

MALKS[®]: especificações e desenvolvimento

MALKS[®]: specifications and development

Gustavo Victor¹
Sidney Julio de Faria e Sousa²
Milton Ruiz Alves³
Walton Nosé⁴

RESULTADOS

Objetivo: Descrever as características de uma nova câmara anterior artificial e discutir suas vantagens (MALKS[®], Loktal, São Paulo, Brasil). **Métodos:** Análise e descrição das especificações técnicas utilizadas na câmara anterior artificial MALKS[®] (Micro automated lamellar keratoplasty system). **Resultados:** O MALKS[®] é constituído de oito partes: a) câmara artificial; b) anel fixador da córnea; c) porca de travamento do anel fixador; d) trilho e ajustador do diâmetro do disco lamelar; e) aplanadores para aferição e definição do diâmetro do disco lamelar; f) sistema de infusão, que possibilita o controle digital objetivo peroperatório da pressão intracamerar; g) microcerátomo automático; h) trépano marcador. **Conclusão:** O MALKS[®] utiliza o mesmo microcerátomo automático desenvolvido para LASIK, possibilita a obtenção de lamelas corneanas de espessura e diâmetro programados, assim como o controle objetivo peroperatório digital da pressão intracamerar (PIC). Esta câmara anterior artificial pode ser ferramenta importante tanto para as cirurgias de transplante lamelar superficial quanto endotelial.

Descritores: Ceratomileuse assistida por excimer laser in situ; Córnea/cirurgia; Transplante de córnea; Ceratoplastia penetrante: Cirurgia a laser

INTRODUÇÃO

O primeiro transplante lamelar corneano foi realizado em 1877 por von Hippel, que utilizou um método de dissecação manual da córnea⁽¹⁻²⁾. Um procedimento demorado e tecnicamente difícil. Quase cem anos depois, Barraquer desenvolveu o microcerátomo (MK) e o utilizou para retirar um disco livre corneano e assim, transformá-lo mais eficazmente em uma lente refrativa⁽³⁾. Ele também propôs o uso deste aparelho para realizar transplante lamelar, usando-o em córneas doadoras e receptoras⁽⁴⁾, entretanto observou vários problemas, entre eles, a não obtenção de lamela corneana de diâmetro, espessura e formato desejados⁽⁵⁻⁷⁾. Entretanto, este aparelho mostrou-se eficaz em obtenção de lamelas corneanas, sendo um importante avanço na cirurgia lamelar corneana⁽⁸⁻¹⁶⁾. O uso do MK reduziu o tempo cirúrgico e proporcionou a obtenção de interfaces estromais mais lisas e uniformes, promovendo melhor encaixe entre as córneas doadoras e receptoras, e melhorando a qualidade óptica⁽¹⁷⁾. Por outro lado, os MKs necessitam do bulbo ocular inteiro para serem utilizados. Há 25 anos, alguns autores desenvolveram uma câmara anterior artificial, que possibilitou a confecção de lamela corneana a partir de um botão córneo-escleral doador⁽¹⁸⁻¹⁹⁾. Entretanto, o temor do uso dos MKs nesta época atrapalhou o desenvolvimento e comercialização destes sistemas artificiais. Com o aperfeiçoamento das técnicas de cirurgia refrativa com excimer laser, os MKs tiveram melhorias técnicas e maior aceitação mundial⁽²⁰⁻²¹⁾. No mercado

Trabalho realizado no Eye Clinic Day Hospital.

¹ Doutor em Oftalmologia pela Universidade de São Paulo - USP - Ribeirão Preto (SP) - Brasil.

² Livre Docente da USP - Ribeirão Preto (SP) - Brasil.

³ Livre Docente da USP - São Paulo (SP) - Brasil.

⁴ Livre Docente da Universidade Federal de São Paulo - UNIFESP - São Paulo (SP) - Brasil e Titular do Departamento de Oftalmologia da Universidade Metropolitana de Santos - UNIMES - Santos (SP) - Brasil.

Endereço para Correspondência: Dr. Gustavo Victor
Av. República do Líbano, 1034 - São Paulo (SP)
CEP 04502-001.

