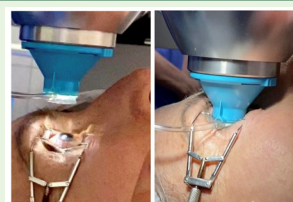
Objective: Review over published results to better positioning their indications and use.

Method: Narrative review carried out on virtual platforms in Portuguese and English, using SciELO, Google Scholar, Pubmed and Scopus with the following descriptors "cataract, phacoemulsification, femtosecond laser" with AND or OR search.

Result: At the end, 37 articles were included.

Conclusion: Despite the high cost and lack of experience with the platforms, it is believed to be important for ophthalmologists in training to develop knowledge and skills regarding technological innovations such as FLACS.

KEYWORDS: Cataract. Phacoemulsification. Femtosecond laser.



Laser de femtosegundo: acoplamento do Patient Interface (PI) na formação do vácuo (docking)

Mensagem Central

A constante evolução da medicina e a maior exigência dos pacientes demandam necessidade de adequação às novas tecnologias, e saber quando e quanto elas trazem de benefícios. Existem várias técnicas para o tratamento e usadas há muitos décadas e mais modernamente surgiu o laser de femtosegundo. Existem poucos trabalhos com seu uso e assim revisão dos resultados se faz apropriada.

Perspectiva

Apesar das dificuldades das instituições de ensino com o alto custo e falta de experiência com as plataformas, acredita-se ser importante para oftalmologistas em formação desenvolverem conhecimentos e habilidades acerca de inovações tecnológicas, como a FLACS. Da mesma forma, é imperativo que instituições tenham protocolos de ensino em cirurgia, de modo a padronizar rotina e permitir analisar falhas que possam ser aprimoradas com o tempo.

¹Instituto Presbiteriano Mackenzie, São Paulo, SP, Brasil

Conflito de interesse: Nenhum | Financiamento: Em parte pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de financiamento 001 | Recebido em: 11/02/2024 | Aceito em: 21/05/2024 | Correspondência: elipe.e.branco@hotmail.com | Editor Associada: Thelma Larocca Skare

Como citar:

Branco FRE, Moreira H. O uso do laser de femtosegundo na cirurgia da catarata assistida BioSCIENCE. 2024;82:e037

INTRODUÇÃO

A constante evolução da medicina e a maior exigência dos pacientes demandam necessidade de adequação às novas tecnologias, e saber quando e quanto elas trazem de benefícios. Por isso, é importante que médicos em subespecialização tenham acesso às tecnologias de ponta e orientação de como utilizá-las, de modo a obterem segurança ao iniciarem ou aprimorarem sua carreira profissional oftalmológica, acompanhando a progressão da medicina. Existem várias técnicas para o tratamento e usadas há muitos décadas e mais moderadamente surgiu o laser de femtosegundo. Existem poucos trabalhos com seu uso e assim revisão dos resultados se faz apropriada.

MÉTODO

Trata-se de revisão narrativa da literatura feita colhendo informações publicadas em plataformas virtuais em português e inglês. A análise foi realizada nas plataformas SciELO, Google Scholar, Pubmed e Scopus. Primeiramente, realizou-se busca por descritores relacionados ao tema com os seguintes termos: "Catarata. Facoeulsificação. Laser de femtosegundo" e seus equivalentes em inglês "Cataract. Phacoemulsification. Femtosecond laser" com busca AND ou OR, considerando o título e/ou resumo. Em segundo momento, separou-se os que tinham mais relação ao tema para leitura integral dos textos. Ao final incluíram-se 37 artigos.

