



COMPETENCIA EN CIRUGÍA VITREORRETINIANA: EVALUACIÓN DE LA CURVA DE APRENDIZAJE DE LA VITRECTOMÍA MEDIANTE EL ANÁLISIS CUSUM

Jordi Martín Avià

ADVERTIMENT. L'accés als continguts d'aquesta tesi doctoral i la seva utilització ha de respectar els drets de la persona autora. Pot ser utilitzada per a consulta o estudi personal, així com en activitats o materials d'investigació i docència en els termes establerts a l'art. 32 del Text Refós de la Llei de Propietat Intel·lectual (RDL 1/1996). Per altres utilitzacions es requereix l'autorització prèvia i expressa de la persona autora. En qualsevol cas, en la utilització dels seus continguts caldrà indicar de forma clara el nom i cognoms de la persona autora i el títol de la tesi doctoral. No s'autoritza la seva reproducció o altres formes d'explotació efectuades amb finalitats de lucre ni la seva comunicació pública des d'un lloc aliè al servei TDX. Tampoc s'autoritza la presentació del seu contingut en una finestra o marc aliè a TDX (framing). Aquesta reserva de drets afecta tant als continguts de la tesi com als seus resums i índexs.

ADVERTENCIA. El acceso a los contenidos de esta tesis doctoral y su utilización debe respetar los derechos de la persona autora. Puede ser utilizada para consulta o estudio personal, así como en actividades o materiales de investigación y docencia en los términos establecidos en el art. 32 del Texto Refundido de la Ley de Propiedad Intelectual (RDL 1/1996). Para otros usos se requiere la autorización previa y expresa de la persona autora. En cualquier caso, en la utilización de sus contenidos se deberá indicar de forma clara el nombre y apellidos de la persona autora y el título de la tesis doctoral. No se autoriza su reproducción u otras formas de explotación efectuadas con fines lucrativos ni su comunicación pública desde un sitio ajeno al servicio TDR. Tampoco se autoriza la presentación de su contenido en una ventana o marco ajeno a TDR (framing). Esta reserva de derechos afecta tanto al contenido de la tesis como a sus resúmenes e índices.

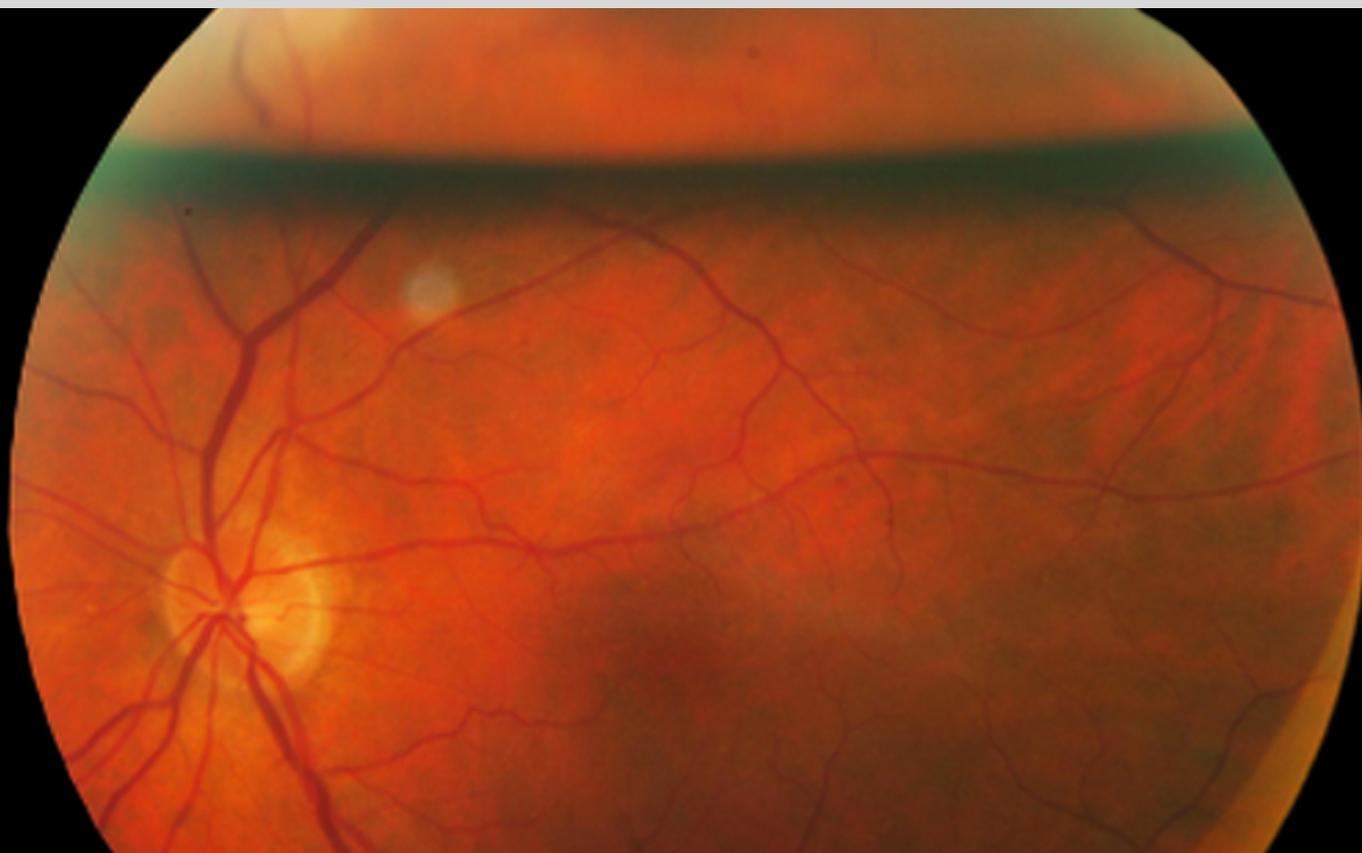
WARNING. Access to the contents of this doctoral thesis and its use must respect the rights of the author. It can be used for reference or private study, as well as research and learning activities or materials in the terms established by the 32nd article of the Spanish Consolidated Copyright Act (RDL 1/1996). Express and previous authorization of the author is required for any other uses. In any case, when using its content, full name of the author and title of the thesis must be clearly indicated. Reproduction or other forms of for profit use or public communication from outside TDX service is not allowed. Presentation of its content in a window or frame external to TDX (framing) is not authorized either. These rights affect both the content of the thesis and its abstracts and indexes.



UNIVERSITAT
ROVIRA I VIRGILI

***Competencia en cirugía vitreorretiniana:
evaluación de la curva de aprendizaje de la
vitrectomía mediante el análisis CUSUM.***

JORDI MARTÍN AVIÀ



TESIS DOCTORAL
2019

Jordi Martín Avià

**Competencia en cirugía vitreorretiniana:
evaluación de la curva de aprendizaje de la
vitrectomía mediante el análisis CUSUM.**

TESIS DOCTORAL

dirigida por el Dr. Pere Romero Aroca

Departamento
de Medicina y Cirugía



UNIVERSITAT
ROVIRA i VIRGILI

Tarragona
2019

UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGLI

COMPETENCIA EN CIRUGÍA VITREORRETINIANA: EVALUACIÓN DE LA CURVA DE APRENDIZAJE DE LA VITRECTOMÍA
MEDIANTE EL ANÁLISIS CUSUM

Jordi Martín Avià

Departamento de Medicina y Cirugía
C/ Sant Llorenç, 21
43203 - Reus
(Tarragona)

HAGO CONSTAR que el presente trabajo, titulado **“Competencia en cirugía vitreorretiniana: evaluación de la curva de aprendizaje de la vitrectomía mediante el análisis CUSUM”** que presenta Jordi Martín Avià para la obtención del título de Doctor, ha sido realizado bajo mi dirección en el Departamento de Medicina y Cirugía de esta universidad.

Reus, 15 de marzo de 2019

El director de la Tesis Doctoral

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Pere Romero Aroca', written over a horizontal line.

Dr. Pere Romero Aroca

UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGLI

COMPETENCIA EN CIRUGÍA VITREORRETINIANA: EVALUACIÓN DE LA CURVA DE APRENDIZAJE DE LA VITRECTOMÍA
MEDIANTE EL ANÁLISIS CUSUM

Jordi Martín Avià

A mi familia

UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGLI

COMPETENCIA EN CIRUGÍA VITREORRETINIANA: EVALUACIÓN DE LA CURVA DE APRENDIZAJE DE LA VITRECTOMÍA
MEDIANTE EL ANÁLISIS CUSUM

Jordi Martín Avià

“He aquí la paradoja de la Cirugía: Herir para curar”
(C. Pera. El cuerpo herido, 2003)

“La seguridad de la cirugía es un problema de salud pública”
(OMS, 2008)

UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGLI

COMPETENCIA EN CIRUGÍA VITREORRETINIANA: EVALUACIÓN DE LA CURVA DE APRENDIZAJE DE LA VITRECTOMÍA
MEDIANTE EL ANÁLISIS CUSUM

Jordi Martín Avià

Agradecimientos

A mi tutor de tesis, el Dr. Pere Romero, quien me ayudó a ver las posibilidades del proyecto cuando era un mero boceto y sin cuya insistencia quizá no lo hubiera llevado a cabo.

A mi mujer Elena, quien me ha demostrado el significado de las palabras apoyo y amor. Sin su capacidad de sacrificio y de visualizar el “big picture” no hubiera llegado donde estoy ahora como profesional, como persona ni como padre.

A mi jefa de Servicio, la Dra. Pilar de Rivas, quien me apoyó a nivel profesional más allá de lo esperable, dándome la oportunidad de formarme en el campo de la oftalmología que actualmente me apasiona.

A mi mentor en cirugía de retina, el Dr. Lluís Arias, de quien he aprendido todo lo que sé en cirugía vitreorretiniana, pero sobretodo de quien he aprendido que la excelencia en cirugía de retina empieza por ser un médico cercano y honesto.

A mi hijo Víctor, cuya seriedad y responsabilidad me han servido de fuerza para seguir adelante y ser un modelo a la altura de lo que se merece.

A mi hijo Óscar, quien me recordaba día a día el significado de la ilusión por las cosas y que nunca hay que dejar de lado el niño que llevamos dentro al hacer algo nuevo.

A mi hijo Iván, quien me ha demostrado que uno puede conseguir todo lo que se proponga, por difícil que parezca.

A mi hijo Leo, quien conseguía sacarme una sonrisa y alegrarme los días, por agotado que fuera.

A mi hija Aria, cuyos abrazos y besos me reconfortaban al final de cada día.

A mi padre, por transmitirme su visión de responsabilidad académica y laboral, y por su apoyo en mi formación como médico.

A mi madre, por su inteligencia emocional, amor y empatía, que intento transmitir día a día a mis pacientes.

Al equipo de enfermería y auxiliares de quirófano del Hospital Lleuger de Llevant en Tarragona, con los que iniciamos y sufrimos los altibajos de la curva de aprendizaje en retina. Gracias por vuestro apoyo y paciencia.

A los pacientes que han depositado su confianza en mi para que los acompañe en el tratamiento de sus enfermedades de retina. Gracias por acompañarme en mi curva de aprendizaje.

Abreviaturas

ACGME	Accreditation Council for Graduate Medical Education
AM	Agujero macular
cst	Centistokes
C ₃ F ₈	Perfluoropropano
DRP	Desprendimiento de retina primario
DRR	Desprendimiento de retina regmatógeno
DRRP	Desprendimiento de retina regmatógeno primario
DRT	Desprendimiento de retina traccional
EPR	Epitelio pigmentario de la retina
HTO	Hipertensión ocular
HV	Hemorragia vítrea
ICO-OSCAR	International Council of Ophthalmology's "Ophthalmology Surgical Competency Assessment Rubric"
MER	Membrana epirretiniana
MLI	Membrana limitante interna
PFCL	Perfluorocarbono líquido
PFV	Proliferación fibrovascular
PVR	Proliferación vitreorretiniana
ReDR	Redesprendimiento de retina
SF ₆	Hexafluoruro de azufre
SERV	Sociedad Española de Retina y Vítreo
TVM	Tracción vitreomacular

UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGLI

COMPETENCIA EN CIRUGÍA VITREORRETINIANA: EVALUACIÓN DE LA CURVA DE APRENDIZAJE DE LA VITRECTOMÍA
MEDIANTE EL ANÁLISIS CUSUM

Jordi Martín Avià

Tabla de contenidos

Resumen.....	15
I. Introducción	17
II. Marco Teórico.....	21
<i>II.A. El ojo humano.....</i>	<i>26</i>
II.A.1. Anatomía del ojo	26
II.A.2. Anatomía e histología de la retina.....	27
II.A.3. Anatomía dirigida a la cirugía de vítreo-retina	31
II.A.3.a. El cuerpo ciliar	31
II.A.3.b. El gel vítreo	32
II.A.3.c. La membrana limitante interna	33
II.A.3.d. Otros conceptos anatómicos dirigidos	33
<i>II.B. Cirugía vitreorretiniana</i>	<i>34</i>
II.B.1 Indicaciones principales de la cirugía vitreorretiniana	34
II.B.1.a. El desprendimiento de retina.....	34
II.B.1.b. Patología de la interfase vitreomacular	36
II.B.1.c. Hemorragia vítrea	37
II.B.2 La vitrectomía	38
II.B.2.a. Reseña histórica	38
II.B.2.b. El equipo de vitrectomía y sus funciones.....	41
II.B.2.c. Técnica quirúrgica	47
II.B.3 Complicaciones quirúrgicas de la vitrectomía.....	61
II.B.3.a. Complicaciones intraoperatorias.....	62
II.B.3.b. Complicaciones postoperatorias.....	64
<i>II.C. La curva de aprendizaje</i>	<i>68</i>
II.C.1. La curva de aprendizaje en cirugía. Análisis de casos y análisis CUSUM	69
II.C.2. Variables de estudio de la curva de aprendizaje en cirugía.	72
II.C.2.a. Variables del proceso quirúrgico.....	72
II.C.2.b. Variables del resultado quirúrgico.....	73
II.C.3. Factores de confusión	73
II.C.4. Sistemas actuales de evaluación de la vitrectomía.....	75
III. Hipótesis y objetivos	87
IV. Materiales y métodos.....	89
IV.A. Muestra.....	89
IV.B. Equipo humano	89
IV.C. Equipo técnico	90
IV.D. Técnica quirúrgica.....	91
IV.E. Selección de variables.....	93
IV.F. Recogida y tratamiento de datos.....	95
V. Resultados	111
V.A. Descripción de la muestra	111
V.B. Análisis de casos sucesivos	119
V.C. Análisis CUSUM	123
VI. Discusión.....	131
VII. Conclusiones	145
VIII. Referencias	149

UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGLI

COMPETENCIA EN CIRUGÍA VITREORRETINIANA: EVALUACIÓN DE LA CURVA DE APRENDIZAJE DE LA VITRECTOMÍA
MEDIANTE EL ANÁLISIS CUSUM

Jordi Martín Avià

RESUMEN

Introducción: No existe ningún método de evaluación de la curva de aprendizaje en cirugía de retina, siendo el más habitual el análisis de casos sucesivos de complicaciones quirúrgicas. No existe formación oficial tutorizada en retina en España, por lo que es necesario el desarrollo de un sistema de autoevaluación de la curva de aprendizaje en vitrectomía para asegurar su correcto progreso con seguridad hasta su adquisición.

Objetivo: Evaluar la utilidad de las gráficas de suma acumulada (CUSUM) para analizar la evolución de la curva de aprendizaje en vitrectomía.

Métodos: Se revisaron los primeros pacientes intervenidos de vitrectomía por un cirujano principiante. Se recogieron los siguientes datos: el diagnóstico principal, el tiempo de aprendizaje, la técnica quirúrgica y las complicaciones intraoperatorias y postoperatorias. Se realizó un análisis de casos sucesivos de la evolución de las complicaciones quirúrgicas y se crearon gráficas CUSUM para 5 variables: retinotomía, hipertensión e hipotonía postoperatorias, catarata secundaria y redespndimiento de retina.

Resultados: Se incluyeron 237 vitrectomías. El análisis de casos sucesivos determinó un cambio de técnica a favor de la vitrectomía transconjuntival a partir de las 80 vitrectomías, con un incremento de las complicaciones en el siguiente trimestre. Las gráficas CUSUM muestran un buen rendimiento, adquiriendo la competencia en momentos distintos para cada variable; así como períodos de bajo rendimiento, coincidente con el incremento en las complicaciones. La competencia completa se consiguió en el caso 236.

Conclusiones: El análisis de la curva de aprendizaje muestra que el tiempo de aprendizaje es mayor que la percepción del cirujano. El análisis de casos sucesivos se confirma subjetivo y tardío, mientras que el análisis CUSUM se propone como un método objetivo, prospectivo y preciso, con capacidad para prever un pobre rendimiento.

Palabras clave: curva de aprendizaje, análisis CUSUM, vitrectomía, complicaciones quirúrgicas.

ABSTRACT

Introduction: There is no method for learning curve assessment in vitrectomy, the most common being the sequential case analysis of surgical complications. There are no tutorized retina fellowships in Spain, so it is necessary to develop a self-assessment system of the vitrectomy learning curve, to ensure safe progress until it is achieved.

Objective: To assess cumulative sum analysis (CUSUM) capability to analyze learning curve in vitrectomy.

Methods: A single ophthalmologist trainee's first vitrectomy cases were evaluated. Following data was collected: diagnosis, learning time, surgical technique, intraoperative and postoperative complications. Sequential case analysis was carried out to assess the evolution of surgical complications over time and CUSUM charts were created for 5 variables: retinotomy, ocular hypertension, hypotony, secondary cataract and retinal redetachment.

Results: 237 vitrectomies were included. Sequential case analysis detected a change in surgical technique towards transconjunctival vitrectomy around the 80th case, with surgical complications increasing in the following trimester. CUSUM charts show good performances, achieving competence at a different learning time for each variable, as well as periods of an unsatisfactory performance, coincident with an increase in surgical complications. Full vitrectomy competence was achieved following 236 procedures.

Conclusions: Learning curve analysis indicates that time to achieve competence takes longer than the surgical trainee thinks. Sequential case analysis is proved to be a subjective and late system for learning curve assessment, while CUSUM analysis is proposed as an objective, prospective and precise method, that also provides the ability to anticipate an unsatisfactory performance.

Key words: learning curve, CUSUM analysis, vitrectomy, complications.

I. INTRODUCCIÓN

La medicina es una ciencia que ha ido cambiando acorde con la sociedad a la que acompaña. La aparición de la medicina basada en la evidencia junto con el aumento del nivel sociocultural de los pacientes propició una evolución de la relación médico-paciente. La Edad del Paternalismo en la que los médicos decidían sobre lo más adecuado para sus pacientes, cambió a mitad del siglo XX hacia una necesaria Medicina de la Autonomía, en la que primaban los derechos y la libertad de elección de los pacientes.¹

Con el cambio al siglo XXI, el mayor acceso a la información gracias a la expansión universal de internet ha permitido que los pacientes consigan información detallada de su patología y su tratamiento, aumentando su exigencia hacia los profesionales de la medicina. En la actualidad, el número de blogs en castellano en los que se hace difusión médica supera los 210.000.000.² Aunque la información contenida en muchos de ellos pueda tener dudoso origen y objetivo, existen muchos artículos de revistas de primer impacto disponibles de forma gratuita, con lo que algunos pacientes pueden llegar a conocer datos más actualizados que los propios médicos que los tratan.