E-mail: gustavo.victor@eyeclinic.com.br

Recebido para publicação em 12.07.2005

Versão revisada recebida em 01.11.2005

Aprovação em 07.11.2005

Nota Editorial: Depois de concluída a análise do artigo sob sigilo editorial e com a anuência do Dr. Paulo Schor sobre a divulgação de seu nome como revisor, agradecemos sua participação neste processo.

mundial atual, há poucas câmaras artificiais disponíveis, sendo a câmara artificial da Moria (ALTK® System, Pennsylvania, USA) a mais difundida⁽²²⁻²³⁾.

Recentemente, com o desenvolvimento de um MK automático nacional⁽²⁴⁻²⁶⁾, idealizou-se a construção de uma nova câmara anterior artificial, que utilizasse este MK. O objetivo deste trabalho é descrever as características desta nova câmara anterior artificial e discutir suas vantagens.

MÉTODOS

Análise e descrição das especificações técnicas utilizadas na câmara anterior artificial MALKS® (Micro automated lamellar keratoplasty system).

RESULTADOS

O MALKS® é constituído de oito partes: a) câmara artificial; b) anel fixador da córnea; c) porca de travamento do anel fixador; d) trilho e ajustador do diâmetro do disco lamelar; e) aplanadores para aferição e definição do diâmetro do disco lamelar; f) sistema de infusão, g) microcerátomo, e h) trépano marcador (Figuras 1 e 2). Esta câmara anterior artificial encontra-se em processo de patente pela empresa fabricante (registro N° MU8501419-2).

a) Câmara artificial: É a base do aparelho, feito em aço inoxidável, possui um canal interno que se comunica com o exterior pela base (onde se encaixa o sistema de infusão) e pela parte superior (onde se forma a câmara anterior artificial). Ao redor do orifício superior, há uma plataforma cônica para receber o botão doador, e manter sua curvatura. Esta plataforma tem 17 mm de diâmetro. Lateral e inferiormente à plataforma há dois pinos para o encaixe com o anel fixador da córnea (Figuras 1D, 2A, 3A).

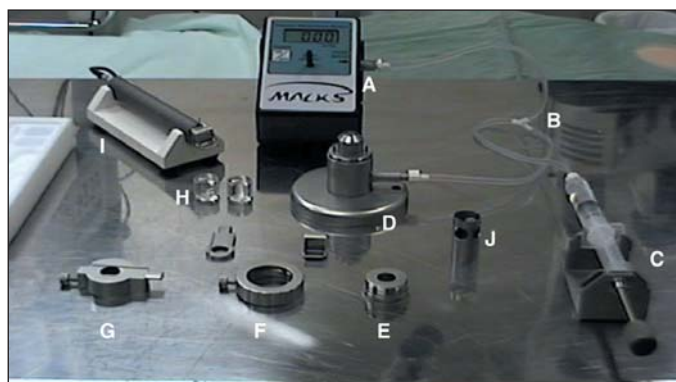


Figura 1 - Componentes do MALKS® e do sistema de infusão. A: Medidor digital da PIC peroperatória; B: Sistema infusão em "Y" (direcionando o líquido infundido, para a câmara e para o medidor digital); C: Suporte para seringa do sistema de infusão, possibilitando o micro-controle da PIC; D: Câmara artificial; E: Anel fixador do botão córneo-escleral; F: Porca de travamento; G: Trilho e ajustador do diâmetro da lamela; H: Aplanadores; I: Microcerátomo Masyk®; J: Trépano marcador