DISCUSSÃO

A facectomia é o procedimento intraocular mais realizado no mundo e, também, um dos mais antigos. Em seus primórdios, o cristalino e o saco capsular eram luxados para o vítreo (técnica de couching) ou removidos por grande incisão na córnea (técnica intracapsular), ambas sem implante de lentes intraoculares (LIOs) e com maiores chances de complicações como glaucoma e descolamento de retina. O surgimento da técnica extracapsular permitiu que o humor vítreo não migrasse para o segmento anterior, diminuindo as complicações cirúrgicas e criando suporte capsular, já que nesta técnica somente o cristalino era removido, preservando o saco capsular. Este suporte seria usado, posteriormente, para auxiliar no posicionamento da LIO.^{1,2}

Em 1940, Harold Ridley desenvolveu a primeira LIO de polimetilmetacrilato, com objetivo de diminuir o peso dos óculos que eram necessários para fornecer visão ao paciente operado.³ Trinta anos após a invenção a LIO teve sua importância reconhecida e, desde então, novas tecnologias são estudadas com o objetivo de não somente restaurar a visão, mas entregar maior acurácia para diversas distâncias focais sem a necessidade de usar óculos.⁴

A facoeulsificação surgiu em 1967 com Charles Kelman e revolucionou a cirurgia de catarata. No transcorrer das décadas manteve-se em constante aprimoramento e passou a ser a técnica mais utilizada desde então. Através dela é possível realizar a operação por microincisão na córnea, sem necessidade

de sutura e com baixos índices de complicações.⁵ A facoeulsificação tradicional consiste em realizar uma microincisão principal na córnea ($\geq 1,8$ mm) e outra acessória (em torno de 1 mm), ambas confeccionadas com lâminas de bisturi milimetradas. Uma vez com acesso à câmara anterior, é realizado o preenchimento desta com viscoelástico, substância transparente e viscosa que permite que a câmara anterior não colabe com a saída do humor aquoso através das incisões. Com a pupila dilatada, o saco capsular é aberto de forma manual através de pinça cirúrgica, onde a confecção de um círculo perfeito com diâmetro em torno de 5 mm é planejada. Esta etapa é chamada capsulotomia ou capsulorrexe e exige movimento manual extremamente preciso e delicado sobre a fina membrana capsular, onde qualquer descuido pode tornar a capsulorrexe descontínua, comprometendo a segurança do procedimento. Com acesso ao cristalino, é realizado a hidrodissecção para que este desprenda-se do saco capsular. A etapa seguinte é a fragmentação e aspiração do cristalino, através de ondas pulsadas de ultrassom e sistema de irrigação e aspiração gerados pelo aparelho de facoeulsificação.^{2,4,5}

Existem técnicas para que o cristalino seja fragmentado de forma eficiente,² dentre elas a "Dividir e Conquistar".^{6,7} A técnica mais ensinada em serviços de ensino, principalmente nas operações iniciais, é ela,^{8,9} onde 2 sulcos formando cruz são esculpidos na catarata por energia ultrassônica da caneta de facofragmentação, possibilitando a divisão em 4 quadrantes e aspiração das partes individualmente.⁶ O aumento de temperatura e as vibrações emitidas pelo ultrassom no processo de facoeulsificação dissipam calor e energia, que podem ser lesivos às células endoteliais da córnea. A mensuração desta energia é apresentada durante a operação pelo aparelho, na sigla CDE (cumulative dissipated energy – energia cumulativa dissipada), onde baixos valores são almejados visando menor agressão celular. Quanto mais denso o núcleo cataratoso, em geral, maior o CDE.¹⁰⁻¹² Com o saco capsular vazio, é possível o implante da LIO dentro dele. Esta possui hápticos que se fixam dentro do saco capsular, sem necessidade de sutura.¹³ Após o implante da LIO, o viscoelástico é aspirado e as incisões hidratadas para o autoselamento. A operação é considerada rápida e único cirurgião pode ser capaz de realizar de 1.000 a 2.000 operações por ano, em serviços de alta demanda.⁸

A cirurgia de catarata assistida por laser de femtosegundo (FLACS) iniciou nos Estados Unidos da América em 2009,¹⁴ sendo considerada um dos maiores avanços tecnológicos da última década na oftalmologia cirúrgica.¹⁵ A associação do laser na cirurgia convencional trouxe benefícios ao cirurgião e ao paciente, aumentando a precisão em etapas que antes eram feitas de forma manual, tornando-as reprodutíveis.¹⁴⁻¹⁷

O laser de femtosegundo é laser Nd:glass que consegue gerar pulsos ultracurtos no espectro de tempo de femtosegundos (10-15 s), o que permite cortar tecidos com energia reduzida comparado a outros lasers pulsados como o Nd:YAG, excimer e laser de argônio.