La medicina se está adaptando a estos cambios, siendo la docencia un claro ejemplo. En España existe la formación del médico mediante el sistema MIR, implantado por el Ministerio de Sanidad de forma completa en 1980, en el que se exige un mínimo aprendizaje teórico y práctico en función de la especialidad.³ De forma similar al cambio de la relación médico-paciente, la docencia ha evolucionado de un paternalismo en el que el tutor velaba por los intereses y aprendizaje del residente, a un sistema en el que la implicación de los médicos residentes en su propia formación ha adquirido una mayor importancia.

Esta evolución es mucho más avanzada en países como Estados Unidos o el Reino Unido, donde la residencia se basa en sistemas de puntuación que avalan con mayor objetividad la competencia adquirida.⁴ El médico debe poder justificar dicha competencia ante el paciente si así se requiere.

Hasta la fecha, la competencia se describía como la experiencia o número de casos operados en el caso de una especialidad quirúrgica, siendo ésta una definición muy simple. En el caso de la oftalmología, la complejidad de la definición de la competencia aún es mayor dada la dependencia de la tecnología.

La evolución tecnológica en los últimos 100 años ha supuesto un cambio abismal en el tratamiento quirúrgico de las enfermedades oculares, especialmente desde la década de los 80, con el desarrollo y expansión de la cirugía de la catarata. El vertiginoso desarrollo de los equipos informáticos, tecnológicos y su miniaturización provocó un cambio radical de la cirugía, pasando de la técnica de extracción extracapsular a la facoemulsificación, de forma que los cirujanos oftalmólogos debieron enfrentarse por segunda vez en su carrera profesional a un aprendizaje quirúrgico para poder volver a tratar a sus pacientes de la mejor manera posible.

Este es el claro ejemplo en que un cirujano “experimentado” en una técnica habitual pasó a ser un cirujano “principiante” para tratar la misma enfermedad. La definición de la competencia en función de la experiencia se confirma ambigua e inexacta.

En los últimos años, las subespecializaciones han aflorado en nuestro país, aunque sin formación reglada, sin forma de demostrar una competencia y sin tan solo el reconocimiento oficial por parte del Sistema Nacional de Salud. Entre las subespecializaciones de la oftalmología, una de las más reconocidas es la que trata las enfermedades de la retina, dividiéndose incluso entre especialistas en retina médica y retina quirúrgica.

Como toda técnica quirúrgica, en el aprendizaje de la cirugía de vítreo-retina es básico adquirir habilidades manuales además de los conocimientos teóricos necesarios para poder realizarla.

Actualmente no existe un modelo de sistema de aprendizaje ni de evaluación de la cirugía de vítreo-retina durante la formación MIR, por lo que cada centro docente realiza la formación según los conocimientos, la experiencia y la disponibilidad de los profesionales encargados de la docencia de los residentes de oftalmología.

Una vez terminada la residencia, existen muy pocos sistemas para continuar la formación reglada y supervisada en una subespecialidad en nuestro país. La formación quirúrgica de la mayor parte de los oftalmólogos que se subespecializan en retina depende de ellos mismos, de contactos que tengan con compañeros más experimentados y de la facilidad de aplicar los conocimientos adquiridos en el hospital en el que estén trabajando.³

En los últimos años han aparecido algunos intentos de evaluación de la competencia en la cirugía de retina más extendida en la actualidad, la vitrectomía, siempre englobados dentro de la formación posterior a la residencia en los países en los que la subespecialización ya está implantada. Se trata de sistemas de puntuación subjetivos basados en pasos de la cirugía que un cirujano experto evalúa.

A pesar de no existir ningún método estandarizado de valorar el aprendizaje de una técnica quirúrgica nueva, cada vez existen más estudios que intentan describir lo que es una "curva de aprendizaje" de forma objetiva.

El estudio presentado en este trabajo pretende, en base a la experiencia del autor, describir su propia curva de aprendizaje en cirugía vitreorretiniana y evaluarla con las técnicas estadísticas más actuales. Con ello, describir un sistema de análisis de la curva de aprendizaje de la vitrectomía que pueda ser objetivo, extrapolable al resto de cirujanos principiantes y con una evaluación a tiempo real, siendo capaz de determinar cuando la curva de aprendizaje está completada o de detectar fallos y predecir una evolución inaceptable; pudiendo ser una herramienta valiosa para la formación MIR y, principalmente, para la formación no tutorizada en la subespecialidad de retina de aquellos oftalmólogos autodidactas.

UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGLI

COMPETENCIA EN CIRUGÍA VITREORRETINIANA: EVALUACIÓN DE LA CURVA DE APRENDIZAJE DE LA VITRECTOMÍA
MEDIANTE EL ANÁLISIS CUSUM

Jordi Martín Avià

II. MARCO TEÓRICO

La tecnificación e informatización reciente de la oftalmología exige de los cirujanos capacidad suficiente para controlar un sinfín de parámetros durante la cirugía: el instrumento quirúrgico principal con la mano dominante, el instrumento accesorio con la otra mano, las diferentes acciones del terminal quirúrgico principal y terminales accesorios con un pie y las opciones de visualización y enfoque del microscopio quirúrgico con el otro pie.⁵

Pocas especialidades quirúrgicas precisan habilidad simultánea en las cuatro extremidades y maniobrabilidad en un área de trabajo que apenas supera los 23 mm de diámetro.⁶

Dentro de la oftalmología, la cirugía de retina se caracteriza por el contacto directo con estructuras altamente sensibles de ser dañadas y de poder provocar repercusiones irreversibles para la visión.⁷ Por otro lado, en diferentes momentos de la cirugía se debe intercambiar los instrumentos entre ambas manos para poder realizar ciertas acciones o evitar complicaciones, o se debe manipular estructuras con grosor inferior a un pelo en un espacio inferior a 6mm.⁸

Así mismo, se trata de una cirugía que precisa la utilización de diferentes equipos quirúrgicos, utilizando no solamente el equipo propio de la vitrectomía, sino demás aparatos y técnicas accesorias, como es la fotocoagulación láser o la crioterapia; cada uno de ellos con sus parámetros de uso que hay que individualizar en función de la patología a tratar. De igual manera, la manipulación de diferentes gases medicinales, fluidos, colorantes vitales o fármacos de uso intraocular, exigen la adquisición de unos conocimientos muy complejos teóricos y prácticos sobre el comportamiento físico de los diferentes elementos descritos.

Finalmente hay que remarcar que no se trata de una cirugía de rutina o protocolar,⁵ sino que hay múltiples momentos en los que se puede cambiar el rumbo de las maniobras intraoperatorias a seguir, en función de lo que se observa. Hay muchas posibles complicaciones que se deben prever, detectar a tiempo y saber solucionar. Este dinamismo dota a la cirugía de retina de un halo de "arte",⁹ que parece haberse perdido en la época de la tecnología actual.¹⁰

Así pues, es de entender que la cirugía de retina sea considerada como una de las que presenta una curva de aprendizaje más larga. Sin embargo, no existe una formación específica en la cirugía de vítreo-retina en nuestro país. La única formación reglada es la proporcionada durante los años de médico interno residente por el sistema MIR.

El programa formativo de la especialidad de oftalmología, aprobado por el Ministerio de Sanidad mediante la orden SAS/3072/2009 regula los requisitos sobre el aprendizaje en cirugía de retina de la siguiente manera:¹¹

- Apartado 8.3.2: “Realización de 15 a 20 intervenciones de cirugía de retina con un grado de autonomía creciente a medida que se avanza en el periodo formativo de tal forma que al final de dicho periodo llegue a realizar de forma autónoma al menos 3 intervenciones que en todo caso deben realizarse bajo supervisión de los especialistas del staff.”
- Apartado 10.3: “Asistencia como ayudante a un mínimo de 30 procedimientos quirúrgicos específicos asistido por un especialista, (al menos 5 cirugías de vítreo y retina)”

La instauración de la residencia médica con reconocimiento y aval universitario se inició en Austria durante la segunda mitad del siglo XIX por el jefe de cirugía Theodor Billroth (1829-1894) en el hospital general de Viena (Allgemeine Krakenhouse),¹² siendo introducido en Estados Unidos a finales del mismo siglo por el cirujano William S. Halstead (1852-1922) con su nombramiento como profesor y jefe de cirugía del Hospital John Hopkins, en Baltimore, tras su formación en Viena.¹³

En Estados Unidos, la cuna de la medicina basada en la evidencia, con una tradición de residencia médica que se remonta casi un siglo antes que la española, la formación posgrado se ha transformado en la última década en una educación basada en la competencia.

En 2013, la organización médica ACGME (Accreditation Council for Graduate Medical Education) instauró un sistema de “millas”: una evaluación a través de la observación del comportamiento basado en la competencia en la progresión de los alumnos posgrado en medicina hacia la práctica clínica no supervisada, con el objetivo de ayudar a los hospitales acreditados a formar médicos y subespecialistas competentes, capaces de autoevaluarse y seguir formándose sin la presencia de un tutor.^{14,15}

La organización ACGME acreditó en el curso académico 2017-2018 a aproximadamente 11.200 médicos en 180 especialidades y subespecialidades distintas en 830 instituciones asociadas.¹⁶ En un sistema con mayor trayectoria que el nuestro, que ya ha realizado el inevitable cambio a la educación médica basada en la competencia, al finalizar la residencia en oftalmología se exige sólo la realización de 10 cirugías de retina, entre cirujano principal y cirujano asistente.

Esta formación quirúrgica mínima en la residencia ha sido declarada insuficiente para la cirugía vitreorretiniana¹⁷ y actualmente el propio programa formativo de la ACGME ya indica que este número es un indicador mínimo de experiencia, siendo la competencia determinada por el programa de millas.¹⁸

La descripción de los requisitos en cirugía vitreorretiniana para conseguir la acreditación para finalizar la residencia en nuestro país no son muy superiores a la formación mínima en Estados Unidos, siendo evidente que el aprendizaje de un oftalmólogo hasta poder ser denominado especialista en cirugía de retina es posterior al MIR.

Si seguimos observando la evolución de la formación de un médico en los países con mayor tradición docente como Estados Unidos o Inglaterra, encontramos programas implantados de formación intensiva de uno o dos años de duración tras la residencia (fellowships) que aseguran un aprendizaje mínimo como cirujano principal de una subespecialización, en las condiciones de seguridad que la supervisión por un tutor experto puede ofrecer, tanto para el paciente como para el cirujano principiante.

En Estados Unidos el 64% de los residentes eligen continuar su formación en una subespecialidad, sea para adquirir mayores habilidades o para conseguir mayor prestigio y remuneración económica.¹⁹

En 2005 la organización médica profesional AUPO (Association of University Professors of Ophthalmology) creó un comité que regula el programa formativo de especialización a nivel nacional (Fellowship Compliance Committee), avalado por la American Society of Retina Specialists (ASRS), la Macula Society y la Retina Society. En su programa de subespecialización en retina, exigen la realización o asistencia de 100 vitrectomías y 20 cirugías esclerales.²⁰

El Fellowship del European School for Advanced Studies in Ophthalmology (ESASO) en Suiza, propone 150 cirugías, entre vitrectomías y cirugía escleral, sin determinar entre cirujano principal o ayudante.²¹

Según el programa “Residencia de Alta Especialidad” en retina quirúrgica del Hospital Dr. Luis Sánchez Bulnes, de la Asociación Para Evitar la Ceguera en México (A.P.E.C.), el número de cirugías que proponen es de 75 vitrectomías como cirujano principal en un año.²²

En nuestro país, no existe ningún programa de subespecialización como los descritos, dado que aún no existe un reconocimiento por el Sistema Nacional de Salud de las subespecialidades médicas.²³

A pesar de ello, existe una creciente demanda laboral subespecializada en los hospitales públicos y privados, con lo que en los últimos años se han implementado másteres en retina en algunas entidades privadas asociadas a universidades españolas, como en el Instituto Barraquer²⁴ y el IMO (Institut de Microcirurgia Ocular)²⁵ en Barcelona, o el IOBA (Instituto Universitario de Oftalmobiología Aplicada)²⁶ en Valladolid. Así mismo, existe un programa en retina impulsado por la SERV (Sociedad Española de Retina y Vítreo) desde 2015 denominado PFER o programa de formación de expertos en retina, asociado a diferentes hospitales públicos de tercer nivel.²⁷

Este movimiento docente es un buen inicio para la formación de la subespecialización en nuestro país, pero cada uno tiene su programa propio y, a excepción del PFER que solicita como requisito la realización de 50 vitrectomías como primer cirujano,²⁸ el resto de los másteres no garantizan que el cirujano tenga acceso a realizar un número mínimo de vitrectomías.

En nuestro país, la mayor parte de los cirujanos se autodenominan especialistas en función de las oportunidades y la autoformación recibida. La falta de supervisión por un sistema regulado genera una gran variabilidad en la formación que repercute directamente en la capacidad de trabajo y de resolución de patologías, base de la competencia quirúrgica.

En 2009 se realizó una primera aproximación para describir la formación de los retinólogos españoles,²³ pudiendo confirmar dicha variabilidad. En nuestro país, el 6% de los autodenominados retinólogos no tiene ninguna formación específica y sólo un 11% ha realizado algún máster en retina. Respecto al aprendizaje quirúrgico, un 22,2% no están formados para la realización de una vitrectomía, e incluso un 9,5% no realizan ningún tipo de cirugía de retina. Teniendo en cuenta los retinólogos quirúrgicos, un 17,8% preferirían derivar los desprendimientos de retina a compañeros con mayor experiencia, demostrando la falta de formación específica, así como suficiente prudencia.

La media de vitrectomías en los hospitales docentes estaba en 2009 entre 60 y 80 anuales por cada cirujano, reduciéndose a 24 en los hospitales no docentes,²⁹ acentuando aún más las diferencias y la desigualdad de posibilidades entre los diferentes subespecialistas, dependiendo de su lugar de trabajo.

Ante la evidente falta de supervisión y acreditación, la autorregulación basada en la buena práctica clínica es lo que queda.³⁰

II.A. EL OJO HUMANO

II.A.1. Anatomía del ojo

El ojo humano es considerado el principal órgano de los sentidos del ser humano por múltiples motivos.³¹ Prácticamente un 50% del córtex cerebral está involucrado en el procesamiento visual,³² mientras que en la mayoría de lenguajes, más de dos tercios del campo léxico de percepción usado en las conversaciones diarias pertenece al sentido de la visión.³³ El sistema visual integra una estructura óptica capaz de enfocar las imágenes que están presentes a distintas distancias junto con otra neurológica encargada de percibir y transmitir las imágenes al cerebro para su interpretación.

Anatómicamente, en el globo ocular se distinguen tres capas: una túnica externa más resistente que las otras, formada por colágeno donde se localiza hacia adelante una estructura transparente que permite la entrada de las imágenes al ojo (córnea), la cual se prolonga hacia atrás con la esclera, que rodea y protege el globo ocular hasta la salida del nervio óptico (figura 1). La zona de unión entre esclera y córnea se denomina limbo. La parte expuesta al aire libre de la esclera está envuelta por una estructura vascularizada denominada conjuntiva, que confiere protección ante los elementos externos.

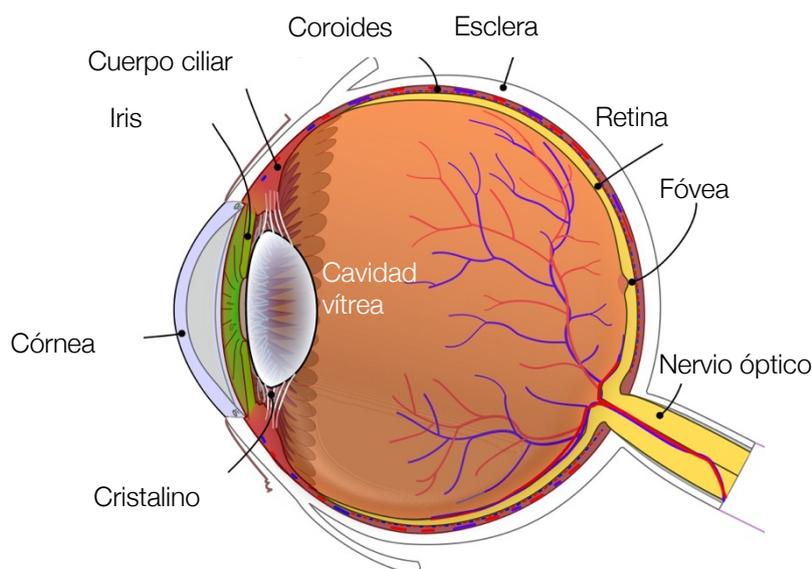


Figura 1. Diagrama anatomía ocular. Modificado de: Erin Silversmith. Creative Commons (2016)

La túnica media, fundamentalmente vascular, y que en general se conoce como úvea, está constituida por delante por el iris; en su parte intermedia el cuerpo ciliar, responsable de la creación del humor acuoso y de la sujeción y acomodación del cristalino; y hacia atrás la coroides, responsable de la aportación sanguínea del tercio externo de la retina.

La túnica interna o neurosensorial está formada íntegramente por la retina, encargada de percibir las imágenes y traducirlas a un lenguaje de impulsos eléctricos que el cerebro pueda entender.

Dentro del globo se halla la lente encargada de la acomodación, denominada cristalino; el humor acuoso, que ocupa el espacio entre córnea y cristalino; y una sustancia transparente de consistencia gelatinosa situada por detrás del cristalino y en íntimo contacto con la retina que se conoce como humor o gel vítreo.³⁴

II.A.2. Anatomía e histología de la retina

La retina es un tejido formado por células sensibles a la luz, llamadas fotorreceptores, células nerviosas, vasos sanguíneos y tejido de soporte. Existen dos tipos de fotorreceptores: los conos, encargados de la visión de los colores, y los bastones, encargados de la detección del brillo.

La retina tapiza el interior del ojo, encontrándose en contacto con la coroides por fuera, y por dentro con el vítreo. En la parte más posterior se localiza la mácula; una región ovalada de alrededor de 5,5 mm de diámetro, situada aproximadamente a 4 mm del nervio óptico (figura 2).

La mácula se caracteriza por tener una coloración un poco más amarillenta que el resto de la retina y por la disminución notable del calibre de los vasos retinianos en esa región. En su centro se localiza la fóvea, una región de 1.5 mm, cuyo centro tiene una depresión central (foveola). En ella se localizan exclusivamente conos, siendo la zona donde se capta la imagen luminosa con mayor precisión, es decir, el área de mejor agudeza visual.^{34,35}

Por fuera de la mácula se encuentra el resto de la retina con elementos nerviosos y vasculares. Las capas retinianas se adelgazan hacia la periferia en la llamada ora serrata, donde los fotorreceptores y las neuronas desaparecen para dejar su lugar a células gliales, o estructurales.