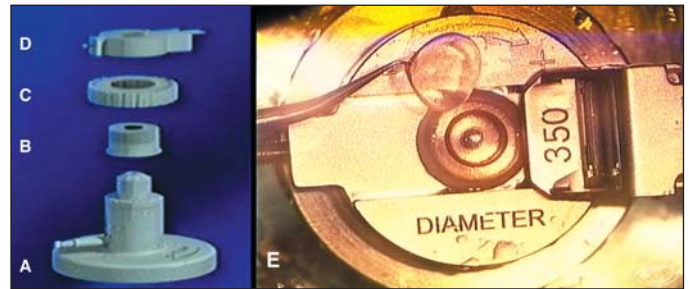


Figura 2 - Seqüência de montagem de alguns componentes do MALKS®. A: Base da câmara anterior artificial; B: Anel fixador da córnea; C: Porca de travamento do anel fixador; D: Trilho e ajustador do diâmetro da lamela; E: Lamela corneana doadora confeccionada utilizando plataforma de 350 µ

b) Anel fixador da córnea: Anel feito em aço inoxidável, com orifício central para exposição corneana. Encaixa-se à região superior da câmara artificial por dois pinos, fixando a córnea doadora, pela parte escleral, contra a plataforma cônica (Figuras 1E, 2B, 3B e C).

c) Porca de travamento do anel fixador: Anel feito em aço inoxidável que se atarraxa (rosca) ao redor do anel fixador da córnea. Desta forma, mantém o encaixe do anel fixador à córnea, comprimindo a esclera (Figura 1F, 2C, 3D).

d) Trilho e ajustador do diâmetro do disco lamelar: Cúpula feita em aço inoxidável, que se atarraxa à região superior do anel fixador, e possui duas funções: 1) controlar o diâmetro da lamela corneana a ser produzida, e 2) servir como trilho para passagem do microcerátomo. Girando-a no sentido horário, expõe-se mais a córnea, aumentando o diâmetro da lamela corneana a ser produzida. Girando-a no sentido anti-horário, diminui-se o diâmetro da lamela a ser confeccionada. Na região superior da plataforma, há trilhos em "rabo de andorinha", os mesmos do anel de sucção do MK, proporcionando a passagem deste sobre a córnea para confeccionar a lamela corneana livre. A distância percorrida pelo MK antes de interceptar a córnea é menor neste trilho do que no anel de sucção utilizado para confeccionar o flap no *Laser In Situ Keratomileusis* (LASIK). Desta forma, não é preciso regulagem do MK para a confecção de lamela corneana pediculada (no trilho mais alongado do anel de sucção para LASIK) e para confecção de lamela corneana livre (no trilho mais curto da câmara anterior artificial); (Figuras 1G, 2D e E, 3E).

e) Aplanadores para medição e definição do diâmetro do disco lamelar: Aplanadores de acrílico com círculos concêntricos (marcadores). Cada aplanador tem três círculos com medidas definidas. Há dois tipos de aplanadores para cada espessura programada (para cada cabeça do MK utilizada): 1) de 6, 8 e 10 mm de diâmetro, e outro 2) de 7, 9 e 11 mm de diâmetro (Figura 1H). Estes aplanadores se encaixam na parte superior da plataforma e simulam o aplanamento total da córnea exposta, como ocorre durante a passagem do MK (Figura 3F). Nesta posição, pode-se observar o diâmetro corneano que será confeccionado, com ajuda de círculos concêntricos de diâmetros conhecidos, gravados no aplanador.