Esta energia reduzida permite cortar somente o local de tratamento, com mínimo dano colateral em tecidos adjacentes. Seu corte é feito por fotodisrupção, processo no qual é gerado plasma sem elétrons e moléculas ionizadas que rapidamente se expandem e colapsam para produzirem bolhas de microcavitação e ondas de choque acústicas, resultando em incisão e separação de tecidos.¹⁸

Na cirurgia de catarata, o laser é utilizado para confecção das incisões na córnea, capsulotomia e fragmentação do núcleo do cristalino. O aparelho baseia sua leitura através de sistema de tomografia de coerência óptica, que faz a varredura da anatomia ocular durante a execução do procedimento. A técnica FLACS, devido à alta precisão, traria benefícios como: aprimoramento da arquitetura das incisões na córnea, melhorando seu selamento ao final da opeação^{16,19,20}, reprodutibilidade no tamanho e posição da capsulotomia.^{10,13-17,20} Para cirurgiões experientes, a técnica manual tende a gerar padrões variáveis,¹⁸ podendo levar à descentração de LIOs^{13,20} e redução da quantidade de CDE durante a facoemulsificação. Isto pode ocorrer devido a que a energia dissipada pelo laser nos cortes do cristalino é menor do que aquela realizada pelo ultrassom, levando a menor perda endotelial.^{11,12,14,18,19,21-24}

Pelo exposto, conclui-se que a margem de segurança do procedimento cirúrgico aumenta e os resultados melhoram.^{14,16,20,21,25} Porém, os benefícios do uso do laser nas operações de catarata são controversos na literatura.

Apesar das vantagens descritas, a segurança e os resultados visuais podem não ser superiores à técnica de facoemulsificação convencional.^{17,25-29} Dentre os fatores que dificultam o uso do laser nos serviços de oftalmologia no mundo, os principais são o alto custo dos equipamentos, a falta de comprovação científica de resultados que justifiquem o investimento e a falta de experiência dos cirurgiões com a nova técnica cirúrgica.^{16,25,26,30,31}

A FLACS consiste em 2 etapas: a aplicação do laser no aparelho de femtosegundo, e a aspiração da catarata no aparelho de facoemulsificação.^{10,15,17,20}

Na etapa do laser do aparelho LenSx® (Alcon Laboratories, Inc.: Fort Worth, TX, USA), ele é alimentado com dados de identificação do paciente e planejamento cirúrgico, inseridos manualmente. A incisão na córnea pode ser ajustada em sua angulação, tamanho e forma; a capsulotomia em seu diâmetro; e as fraturas do cristalino em número, forma e profundidade. O paciente então é deitado na maca em decúbito dorsal, onde é posicionado sob o obturador do LenSx®. Aplicação de sedativos pode ser feita, mas o paciente deve manter-se consciente. Uma lente de contato específica (SoftFit PI) é acoplada à uma peça descartável que será fixada no obturador (patient interface - PI), que fará o contato com o olho do paciente, permitindo a prensão por vácuo induzido, estabilizando o olho para a realização do procedimento cirúrgico (Figura 1).³²