En esta región la retina termina en una zona dentada con abundante pigmento; por este aspecto dentado se la conoce como ora serrata. Los remanentes retinianos se prolongan hacia adelante, hacia la pars plana, como epitelio no pigmentario, carentes ya de cualquier función visual.³⁴

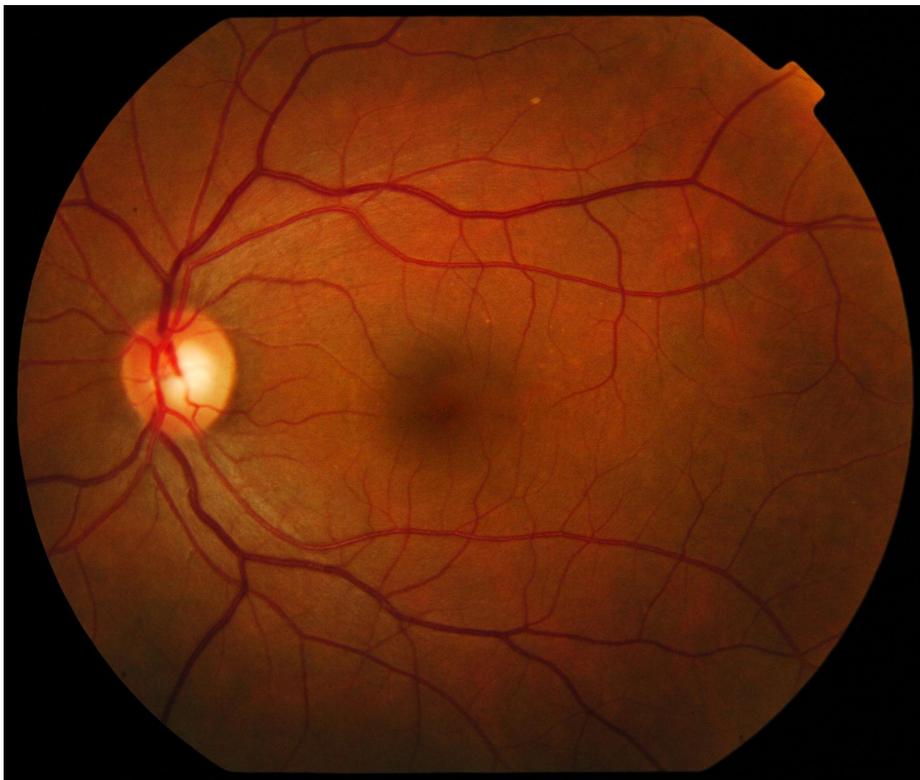


Figura 2. Fotografía de la retina. Por: Autor (2019)

Histológicamente la retina se compone de 10 capas, excepto en la periferia y en la fovea. La capa más externa es el epitelio pigmentario de la retina (EPR). Por un lado, se encuentra unida a la coroides mediante la membrana de Bruch, y por la otra, se continúa con el resto de las 9 capas de la retina (llamadas también retina interna o neurosensorial). El EPR se extiende desde el nervio óptico hasta la ora serrata, donde se continúa con el epitelio pigmentario del cuerpo ciliar.

De la capa más interna (en contacto con el vítreo) a la más externa (en contacto con el EPR), las 9 capas de la retina neurosensorial son las siguientes (figura 3):³⁶

- Membrana limitante interna.
- Capa de fibras nerviosas de la retina (axones de las células ganglionares).
- Capa de células ganglionares.
- Capa plexiforme interna (unión neuronal entre las células ganglionares y las células bipolares).
- Capa nuclear interna (células bipolares).
- Capa plexiforme externa (unión entre las células bipolares y los fotorreceptores).
- Capa nuclear externa (núcleos de los fotorreceptores).
- Membrana limitante externa.
- Segmentos internos y externos de los fotorreceptores (conocido por sus siglas en inglés IS/OS - Inner segments / Outer segments)

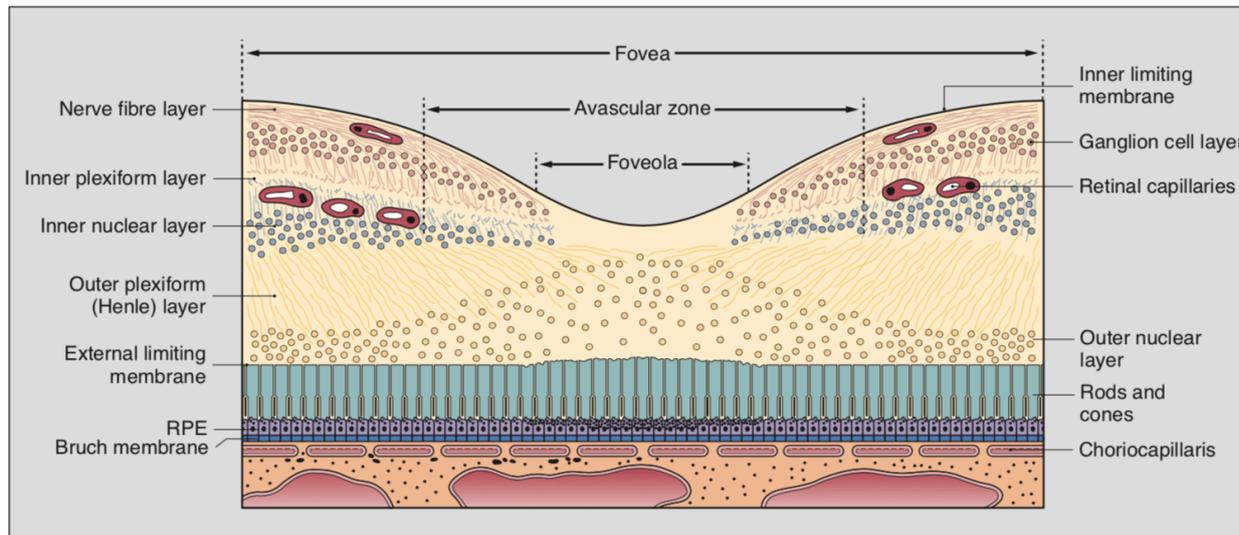


Figura 3. Sección de la mácula. Por: Kanski, JJ (2016)

La nutrición de la retina tiene un doble origen. Las capas profundas, el EPR y los fotorreceptores se nutren por medio de la difusión de sustancias de la coroides a través de la membrana de Bruch, mientras que las capas más internas, se nutren de la vascularización retiniana. La difusión de líquidos y solutos está controlada de forma estricta por la estrecha unión entre las células del EPR y las células endoteliales de los vasos retinianos, denominándose barreras hematorretinianas externa e interna, respectivamente.³⁶

Funcionalmente, la luz atraviesa la capa neurosensorial de la retina y estimula los pigmentos sensibles a la luz contenidos dentro de los segmentos externos de los fotorreceptores. La energía lumínica ocasiona un cambio en el pigmento que genera una corriente eléctrica en el fotorreceptor. Esta corriente eléctrica se transmite a las células bipolares y éstas a la ganglionares, cuyos axones forman el nervio óptico.

Ante un estímulo luminoso el pigmento se degrada y, en la oscuridad, se reconstituye. De este modo, los pigmentos retinianos se degradan y se reconstituyen de manera continua por el epitelio pigmentario de la retina. En su interior se almacena grandes cantidades de vitamina A, que es la que se transforma en pigmento retiniano, de forma que se mantenga siempre una concentración adecuada de pigmentos retinianos.^{34, 36}

II.A.3. Anatomía dirigida a la cirugía de vítreo-retina

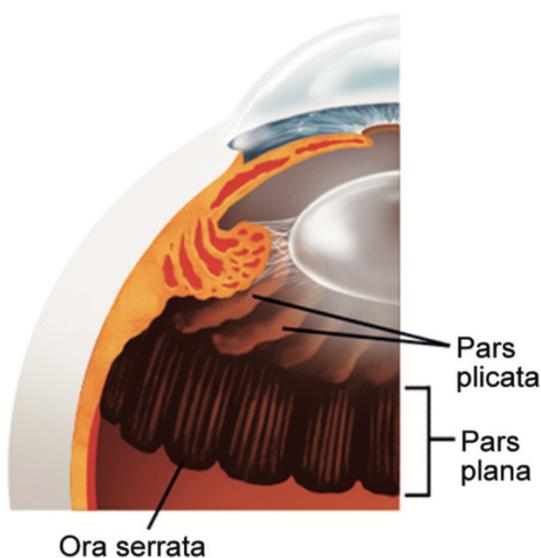
La cirugía de vítreo-retina precisa entender con mayor definición algunas de las estructuras histológicas y anatómicas previamente mencionadas, como son el cuerpo ciliar, el humor vítreo o la membrana limitante interna.

II.A.3.a. El cuerpo ciliar

La prolongación anterior de la coroides está constituida por el cuerpo ciliar; tiene una forma triangular cuyo vértice es el límite anterior de la retina (ora serrata) y su base, dirigida anteriormente, se sitúa detrás del iris.

El cuerpo ciliar se puede dividir en dos partes (figura 4): una posterior, denominada pars plana, que sirve de inserción a la base del vítreo y otra anterior, llamada pars plicata, donde se encuentran los procesos ciliares, encargados de la formación del humor acuoso y la zona de fibras que sujetan el cristalino (zónula).³⁴

La pars plicata ocupa un área equivalente a un anillo de 2 mm de ancho, cuyo borde anterior está a 1 mm del limbo. La pars plana ocupa el área de un anillo de 4 mm de ancho a continuación de la pars plicata.⁵



Su conocimiento es necesario, dado que entre 3,5mm y 4mm del limbo está la ventana de la pars plana por donde pueden pasar los instrumentos de la cirugía vitreorretiniana sin dañar la zónula, la base del vítreo o la retina.⁵

Figura 4. Sección del cuerpo ciliar.
Por: Martínez-Toldos, JJ (2013)

II.A.3.b. El gel vítreo

La cámara vítrea ocupa las dos terceras partes del contenido ocular, desde la cara posterior del cristalino hasta la retina. El contenido de la cámara vítrea es el humor vítreo, un gel con un volumen cercano a 4 ml, transparente, y que contiene agua en un 98%; tiene además fibras de colágeno, proteínas, ácido hialurónico, mucopolisacáridos y solutos.³⁶

El vítreo no tiene función conocida en el ojo adulto. Esto explica porqué su eliminación no tiene efectos adversos, a excepción del incremento en la formación de la catarata por aumento de la oxigenación de la cavidad vítrea.⁵

Hacia la periferia y en contacto con la retina hay una mayor condensación de sus fibras colágenas que forman el córtex, con una pseudomembrana que lo envuelve (hialoides) y que se adhiere a la retina.³⁴

La base del vítreo tiene forma de anillo tridimensional y se extiende desde 2mm por delante de la ora serrata (en pars plana) hasta 3mm por detrás (retina). Sus fibrillas se fusionan con la membrana limitante interna de la retina y la membrana basal del epitelio no pigmentado de la pars plana, haciendo físicamente imposible su disección.^{5,36}

Por delante de la base del vítreo, la hialoides anterior está adherida a la cápsula posterior del cristalino, pero no interconectada. De igual forma, la hialoides posterior está adherida mediante la matriz extracelular a la retina posterior, siendo posible su separación. De todos modos, se encuentra más fuertemente adherida al margen de la mácula, al margen del área parafoveolar, en el recorrido de los vasos principales y en el margen del disco óptico (anillo de Weiss), así como en algunas degeneraciones retinianas, como las palizadas.

A medida que pasan los años, el vítreo va perdiendo consistencia gelatinosa y se vuelve más líquido (sínquisis o licuefacción). Los espacios con vítreo licuado pueden colapsarse (sinéresis), de forma que el gel vítreo termina ocupando menos espacio y siendo más móvil, con el riesgo de generar tracciones en las zonas de anclaje descritas.

II.A.3.c. La membrana limitante interna

La membrana limitante interna (MLI) es una estructura inelástica formada por colágeno tipo IV que se extiende por toda la superficie de la retina, a excepción de los vasos retinianos, con un grosor aproximado de 1,5 μm (un pelo humano tiene un grosor entre 20 y 180 μm).⁵

La MLI es transparente, siendo invisible durante la cirugía hasta que tiñe mediante colorantes vitales o cuando se inicia su separación mediante pinzas intraoculares. En ese momento, la presión negativa ejercida por la separación de la MLI sobre la retina genera un edema retiniano que le concede un color más pálido. Eso permite el reconocimiento visual del área en el que se ha extirpado la MLI, y permite su extracción sin uso de colorantes vitales en cirujanos experimentados.

II.A.3.d. Otros conceptos anatómicos dirigidos

1. Ecuador. Es la zona con mayor circunferencia del globo ocular en el plano frontal. Intraocularmente se identifica por la visualización de las venas vorticosas, que recogen el flujo venoso coroideo antes de atravesar la esclera hacia las venas oftálmicas. Es necesaria su correcta ubicación para poder identificar lesiones retinianas o para poder realizar correctamente la técnica intraoperatoria de endocerclaje con láser Argón.
2. Haz papilomacular. El área entre la fovea y el disco óptico contiene las fibras nerviosas más cruciales, responsables del área central de la visión. Hay que tratar esta área con extremo cuidado, dado que la iatrogenia en el haz papilomacular conlleva consecuencias desastrosas para la visión central.

II.B. CIRUGÍA VITREORRETINIANA

II.B.1 Indicaciones principales de la cirugía vitreorretiniana

Las indicaciones de la cirugía vitreorretiniana son abundantes y de muy diverso origen o gravedad. Las principales patologías retinianas quirúrgicas se pueden englobar en tres apartados: el desprendimiento de retina, la hemorragia vítrea y la patología de la interfase vitreomacular, que incluye la membrana epirretiniana, el síndrome de tracción vitreomacular y el agujero macular.

Otras patologías menos frecuentes son la retinosquiasis, hemorragia subretiniana, foseta óptica, hialosis asteroidea, moscas volantes, glaucoma maligno, glaucoma de células fantasma, endoftalmitis, luxación del cristalino, luxación de la lente intraocular, cuerpo extraño intraocular, endorresección de tumores intraoculares, retinopatía del prematuro...⁵

II.B.1.a. El desprendimiento de retina

El desprendimiento de retina es la separación de la retina neurosensorial respecto al epitelio pigmentario subyacente. Siendo estrictos en la interpretación histológica de la patología, el desprendimiento de retina no es un verdadero desprendimiento, sino una separación intrarretiniana.⁵

Existen 3 tipos de desprendimiento de retina: regmatógeno (DRR), traccional (DRT) y exudativo o seroso.

El desprendimiento de retina regmatógeno es el más frecuente de los tres. En él, aparece una tracción excesiva del vítreo sobre la retina que conduce a un desgarro retiniano en la periferia, siendo posible tanto en una zona previamente sana, como en una zona con una degeneración retiniana, donde la unión del vítreo con la retina suele ser más fuerte. Una vez aparece el desgarro, el vítreo licuado puede pasar a su través, provocando el desprendimiento de retina.

En el caso del desprendimiento de retina traccional, existe una tracción directa por tejido de nueva aparición que arranca la retina neurosensorial del epitelio pigmentario. Este tejido suele ser proliferación fibrovascular secundaria a isquemia retiniana en la retinopatía diabética proliferativa. En el caso en el que la tracción llegue a provocar un desgarro, pasa a denominarse desprendimiento de retina mixto.

El desprendimiento de retina seroso se produce por un aumento de fluido subretiniano debido a una alteración de la impermeabilidad de la barrera hematorretiniana externa, siendo el desprendimiento un signo de la presencia de una patología subyacente, como puede ser un tumor coroideo o enfermedades exudativas. Según la enfermedad de origen el tratamiento puede o no ser quirúrgico.

El desprendimiento de retina es una enfermedad severa que, sin tratamiento, conduce a la ceguera. El tratamiento del desprendimiento de retina regmatógeno es quirúrgico y la técnica puede ser diferente en función de varios aspectos: área afectada, tipo de desgarro, número de desgarros, presencia de lesiones predisponentes asociadas, tiempo de evolución, presencia y extensión de fibrosis secundaria (proliferación vitreorretiniana) o condiciones oculares asociadas (cirugía de cataratas previa, miopía elevada, ...)

No hay que olvidar las condiciones de salud generales del paciente para valorar si podrá realizar el tratamiento postoperatorio que la cirugía requiera, así como enfermedades concomitantes que puedan modificar la decisión de la técnica quirúrgica, como la catarata o degeneración macular.

La cirugía puede ser extraocular (cirugía escleral), mediante la colocación de una banda circular anclada a la esclera, que comprime el ojo, acercando así la pared ocular a la retina desprendida (indentación); mínimamente invasiva (pneumoretinopexia) en la que se inyecta un gas expandible en el interior de la cavidad vítrea que reaplica la retina; o cirugía intraocular o vitrectomía, en la que se elimina el gel vítreo, y se aplica la retina desde el interior.

En cualquier caso, hay que tratar el origen del desprendimiento, sea creando una cicatriz en los desgarros o retirando el tejido causante de una tracción o la enfermedad subyacente de un desprendimiento de retina seroso.

II.B.1.b. Patología de la interfase vitreomacular

La interfase vitreomacular define el área de contacto entre la hialoides posterior y la mácula, así como la relación entre ambas estructuras. La hialoides posterior o capa más externa del vítreo se encuentra íntimamente adherida mediante la matriz extracelular a la capa más interna de la retina, la membrana limitante interna, siendo posible su separación.⁵

Existen tres patologías principales en la interfase vitreomacular: la tracción vitreomacular, el agujero macular y la membrana epirretiniana. En la tracción vitreomacular (TVM) se asocia un desprendimiento del vítreo posterior de las capas internas de la retina a excepción de la fovea, donde existe una unión anormalmente fuerte. La tracción oblicua continua del vítreo provocada por los movimientos naturales del globo ocular conduce a una progresiva deformación de la mácula pudiendo llegar a provocar una rotura de la retina neurosensorial (agujero macular) con la consiguiente pérdida de visión.

En el agujero macular idiopático (AMI), aparece una rotura progresiva de las estructuras de la fovea, pudiendo llegar a ser completa, sin observar una estructura patológica que cause ninguna tracción como sería la hialoides posterior adherida o una membrana epirretiniana.

La membrana epirretiniana (MER) es una estructura fibrosa con capacidad para contraerse que se deposita sobre la mácula y va deformándola. Su origen puede ser secundario a enfermedades inflamatorias o idiopático. Habitualmente genera tracción tangencial con pliegues maculares y distorsión de las imágenes captadas por la retina. En algunos casos, la membrana puede relajarse siendo innecesario un tratamiento quirúrgico.

En los tres casos de patología vitreomacular el tratamiento de elección, en el caso de ser necesario por amenaza progresiva a la visión, es la vitrectomía.

II.B.1.c. Hemorragia vítrea

La hemorragia vítrea es un acúmulo de sangre en la cavidad vítrea. En función de la severidad del sangrado es imposible la visualización del fondo de ojo para valorar su origen. En ese caso, se debe realizar un diagnóstico de exclusión, de la presencia de un desprendimiento de retina asociado, a través de una ecografía ocular que determinará la urgencia quirúrgica.

Las causas de una hemorragia vítrea que requieren intervención quirúrgica son muy diversas, pero básicamente se diferencian en el origen del sangrado: a partir de la vascularización propia del ojo o por neovascularización retiniana.⁵

En el primer caso se engloban principalmente los desgarros retinianos con rotura de un vaso puente, con o sin desprendimiento de retina asociado; las trombosis venosas retinianas con extravasación sanguínea a la cavidad vítrea por bloqueo del retorno venoso y la degeneración macular hemorrágica masiva con extravasación a contenido vítreo. En el segundo caso se engloban todas las enfermedades que condicionan una isquemia retiniana y una neovascularización secundaria, siendo la más frecuente, la retinopatía diabética en su fase proliferativa.

El tratamiento de elección es la vitrectomía para tratar la causa subyacente o incluso diagnóstica si la hemorragia no permite ver el fondo de ojo y la ecografía no da información suficiente sobre su origen.

II.B.2 La vitrectomía

Como cirugía de vítreo-retina se entiende toda cirugía que conlleva una acción sobre el vítreo y la retina, siendo necesario un acceso intraocular para actuar sobre el gel vítreo y realizar diferentes maniobras. La vitrectomía se utiliza generalmente como sinónimo de cirugía de vítreo-retina, pero siendo fiel al origen etimológico de la palabra, sólo es una parte.