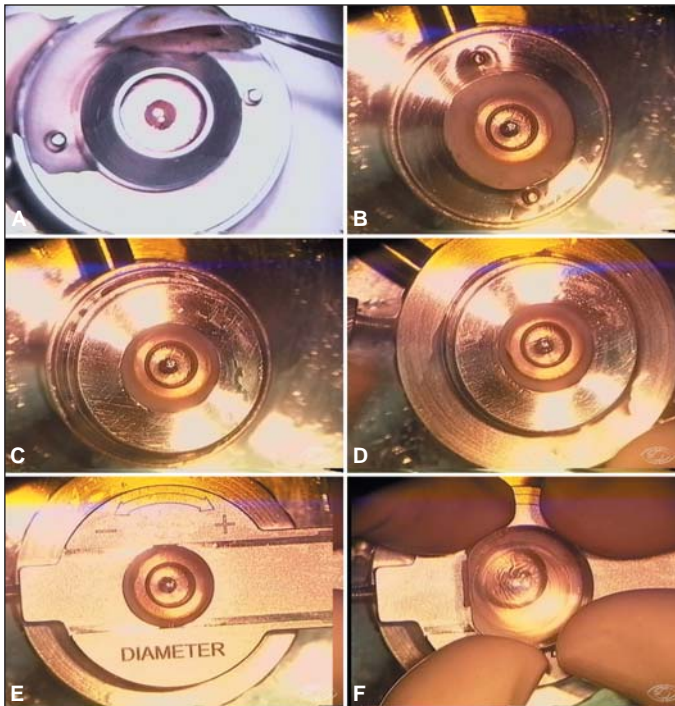


Figura 3 - Sequência de montagem do botão córneo-escleral na câmara anterior artificial. A: Colocação do botão sobre a plataforma na base da câmara; B: Botão córneo-escleral ocupando toda superfície da plataforma; C: Anel fixador do botão em posição; D: Porca de travamento em posição; E: Trilho e ajustador do diâmetro em posição; F: Aferição do diâmetro da lamela a ser confeccionada

f) **Sistema de infusão:** É composto por: medidor digital; seringa descartável de 10 ml; suporte para a seringa, que possibilita o ajuste micrométrico (de 1 em 1 mmHg), por meio de um sistema de rosca, para mais ou para menos da pressão intra-cameral (PIC); e manguitos plásticos com bifurcação em “Y”, para conexão com a câmara artificial e o medidor digital. Este sistema possui duas funções: 1) formação e manutenção da câmara anterior artificial; e 2) controle micrométrico da PIC per-operatória (Figuras 1A, B e C).

g) **Microcerátomo automático:** Masyk® (Loktal, São Paulo, Brasil), já avaliado anteriormente⁽²⁴⁻²⁶⁾, é o mesmo utilizado para o LASIK. Este aparelho encontra-se em processo de patente pela empresa fabricante (registro nº: MU8201892-8). Este MK é automático, em peça única, tem taxa de oscilação da lâmina de 17.200 oscilações/minuto e ângulo de ataque de 25°⁽²⁴⁻²⁶⁾. A espessura da lamela doadora pode ser programada por meio da seleção da cabeça do MK com a plataforma desejada. Cada cabeça do MK tem uma plataforma fixa (espessura fixa). Há cabeças com plataformas de: 140, 160, 180, 200, 250, 300, 350, 400 e 450 µ (Figuras 1I, 2E).

h) **Trépano Marcador:** Trépano com 17 mm de diâmetro, feito de alumínio (Figura 1J). Tem a finalidade de marcar o diâmetro ideal do botão córneo-escleral a ser cortado no bulbo ocular doador (Figura 4B). Botões córneo-esclerais de diâmetros menores sofrem herniação pelo anel fixador da córnea, não sendo possível a formação da câmara anterior artificial (Figura 4A).

A Figura 5A mostra como a câmara anterior artificial era preenchida, para aferição pré-operatória da PIC com tonômetro de Barraquer. A Figura 5B mostra o novo método utilizado para preenchimento da câmara artificial e aferição digital objetiva da PIC peroperatória.

DISCUSSÃO

O desenvolvimento da câmara anterior artificial possibilitou aos cirurgiões obterem lamelas corneanas a partir de botões córneo-esclerais de Banco de Olhos sem a necessidade de dispor do bulbo ocular inteiro⁽²⁷⁻²⁸⁾. Estes sistemas devem ter certa reprodutibilidade em espessura e diâmetro, com finalidade de proporcionar melhora na adesão entre as córneas doadora e receptora, diminuindo problemas de interface estro-