O acoplamento do PI e toda a etapa onde o vácuo está acionado se chama docking. Esta etapa é crucial, pois se não for possível adequada centralização do olho no PI, pode-se perder o vácuo durante o procedimento ou

deixar as estruturas internas fora de posição, geralmente inclinadas ou em tilt, podendo inviabilizar a aplicação do laser. Parte do bom posicionamento do PI depende da colaboração do paciente em fixar na luz interna do obturador e não mover a cabeça.^{18,20,33} Após o toque com a córnea, o PI é pressionado contra o olho de forma a remover o ar entre este e a superfície da córnea, para então ser aplicado o vácuo. A presença de ar nas áreas de tratamento pode impedir a aplicação do laser no local planejado. Com o vácuo formado, o olho do paciente pode ser visualizado em tempo real no monitor do aparelho, com a imagem do planejamento cirúrgico sobreposta a esta. Na primeira tela, é possível posicionar as incisões da córnea em direção radial, afastando ou aproximando do limbo, centralizar a capsulorrex bem como ajustar seu tamanho, e ajustar o diâmetro dos cortes cristalinianos (Figura 2).

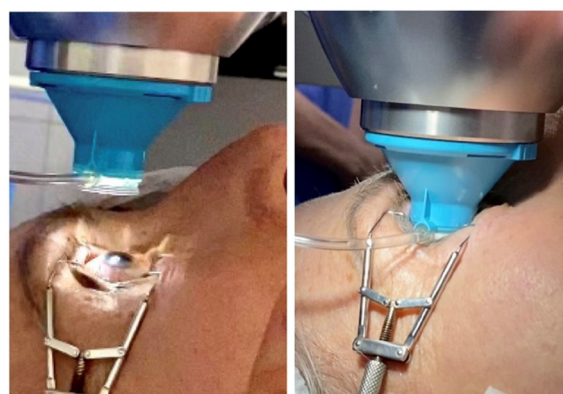


FIGURA 1 — Acoplamento do Patient Interface (PI) ao olho para a formação do vácuo (etapa do docking)

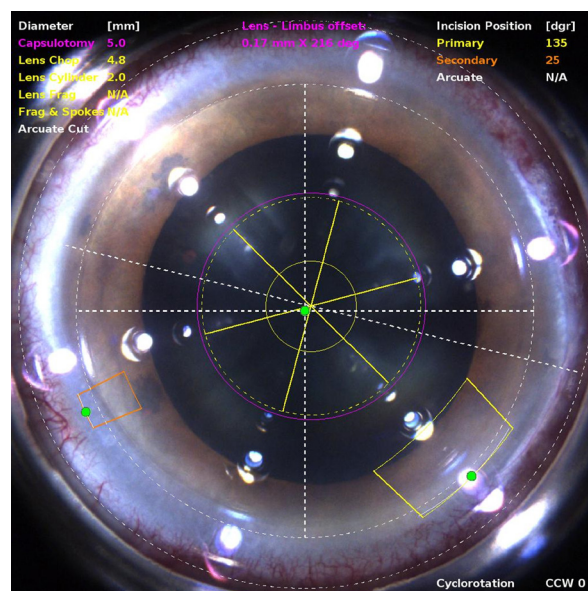


FIGURA 2 — Planejamento intraoperatório da posição das incisões de córnea principal e acessória, capsulotomia e cortes (chops) cristalinianos

Na tela seguinte, verifica-se o tilt cristaliniano através da imagem de OCT (optical coherence tomography – tomografia de coerência óptica) em tempo real no aparelho. Aqui, a cápsula anterior do cristalino deve estar o mais próximo possível de linha reta, sendo também aceitável um

padrão em “S” com curvas pouco acentuadas³² (Figura 3a). Caso o tilt seja moderado ou acentuado, deve-se refazer o docking.¹⁸ Ajusta-se a profundidade do corte cristaliniano também pela tela do OCT, de modo a englobar todo o seu núcleo, respeitando o limite de segurança para a capsula posterior mostrado pelo aparelho (Figura 3b).