La palabra vitrectomía es una palabra compuesta que se deriva de la raíz “vítreo”, del latín “vitreus”, que hace referencia al humor vítreo; y del sufijo “-ectomía”, del griego “ektomée”, que significa escisión hacia fuera. Así pues, literalmente se trata de la escisión del vítreo.³⁷

Toda cirugía de vítreo-retina tiene como elemento común la escisión del vítreo, o vitrectomía. En ella se elimina el gel vítreo del interior del globo ocular con el objetivo de eliminar un vítreo patológico, una unión anómala del vítreo con la retina o como paso previo para acceder a continuar el tratamiento en la retina. Es decir, la vitrectomía es la base de la cirugía vitreorretiniana, con múltiples pasos posteriores específicos de la patología a tratar.³⁸

II.B.2.a. Reseña histórica

El origen de la cirugía de retina va íntimamente ligado a la búsqueda del tratamiento del desprendimiento de retina y del entendimiento de la fisiopatología de la enfermedad. En el siglo XIX el desprendimiento de retina se trataba mediante un drenaje del líquido subretiniano a través de un corte en la esclera o esclerotomía.³⁹ No se realizaba ninguna acción sobre el desgarro retiniano, ya que se consideraba una consecuencia de una exudación retiniana y no el origen del desprendimiento, de forma que la cirugía del desprendimiento de retina por drenaje apenas contaba con un 1% de éxito.⁴⁰

No fue hasta 1919 en que Jules Gonin (Suiza, 1870 - 1935) desarrolló la ignipuntura, cirugía en la que introducía un cauterio a través de la esclerotomía creando una cicatriz coriorretiniana en la zona del desgarro, aumentando el éxito de la cirugía a un 30%.⁴¹

Durante este período, la realización de cualquier acción sobre el vítreo sólo se contemplaba en los casos de opacidad vítrea, siendo a partir de la segunda mitad del siglo XX cuando David Kasner (New York, 1927-2001) describió la primera vitrectomía "a cielo abierto" mediante la escisión con esponjas de celulosa y tijeras, en casos de opacificación del vítreo por amiloidosis.⁴²

En 1971 Robert Machemer (Münster, 1933 - 2009) desarrolló la primera vitrectomía mecanizada vía pars plana.⁴³ En ella se sientan las bases de la vitrectomía actual: la escisión del vítreo y su sustitución simultánea por solución salina. Machemer desarrolló un instrumento en forma de tubo con un orificio en la punta. En su interior existía otro tubo afilado que mediante un movimiento rotacional permitía cortar el vítreo que se aspiraba. Por otro tubo unido en paralelo al primero, se inyectaba la solución salina que permitía mantener la integridad ocular durante la escisión del vítreo.

El instrumento fue desarrollándose permitiendo la aspiración, corte e infusión en un único tubo hueco de 1,42 mm. de diámetro que se introducía en el interior de la cavidad vítrea mediante una esclerotomía, que requería sutura al finalizar la cirugía.⁴⁴ El calibre de la vitrectomía era de 17G según la escala Birmingham Wire Gauge, una norma para estandarizar el grosor de tubos metálicos vigente desde 1884 en Gran Bretaña.⁴⁵

O'Malley y Heinz, en 1974 describieron la separación de la infusión y el vitrectomo en accesos independientes, posibilitando el diseño de un vitrectomo más delgado, de 0,89 mm de diámetro (20G), desarrollando así la vitrectomía 20G con 3 puertos de acceso, vigente aún en la actualidad.⁴⁶ En ella se utiliza una vía para la infusión del suero salino, otra para el vitrectomo y otra para la iluminación.

En 2002, Fujii desarrolló el siguiente paso hacia la vitrectomía moderna mediante la creación de esclerotomías transconjuntivales. Se realizan mediante trócares con punta biselada que permiten la introducción de cánulas de 0,5 mm de diámetro (25G). El trócar se retira y así la cánula queda insertada, de modo que, a su través pueden introducirse los instrumentos al interior de la cavidad vítrea. Tras la realización de la cirugía, la retirada de las cánulas permite el cierre de las heridas quirúrgicas sin sutura.⁴⁷

La mayor ventaja de este sistema respecto al 20G es la que se deriva de su menor diámetro y menor trauma en la pared ocular en el acceso quirúrgico: mayor comodidad y velocidad en el acceso y cierre de la cirugía y una recuperación postoperatoria más rápida.

Dichas ventajas chocaron en el momento de su implantación con una tecnología que no era capaz de superar los inconvenientes inherentes a un menor calibre: una mayor flexibilidad de los terminales que dificultaba su control, junto con una capacidad de aspiración, infusión y corte menores que el sistema 20G.

La polaridad de la comunidad científica respecto a la nueva técnica favoreció que en 2005 Claus Eckardt introdujera el sistema de 23G (0,6 mm de diámetro). En ese momento, la vitrectomía 23G ofreció las ventajas de un sistema sin sutura mediante cánulas, sin los inconvenientes del 25G. Los instrumentos eran más rígidos y el equipo tecnológico permitía unas frecuencias de corte y aspiración más elevadas, consiguiendo un equilibrio que lo popularizó entre los cirujanos que no habían dado el salto al sistema de 25G.⁴⁸

Progresivamente, la tecnología ha ido desarrollando materiales más rígidos y mejoras en el control fluídico, superando los inconvenientes en el sistema 25G y permitiendo incluso que en 2010 Oshima presentara un sistema de vitrectomía con cánulas de 0,4 mm (27G).⁴⁹

II.B.2.b. El equipo de vitrectomía y sus funciones

El vítreo está íntimamente adherido a la retina por lo que para poder realizar una vitrectomía debe separarse allí donde pueda disecarse, cortarse donde su disección no sea posible y el volumen retirado debe reponerse mediante suero salino.

El equipo de vitrectomía es el aparato que permite realizar la escisión del vítreo y la sustitución simultánea por suero salino, por lo que está diseñado desde la primera vitrectomía para buscar una estabilidad de la presión intraocular durante toda la cirugía. Así pues, ofrece control directo sobre dos funciones básicas: la escisión del vítreo y la infusión de suero salino. El resto de los instrumentos por necesarios que sean como la iluminación, pueden estar asociados a otros equipos externos. En la actualidad, los equipos modernos son multifuncionales, ocupándose de la gestión de la práctica mayoría de instrumentos.

El vítreo es disecable de la retina y del nervio óptico con mayor o menor esfuerzo, excepto en la base vítrea, o si existen anclajes patológicos, donde su interconexión con la retina no permite su separación. En estas zonas debe cortarse o su aspiración generará tracciones que provocarán una rotura retiniana.

El equipo de vitrectomía permite el control personalizado del corte y la aspiración que realiza el vitrectomo y la presión de la vía de infusión. La modificación de los parámetros está a disposición del cirujano mediante el pedal de vitrectomía, para que pueda decidir el mejor valor en función de la fase de la cirugía en la que se encuentre.

El terminal encargado de realizar la escisión del vítreo es el vitrectomo. Consiste en un instrumento tubular con un orificio localizado en un lateral de su extremo, por donde se aspira el vítreo. Alrededor del orificio existe un sistema de guillotina que permite cortar el vítreo a medida que se aspira. El otro extremo del vitrectomo va conectado al equipo de vitrectomía, que recoge el material aspirado en un depósito.

La capacidad de los equipos de controlar el corte ha aumentado considerablemente desde un máximo de 750 cortes/minuto de los primeros equipos a los 7.500 cortes/minuto que existen en la actualidad. Desde 2009, con la aparición del equipo Constellation® (Alcon, EE. UU.) se modificó el vitrectomo para que el equipo pudiera decidir a qué velocidad la cuchilla cierra el orificio del vitrectomo y a qué velocidad se abre.

Esto permitió definir el nuevo concepto de ciclo de trabajo, esto es, qué porcentaje permanece el vitrectomo abierto dentro del tiempo de duración de cada uno de los cortes. Cuanto más tiempo abierto (ciclo de trabajo elevado), mayor tiempo de apertura del orificio para el mismo número de cortes por minuto y mayor cantidad de vítreo aspirado. Cuanto más tiempo cerrado (ciclo de trabajo disminuido), menor tiempo de apertura del terminal y menor cantidad de vítreo aspirado para el mismo número de cortes por minuto.⁵⁰

En las fases de la cirugía en las que existe una mínima tracción del vítreo sobre la retina como en la vitrectomía central, se puede utilizar una baja frecuencia de corte con una alta aspiración y un ciclo de trabajo elevado, lo que conducirá a un flujo de salida más elevado, es decir, una escisión vítrea más rápida. En aquellos momentos en los que tenemos el vitrectomo muy cerca de la retina y nos interesa una tracción mínima podemos conseguirlo con una frecuencia de corte elevada, una baja aspiración y un ciclo de trabajo mínimo.⁵¹

Los equipos más actuales usan una guillotina neumática con doble filo, por lo que realiza un corte en una dirección y vuelve a cortar al recuperar la posición original. Con este sistema se consigue doblar el número de cortes por minuto para una misma velocidad de la cuchilla y que el orificio no esté nunca ocluido, por lo que el concepto de ciclo de trabajo desaparece.

La aspiración depende de la diferencia de presiones entre el interior del ojo y el interior del vitrectomo, llamada presión transorificio. Una mayor presión transorificio permite una mayor succión por el vitrectomo. El control de la aspiración depende del tipo de bomba de vacío que incorpore el equipo. Existen dos sistemas para generar la presión transorificio, la bomba venturi y la bomba peristáltica.⁵²

La bomba venturi genera vacío mediante la creación de una presión negativa en el interior del depósito donde va conectado el vitrectomo. La succión del vitrectomo depende del parámetro de aspiración que se determina en el equipo y que se controla con mayor o menor presión del pedal de vitrectomía. Ante una misma aspiración, el flujo dependerá del material aspirado. Si el vitrectomo está en contacto con gel vítreo, su viscosidad generará un flujo menor; si el vitrectomo entra en contacto con una bolsa de vítreo licuado o suero salino, la baja viscosidad generará un flujo elevado. Si la aspiración es elevada, el cambio brusco de mayor a menor viscosidad puede generar una insuficiente entrada de suero salino que produzca una hipotensión o colapso del ojo.

La bomba peristáltica trabaja mediante el control del flujo. Un mecanismo rotacional mantiene el flujo constante mediante expresión del tubo proveniente del vitrectomo, de forma que el vacío se genera cuando el orificio del vitrectomo se ocluye. Así pues, el vacío se modifica en función de la viscosidad del líquido aspirado, manteniendo el flujo constante. El control sobre un mayor o menor flujo lo determina la presión sobre el pedal del equipo de vitrectomía.

La bomba peristáltica tiene un mayor perfil de seguridad por este motivo, pero los primeros equipos de vitrectomía tenían un importante desfase entre el control del pedal y la reacción del equipo, lo que favoreció a los equipos que trabajaban con bomba venturi, por tener un control inmediato de la aspiración. Las bombas peristálticas actuales tienen una velocidad de respuesta mucho más rápida con lo que su perfil de seguridad va favoreciendo su readopción.

En la actualidad, existen equipos como el EVA® (DORC, EE. UU.) que usan el sistema VacuFlow, combinando ambas bombas de vacío para conseguir los beneficios de cada una de ellas o permitiendo al cirujano la elección de qué tipo de bomba de vacío prefiere que predomine según la fase de la cirugía en la que se encuentre.⁵

El control de la presión intraocular se realiza mediante el flujo de infusión. El suero salino procede de una botella conectada al puerto de infusión mediante un tubo. El flujo puede ser pasivo o activo. En el pasivo, el suero salino entrará por presión negativa generada por la escisión y aspiración del vítreo y la presión dependerá de la altura a la que esté colgada la botella respecto la posición del ojo. La altura se mide en centímetros de agua, pudiendo convertirse a milímetros de mercurio mediante un factor de conversión aproximado de 0,75. Por ejemplo, una altura de unos 40 cm H₂O, equivale a 30 mm Hg intraoculares.

En el flujo activo, el equipo de vitrectomía integra un mecanismo de presión externa sobre el suero salino ubicado en una bolsa de plástico o presión interna en una botella rígida mediante aire comprimido. El sistema activo permite una velocidad de respuesta de incremento o disminución de la presión intraocular más rápida.⁵²

En cualquier sistema de infusión hay una pérdida de presión al pasar de la cánula al interior del ojo, provocado por la diferencia de diámetro entre ambas cavidades. Esta pérdida de presión es mayor pues en los calibres de 25G que en el de 20G, por lo que la presión intraocular diana debe ajustarse según el calibre utilizado para conseguir una presión intraocular real de unos 20mmHg.

Por ejemplo, en el calibre 20G, la pérdida de presión es de 1 mm Hg por cada 1 ml/ minuto de flujo. En el momento en el que la vitrectomía permita flujos de aspiración altos (10 ml / min), equivale a una pérdida de presión de 10 mmHg, por lo que la presión diana debe aumentarse a 30 mmHg para mantener los 20 mmHg fisiológicos.

Para que haya un mayor flujo dentro de las cánulas que consiga una menor pérdida de presión al entrar en el ojo, los nuevos diseños están aumentando el diámetro interno de la cánula de infusión junto con una reducción en su longitud. Se basan en la ley de Poiseulle para fluidos newtonianos (líquidos incompresibles y uniformemente viscosos), en el que el flujo del fluido al pasar por un tubo es directamente proporcional al diámetro de este e indirectamente proporcional a su longitud y a la viscosidad del fluido.

Los sistemas actuales de infusión activa miden la velocidad del flujo de infusión y teniendo en cuenta la pérdida de presión conocida según el calibre utilizado, realizan una compensación de la presión intraocular cuando la velocidad aumenta. Este sistema de compensación proporciona una presión constante en situaciones en las que haya un cierto desajuste entre flujos, como en el caso en que el flujo de aspiración sea elevado, o el vitrectomo entre inadvertidamente en una zona de vítreo licuado o espacio vitrectomizado.⁵³

Esta variación de presión debe tenerse en cuenta en situaciones especiales en las que el flujo de aspiración pueda ser muy elevado respecto al flujo de infusión. Esta situación se dará cuando el calibre de aspiración sea superior al calibre de infusión, por ejemplo, si en una vitrectomía 25G se debe ampliar una esclerotomía a 20G para el uso de un instrumento de mayor diámetro, como sería el caso de un facofragmentador.

Este elevado desajuste de flujos también puede darse cuando la viscosidad del fluido infundido sea superior a la del fluido aspirado, como en el intercambio aire-fluido. En este caso existirá un flujo de infusión lento de suero salino para un flujo de aspiración elevado de aire. En cualquiera de estas situaciones de desajuste elevado de flujos, la presión debe aumentarse a niveles de 60 mm Hg para evitar una situación de colapso.⁵³

Hay que tener en cuenta que en la vitrectomía 20G, los instrumentos entran directamente a través de la esclera, de forma que existe una pérdida continua de fluido por ellas siempre que no estén ocluidas por un instrumento. En el caso de que se trate de un intercambio de instrumentos entre ambas manos, o cambio de un instrumento por otro, el tiempo es corto, pero en caso contrario, se aconseja el uso de tapones que ocluyan la esclerotomía manteniendo la estanqueidad del ojo mientras se prepara el instrumental para el siguiente procedimiento, con el objetivo de evitar la incarceration del vítreo restante o la hipotonía intraoperatoria si la vitrectomía ya está en una fase más avanzada.⁵⁴

En el caso de las vitrectomías con incisión transconjuntival, las cánulas actuales tienen un adaptador en el extremo de entrada con una válvula que bloquea la salida del contenido vítreo, permitiendo colocarlas sin tener pérdidas de fluido. En su desarrollo inicial, las cánulas eran tubos no valvulados, de forma que había que utilizar tapones de igual forma que en la vitrectomía 20G.

El segundo instrumento esencial en la vitrectomía es la sonda de iluminación, habitualmente controlado por la mano no dominante. Las primeras sondas emitían luz halógena, evolucionando a las actuales de xenón, luz de mercurio o LED, con mayor calidad de iluminación.

Las sondas pueden emitir un haz de luz focal, siendo capaces de dar buena iluminación en un campo reducido con disminución de los reflejos. Esta iluminación es muy útil para la visualización de las fibras del gel vítreo, membranas epirretinianas, y para obtener pocos reflejos al trabajar bajo aire, pero mantiene a oscuras el resto del campo quirúrgico, siendo incluso peligrosa para cirujanos principiantes por tener una menor percepción del espacio en el que se trabaja.

Las sondas de luz difusas dan una iluminación de todo el campo quirúrgico siendo excelentes para principiantes en vitrectomía, pero dificultan la visión de las fibras del vítreo y producen elevados reflejos al trabajar bajo aire. En los últimos años se han desarrollado terminales de iluminación focal con luz difusa parcial, denominadas como "sondas de iluminación de medio campo" que aúnan las ventajas de ambos tipos de iluminación.⁵⁴

La iluminación también puede realizarse de forma accesoria como las sondas tipo Chandelier, en las que una sonda de iluminación difusa se coloca de forma fija cerca de la entrada de una cuarta esclerotomía. Para evitar la aparición de sombras por los instrumentos, se han desarrollado sondas bífidas con dos puntos de iluminación. En cualquier caso, este tipo de iluminación permite liberar la mano no dominante para usar otro instrumento, permitiendo la cirugía bimanual en casos más complejos.

Gracias a la miniaturización actual, recientemente se está desarrollando un gran abanico de instrumentos con una sonda de iluminación incorporada, pero en ellos la iluminación suele estar demasiado cerca de la retina pudiendo producir incluso deslumbramiento al cirujano o fototoxicidad retiniana.⁵

La visualización del fondo de ojo durante la vitrectomía se realiza a través de lentes. El primer sistema que se desarrolló fueron lentes de contacto, aún vigentes hoy en día. Este sistema exige la presencia de un ayudante que debe colocar sobre la córnea la lente adecuada para un trabajo de gran aumento o para visualizar un campo más amplio.

En los últimos años se ha desarrollado un sistema de lentes de no contacto, en las que un accesorio sujeto al microscopio quirúrgico mantiene dos lentes alineadas en el eje óptico, permitiendo visualizar el fondo de ojo. Su control mediante el pedal del microscopio o de forma manual, permite modificar el enfoque y el aumento óptico para trabajar en áreas pequeñas si se desea la manipulación fina en el área macular, o disminuir el aumento óptico para acceder a un campo amplio de visión de la retina.

II.B.2.c. Técnica quirúrgica

Sea cuál sea el calibre de la cirugía escogido, la técnica quirúrgica se puede dividir en dos grandes apartados: las maniobras comunes y las específicas.

Por maniobras comunes se entienden todos aquellos procedimientos que se realizan en la práctica totalidad de las vitrectomías, independientemente de la patología causante. Por orden temporal están el acceso a la cavidad vítrea, la eliminación del gel vítreo, el intercambio fluido-aire y el cierre de las heridas quirúrgicas.

Las maniobras específicas engloban aquellos procedimientos que se realizan para la resolución concreta de determinadas patologías; siendo tan variadas como diversas las enfermedades que requieren la vitrectomía como tratamiento. Algunos ejemplos por frecuencia serían el pelado de membranas mediante pinzas intraoculares, aplicación de láser en lesiones retinianas, intercambio entre aire y otros tamponadores, retinotomías o retinectomías en desprendimientos de retina, fragmentación de restos de catarata en la cavidad vítrea, manipulación de lentes intraoculares luxadas, etc.