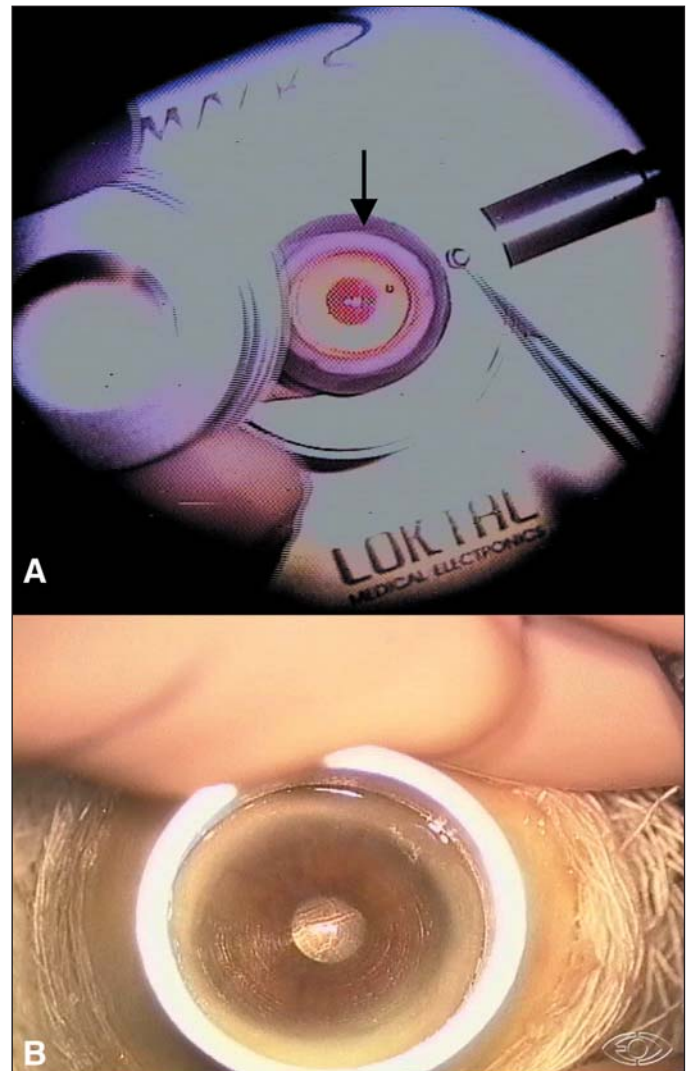


Figura 4 - A: Botão córneo-escleral de pequeno diâmetro. Note que há uma área da plataforma, equivalente a parte escleral do botão, que não está preenchida pelo botão (Seta); B: Utilização do trépano marcador no bulbo ocular para confecção de botão córneo-escleral de diâmetro adequado

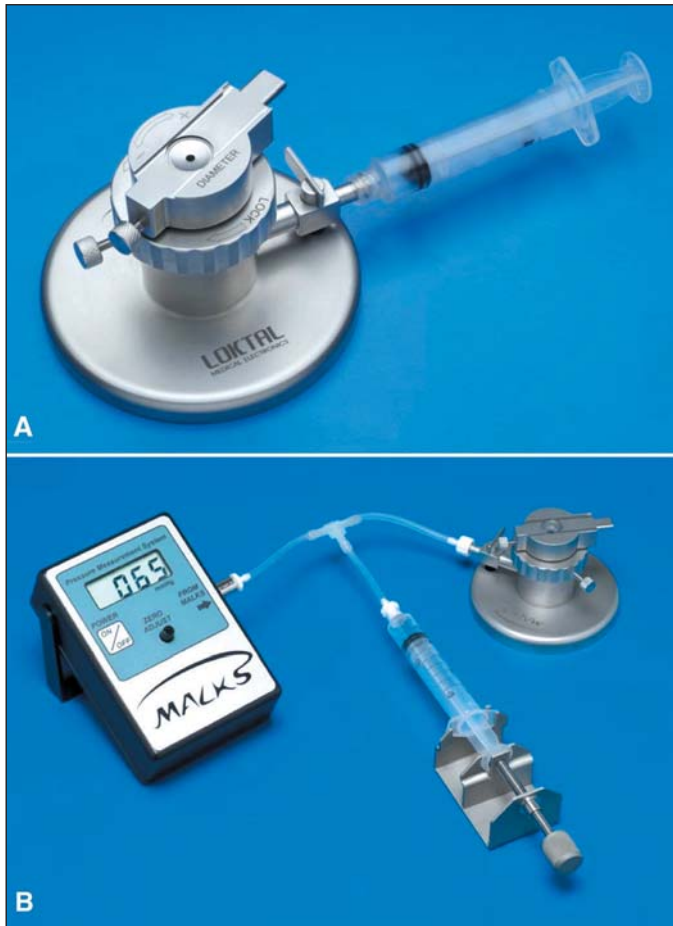


Figura 5 - A: Método inicial para preenchimento e manutenção da câmara anterior artificial; B: Método novo para preenchimento, manutenção e controle digital objetivo micrométrico da pressão intracamerar (PIC) peroperatória