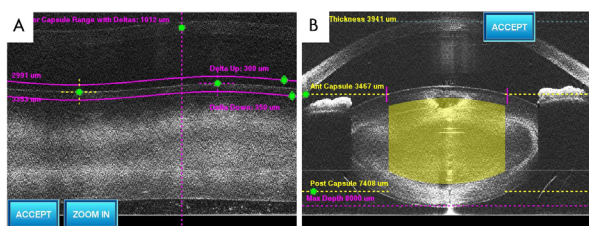


FIGURA 3 — Visibilidade em OCT intraoperatório: A) toda a área da capsulotomia; B) profundidade do tratamento na catarata

A tela seguinte irá mostrar o local e a forma das incisões da córnea no monitor.³² A incisão principal costuma ser bi ou triplanar, com a abertura epitelial localizada em córnea clara ou em região limbar, dependendo do planejamento¹⁸ (Figura 4).

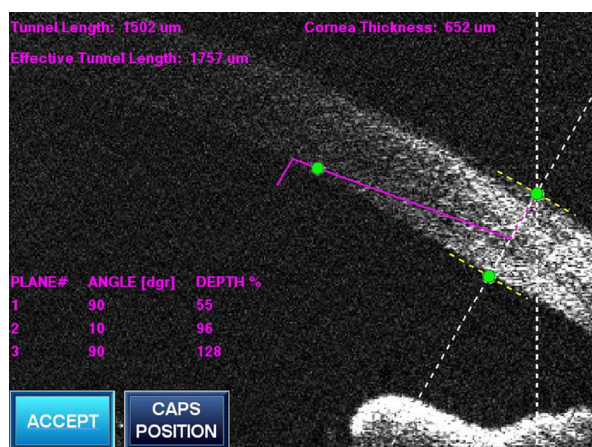


FIGURA 4 — OCT da incisão de córnea principal, mostrando sua arquitetura e extensão

O limbo é reconhecido na imagem do OCT pela transição da córnea - área escura - para a esclera - área clara. Após checar se todas as etapas estão corretas, o laser é liberado e sua aplicação é realizada pressionando-se o pedal. Após o término do laser, o vácuo é liberado e o PI removido.³² A próxima etapa é no aparelho de facoemulsificação, onde segue padrão similar à operação convencional, com as vantagens de etapas mais delicadas já terem sido realizadas pelo laser.^{14-16,20,25}

Bali et al.³³ descreve a presença de aderências da capsulorrex (tags) em 10,5% dos casos, levando a 4% de roturas anteriores, mesma incidência de roturas que teve Nagy Z et al.¹⁴ em 2009. Han SB et al.¹⁸ em artigo de revisão de 2020, afirma que tags ainda podem ocorrer quando há dificuldades no posicionamento do PI durante o docking, levando a tilt do cristalino e corte em diferentes profundidades no segmento anterior, formando tags capsulares e capsulotomias incompletas. Essas complicações diminuem com a curva de aprendizado. O padrão “grid” do laser de femtosegundo para

fragmentação do núcleo pode reduzir a necessidade de energia ultrassônica para sua aspiração.²²

Estudos mostram que a curva de aprendizado em FLACS apresenta complicações mais frequentes nas primeiras 200 operações, mesmo quando executada por cirurgiões já experientes em cirurgias de catarata convencional, enquanto nas facoemulsificações tradicionais as complicações decaem após uma média de 80 cirurgias. Porém, quando ensinada e supervisionada por preceptores em instituições de ensino, as FLACS são seguras, com taxas de complicações similares à cirurgia convencional.^{14,33-36} Popayales et al.³⁷ observou que tanto para cirurgias experientes e não experientes, as taxas de perda de sucção e tempo de vácuo reduziram progressivamente com o aumento do volume de cirurgias na plataforma Catalys®. O tempo de vácuo reduziu de 137s para 99s, e o número de complicações também reduziu com o aumento do volume cirúrgico. O relato da experiência cirúrgica do aprendiz para seu preceptor é importante para que este forneça orientações de pontos específicos, de modo que sejam amenizadas as dificuldades. No presente estudo, os 2 cirurgiões de facorrefrativa realizaram mais de 10 cirurgias. Apesar das orientações dos preceptores baseadas nas dificuldades reportadas e em observação direta das etapas, não houve sinais de evolução após a 10ª cirurgia. Isso sugere que é necessário maior volume cirúrgico para que haja uma mudança favorável significativa nas variáveis analisadas. Ao mesmo tempo, conforme descrito, obtivemos resultados similares aos da literatura, onde a maioria dos estudos analisam cirurgias experientes e não em aprendizado. Portanto, a existência de um protocolo pode nos ter favorecido.