Así pues, la **técnica quirúrgica común** se inicia mediante el acceso a la cavidad vítrea. Las 3 vías de acceso deben estar en la ventana de seguridad existente en la pars plana, de forma que no se lesione la base del vítreo ni la zónula del cristalino. Esto es a 4 mm desde el limbo en pacientes con cristalino presente (fáquicos) o a 3,5 mm en pacientes operados de cataratas con sustitución del cristalino por lente intraocular (pseudofáquicos) o sin lente (afáquicos).

El posicionamiento habitual de las dos esclerotomías principales a través de las que se introducen los distintos instrumentos son a las horas 10 y 2. Con ello se consigue la mejor relación entre comodidad y máxima accesibilidad a los 360° de la retina. De todos modos, existen autores que en pacientes fáquicos aconsejan la posición a las horas 9 y 3 por tener la mayor accesibilidad a la totalidad de la retina con un menor riesgo de traumatismo del cristalino, a pesar de disminuir la comodidad del posicionamiento de las manos.⁵

La tercera esclerotomía, responsable de la infusión de suero salino suele colocarse en el sector temporal inferior por tener mayor exposición y menor riesgo de contacto con los párpados o el blefarostato, que pueda retirar accidentalmente la infusión.

En el calibre 20G, la conjuntiva debe disecarse en las zonas descritas y mediante un esclerotomo se realiza una incisión en la esclera en dirección al nervio óptico, para poder tener una vía cómoda para el movimiento de los instrumentos a su través.

En la vitrectomía mediante cánulas, independientemente de su calibre, la conjuntiva debe desplazarse previamente para que la herida quirúrgica no coincida en el mismo lugar de los diferentes planos. La cánula está montada sobre el trócar, un bisturí biselado mediante el que se realiza la incisión. La incisión sobre la esclera debe tener un recorrido paralelo al limbo para permanecer en la ventana de seguridad de la pars plana y debe ser biselada para que, al retirar la cánula al final de la cirugía, la propia presión intraocular cierre la herida quirúrgica. Para poder mantener la dirección correcta de la incisión, debe usarse la mano derecha para colocar los trócares del lado derecho y la mano izquierda para colocar los trócares del lado izquierdo, evitando el uso de la mano dominante para todos ellos.

En el caso de que se utilicen cánulas valvuladas, se pueden colocar las tres cánulas consecutivas sin miedo a perder el tono ocular y luego proceder a colocar la infusión. Si se realiza vitrectomía de calibre 20G o se utilizan cánulas no valvuladas, siempre debe colocarse primero la vía de infusión y activarla, antes de colocar el resto de las cánulas, para no tener una pérdida de contenido ocular y producir una hipotonía por la presión externa que se genera al realizar el resto de las incisiones.

Las válvulas suelen ser suficientemente rígidas para contener el gel vítreo, pero pueden ser incompetentes para contener el suero salino si la presión intraocular se eleva. Así pues, en un ojo previamente vitrectomizado se aconseja igualmente colocar y activar la infusión antes de colocar el resto de los trócares, aunque se utilicen cánulas valvuladas.

Previamente a la colocación de la infusión, el tubo debe purgarse de burbujas de aire para que no entren en el espacio vítreo y dificulten la visión. Si esto sucede, la única forma de eliminar las burbujas es mediante su aspiración, generando riesgo de provocar un traumatismo en el cristalino o en la cápsula posterior si el paciente es pseudofáquico. Tras purgar el tubo de infusión, hay que introducirlo en la esclerotomía o en la cánula sin la irrigación activada. Sólo hay que activarla tras confirmar mediante visualización directa de que el extremo intraocular del tubo de infusión está en la cavidad vítrea, para evitar que se infunda suero salino en espacio subretiniano o incluso en espacio supracoroideo si el posicionamiento de la esclerotomía no es el correcto.

Tras la correcta colocación se procederá a fijar la sonda mediante sutura si se trata de cirugía 20G, aunque para este calibre también existen terminales de infusión que no precisan sutura para quedar fijados.

La escisión del vítreo se realizará mediante la técnica de vitrectomía posteroanterior. La eliminación del vítreo se iniciará siempre en la zona más cercana a las cánulas para poder minimizar las tracciones del vítreo sobre la retina por el roce y movimiento de los propios instrumentos al entrar en la cavidad vítrea, y para disminuir la incarceration vítrea sobretodo si no se usan cánulas valvuladas. Se utilizará una aspiración y ciclo de trabajo bajos con una frecuencia de corte elevado para evitar tracciones.

A partir de ahí se desplazará el vitrectomo hacia el centro del globo ocular con una angulación aproximada de 45° (como referencia, dirigiéndose hacia el nervio óptico) para evitar traumatismos con el cristalino. Cuanto más central esté el vitrectomo, mayor puede ser el ciclo de trabajo, la aspiración y menor la frecuencia de corte. Estos parámetros favorecerán el flujo de salida del vítreo disminuyendo el tiempo de la cirugía, estando suficientemente lejos de la retina para evitar tracciones.

La vitrectomía pericanular y la vitrectomía central habrán creado un recorrido libre de vítreo, suficientemente seguro para poder movilizar el vitrectomo hacia el anclaje del vítreo en el nervio óptico (anillo de Weiss) e iniciar el desprendimiento del vítreo posterior, también denominado disección de la hialoides posterior.

Debe desactivarse el corte del vitrectomo para proceder a una aspiración con valor máximo mediante movimientos posteroanteriores desde el centro del nervio óptico hacia la periferia. La dirección del vitrectomo en el plano horizontal debe ir variándose para poder debilitar los anclajes del anillo de Weiss, por lo que siempre habrá que modificar la ubicación de la apertura del vitrectomo para que esté orientado lejos de la retina.

Esta maniobra minimizará el riesgo de traumatismo directo sobre la retina y maximizará la fuerza de tracción al realizar un efecto tipo polea de las fibras del vítreo por encima del borde del vitrectomo. La firme estructura del nervio óptico tolera el uso de aspiraciones máximas a una distancia cercana de la retina que no debe repetirse en ninguna otra zona.

La iluminación focal favorece mucho la detección de los movimientos de tracción de la hialoides posterior sobre la retina peripapilar y sobre los vasos sanguíneos cercanos. Si la iluminación es difusa, el detalle se pierde pudiendo incluso pensar que el vítreo ya estaba desprendido desde el primer momento. Como norma general, si la vitrectomía central es muy rápida y se observa poco vítreo, sin antecedente de vitrectomía previa, hay que pensar que estamos ante un vítreo licuado con un espacio vacío central y que el córtex vítreo, junto con la hialoides, siguen bien anclados. Ante la duda, puede instilarse una mínima cantidad de triamcinolona encima del nervio óptico y polo posterior. Las partículas blancas del corticoide se adherirán a las fibras del vítreo haciéndolo evidente o resbalarán sobre la superficie de la retina si la hialoides posterior ya está despegada.

Una vez realizado el desprendimiento del vítreo del polo posterior, se prosigue la tracción en todas las direcciones del globo ocular hasta realizar una disección que llegue hasta el ecuador, usando la emergencia de las venas vorticosas como referencia. Cuanto más alejado del centro, más probable será una rotura retiniana por tracción, por lo que es importante realizarlo de forma lenta para poder soltar la aspiración si se detecta un desgarro y revisar los cuatro cuadrantes de la retina al finalizar la maniobra, por si se ha producido de forma inadvertida.

En el caso de una hemorragia vítrea, la técnica posteroanterior no es posible por la falta de visualización de la retina, por lo que se realiza un abordaje anteroposterior. Se procede con una progresión lenta desde el vítreo anterior hacia atrás hasta conseguir encontrar un área donde se identifique la retina. Debe realizarse una mayor cantidad de vitrectomía central y del córtex hasta tener suficiente visualización de la retina como para poder proceder a la disección de la hialoides posterior.

La vitrectomía periférica debe realizarse modificando los parámetros para minimizar las tracciones de la base del vítreo: baja aspiración y ciclo de trabajo y elevada frecuencia de corte. En los casos en que haya presencia de cristalino y para minimizar el riesgo de traumatismo de éste, debe realizarse la vitrectomía de la base del vítreo con indentación externa, que permita acercar la retina al vitrectomo y así poder disminuir la angulación de este instrumento hacia la parte más anterior del ojo.

Una vez se ha completado la escisión del vítreo, se procede a realizar las maniobras específicas de la patología y posteriormente, a la colocación de un tamponador y al cierre de las heridas quirúrgicas.

El tamponador es un término inexacto a partir del nombre inglés “tamponade”, aceptado en la comunidad oftalmológica de habla hispana como sinónimo de agente de taponamiento. Se utiliza en cirugía de retina para referirse a cualquier agente que, a través de su tensión superficial, evite el paso de fluido a través de una rotura retiniana, pudiendo ser gas o aceite de silicona. Igualmente, el taponamiento con aire es útil para disminuir la pérdida de fluido por las esclerotomías.⁵⁵

Siempre hay que advertir al paciente que debido a la diferencia de los índices de refracción del humor acuoso y cristalino (o lente intraocular) y del tamponador, la visión se verá mermada de forma importante hasta la desaparición de este último.

El intercambio fluido-aire se realiza mediante el cambio de infusión de suero salino por aire a través de una llave de tres vías colocada en el tubo de infusión. Durante el tiempo postoperatorio, el humor acuoso procedente del cuerpo ciliar sustituirá progresivamente al aire, restaurando la física óptica del ojo y permitiendo de nuevo el enfoque de las imágenes en la retina en aproximadamente una semana. El uso del resto de tamponadores ya se engloba como parte de las maniobras específicas del desprendimiento de retina.

El cierre de las heridas quirúrgicas en la vitrectomía 20G se realiza por planos con sutura reabsorbible mientras que, en el sistema por cánulas, la arquitectura biselada de la herida quirúrgica permite el autosellado al retirar la cánula junto con el uso de un tamponador y un masaje de la zona. Para ello se coloca un instrumento no hueco, como la sonda de iluminación, por la cánula que procedamos a retirar. La punta del instrumento empujará los restos de gel vítreo que puedan estar en la luz de la cánula y evitará una encarceración vítrea en la esclerotomía.

Posteriormente se retira la cánula usando el instrumento como guía e inmediatamente después se extrae el instrumento guía colocando en su lugar un objeto atraumático como una lanceta de hemostasia o unas pinzas de punta roma que realicen el masaje de la incisión. El masaje permite por un lado una compresión de la luz del recorrido del trócar a través de la esclera, junto con una recolocación de las fibras esclerales que fueron separadas para abrazar la cánula.

La tensión superficial del tamponador comprimirá los restos del vítreo contra la pared, ayudando al cierre de las esclerotomías.

Si tras la retirada de la cánula se observa la presencia de fuga del tamponador, la esclerotomía debe cerrarse mediante sutura transconjuntival de material reabsorbible. Si la fuga del tamponador impide la visualización clara de la esclerotomía, debe disecarse la conjuntiva y realizar un cierre por planos.

De todos modos, se aconseja que la decisión sobre el cierre de las esclerotomías mediante sutura en cirugía transconjuntival se programe todo lo posible de antemano, si se anticipa una situación que tenga un elevado riesgo de fallo del autosellado. Las situaciones más habituales son las siguientes: pacientes con miopía elevada, por tener una esclera fina; colocación deficiente de los trócares sin un túnel escleral biselado; extrusión de alguna cánula durante la cirugía, situación que indica una falta de firmeza escleral o bisel de la incisión; o en casos que haya sido posible una disección exhaustiva de la base del vítreo, como suele ser en pacientes pseudofáquicos.

Otras situaciones en las que se aconseja una sutura programada son cuando el riesgo de una pérdida de tamponador pueda poner en riesgo la estabilidad postoperatoria del ojo, como podría ser pacientes que usen medicación anticoagulante o un desprendimiento de retina con desgarros localizados en sectores inferiores. Una hipotonía en estos casos podría conducir a una complicación severa como un desprendimiento de coroides en el primer caso, o a un fracaso de la cirugía en el segundo, por perder tamponador antes que la fibrosis de los desgarros se haya creado.

Como **maniobras específicas** encontramos aquellas utilizadas para solventar las patologías concretas que exigen una vitrectomía como tratamiento; es decir, la vitrectomía en sí misma es un paso intermedio para llegar a tratar el problema.

En un desprendimiento de retina regmatógeno, debe localizarse el desgarro por el que el vítreo licuado ha ido disecando las capas retinianas. La aspiración del fluido subretiniano permitirá la reaplicación de la retina. Al realizar la aspiración, se genera una columna visible de fluido, más densa y visible cuanto más tiempo lleve el desprendimiento, procedente del desgarro hasta el terminal de aspiración. Este flujo provoca un arrastre celular hacia el interior de la cavidad vítrea, que puede conducir a la implantación de células sobre la retina con un aumento del riesgo de proliferación vitreorretiniana (PVR) en el postoperatorio.

Para minimizar el riesgo de PVR, el terminal de aspiración debe estar muy cerca del desgarro, dejando poco margen para la dispersión celular. Para minimizar el riesgo de succión de los márgenes del desgarro o de la retina perilesional, se aconseja el uso de un terminal atraumático, como una punta de aspiración con punta de silicona, y de valores de aspiración bajos.

En el caso de tratarse de un desgarro en herradura, la tracción causante del desgarro se localiza en la punta del “flap” del desgarro, por lo que debe recortarse con el vitrectomo y dejar la rotura retiniana lo más redonda posible.

Si el desprendimiento de retina lleva días de evolución, podemos encontrar que los bordes del desgarro estén enrollados sobre sí mismos, por lo tanto, en ese caso debe cortarse el margen del desgarro en sus 360° para conseguir un agujero que pueda quedar plano sobre el epitelio pigmentario cuando reapliquemos la retina.

Cuando queda poco fluido subretiniano, su aspiración puede facilitarse mediante la inyección de un líquido más pesado que el suero salino: el perfluorocarbono líquido (PFCL). Su mayor densidad permitirá que la burbuja creada se coloque debajo del suero salino y el aumento progresivo de su tamaño irá exprimiendo el fluido subretiniano hacia la periferia, donde se podrá aspirar mediante la cánula de silicona a través del desgarro. El PFCL permite así una reaplicación posteroanterior de la retina desprendida.

El PFCL tiene una tensión superficial débil por lo que su inyección debe ser suave para generar una burbuja única. Si la inyección es rápida o a presión, el flujo elevado creará turbulencias que dividirán el PFCL en múltiples burbujas, con riesgo de que alguna de ellas entre en espacio subretiniano. Por otro lado, se aconseja iniciar la inyección sobre el nervio óptico, para evitar que un flujo de inyección rápido sobre la retina cree un traumatismo sobre ésta llegando incluso a provocar una retinotomía.

Para minimizar estos riesgos se han desarrollado cánulas de inyección de doble lumen. Uno interior por donde se inyecta el PFCL, con el orificio de salida en un lateral, evitando el contacto perpendicular del flujo de inyección contra la retina; y otro externo, con orificios proximales que permiten una vía pasiva de salida del suero salino hacia el exterior del ojo. Esta doble vía permite disminuir la presión ejercida por el cirujano para la introducción del PFCL, minimizando así el riesgo de división de la burbuja.

Tras la colocación del PFCL hasta el margen más posterior del desgarro, se consigue la reaplicación de la retina desde nervio óptico hasta el desgarro, quedando un área circular anterior de fluido subretiniano que puede extenderse hacia la periferia, y suero salino en el resto de la cavidad vítrea.

El intercambio fluido-aire permite aspirar el suero salino y sustituirlo por una burbuja de aire. Si la aspiración del suero salino se realiza colocando la cánula con punta de silicona sobre el desgarro más distal, la progresión de la burbuja de aire desde la zona anterior y periférica de la retina hacia abajo permitirá una expresión del fluido subretiniano periférico restante hacia el desgarro, consiguiendo una reaplicación anteroposterior de la retina periférica.

Tras la reaplicación total de la retina, el PFCL puede entonces aspirarse y crear una burbuja única de aire que llene toda la cavidad vítrea.

Para tratar el desgarro, debe crearse una cicatriz que mantenga los bordes del desgarro a plano, evitando que vuelva a disecarse la retina en el futuro. La cicatriz puede generarse mediante calor, con un terminal intraocular de láser o mediante frío, con un terminal externo de crioterapia.

El terminal de láser genera una quemadura en las capas externas de la retina, creando una cicatriz entre epitelio pigmentario de la retina y la capa de fotorreceptores. El haz del láser es divergente, por lo que el diámetro del impacto aumenta si se aleja el terminal de la retina.

Los valores que se pueden controlar del láser son la potencia de aplicación, el tiempo de duración de cada impacto y el tiempo de espera entre impactos. El calor emitido es directamente proporcional a la potencia y tiempo de duración del impacto e indirectamente proporcional a la distancia entre sonda y retina o diámetro del impacto.

Se inicia con valores estándar que dependen de cada cirujano, pero el objetivo es generar tres barreras de impactos blanquecinos alrededor del desgarro, siendo la primera de ellas confluyente en el borde de éste, para evitar dejar espacios que puedan conducir a una nueva disección retiniana.

Si queda fluido subretiniano, la dispersión del calor hará que el impacto del láser no llegue al epitelio pigmentario; por lo tanto, para generar una correcta cicatriz, la retina debe estar correctamente aplicada.

Si no hay suficiente epitelio pigmentario, como en los pacientes miopes, tampoco se generará suficiente cicatriz. En ese caso, hay que aumentar la potencia del láser para poder crear la quemadura.

El láser se puede realizar bajo cualquier elemento: suero salino, PFCL, aire o aceite de silicona. Hay que tener en cuenta que, bajo aire hay una menor dispersión del calor generado, por lo que una misma potencia, puede estar aplicando un exceso de calor bajo aire y provocar un agujero en la retina. Si el agujero por sobredosificación se genera bajo suero salino, aparece una burbuja de aire que sirve de señal de alarma. En cualquier caso, habrá que alejar la sonda y disminuir la potencia o el tiempo de duración del láser y tratar el agujero iatrogénico.

Para minimizar el contacto del cristalino con la sonda láser, se han desarrollado sondas curvas, o incluso sondas retráctiles que se curvan a medida que avanzan hacia el interior del ojo. Algunas de ellas llevan incorporada iluminación para poder liberar la mano no dominante y poder usar así otro instrumento en casos más difíciles.

La crioterapia genera una quemadura mediante congelación que crea una cicatriz coriorretiniana, afectando todas las capas de la retina. Se realiza mediante un terminal independiente al equipo de vitrectomía, de punta roma, con el que se indenta desde el exterior del ojo. La crioterapia es poco controlable comparado con el láser, pero puede llegar a extrema periferia donde la aplicación del láser es difícil en pacientes fáquicos, incluso bajo indentación.

La inflamación de la crioterapia genera abundante dispersión pigmentaria, que puede provocar focos de PVR a distancia; por lo tanto, debe utilizarse el mínimo tiempo posible y asegurarse que no queda fluido subretiniano en la zona del desgarro antes de aplicar el frío. Igualmente, si el desgarro es grande, se debe evitar la aplicación de frío en la zona del epitelio pigmentario de retina expuesto. Sólo si el desgarro es pequeño, se puede abarcar en su totalidad con una sola aplicación.

En un desprendimiento de retina de larga evolución o con una gran área de EPR expuesta, aparece PVR: células inflamatorias que crean membranas fibrosas, que al contraerse conducen a un desprendimiento de retina traccional. Si la PVR aparece alrededor de un desgarro, reabrirá la vía previa de disección retiniana para un nuevo desprendimiento.