mal e melhorando a qualidade visual dos pacientes. O uso de MKs automáticos nas córneas doadoras e receptoras proporciona lamelas que tendem a ser similares em formato, diâmetro e espessura, facilitando todo o ato cirúrgico, além de proporcionar leito estromal mais regular em ambas córneas⁽²⁹⁻³⁰⁾.

Segundo alguns autores, o sistema da câmara anterior artificial ALTK® (Moria, PA, USA) utiliza um MK manual (ONE®, Moria, PA, USA) para confecção das lamelas; e uma solução de cloreto de sódio isotônica colocada entre 1,2 e 1,5 m de altura da câmara artificial para manter a PIC^(22-23,31). A câmara anterior artificial descrita neste estudo utiliza um MK automático⁽²⁴⁻²⁶⁾. O sistema de infusão, utilizado nesta câmara anterior artificial, é o primeiro sistema que possibilita o controle digital milimétrico peroperatório da PIC, de acordo com a literatura pesquisada. Desta maneira, pode-se ter controle objetivo sobre a PIC peroperatória ao mesmo tempo em que se preenche e se mantém a câmara anterior artificial. Pode-se utilizar também o próprio meio de preservação, que vem com o botão doador (em geral o Optsol®), para preencher todo o sistema de infusão utilizado nesta nova câmara artificial. Procedimento praticamente inviável no sistema de infusão do ALTK®, que

utiliza maior quantidade de líquido para preencher todo o sistema de infusão (manguitos entre 1,2 e 1,5 m acima da câmara artificial)^(22-23,31).

Lamelas corneanas finas, irregulares ou com buraco podem ocorrer no LASIK pela falta de controle da pressão intra-ocular durante este procedimento⁽³²⁻³³⁾. O tonômetro de Barraquer informa se a pressão intra-ocular pré-operatória (após acionado o vácuo) está acima ou abaixo de 65 mmHg⁽³⁴⁾, o quanto, objetivamente, está acima ou abaixo não é sabido. Especula-se que a aferição peroperatória da pressão intracamerar (PIC) oferecida pelo sistema descrito neste trabalho (Figura 5) seja mais confiável que a tonometria realizada com TonoPen® e tonômetro de Barraquer. Estes dois últimos tonômetros utilizam a face anterior da córnea para a aferição da PIC, enquanto o sistema deste trabalho utiliza a face posterior da córnea como barreira para aferição da PIC, por meio da coluna líquida até o medidor digital. Como as córneas doadoras podem ter diferenças em espessura, principalmente pela variada hidratação corneana, a medida da PIC com TonoPen® e tonômetro de Barraquer pode não ser a maneira mais adequada para a aferição da PIC em câmaras artificiais.

O anel escleral do botão córneo-escleral deve ter entre 15 e 17 mm, para o aproveitamento deste na câmara artificial. Anel escleral com diâmetro menor resulta em herniação do botão quando se tenta prendê-lo à câmara artificial com o anel fixador (Figura 4A). Por conseguinte, não se forma câmara, e o botão é inutilizado para o uso nesta câmara. Por esta razão, o trépano de alumínio foi incorporado ao sistema, para servir de marcador escleral nos bulbos oculares doadores, e obtenção de botão córneo-escleral de diâmetro adequado pelos Bancos de Olhos. (Figura 4B).

CONCLUSÃO

O MALKS® utiliza o mesmo microcerátomo automático desenvolvido para LASIK, possibilita a obtenção de lamelas corneanas de espessura e diâmetro programados, assim como o controle objetivo peroperatório digital da PIC. Esta câmara anterior artificial pode ser ferramenta importante tanto para as cirurgias de transplante lamelar superficial quanto endotelial. Sugere-se que os botões córneo-esclerais doadores preservados pelos Bancos de Olhos tenham entre 15 e 17 mm de diâmetro, para que estes possam ser utilizados tanto para ceratoplastia penetrante quanto para ceratoplastia lamelar ajustável por meio desta câmara anterior artificial.