Das referências bibliográficas encontradas, a maioria que analisa resultados de FLACS não avaliam as operações durante a fase de subespecialização oftalmológica,³¹ e poucos descrevem variáveis sobre a etapa do laser. Em geral, as complicações de FLACS reportadas são da etapa de facoemulsificação, e não da aplicação do laser, afirmando que a curva de aprendizado parece estabilizar após 200 operações.^{21,33}

CONCLUSÃO

Apesar das dificuldades das instituições de ensino com o alto custo e falta de experiência com as plataformas, acredita-se ser importante para oftalmologistas em formação desenvolverem conhecimentos e habilidades acerca de inovações tecnológicas como a FLACS. Da mesma forma, é imperativo que instituições tenham protocolos de ensino em cirurgia, de modo a padronizar rotina e permitir analisar falhas que possam ser aprimoradas com o tempo.

Contribuição dos autores

Conceituação: Felipe Roberto Exterhotter Branco

Investigação: Hamilton Moreira

Metodologia: Felipe Roberto Exterhotter Branco, Hamilton Moreira

Redação (esboço original): Todos os autores

Redação (revisão e edição): Todos os autores

REFERÊNCIAS

1. Roy PN, Mehra KS, Deshpande PJ. Cataract surgery before 800 B.C. Br J Ophthalmol. 1975;59(3):171. Doi: 10.1136/bjo.59.3.171