La PVR debe disecarse mediante pinzas intraoculares para conseguir que la retina se relaje y se amolde de nuevo al contorno curvo de la pared ocular. Según su extensión y contracción puede ser visible a simple vista o precisar tinción con azul tripán para poder ser retirada. En cualquier caso, es muy probable que se precise cirugía bimanual, mediante dos pinzas o incluso pinzas y tijeras intraoculares, siendo necesaria una iluminación accesoria de campo amplio. Si la PVR es subretiniana, suele distribuirse en forma de cordón que al tensarse crea un desprendimiento de retina en tienda de campaña. Debe realizarse una o varias retinotomías mediante el vitrectomo para acceder al espacio subretiniano con unas pinzas anguladas y poder extraer el cordón fibroso.

Si la PVR afecta a una gran parte de la periferia o es indisecable, la retina afectada debe cortarse. Mediante un terminal de endodiatermia se coagularán los vasos de la periferia a tratar y con tijeras endoculares verticales o con el propio vitrectomo se procederá a una retinectomía. A posteriori, hay que tratar las retinotomías o retinectomías mediante láser.

Una vez aplicada la retina, y realizado el intercambio fluido-aire, debe procederse a la inyección de un tamponador con mayor tensión superficial que el aire y que tenga mayor permanencia en el interior del globo ocular, por lo que se utilizan gases expandibles o aceite de silicona

Los gases utilizados son el hexafluoruro de azufre (SF_6) y el perfluoropropano (C_3F_8). Ambos son expandibles por lo que deben utilizarse siempre en una concentración concreta para evitar un aumento de su volumen que produzca una hipertensión indeseada en el postoperatorio inmediato.

El SF_6 en estado puro duplica su volumen en dos días, siendo la concentración no expandible al 20%, con una duración de un mes antes de ser reabsorbido por completo. El C_3F_8 cuadruplica su volumen a los cuatro días, con una concentración no expandible al 12% y una duración antes de la reabsorción completa de 2 meses. La dilución se realiza en una jeringa de 60 ml, cargando a través de un filtro la cantidad de gas necesaria y completando el resto con aire.

Existe una regla mnemotécnica sencilla si se cargan únicamente 50 ml: la cantidad de gas en la jeringa debe ser la mitad de la concentración deseada. Para el SF_6 al 20% se cargan 10 ml de gas puro más 40ml de aire. Para C_3F_8 al 12% se cargan 6 ml de gas puro más 44ml de aire.

Tras la dilución se procede a cargar una jeringa de 5 ml con la dilución deseada mediante una llave de 3 vías. Esta maniobra permite disponer de un volumen de gas de rescate para reinyectarlo por pars plana mediante una aguja de 30G si se detecta hipotonía tras el cierre de las esclerotomías.

El gas tiene mayor densidad que el aire, por lo que, con el tiempo se depositará por gravedad y se concentrará en la parte inferior de la jeringa, dejando un porcentaje de dilución desigual en su interior. Para evitarlo, si la dilución no se inyecta de forma inmediata en el interior del ojo, la jeringa debe reposar en el plano horizontal para que el gas quede repartido por toda la jeringa y mantenga una concentración homogénea.

Por tener mayor densidad que el aire, el gas se irá acumulando en la parte posterior del ojo a medida que se vaya inyectando, e irá desplazando al aire en sentido posteroanterior. Los primeros mililitros de dilución seguirán diluyéndose con el aire presente previo en el ojo. La cavidad vítrea tiene un volumen de unos 4 ml por lo que, tras el paso de unos 20 ml, ya se ha realizado la sustitución completa del aire preexistente y la concentración interna del gas equivaldrá al de la jeringa. Así pues, no es preciso inyectar la totalidad del gas. Puede dejarse aproximadamente 10 ml en la jeringa para controlar la presión intraocular con el volumen restante, mientras se realiza el cierre de las dos vías restantes.

Para la introducción del gas habitualmente se utiliza la línea de infusión. Se conecta la jeringa con el gas diluido a una llave de 3 vías previamente colocada en la línea de infusión y se inyecta el gas de forma manual por un ayudante. El cirujano debe mantener la otra esclerotomía abierta e ir ocluyéndola con un instrumento sin punta hueca, como la sonda de iluminación, para controlar la presión intraocular.

Cuando queden aproximadamente 10 ml de gas en la jeringa se procede al cierre de la esclerotomía mediante sutura o a la retirada de la cánula en cirugía transconjuntival, controlando la presión de forma manual con el volumen de gas restante de la jeringa. Tras el cierre de la esclerotomía, se procede al cierre de la vía de acceso ocupada por la infusión.

Una segunda forma de introducir el gas es a la inversa. Se desactiva el control de la presión intraocular por aire sin retirar la vía de infusión, y se inyecta de forma manual el gas directamente por la esclerotomía restante. Progresivamente el gas diluido irá subiendo por la línea de infusión, evidenciándose por la aparición de vaho en la parte distal del tubo procedente por el calentamiento corporal de la dilución de gas.

Al finalizar la inyección, se cierra la vía de acceso por la que se estaba introduciendo el gas y se reactiva de nuevo el control de la presión de aire. El equipo de vitrectomía inyectará aire en el tubo de infusión, empujando el gas diluido que se encuentra en su interior, y dejará el globo ocular lleno de gas diluido a la presión exacta que hayamos determinado en el equipo de vitrectomía. Tras ello, se procede al cierre de la vía de infusión.

En esta última técnica, si el equipo de vitrectomía deja la vía de infusión de aire cerrada al desactivar el control de la presión, como los de Alcon o Bausch & Lomb, al subir el gas por la vía de infusión el aire restante se comprimirá y retornará dicho aumento de presión al ojo. En estos casos, debe añadirse una llave de 3 vías entre el filtro de aire de la línea de infusión y el equipo de vitrectomía que permita descomprimir el tubo durante la inyección del gas.

El aceite de silicona es un tamponador cuya principal ventaja es su no reabsorción, por lo que se mantiene en el interior del ojo de forma indefinida. Al ocupar la cavidad vítrea de forma permanente y ser inmisible con el agua, permite aislar un posible sangrado intraocular postoperatorio o PVR, siendo útil para aquellos casos de desprendimiento de retina más complejos.

El principal inconveniente del aceite de silicona es que precisa una segunda intervención para ser retirado. Según la gravedad del caso, puede utilizarse un aceite de silicona de alta densidad que puede mantenerse en la cavidad vítrea por períodos de tiempo muy largos, o incluso, de forma permanente.

En patologías isquémicas, como la diabetes, la aparición de neovascularización secundaria para suplir la demanda de oxígeno de las áreas más afectadas viene acompañada de tejido fibroso perivascular (PFV o proliferación fibrovascular), que también tiene capacidad contráctil, con un consiguiente riesgo de desprendimiento de retina traccional.

La PFV debe disecarse de igual manera que la PVR, precisando cirugía bimanual en más de una ocasión. La disección debe realizarse mediante aspiración sin corte con el vitrectomo o mediante pinzas o tijeras. Una vez liberado un extremo del penacho fibrovascular, debe coagularse con un terminal de diatermia, siempre empezando con valores bajos y lejos del tejido retiniano para evitar lesionarlo.

La PFV normalmente genera puentes con zonas fibrovasculares en contacto íntimo con la retina subyacente y zonas de anclaje, indisecables. En ese caso deben cortarse los puentes dejando muñones en las zonas de origen. Si la zona de corte está demasiado cerca de la retina, puede inyectarse un agente gelatinoso (viscoelástico) que sirva para separar las estructuras y cortar con mayor seguridad (viscodisección).

Otras membranas que deben disecarse son las membranas epirretinianas y la membrana limitante interna. Existen distintas pinzas intraoculares para ello con diferencias entre ellas: punta roma para generar menor trauma en la retina, punta aguda para levantar la membrana, pinzas dentadas para un mayor agarre, con contacto sólo en la punta para permitir la visión a través de la pinza, aunque ésta esté cerrada... cada cirujano debe probar y elegir entre las distintas opciones en el mercado.

La membrana epirretiniana (MER) es una membrana que se posiciona sobre la mácula. Es elástica, traslúcida y su tracción genera pliegues visibles en la retina. Aunque es fácilmente visible, existen en el mercado distintos tintes para poder hacerla más evidente. Actualmente se utiliza principalmente el azul tripán para teñirla directamente de un color azulado y así ver su extensión con más claridad.

Otro colorante es el azul brillante, con un mejor perfil de seguridad. Éste tiñe la membrana limitante expuesta, es decir, teñirá la retina no afectada por la MER, por lo que se genera una visualización de la membrana por contraposición al resto sí teñido, denominándose tinción negativa.

El pelado de la MER, sea bajo tinción o no, debe iniciarse lejos de fovea, con unas pinzas de punta roma, para ser mínimamente traumáticos, o con unas pinzas con punta afilada que pueda servir para levantar alguna zona de la membrana que se visualice separada de la retina.

La membrana limitante interna (MLI) se puede pelar tras retirar la MER para disminuir el riesgo de recidiva o en los casos de agujero macular idiopático. Se trata de una membrana transparente e inelástica que se puede teñir con azul brillante. Cuando la MLI se empieza a desecar, el contraste entre el color azul y el naranja de la retina libre se hace mucho más evidente. Por otro lado, la tracción que el pelado de la MLI genera sobre el resto de las capas de retina subyacentes, provoca un edema retiniano instantáneo que cambia el color de la retina a un naranja más pálido. Así pues, el contraste visual con la retina edematosa puede utilizarse como guía para pelar la MLI sin tinción.

Si se decide retirar la MLI debe realizarse mediante un pelado circunferencial hasta llegar a las arcadas vasculares. En casos en que exista un agujero macular de gran tamaño (mayor de 400 micras) se ha descrito la técnica del flap invertido, en los que se pela parte de la MLI, pero no se extirpa, si no que se coloca en el interior del agujero para que sirva de base para la creación de la cicatriz que cierre el agujero macular.

En cualquier caso, el pinzamiento inicial de la MLI provoca un trauma sobre la retina que puede generar un microescotoma, por lo que se debe retirar de la forma más íntegra posible, evitando así múltiples pinzamientos.

Al finalizar el pelado de la MER se puede dejar aire como tamponador, pero en el caso de los agujeros maculares debe dejarse un tamponador con mayor tensión superficial, como el gas SF₆.

II.B.3 Complicaciones quirúrgicas de la vitrectomía

Hay que recordar y tener presente que cualquier cirugía es una agresión a la anatomía humana, con el objetivo de conseguir un bien mayor, que es la resolución o estabilización de una patología.⁵⁶

Las complicaciones quirúrgicas pueden aparecer, como en cualquier acto quirúrgico, durante la propia cirugía o en el postoperatorio inmediato o tardío. Muchas de las maniobras quirúrgicas se realizan para evitar o minimizar el riesgo de una complicación, por lo que su conocimiento es clave para su prevención y resolución.

Muchas de las complicaciones intraoperatorias suelen deberse a la falta de conocimiento de la flúidica de la vitrectomía, o a la falta de experiencia que permita prevenir una situación de riesgo. En cambio, las complicaciones postoperatorias pueden achacarse tanto a la cirugía como a la propia enfermedad.

Es por este motivo que la mayor parte de las complicaciones descritas en la literatura son series de casos retrospectivos publicados por cirujanos de renombre y con experiencia dilatada, cuya responsabilidad directa sobre la complicación no será juzgada. De todos modos, muchas son series con pocos pacientes, o con un período de seguimiento corto, o con criterios de definición distintos que hacen los estudios poco comparables.

En 2014 la SERV publicó una guía para el manejo de las complicaciones de la cirugía vitreorretiniana.⁵⁷ En la propia introducción se hace hincapié en las pocas publicaciones que existen respecto al tema elegido, destacando que los autores se basan en muchos casos en su propia experiencia profesional, para desarrollar el tema elegido. Las auditorías nacionales se han convertido en las fuentes de mayor fiabilidad para encontrar información respecto a las incidencias de las complicaciones quirúrgicas.

II.B.3.a. Complicaciones intraoperatorias

En la vitrectomía se han descrito más de 25 distintas complicaciones intraoperatorias con una incidencia global de 7,8%, siendo pocas las que de forma individual superan el 1% de incidencia.⁵⁸ A continuación, se describen las complicaciones más frecuentes o más graves que puedan ser consecuencia directa de una técnica poco depurada o falta de experiencia, siguiendo la temporalidad del proceso quirúrgico de la vitrectomía.

Una mala colocación de la cánula de la infusión puede llevar a que el extremo distal de la cánula no haya penetrado en el interior de la cavidad vítrea, generando una infusión en espacio subretiniano o en espacio supracoroideo y provocando un desprendimiento de retina o un desprendimiento de coroides. Cuando son detectados debe procederse al cierre inmediato de la infusión y la posterior retirada del terminal de infusión, para recolocararlo en una de las otras esclerotomías, asegurándose que esta vez esté en cavidad vítrea. Para prevenirlo es imperativo observar que el extremo distal de la cánula de infusión esté en espacio vítreo antes de activar la infusión en el equipo de vitrectomía.

La hipotonía intraoperatoria suele ser transitoria por una discordancia entre flujo de aspiración y flujo de infusión, observándose durante unos segundos la aparición de pliegues en la pared del globo ocular; pudiendo solventarse sin mayor complicación al reducir el flujo de aspiración y revisar que no haya ningún obstáculo en la línea de infusión.

Si la hipotonía no se detecta a tiempo y se mantiene o aparece de forma brusca, puede aparecer una hemorragia supracoroidea intraoperatoria por rotura de las arterias ciliares posteriores. Como factores de riesgo inherentes al paciente están la miopía patológica (longitud axial mayor a 25 mm) y la hipertensión sistémica. Su incidencia está en un 0,4%.⁵⁷

Sólo si la hemorragia supracoroidea es extensa, con contacto entre la retina de dos sectores distintos, se recomienda su drenaje inmediato. En caso contrario, se aconseja el cierre de las esclerotomías y el drenaje en 10-15 días, cuando la hemorragia se haya licuado.^{59,60}

Las roturas retinianas iatrogénicas son la complicación intraoperatoria más frecuente. Aunque el mecanismo de acción es distinto si se trata de un desgarro retiniano o de un traumatismo directo sobre la retina, en muchas ocasiones son difícilmente diferenciables, sobretodo por cirujanos con poca experiencia.

El desgarro retiniano iatrogénico puede aparecer principalmente asociado a tracción vítrea inadvertida a nivel de las esclerotomías o en el ecuador debido a tracción vítrea durante la maniobra del desprendimiento de vítreo posterior o durante la disección de membranas. La incidencia global es de un 3,9%.⁵⁸

La encarceración vítrea, o incluso retiniana en el caso de un desprendimiento de retina en el que la retina es móvil, es una complicación asociada a un flujo de salida por las esclerotomías, siendo actualmente poco frecuente (inferior a 0,1%) por la presencia de válvulas en las cánulas que bloquean la salida del flujo.

El edema corneal secundario a elevaciones mantenidas de la presión intraocular suele ser transitorio, aunque si se mantiene e impide la visualización correcta de la cirugía, la córnea debe desepitelizarse. Su incidencia es inferior al 0,1%.

El traumatismo del cristalino por los instrumentos de la vitrectomía tiene también una incidencia elevada, estando descrito entre un 1,2% y un 1,6%.⁵⁸ La mayor parte de las ocasiones se debe a una falta de experiencia en la angulación correcta de los instrumentos, incapacidad de reconocer la altura a la que se está trabajando o dificultad en la realización de la vitrectomía con la mano no dominante.

La mayoría de los impactos suelen ser periféricos sin conducir a una opacidad del cristalino intraoperatoria que impida la finalización de la vitrectomía. En el caso de aparición de una catarata por el traumatismo que no permita seguir con la cirugía, suele ser por rotura de la cápsula posterior del cristalino, por lo que hay que extraer la catarata para poder continuar con la vitrectomía.

II.B.3.b. Complicaciones postoperatorias

Las complicaciones postoperatorias con mayor asociación a las maniobras quirúrgicas son las relacionadas con el cierre de las esclerotomías, la manipulación de gases y la correcta localización y tratamiento de los desgarros retinianos en los desprendimientos de retina.

La hipertensión ocular en el postoperatorio inmediato se define como presión intraocular superior a 30 mmHg entre las primeras 24 horas de la cirugía y la primera semana, con una incidencia de un 8,4%.⁶¹ La mayor parte de las ocasiones aparece por una mala dilución de los gases expandibles. Su manipulación debe ser cuidadosa y el cirujano debe conocer exactamente los pasos a seguir y las medidas para alcanzar la dilución deseada, por si el equipo de instrumentistas tiene alguna duda. La última responsabilidad de una mala manipulación de los gases es del cirujano.

Una mayor concentración del gas provocará una expansión en el postoperatorio inmediato desde el primer día que irá en aumento hasta el segundo o cuarto día en función del gas utilizado, SF₆ o C₃F₈. La presión intraocular subirá antes, cuanto mayor sea la concentración del gas inyectada.

Si la burbuja de gas es suficientemente grande puede empujar el cristalino hacia delante provocando un bloqueo pupilar, o el iris y cuerpo ciliar en un paciente pseudofáquico, provocando un cierre angular. El tratamiento consiste en un drenaje urgente por pars plana del gas junto con la realización de iridotomías periféricas en el caso de cierre angular asociado.

Un llenado excesivo de gas a una correcta concentración o de aceite de silicona, coincidente con un firme cierre de las esclerotomías que no permita una fuga de descarga, generará también un pico hipertensivo. A diferencia del anterior mecanismo, la presión se mantendrá estable o, en el caso del gas, disminuirá en los días sucesivos.

La falta de experiencia en el cálculo de la presión intraocular de forma manual puede suplirse mediante el uso de un tonómetro portátil o mediante la inyección inversa de gas o aceite de silicona. El tratamiento mediante hipotensores suele ser suficiente hasta la reabsorción del gas o la retirada del aceite de silicona programado.

Por otra parte, la persistencia de una esclerotomía abierta puede generar la pérdida de tamponador o suero salino con la consiguiente hipotonía ocular postoperatoria, considerada como una presión intraocular inferior a 6 mmHg en las primeras 24 horas de la cirugía. Suele ser transitoria y recuperarse de forma espontánea, aunque si se mantiene en el tiempo deben cerrarse las esclerotomías mediante sutura, dado que puede conducir a otras complicaciones como desprendimiento coroideo o maculopatía hipotónica.

La incidencia de la hipotonía pasa del 0,3% en la técnica de vitrectomía 20G, a un 3,8% en las vitrectomías sin sutura 23G.^{62,63} El desprendimiento coroideo secundario a una hipotonía aguda postoperatoria tiene una incidencia baja, con un 0,3%.⁶⁴

El conocimiento de la arquitectura de las esclerotomías y de la mecánica del autosellado en la cirugía transconjuntival permitirá prever las situaciones de riesgo de hipotonía, procediendo a asegurar el cierre mediante sutura.