ABSTRACT

Purpose: To describe the characteristics of a new artificial anterior chamber (MALKS®, Loktal, São Paulo, Brasil). **Methods:** Characteristics analysis and description of a new artificial anterior chamber MALKS® (Micro automated lamellar keratoplasty system). **Results:** MALKS® is composed of eight

parts: a) artificial chamber; b) cornea's fix ring; c) nut to join the cornea's fix ring; d) rail and adjuster of lamellar diameter; e) flatteners, to pre-determine lamellar diameter; f) infusion system, that allows the digital objective preoperative control of the intracameral pressure; g) automated microkeratome, and h) marker. **Conclusion:** MALKS® uses the same automated microkeratome developed for LASIK, can allow corneal lamella obtention with predetermined thickness and diameter, as well as the digital objective preoperative control of the intracameral pressure. This new artificial anterior chamber can be an important tool for superficial and endothelial keratoplasty.

Keywords: Keratomileusis, laser in situ/methods; Cornea/surgery; Corneal transplantation; Keratoplasty, penetrating; Laser surgery

REFERÊNCIAS

1. von Hippel A. Über die operative Behandlung totaler stationärer Hornhaut-Trübungen. Albrecht von Graefes Arch Ophthalmol. 1877;23(2):79-160.
2. von Hippel A. Eine neue Methode der Hornhaut-transplantation. Albrecht von Graefes Arch Ophthalmol. 1888;34(1):108-30.
3. Barraquer JJ. Queratomileusis para la correccion de la miopia. Arch Soc Am Oftalmol Optom. 1964;5:27-48.
4. Barraquer JJ. Lamellar keratoplasty (special techniques). Ann Ophthalmol. 1972;4(6):437-69.
5. Haimovici R, Culbertson WW. Optical lamellar keratoplasty using the Barraquer microkeratome. Refract Corneal Surg. 1991;7(1):42-5.
6. Hanna KD, David T, Besson J, Pouliquen Y. Lamellar keratoplasty with the Barraquer microkeratome. Refract Corneal Surg. 1991;7(2):177-81.
7. Hanna K, Saragoussi JJ, David T, Pouliquen Y. [Lamellar keratoplasty with the Barraquer microkeratome. Preliminary clinical study a propos of 7 cases]. J Fr Ophthalmol. 1988;11(5):419-23. French.
8. Keuch RJ, Bleckmann H. Comparison of 3 microkeratomes used for keratomileusis in situ in a swine model. J Cataract Refract Surg. 1999;25(1):24-31.
9. Binder PS, Moore M, Lambert RW, Seagrist DM. Comparison of two microkeratome systems. J Refract Surg. 1997;13(2):142-53.
10. Schuler A, Jessen K, Hoffmann F. Accuracy of the microkeratome keratectomies in pig eyes. Invest Ophthalmol Vis Sci. 1990;31(10):2022-30.
11. Polack FM. Lamellar keratoplasty; Malbran's "peeling off" technique. Arch Ophthalmol. 1971;86(3):293-5.
12. Archilla EA. Deep lamellar keratoplasty dissection of host tissue with intrastromal air injection. Cornea. 1984-85;3(3):217-8.
13. Wong DW, Chan WK, Tan DT. Harvesting of a lamellar graft from a corneoscleral button: a new technique. Am J Ophthalmol. 1997;123(5):688-9.
14. Tsubota K, Kaido M, Monden Y, Satake Y, Bissen-Miyajima H, Shimazaki J. A new surgical technique for deep lamellar keratoplasty with single running suture adjustment. Am J Ophthalmol. 1998;126(1):1-8.
15. Melles GR, Lander F, Rietveld FJ, Remeijer L, Beekhuis WH, Binder PS. A new surgical technique for deep stromal, anterior lamellar keratoplasty. Br J Ophthalmol. 1999;83(3):327-33.