2. Riaz Y, Mehta JS, Wormald R, Evans JR, Foster A, Ravilla T, et al. Surgical interventions for age-related cataract. *Cochrane Database Syst Rev*. 2006;(4):CD001323. Doi: 10.1002/14651858.CD001323.pub2
3. Apple DJ, Sims J. Harold Ridley and the invention of the intraocular lens. *Surv Ophthalmol*. 1996;40(4):279-92. Doi: 10.1016/s0039-6257(96)82003-0
4. de Silva SR, Evans JR, Kirrhi V, Ziaei M, Leyland M. Multifocal versus monofocal intraocular lenses after cataract extraction. *Cochrane Database Syst Rev*. 2016;12(12):CD003169. Doi: 10.1002/14651858.CD003169.pub4
5. Linebarger EJ, Hardten DR, Shah GK, Lindstrom RL. Phacoemulsification and modern cataract surgery. *Surv Ophthalmol*. 1999;44(2):123-47. Doi: 10.1016/s0039-6257(99)00085-5
6. Gimbel HV. Divide and conquer nucleofractis phacoemulsification: development and variations. *J Cataract Surg*. 1991;17(3):281-91. Doi: 10.1016/s0886-3350(13)80824-3
7. Koch PS, Katzen LE. Stop and chop phacoemulsification. *J Cataract Refract Surg*. 1994;20(5):566-70. Doi: 10.1016/s0886-3350(13)80239-8
8. Kaplowitz K, Yazdanie M, Abazari A. A review of teaching methods and outcomes of resident phacoemulsification. *Surv Ophthalmol*. 2018;63(2):257-67. Doi: 10.1016/j.survophthal.2017.09.006
9. Yen AJ, Ramanathan S. Advanced cataract learning experience in United States ophthalmology residency programs. *J Cataract Refract Surg*. 2017;43(10):1350-5. Doi: 10.1016/j.jcrs.2017.10.014
10. Levitz LM, Dick HB, Scott W, Hodge C, Reich JA. The Latest Evidence with Regards to Femtosecond Laser-Assisted Cataract Surgery and Its Use Post 2020. *Clin Ophthalmol*. 2021;15:1357-63. Doi: 10.2147/OPTH.S306550
11. Chen X, Chen K, He J, Yao K. Comparing the Curative Effects between Femtosecond Laser-Assisted Cataract Surgery and Conventional Phacoemulsification Surgery: A Meta-Analysis. *PLoS One*. 2016;11(3):e0152088. Doi: 10.1371/journal.pone.0152088
12. Crozafon PC, Bouchet C, Zignani M, Griner R, Foster SD, Zou M, et al. Comparison of real-world treatment outcomes of femtosecond laser-assisted cataract surgery and phacoemulsification cataract surgery: A retrospective, observational study from an outpatient clinic in France. *Eur J Ophthalmol*. 2020;31(4):1809-16. Doi: 10.1177/1120672120925766
13. Kránitz K, Miháľt Z, Sándor GL, Takacs A, Knorz MC, Nagy ZZ. Intraocular lens tilt and decentration measured by Scheimpflug camera following manual or femtosecond laser-created continuous circular capsulotomy. *J Refract Surg*. 2012;28(4):259-63. Doi: 10.3928/1081597X-20120309-01
14. Nagy Z, Takacs A, Filkorn T, Sarayba M. Initial clinical evaluation of an intraocular femtosecond laser in cataract surgery. *J Refract Surg*. 2009;25(12):1053-60. Doi: 10.3928/1081597X-20091117-04
15. Roberts TV, Lawless M, Sutton G, Hodge C. Update and clinical utility of the LenSx femtosecond laser in cataract surgery. *Clin Ophthalmol*. 2016;10:2021-9. Doi: 10.2147/OPTH.S94306
16. Ali MH, Javaid M, Jamal S, Butt NH. Femtosecond laser assisted cataract surgery, beginning of a new era in cataract surgery. *Oman J Ophthalmol*. 2015;8(3):141-6. Doi: 10.4103/0974-620X.169892
17. Day AC, Burr JM, Bennett K, Hunter R, Bunce C, Doré CJ, et al. Femtosecond laser-assisted cataract surgery compared with phacoemulsification: the FACT non-inferiority RCT. *Health Technol Assess*. 2021;25(6):1-68. Doi: 10.3310/hta25060
18. Han SB, Liu YC, Mohamed-Noriega K, Mehta JS. Application of Femtosecond Laser in Anterior Segment Surgery. *J Ophthalmol*. 2020;2020:8263408. Doi: 10.1155/2020/8263408
19. Mastropasqua L, Toto L, Mastropasqua A, Vecchiarelli L, Mastropasqua R, Pedrotti E, et al. Femtosecond laser versus manual clear corneal incision in cataract surgery. *J Refract Surg*. 2014;30(1):27-33. Doi: 10.3928/1081597X-20131217-03