La endoftalmitis, o infección de la cavidad vítrea y estructuras adyacentes, es secundaria a la entrada de patógenos por las esclerotomías, con un intervalo medio de aparición de entre 3 y 5 días tras la cirugía. La incidencia en vitrectomía 20G es muy baja, descrita en 0,07%, pero se disparó a un 0,84% con la aparición de la vitrectomía microincisional.^{65,66}

Hay que recordar que la vitrectomía microincisional que apareció primero fue la de 25G, que abogaba por esclerotomías directas. En 2012, se publicaron unas pautas para disminuir el riesgo de endoftalmitis postvitrectomía microincisional, que se fundamentaban en un correcto conocimiento de la anatomía y mecánica de las esclerotomías, para disminuir el riesgo de hipotonía e incarceration vítrea que llevan a la endoftalmitis.⁶⁷

Estas pautas son las que actualmente se consideran como la técnica correcta de colocación y retirada de los trócares, consiguiendo igualar la incidencia de endoftalmitis entre ambas técnicas, actualmente en 0,04%.^{68,69}

En el caso que aparezcan roturas iatrogénicas intraoperatorias no detectadas, o incarceration vítreo en las esclerotomías, existe un riesgo de desprendimiento de retina secundario a la vitrectomía. La literatura muestra incidencias muy dispares, incluso con diferencias entre calibre 20G y calibre 23G, entre un 0,2% y 4,3%, debido principalmente a la diferencia de criterios de selección de los pacientes.^{64,70,71} Si se descartan los pacientes con diagnóstico previo de desprendimiento de retina, la incidencia queda definida en 1,7%, sin existir diferencias entre los distintos calibres.⁷²

Si la patología de origen es un desprendimiento de retina, se considera fracaso de la cirugía del desprendimiento de retina a la falta de aplicación de la retina en el postoperatorio inmediato o el redespndimiento de retina en los primeros 6 meses tras la cirugía. El 97,5% de los redespndimientos aparecen en los 6 primeros meses, aunque la mayoría de los fracasos se concentran en los 3 primeros meses, con un pico de incidencia a las 6 semanas.^{73,74}

Por otro lado, un 21,2% de los desprendimientos de retina necesitan aceite de silicona en su primera cirugía como tamponador. Un 13,9% de los desprendimientos de retina primarios mantienen el aceite de silicona durante más de 6 meses, existiendo discrepancia entre los autores si estos casos deben desestimarse o deben igualmente considerarse como un fracaso quirúrgico.

La incidencia actual de redespndimiento de retina en los desprendimientos de retina regmatógenos primarios sin contabilizar la persistencia de aceite de silicona es del 14% en los primeros 6 meses.^{141,142}

Ante una cirugía de desprendimiento de retina primario sin complicaciones intraoperatorias, la falta de reaplicación de la retina puede deberse a varios factores, siendo los más habituales: falta de asociación de cirugía escleral en casos necesarios; infradetección de desgarros; creación de desgarros iatrogénicos inadvertidos y por consiguiente, no tratados mediante láser; tratamiento con láser insuficiente o con demasiada potencia; una mala elección del tamponador, una mala dilución del mismo o un cierre defectuoso de las esclerotomías que permita la fuga del tamponador.

La aparición de una catarata en el postoperatorio de una vitrectomía puede deberse a un traumatismo intraoperatorio inadvertido. Si existe una rotura de la cápsula posterior del cristalino, suficientemente pequeña para que no aparezca una catarata intraoperatoria, se generará una catarata normalmente entre los primeros días y el primer mes del postoperatorio.

Si no hay traumatismo responsable, la catarata secundaria aparece por aumento de oxidación del cristalino al haberse modificado el contenido de la cavidad vítrea,⁵ presentando una incidencia de un 21% en el primer año.⁵⁸

II.C. LA CURVA DE APRENDIZAJE

El concepto de “curva de aprendizaje” originalmente fue introducido por Theodore P. Wright (Illinois, 1895-1970) en la fabricación de aviones en 1936, quien describió una teoría básica para evaluar la producción repetitiva en ensamblajes de aeronaves.⁷⁵

La hipótesis de Wright para la curva de aprendizaje era que las horas por hombre necesarias para completar una unidad de producción decrecerían en un porcentaje constante cada vez que la producción se doblara. En la industria, la “curva de aprendizaje” se aplica al tiempo y al coste de la producción.⁷⁶

El término empezó a usarse en medicina en la década de los ochenta, principalmente después del advenimiento de la cirugía mínimamente invasiva. Sin embargo, no existe una estandarización sobre lo que el término significa.^{77,78}

Una forma simple de definir la curva de aprendizaje en cirugía es “el tiempo y el número de procedimientos que un cirujano corriente necesita para ser capaz de realizar un procedimiento nuevo con un resultado razonable”.⁷⁹

En la subespecialidad de retina, en oftalmología, sólo podemos tener en cuenta como número de cirugías recomendadas para alcanzar esa curva de aprendizaje el que se describe en los programas de subespecialización de hospitales reconocidos a nivel internacional, que recomiendan entre 75 y 100 vitrectomías.²⁰⁻²²

II.C.1. La curva de aprendizaje en cirugía. Análisis de casos y análisis CUSUM

Existen diferentes métodos de control de la adquisición de una técnica, siendo la más utilizada el registro simple del número de procedimientos realizados.⁸⁰ Este tipo de registro se basa en que el individuo evaluado es más apto para realizar un procedimiento novedoso cuanto más se expone a él. Se trata de un sistema criticado como insuficiente a nivel educacional por no tener en cuenta los resultados, ni hacer referencia a los estándares existentes en la literatura, siendo así incapaz de dar un análisis objetivo de la calidad de la actuación.⁸¹

Por otro lado, es conocido que los individuos que se entrenan en una nueva técnica adquieren habilidades a diferentes velocidades,⁸² siendo el registro simple del número de procedimientos un sistema claramente obsoleto.

El elevado número de complicaciones en pacientes operados por cirujanos en sus fases iniciales de aprendizaje⁸³ ha generado preocupación por definir un mayor control de calidad de la práctica clínica, sobretodo en su aprendizaje, surgiendo en los últimos años múltiples estudios de evaluación de competencia quirúrgica.⁸⁴ A pesar de ello, no hay consenso en los métodos ni en las variables a utilizar.⁸⁵

La mayoría de los estudios no se han realizado para evaluar técnicas nuevas, si no que se han llevado a cabo para evaluar adaptaciones de cirugías al acceso endoscópico, como es el caso de la cirugía laparoscópica colorrectal^{86,87,88} o la cirugía urológica robotizada con el sistema DaVinci.⁸⁹

Casi todos los estudios se realizan mediante el análisis de casos sucesivos,^{85,90,91} teniendo como objetivo poder describir de forma gráfica la curva de aprendizaje, con su pendiente y su meseta, usándose ésta como medida para aceptar que la curva de aprendizaje se ha completado.⁹²

La progresión en el tiempo se realiza mediante la división cronológica de las cirugías en grupos para poder valorar el aprendizaje según experiencia. Es útil en estudios con importante número de cirugías, pero el corte entre los distintos grupos es arbitrario. Cuanto mayor número de cirugías haya en cada grupo, mejor para valorar las medias de las variables, pero peor para determinar el momento de superación de la curva de aprendizaje.⁸⁵

De todos modos, una estabilidad en la curva de aprendizaje no equivale a la competencia quirúrgica; dado que por ejemplo estabilidad quirúrgica no implica una cirugía segura, y puede aún estar por debajo de los estándares mínimos de seguridad.⁸⁵

En algunos estudios se usa una comparativa con expertos en la nueva técnica para poder indicar que el cirujano principiante ha conseguido llegar al mismo nivel de competencia; pero igualmente los resultados publicados de cirujanos expertos difieren mucho entre sí y es difícil decidir qué valores hay que tener en cuenta para poder realizar la comparación.⁸⁵

En los últimos años, se han realizado evaluaciones del aprendizaje de técnicas médicas mediante un sistema de análisis de suma acumulada (CUSUM, Cumulative Sum) en múltiples especialidades como la urología, cirugía, radiología y curas intensivas,^{93,94} siendo la anestesia la especialidad que más veces ha descrito esta técnica en las evaluaciones de sus residentes.⁹⁵

Los gráficos CUSUM son modelos que valoran en el tiempo el porcentaje de éxito en la realización de una tarea. Han sido utilizados principalmente a nivel industrial en aspectos relacionados con el aprendizaje, vigilancia y control de calidad de distintos procedimientos y técnicas, para discernir las tendencias a lo largo del tiempo del rendimiento en la misma, ayudando a detectar factores que puedan explicar períodos de bajo rendimiento.⁹⁶ Permite acreditar competencia en la técnica aprendida y establecer mínimos aceptables o estándares que se deben alcanzar.⁹⁷

Los gráficos CUSUM permiten detectar la tendencia en el aprendizaje, los períodos de buenos y malos resultados, identificando cambios en el rendimiento de los sujetos evaluados a medida que pasa el tiempo.⁹⁸ Todo ello permite la toma de decisiones tras cada resultado, en función de si la curva de aprendizaje está o no bajo control.

Aunque el método CUSUM está ganando protagonismo, es un método en el que se valora el cambio en el cirujano basado sólo en una única definición de éxito; es decir, en una sola variable. Para evaluar una técnica quirúrgica completa, ésta debe dividirse en diferentes pasos, y cada uno de ellos debe definirse mediante una variable, que se medirá de forma objetiva en “éxito” o “fracaso”.^{93,99}

En oftalmología existen varias publicaciones para validar los sistemas de aprendizaje virtuales, pero muy pocas, referentes al aprendizaje en un ambiente real.^{100,101,102}

En 2017 se aplicó por primera vez el método CUSUM en el campo del aprendizaje de una técnica quirúrgica en oftalmología.⁹⁹ Se realizó una evaluación del aprendizaje de la cirugía de cataratas de tres residentes basándose en dos parámetros: una variable del proceso quirúrgico, que fue la presencia o ausencia de la complicación intraoperatoria más frecuente, la rotura de la cápsula posterior; y una variable de resultados que fue la agudeza visual.

El estudio permitió definir las gráficas CUSUM como útiles para monitorizar la competencia quirúrgica en cirugía de cataratas, siendo efectivas para detectar un rendimiento quirúrgico pobre y permitiendo realizar un plan de actuación cuando ello sucede, hasta el punto de ser instauradas en el Ministerio de Sanidad de Malasia como parte de un sistema de monitorización de calidad en la salud (National Eye Database, NED), ofreciendo acceso a todos los oftalmólogos del sistema nacional de salud para poder tener un auto-control de su rendimiento quirúrgico.¹⁰³

En la subespecialidad de retina, sólo un artículo publicado intenta describir una curva de aprendizaje en cirugía,¹⁰⁴ en el que un cirujano ya experimentado en vitrectomía realiza un cambio de abordaje quirúrgico, pasando de utilizar un sistema de 20G clásico a un sistema sin sutura. La evolución de la experiencia la define mediante la división en tres grupos iguales en función del tiempo y determina si hay diferencias estadísticamente significativas en las complicaciones quirúrgicas.

Aunque es el único intento existente en la literatura de definir un aprendizaje en vitrectomía, la variación del acceso quirúrgico no conlleva ningún cambio en la visualización o en el tratamiento de la patología ni de la técnica quirúrgica en sí, de forma que no es representativa de la descripción del aprendizaje de una técnica nueva.

II.C.2. Variables de estudio de la curva de aprendizaje en cirugía.

En los estudios publicados sobre la curva de aprendizaje en cirugía, las variables más frecuentemente usadas son las referentes al proceso quirúrgico (tiempo quirúrgico, complicaciones intraoperatorias) y a los resultados quirúrgicos (calidad de vida, mortalidad, complicaciones postoperatorias...).

Los estudios indican la necesidad de una valoración multivariable¹⁰⁵ y que éstas deben diferir en función de la especialidad; por ejemplo, la mortalidad no puede ser un factor de estudio en oftalmología.

II.C.2.a. Variables del proceso quirúrgico

En la mayor parte de los artículos se utiliza el tiempo quirúrgico como variable de consecución progresiva de una curva de aprendizaje, asumiendo una disminución del tiempo con la experiencia hasta llegar a una meseta, momento en el que se determina como superada la curva de aprendizaje.¹⁰⁶

Otra de las principales medidas de fracaso o éxito de las curvas de aprendizaje descritas es la tasa de conversión a cirugía abierta.^{86,106,119} Dicha variable tiene sentido en cirugía laparoscópica, dado que se trata de una técnica nueva para realizar una cirugía que tenía un abordaje directo hasta la fecha. Al igual que el abordaje, las maniobras quirúrgicas, el tacto y la técnica de instrumentación quirúrgica son distintas, por lo que puede considerarse como una cirugía distinta.

El porcentaje de complicaciones quirúrgicas intraoperatorias es otra de las principales variables de los estudios de aprendizaje,^{86,119} siendo considerada la mejor y más fiable de ellas,⁸⁵ aunque presentan un sesgo casi universal en todas las curvas de aprendizaje: el aumento de las complicaciones por la aceptación de casos más complejos debido al aumento de experiencia del cirujano.

II.C.2.b. Variables del resultado quirúrgico

Existen muchas variables estudiadas como referente a éxito quirúrgico en las curvas de aprendizaje, perfectamente válidas en cirugía laparoscópica pero no aplicables a oftalmología, como la pérdida de sangre, tiempo de ingreso o mortalidad.^{105,107,108}

Las complicaciones postoperatorias son el resultado quirúrgico más fiable de una cirugía vitreorretiniana correctamente realizada, aun teniendo el mismo riesgo de sesgo que las complicaciones intraoperatorias por el aumento de casos complicados operados con el incremento de la experiencia del cirujano.⁸⁵

II.C.3. Factores de confusión

Los factores de confusión son variables que pueden afectar de forma positiva o negativa a las variables de estudio y que pueden falsear las conclusiones. Los principales factores de confusión en las curvas de aprendizaje descritos en la literatura son los relativos a la organización quirúrgica y al equipo humano.^{109,110}

En la organización quirúrgica hay que tener en cuenta que las instalaciones sean las adecuadas y que se disponga de todo el material quirúrgico y farmacológico imprescindible para la realización de una cirugía vitreorretiniana.

Una curva de aprendizaje en un hospital con un departamento de cirugía vitreorretiniana con programas de formación reconocidos no suele tener factores de confusión de tipo organizativo. Pero en aquellos países donde el servicio nacional de salud no acredita las subespecialidades, abundan hospitales pequeños donde no hay un departamento previo de cirugía vitreorretiniana y debe crearse desde cero.

Si todo el material no está disponible desde el principio los resultados quirúrgicos serán distintos y la curva de aprendizaje se verá sesgada, siendo así mismo desalentador para el cirujano principiante.

Dependiendo de la experiencia previa con otros cirujanos de retina, el equipo humano tanto de enfermería como de auxiliares de enfermería puede sesgar favorablemente la curva de aprendizaje, pudiendo sugerir maniobras al cirujano principiante, o como mínimo no influirá negativamente al poder evitar complicaciones de una mala preparación del instrumental quirúrgico. Así pues, una rotación de enfermería o de auxiliares sin la misma experiencia influirá de forma negativa, comparado con un equipo humano estable alrededor del cirujano.

La experiencia previa del cirujano es un factor fundamental, dado que es necesaria una formación quirúrgica mínima en oftalmología, para que la maniobrabilidad del microscopio, el uso del instrumental quirúrgico y las maniobras básicas estén correctamente afianzadas.

La presencia de un tutor puede ser un factor de confusión⁸⁵ si no está descrita correctamente las veces que el cirujano principiante ha tenido que ser corregido o incluso sustituido por el tutor. Paradójicamente, en el caso que haya sido necesaria la sustitución y la finalización de la cirugía por parte del tutor, esta variable podría ser indicativa de fracaso de una curva de aprendizaje. Aún y así, seguiría siendo un factor de confusión, dado que depende única y exclusivamente del criterio personal del tutor y de su capacidad docente.¹¹¹

El tiempo sin entreno se ha sugerido como variable de confusión, tras haber encontrado repuntes de complicaciones tras períodos de inactividad en las curvas de aprendizaje de procedimientos anestésicos, mediante el estudio de gráficas CUSUM.⁹⁵ No se ha descrito un tiempo mínimo sin entrenamiento que sea crítico para empeorar la curva de aprendizaje.

En hospitales de tercer nivel, donde hay mayor casuística tanto por contar con mayor población diana como por ser centros de referencia de otros hospitales, no habrá períodos de inactividad, a excepción de los de carácter personal. Igualmente, se presupone un servicio de oftalmología con más años de rodaje, con un equipo humano de enfermería y auxiliares estable y con equipamiento quirúrgico bien acondicionado y con cirujanos con mayor experiencia y con un programa formativo en funcionamiento. Así pues, el lugar de aprendizaje se propone como otro factor de confusión.⁹⁵

II.C.4. Sistemas actuales de evaluación de la vitrectomía

No existe ningún sistema estándar de evaluación de la vitrectomía. Los países más desarrollados que ya tienen implantado el sistema de educación basado en la competencia están dando mayor relevancia a la incorporación de los simuladores quirúrgicos en el entrenamiento de los cirujanos. Idóneamente, el concepto consiste en que el cirujano principiante adquiera el fondo teórico suficiente en anatomía y conocimiento de la cirugía para pasar luego a la práctica en el simulador. Una vez adquirida la competencia en la simulación de la vitrectomía, el alumno puede implementar las habilidades adquiridas en el quirófano bajo la supervisión de un retinólogo experto.¹¹²

Los simuladores quirúrgicos en oftalmología trabajan con ojos de cadáver o animales, ojos sintéticos o realidad virtual, siendo este último el que acapara un 45% de los estudios publicados.¹⁰²

En vitrectomía, a pesar de la versatilidad de los simuladores virtuales como el EyeSi® (VRmagic, Mannheim, Alemania), donde se pueden establecer y estudiar parámetros muy variados de la cirugía en ambientes distintos y simular patologías distintas; los sistemas inanimados con ojos sintéticos como el VitRet eye® (Phillips Studio, Bristol, Reino Unido) permiten un mayor realismo y la posibilidad de valorar un abanico más amplio de pasos, como la construcción de las esclerotomías, por ejemplo.¹¹³

El VitRet eye® consiste en un ojo sintético en el que se inyectan 3 ml de vítreo artificial, compuesto por una dilución al 10% de crema de leche ligera (“half-and-half”, con contenido de 12% de grasa) en solución salina.

Utilizando el simulador VitRet eye® se ha desarrollado el sistema CEIVITS (Casey Eye Institute Vitrectomy Indices Tool for Skills assessment) como sistema de valoración de competencia en cirugía de simulación de la vitrectomía.¹¹⁴

En el sistema CEIVITS se valoran 10 pasos de la vitrectomía mediante la escala de 5 puntos Likert (tabla 1). Cinco de los pasos son para valorar la creación de las esclerotomías y colocación de las cánulas, siendo los demás la manejabilidad del microscopio, la realización de una vitrectomía central, el pelado de membrana epirretiniana, el intercambio fluido-aire y el cierre de las heridas quirúrgicas.

	Poor or inadequately performed, inefficient or repetitive maneuvers to execute surgical step, poor tissue handling		Performed with some prompting or hesitation, some additional maneuvers needed but satisfactory performance overall		Performed well without prompting or hesitation, demonstrates respect for tissues, time and motion
Individual skills indices					
Sclerotomies: Correctly measures appropriate distance from limbus for incision (3.0–3.5 mm if pseudophakic, 3.5–4 mm if phakic)	1	2	3	4	5
Sclerotomies: Correctly aims MVR blade towards center of eye, avoids lens and retina, scleral plug placement	1	2	3	4	5
Infusion line placement: Ensures that infusion line is fluid-filled prior to placement of the infusion line	1	2	3	4	5
Infusion line placement: Secure placement of the infusion line and temporary suture placement	1	2	3	4	5
Infusion line placement: Verification of correct placement of infusion line placement in vitreous cavity with endoilluminating light pipe	1	2	3	4	5
Focusing, adjusting, and driving microscope after entry into vitreous cavity: Keeping areas of surgery in good focus, understanding the fashion to make adjustments to microscope and viewing system	1	2	3	4	5
Performing core vitrectomy: Illuminating the ocular fundus to highlight vitreous or area requiring attention (eg, vitreous cutter and ocular fundus)	1	2	3	4	5
Engaging membrane with intraocular forceps: Grasping and elevating the artificial epiretinal membrane	1	2	3	4	5
Air–fluid exchange: Adequate visualization of air–fluid meniscus and placement of extrusion cannula at meniscus, overall efficiency of air–fluid exchange	1	2	3	4	5
Wound closure: Watertight or airtight closure of sclerotomies	1	2	3	4	5

Tabla 1. Sistema de evaluación de la vitrectomía CEIVITS, mediante simulación en ojo sintético.