16. Panda A, Singh R. Intralamellar dissection techniques in lamellar keratoplasty. Cornea 2000;19(1):22-5.
17. Soong HK, Katz DG, Farjo AA, Sugar A, Meyer RF. Central lamellar keratoplasty for optical indications. Cornea. 1999;18(3):249-56.
18. Maguen E, Villasenor RA, Ward DE, Nesburn AB. A modified artificial anterior chamber for use in refractive keratoplasty. Am J Ophthalmol. 1980;89(5):742-4.
19. Maguen E, Azen SP, Pinhas S, Villasenor RA, Nesburn AB. Evaluation of sources of variation on the accuracy and reproducibility of microkeratome sections with the modified artificial anterior chamber. Ophthalmic Surg. 1982;13(3):217-20.
20. Pallikaris IG, Papatzanaki ME, Stathi EZ, Frenschok O, Georgiadis A. Laser in situ keratomileusis. Lasers Surg Med. 1990;10(5):463-8.
21. Buratto L, Ferrari M, Rama P. Excimer laser intrastromal keratomileusis. Am J Ophthalmol. 1992;113(3):291-5.
22. Behrens A, Dolorico AMT, Kara DT, Novick LH, McDonell PJ, Chao LC, et al. Precision and accuracy of an artificial anterior chamber system in obtaining corneal lenticules for lamellar keratoplasty. J Cataract Refract Surg. 2001;27(10):1679-87.
23. Springs CL, Joseph MA, Odom JV, Wiley LA. Predictability of donor lamellar graft diameter and thickness in an artificial anterior chamber system. Cornea. 2002 21(7):696-9.
24. Victor G, Alves MR, Nosé W. MASYK: Especificações e desenvolvimento. Arq Bras Oftalmol. No prelo 2006.
25. Victor G, Alves MR, Nosé W. Avaliação da qualidade de corte do microcerátomo Masyk® na confecção de lamela corneana pediculada em olhos humanos de Banco de Olhos. Arq Bras Oftalmol. No prelo 2006.
26. Victor G, Alves MR, Nosé W. Avaliação da qualidade de corte do microcerátomo Masyk® na confecção de lamela corneana pediculada em olhos porcinos. Arq Bras Oftalmol. No prelo 2006.
27. Pinheiro MN Jr, Bryant MR, Tayanipour R, Nassaralla BA, McDonnell PJ. Corneal integrity after refractive surgery. Effects of radial keratotomy and mini-radial keratotomy. Ophthalmology. 1995;102(2):297-301.
28. Draeger J, Kohlhaas M. Technische Probleme bei der mikrochirurgischen Weiterverarbeitung konservierten Spendermaterials. Klin Monstbl Augneilkd. 1992;200(2):85-90.
29. Dana M-R, Goren MB, Gomes JA, Laibson PR, Rapuano CJ, Cohen EJ. Suture erosion after penetrating keratoplasty. Cornea. 1995;14(3):243-8.
30. Fong LP, Ormerod LD, Kenyon KR, Foster CS. Microbial keratitis complicating penetrating keratoplasty. Ophthalmology. 1988;95(9):1269-75.
31. Behrens A, Ellis K, Li L, Sweet PM, Chuck RS. Endothelial lamellar keratoplasty using an anterior artificial chamber and a microkeratome. Arch Ophthalmol. 2003;121(4):503-8.
32. Gimbel HV, Penno EEA. Intraoperative complications. In: Gimbel HV, Penno EEA. LASIK complications: prevention and management. 2nd.ed. Thorofare, NJ: Slack; 2001. p.59-90.
33. Mori E, Chamon W. Lasik: complicações. In: Alves MR, Chamon W, Nosé W, organizadores. Cirurgia refrativa. Rio de Janeiro: Cultura Médica; 2003. p.323-35.
34. Probst LE. LASIK Instrumentation. In: Machat JJ, Slade SG, Probst LE. The Art of LASIK. Thorofare, NJ: Slack; 2001. p.75.

Nos artigos enviados para publicação, o nome dos autores e suas afiliações devem estar completos. Isso facilitará a indexação e os *links* com as bases de dados e o CV Lates.