20. Nagy ZZ, Mastropasqua L, Knorz MC. The use of femtosecond lasers in cataract surgery: review of the published results with the LenSx system. *J Refract Surg*. 2014;30(11):730-40. Doi: 10.3928/1081597X-20141021-04
21. Roberts TV, Lawless M, Bali SJ, Hodge C, Sutton G. Surgical outcomes and safety of femtosecond laser cataract surgery: a prospective study of 1500 consecutive cases. *Ophthalmology*. 2013;120(2):227-33. Doi: 10.1016/j.ophtha.2012.10.026
22. Shajari M, Khalil S, Mayer WJ, Al-Khateeb G, Böhm M, Petermann K, et al. Comparison of 2 laser fragmentation patterns used in femtosecond laser-assisted cataract surgery. *J Cataract Refract Surg*. 2017;43(12):1571-4. Doi: 10.1016/j.jcrs.2017.09.027
23. Ang RET, Quinto MMS, Cruz EM, Rivera MCR, Martinez GHA. Comparison of clinical outcomes between femtosecond laser-assisted versus conventional phacoemulsification. *Eye Vis (Lond)*. 2018;23:5:8. Doi: 10.1186/s40662-018-0102-5
24. Al-Mohtaseb Z, He X, Yesilirmak N, Waren D, Donaldson KE. Comparison of Corneal Endothelial Cell Loss Between Two Femtosecond Laser Platforms and Standard Phacoemulsification. *J Refract Surg*. 2017;33(10):708-12. Doi: 10.3928/1081597X-20170731-01
25. Grewal DS, Schultz T, Basti S, Dick HB. Femtosecond laser-assisted cataract surgery--current status and future directions. *Surv Ophthalmol*. 2016;61(2):103-31. Doi: 10.1016/j.survophthal.2015.09.002
26. Roberts HW, Day AC, O'Brart DP. Femtosecond laser-assisted cataract surgery: A review. *Eur J Ophthalmol*. 2020;30(3):417-29. Doi: 10.1177/1120672119893291
27. Shaheen MS, AbouSamra A, Helaly HA, Said A, Elmassry A. Comparison between refractive outcomes of femtosecond laser-assisted cataract surgery and standard phacoemulsification. *BMC Ophthalmol*. 2020;20(1):1. Doi: 10.1186/s12886-019-1277-9
28. Day AC, Gore DM, Bunce C, Evans JR. Laser-assisted cataract surgery versus standard ultrasound phacoemulsification cataract surgery. *Cochrane Database Syst Rev*. 2016;7(7):CD010735. Doi: 10.1002/14651858.CD010735.pub2
29. Connell BJ, Kane JX, Vajpayee RB. A Comparison of Refractive Accuracy Between Conventional and Femtosecond Laser Cataract Surgery Techniques Using Modern IOL Formulas. *Clin Ophthalmol*. 2021;15:899-907. Doi: 10.2147/OPTH.S296032
30. Roberts HW, Wagh VK, Mullens IJM, Borsci S, Ni MZ, O'Brart DPS. Evaluation of a hub-and-spoke model for the delivery of femtosecond laser-assisted cataract surgery within the context of a large randomised controlled trial. *Br J Ophthalmol*. 2018;102(11):1556-63. Doi: 10.1136/bjophthalmol-2017-311319
31. Shah RD, Sullivan BR. Resident training in femtosecond-laser assisted cataract surgery: National survey. *J Cataract Refract Surg*. 2015;41(7):1531-3. Doi: 10.1016/j.jcrs.2015.04.029
32. LenSx Laser System Operator's Manual. Disponível em <https://usermanual.wiki/Alcon-LenSx/8065998162>
33. Bali SJ, Hodge C, Lawless M, Roberts TV, Sutton G. Early experience with the femtosecond laser for cataract surgery. *Ophthalmology*. 2012;119(5):891-9. Doi: 10.1016/j.ophtha.2011.12.025
34. Brunin G, Khan K, Biggerstaff KS, Wang L, Koch DD, Khandelwal SS. Outcomes of femtosecond laser-assisted cataract surgery performed by surgeons-in-training. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*. 2017;255(4):805-9. Doi: 10.1007/s00417-016-3581-x
35. Vasquez-Perez A, Simpson A, Nanavaty MA. Femtosecond laser-assisted cataract surgery in a public teaching hospital setting. *BMC Ophthalmol*. 2018;18(1):26. Doi: 10.1186/s12886-018-0693-6
36. Sutton G, Bali SJ, Hodge C. Femtosecond cataract surgery: transitioning to laser cataract. *Curr Opin Ophthalmol*. 2013;24(1):3-8. Doi: 10.1097/ICU.0b013e32835a936b
37. Poyales F, Poyales B, Medel D, López-Brea I, López-Artero E, Garzón N. The influence of surgeons and technicians on the learning curve of femtosecond-laser cataract surgery. *J Optom*. 2020;13(4):242-8. Doi: 10.1016/j.optom.2020.01.001