La valoración estadística de la calificación mediante el sistema CEIVITS demostró una correlación positiva y estadísticamente significativa entre la puntuación obtenida y la experiencia previa en vitrectomía en los apartados siguientes: puntuación total CEIVITS, construcción de las esclerotomías, colocación de la línea de infusión, intercambio fluido-aire y cierre de las esclerotomías.

De todos modos, la descripción de la habilidad quirúrgica que determina la puntuación en cada paso se basa en adjetivos como “realizado de forma pobre, o de forma dubitativa o repetitiva”. Cualquier descripción cualitativa es subjetiva por lo que este sistema es susceptible de verse afectado por un sesgo de medición.

Igualmente, el sistema CEIVITS presenta numerosas limitaciones inherentes al uso de ojos sintéticos, existiendo diversas maniobras tanto extra como intraoculares que no son reproducibles. La falta de material que simule la conjuntiva no permite evaluar cómo es tratada durante la colocación de las esclerotomías. El material que simula el vítreo es inyectado en el interior del ojo sintético, sin estar adherido a las estructuras, por lo que una maniobra fundamental como el desprendimiento de la hialoides posterior tampoco es posible de realizar. Tampoco tienen cristalino artificial, por lo que no es valorable la preservación de esta estructura.

En los últimos años, la asociación internacional oftalmológica más antigua, el International Council of Ophthalmology, ha creado un sistema para evaluar la habilidad quirúrgica en un ambiente real, el ICO-OSCAR (International Council of Ophthalmology’s “Ophthalmology Surgical Competency Assessment Rubric”).¹¹⁵

Esta herramienta está diseñada por un panel de expertos y validada a nivel internacional para permitir al evaluador valorar de forma objetiva la competencia quirúrgica del cirujano principiante. Está disponible para varias técnicas quirúrgicas en oftalmología: facoemulsificación, extracción extracapsular de la catarata, cirugía de la catarata en edad pediátrica, ptosis, estrabismo y trabeculectomía, ampliándose en 2017 a la vitrectomía (ICO-OSCAR:VIT).¹¹⁶

En el ICO-OSCAR:VIT, la vitrectomía ha sido desglosada en veinte pasos individuales, calificando la habilidad en cada uno de ellos mediante una escala de menor a mayor: novel, principiante, principiante avanzado y competente. La ejecución de cada uno de los pasos en cada una de las calificaciones está claramente detallada para poder realizar la evaluación de la forma más objetiva posible (tabla 2).

La hoja de puntuación debe ser rellenada por el evaluador tras observar la cirugía realizada por el alumno, sea de forma directa o mediante una grabación en vídeo sin editar, repasando los resultados de forma conjunta para poder desarrollar un plan de mejora de los puntos más desfavorables.

Aunque el desglose de la vitrectomía se ha hecho de forma minuciosa y la descripción del desempeño necesario para conseguir una calificación en cada paso es muy detallada, muchas de las puntuaciones no se ven tan distintas entre ellas, pudiendo existir un sesgo de medición.

La propia hoja de instrucciones del ICO-OSCAR:VIT para los evaluadores sugiere dicha subjetividad y variabilidad interobservador, indicando textualmente en su versión española: “si diferentes instructores calificarán a los mismos residentes sería conveniente que, antes de comenzar a utilizar la herramienta, califiquen juntos varias cirugías grabadas para asegurarse de que todos califican de la misma manera”¹¹⁷

Otra de las limitaciones que presenta el ICO-OSCAR:VIT es la exigencia de un evaluador más experto, siendo un sistema de evaluación muy útil en un entorno docente, pero no aplicable a los oftalmólogos que no estén dentro de una formación de alta especialización en retina.

Tabla 2. Sistema de evaluación de la vitrectomía ICO-OSCAR:VIT.¹¹⁶

Fecha: _____ Residente: _____ Evaluador: _____	Novato (puntuación: 2)	Principiante (puntuación: 3)	Principiante avanzado (puntuación: 4)	Competente (puntuación: 5)	No aplica. Realizado por el instructor (puntuación: 0)
1 Colocación del campo quirúrgico:	No coloca el campo sin ayuda.	Coloca el campo con mínima instrucción verbal. Incompleta cobertura de las pestañas o no logra retirar la humedad de los lentes.	Pestañas mayormente cubiertas, coloca el campo quirúrgico con mínima obstrucción visual. Separador de párpado bien posicionado con buena exposición. Se acumula una mínima cantidad de humedad en los lentes.	Pestañas totalmente cubiertas, sin obstruir el área de incisión, el campo quirúrgico no obstruye la visión. El separador de párpados permite una buena exposición con poca o nada de humedad en las lentes.	
2 Colocación del trócar – Posiciona miento	No logra realizar las incisiones a una distancia correcta para ojos fáquicos y seudo/a-fáquicos. No desplaza la conjuntiva correctamente. Coloca los trócares más cerrados que a horas "10 y 2". Usa la mano dominante para colocar los tres trócares.	Realiza incisiones a 3 mm del limbo (seudo/a-fáquicos) y a 3.5 mm del limbo (fáquicos). Por momentos no desplaza la conjuntiva correctamente. Coloca los trócares mínimamente a horas "10 y 2". Usa con frecuencia la mano dominante para colocar los tres trócares.	Realiza incisiones a 3 mm del limbo (seudo/a-fáquicos) y a 3.5 mm del limbo (fáquicos) y simultáneamente desplaza la conjuntiva correctamente. Realiza una adecuada contra-tracción con un segundo instrumento a veces. Coloca los trócares cómodamente para un correcto acceso a la mácula o patología mínimamente a horas "10 y 2". Usa la mano derecha para colocar los trócares del lado derecho y la mano izquierda para los trócares del lado izquierdo.	Siempre realiza incisiones a 3 mm (seudo o afáquicos) o 3.5 mm (fáquicos) del limbo mientras desplaza la conjuntiva correctamente. Siempre utiliza la mano derecha para los trócares del lado derecho y la mano izquierda para los trócares del lado izquierdo.	

Fecha: _____ Residente: _____ Evaluador: _____	Novato (puntuación: 2)	Principiante (puntuación: 3)	Principiante avanzado (puntuación: 4)	Competente (puntuación: 5)	No aplica. Realizado por el instructor (puntuación: 0)
3 Colocación del trócar con incisión biselada	No logra realizar incisiones biseladas en ojos normotensos y de grosor escleral normal. Rota y torsiona excesivamente el globo ocular.	No logra realizar incisiones biseladas todo el tiempo en ojos normotensos y de grosor escleral normal. Rota y torsiona parcialmente el globo ocular.	Genera incisiones biseladas fácilmente en ojos normales pero tiene dificultad en ojos con baja presión o de esclera gruesa y provoca torsiones o rotaciones del globo ocular.	Siempre realiza incisiones biseladas aún con ojos de baja presión o esclera gruesa, con mínima torsión o rotación del globo ocular.	
4 Colocación del la Infusión	Conecta la cánula de infusión inferotemporal sin verificar la posición.	Visualiza el extremo de la cánula sin observar su posición al abrir la infusión, pudiendo confundir líquido en el espacio subretinal o tocar el cristalino con la cánula de infusión. Se asegura que la cánula de infusión esté llena de líquido antes de abrirla.	Casi siempre visualiza la cánula mientras abre la infusión asegurándose de que el extremo no esté en el espacio subretinal o tocando el cristalino. Ignora en qué situaciones debe usar una cánula de infusión de 6 mm o un mantenedor de cámara anterior.	Discrimina cuando es necesario usar cánulas de infusión de 6 mm o mantenedores de cámara anterior.	
5 Posicionamiento del instrumental	No sostiene el vitrector ni la fibra óptica visibles en el borde pupilar. Ubica frecuentemente los instrumentos muy anteriores o posteriores. Es común que provoque contusiones retinales.	Antes de comenzar la vitrectomía core, coloca el vitrector y la fibra óptica más posterior que la mitad del vítreo. Duda y ubica la fibra óptica muy próxima al cristalino a menudo generando un brillo. Puede provocar contusiones retinales.	Antes de comenzar la vitrectomía core, coloca el vitrector y la fibra óptica en forma segura en la mitad del vítreo. A menudo pero no siempre coloca los instrumentos a 45° o hacia el nervio óptico a fin de evitar dañar las estructuras periféricas. La fibra óptica raramente brilla en el cristalino.	Al comienzo de la cirugía, el vitrector y la fibra óptica están visibles en el borde pupilar. Las estructuras periféricas son evitadas con la adecuada posición a 45° al comienzo de la cirugía.	

Fecha: _____ Residente: _____ Evaluador: _____	Novato (puntuación: 2)	Principiante (puntuación: 3)	Principiante avanzado (puntuación: 4)	Competente (puntuación: 5)	No aplica. Realizado por el instructor (puntuación: 0)
6	Vitrectomía central Desplaza el vitrector o la fibra óptica inmediatamente a la mitad del vítreo sin realizar cortes. A menudo la fibra óptica no ilumina el vítreo que está cortando.	El aprendiz necesita que se le recuerde <i>limpiar</i> primero el vítreo próximo a las cánulas antes de comenzar la vitrectomía en core o central. La fibra óptica no ilumina permanentemente el área de vítreo que se corta.	Realiza una vitrectomía local próxima a las cánulas antes de comenzar la vitrectomía core. La fibra óptica en algunos casos avanza innecesariamente dentro de la cavidad vítreo provocando una iluminación focal. El vitrector es desplazado de acuerdo a la necesidad a fin de cortar el vítreo.	Siempre realiza una vitrectomía local debajo de las cánulas para evitar un reflujo del vítreo o una tracción vítreo retinal. Sostiene la fibra óptica de modo que genera una iluminación de campo amplio de la retina y raramente progresa dentro de la cavidad vítreo.	
7	Genera o confirma un DPV No usa el vacío para despegar el borde de inserción del vítreo en el nervio óptico	Programa el vitrector para aspirar y coloca el puerto arriba del nervio óptico sin tomar toda la inserción del vítreo. La aspiración no está al máximo antes de traccionar con el vitrector. No aspira en otras direcciones sobre el nervio óptico.	Toma el vítreo a nivel de la papila. No pone el vacío al máximo antes que el vitrector traccione. No logra siempre una aspiración satisfactoria en las diferentes direcciones. No observa permanentemente el desplazamiento del vítreo periférico ni la presencia de desgarros retinales.	La aspiración se sostiene al máximo; puede visualizar y tomar el borde del vítreo antes de traccionar. Toma el vítreo a una distancia de 0.5DD cuando no puede tomarlo directamente sobre la papila. Realiza la aspiración con éxito en distintas direcciones. Permanente está atento a los movimientos periféricos del vítreo y desgarros retinales periféricos y libera el <i>cutter</i> tan pronto como detecta una tracción periférica.	
8	Vitrectomía Periférica Toca el cristalino o la retina periférica con el vitrector o la fibra óptica. No usa alta frecuencia de corte para el <i>shaving</i> de la periferia. En pacientes fáquicos, el vitrector frecuentemente cruza la línea media.	El vitrector y la fibra óptica no están permanentemente ubicadas a la distancia adecuada del cristalino y la retina periférica pero rápidamente corrige ante la indicación verbal o visual. Necesita que le indiquen el uso de alta frecuencia de corte para el <i>shaving</i> periférico. Necesita que le recuerden ocasionalmente que no cruce la línea media en pacientes fáquicos.	Emplea una alta frecuencia de corte para una segura remoción del vítreo periférico con la asistencia de un lente de campo amplio. El aprendiz sabe cuando cambiar de lado en pacientes fáquicos para evitar tocar el cristalino.	Emplea la alta frecuencia de corte para remover el vítreo periférico en forma segura con la asistencia de una lente de campo amplio o simula un modo <i>shaving</i> reduciendo la aspiración a medida que la punta de vitrector se desliza más periféricamente.	

Fecha: Residente: _____ Evaluador: _____	Novato (puntuación: 2)	Principiante (puntuación: 3)	Principiante avanzado (puntuación: 4)	Competente (puntuación: 5)	No aplica. Realizado por el instructor (puntuación: 0)
9 Drenaje de líquido subretinal	Suele tocar los bordes retinales durante la aspiración, frecuentemente requiere el modo reflujo. No utiliza vacío bajo o constante para evitar agrandar la apertura retiniana.	Emplea una punta suave o vitractor para aspirar el líquido subretinal. Suele comprometer los bordes retinales durante la aspiración por corto tiempo y debe ser advertido para que use el reflujo. Necesita que le recuerden el uso de aspiración continua o baja.	Algunas veces toca los bordes retinales durante la aspiración y necesita pocas advertencias para el uso del reflujo.	Siempre usa una cánula de punta suave o una punta de vitrectomía para aspirar el líquido subretinal en forma segura sin comprometer los bordes retinales. Usa el reflujo de tejido en forma espontánea.	
10 Uso de accesorios quirúrgicos/ tinciones	No sabe/entiende el uso apropiado de traimcinolona, tinciones y perfluoro carbono líquido.	Necesita que le recuerden el uso de traimitolona para inducir el DPV, tinciones para el <i>peeling</i> de membrana, o el uso de perfluoro carbono para estabilizar el polo posterior en desprendimientos de retina.	A veces utiliza los accesorios quirúrgicos pero necesita asistencia para el uso apropiado en tiempo y forma.	Siempre usa accesorios quirúrgicos en la dosis, concentración y tiempo correctos.	
11 Aplicación de endoláser	Deja la sonda de láser muy cerca o muy lejos de la retina. Las marcas de láser son intensas o bien no visibles. No puede aplicar láser en forma segura en retina periférica. No puede hacer láser con la mano no dominante.	Las marcas de láser son variables en intensidad. Tiene dificultad en aplicar láser en la retina periférica. Tiene dificultades en realizar láser con la mano no dominante.	Las marcas de láser son uniformes en intensidad y espaciadas la mayor parte del tiempo. Puede aplicar láser en la retina periférica; puede tener dificultad con la periferia retinal superior, ocasionalmente toca el cristalino. Usa la mano no dominante para la retinopexia periférica con alguna dificultad.	Puede realizar láser a la retina periférica sin tocar el cristalino. Puede usar la mano no dominante para la retinopexia periférica sin dificultad.	

Fecha: _____ Residente: _____ Evaluador: _____	Novato (puntuación: 2)	Principiante (puntuación: 3)	Principiante avanzado (puntuación: 4)	Competente (puntuación: 5)	No aplica. Realizado por el instructor (puntuación: 0)
12 Intercambio fluido-aire	Puede iniciar la aspiración del fluido superficial a través del vitrector o de la cánula de aspiración mientras se infunde aire. No puede aspirar el fluido que se colecciona en el nervio óptico en forma segura por la poca visibilidad debido a las burbujas de aire.	Puede iniciar la aspiración del fluido a través del vitrector o la cánula de aspiración mientras se infunde aire. No puede aspirar el fluido que se colecciona en el nervio óptico en forma segura por la poca visibilidad debido a las burbujas de aire. Puede traumatizar frecuentemente la retina o el nervio óptico cuando tiene poca visibilidad.	Puede sostener la posición o aspirar el fluido en el nervio óptico a pesar de la poca visibilidad la mayor parte del tiempo. Ocasionalmente traumatiza la retina o el nervio óptico cuando tiene poca visibilidad	Puede secar el polo posterior en forma segura sin comprometer la retina o el nervio óptico cuando tiene poca visibilidad. Es capaz de ajustar la potencia de aspiración o la presión de infusión de aire según el caso.	
13 Cierre de las esclerotomías	No remueve las cánulas en la misma dirección en las que fueron colocadas al inicio de la cirugía. No tiene cuidado de mantener estable la presión intraocular durante la remoción. No puede enumerar las indicaciones para el cierre de las esclerotomías.	No siempre remueve las cánulas en la misma dirección que fueron colocadas. No tiene cuidado de mantener estable la presión intraocular durante la remoción. No puede identificar cuando la herida filtra.	Coloca la conjuntiva en su ubicación original. Tiene cuidado de mantener la presión intraocular estable mientras remueve las cánulas. Sutura las esclerotomías cuando la herida filtra.	Coloca la conjuntiva en su ubicación original y la presión se mantiene estable. Sutura las heridas cuando filtran en forma efectiva y eficiente.	
14 Uso de endotamponajes	Desconoce los agentes endotamponadores o ignora el uso apropiado de los mismos.	Conoce los agentes endotamponadores pero necesita asistencia para entender la elección correcta, momento y volumen. Necesita asistencia para aplicar las técnicas de infusión de aire correctas a fin de mantener la perfusión del nervio óptico y el ojo normotenso.	Puede elegir el agente tamponador apropiado en el momento correcto pero necesita asistencia para darse cuenta de un llenado óptimo. Necesita mínima asistencia con la infusión de aire para mantener perfundido el nervio óptico mientras mantiene el ojo normotenso.	Es capaz de usar los agentes endotamponadores en la dosis y momento correctos. Entiende el propósito de un óptimo llenado para evitar la entrada del agente endotamponador a la cámara anterior o un llenado insuficiente mientras mantiene la perfusión del nervio óptico.	

Fecha: Residente: Evaluador:	Novato (puntuación: 2)	Principiante (puntuación: 3)	Principiante avanzado (puntuación: 4)	Competente (puntuación: 5)	No aplica. Realizado por el instructor (puntuación: 0)
15 Manejo del microscopio (confocalidad)	No puede usar el movimiento del X-Y en la pedalera.	Comete errores frecuentes en el uso del movimiento X-Y. No rota el ojo para facilitar el acceso al área de interés.	Puede realizar los movimientos de X-Y regularmente cuando es necesario; tiene dificultad en enfocar mientras realiza la vitrectomía periférica.	Sistematicamente acopla los movimientos X-Y y los oculares en forma conjunta para facilitar el acceso al área de interés.	
16 Sistemas de visualización (tipos de lentes)	Desconoce los diferentes tipos de lentes (o sistemas de visualización) disponibles.	Conoce los sistemas de visualización (tipos de lentes) disponibles pero desconoce las diferencias. Puede elegir el lente apropiado con ayuda.	Conoce los distintos sistemas de visualización (tipos de lentes) y sistemáticamente elige el lente apropiado con mínima ayuda.	Es capaz de elegir el lente apropiado y puede cambiar un lente por otro durante una cirugía dependiendo las circunstancias.	
17 Consola de vitrectomía	No tiene conocimiento de los diferentes parámetros de la fluidica en la consola. No modifica en forma apropiada los parámetros de la fluidica: presión de infusión, vacío y frecuencia de corte	Reconoce la existencia de diferentes parámetros y posiciones de la consola pero no puede explicar qué influencia la fluidica y que cambios hacer en la misma sin ayuda.	Casi siempre realiza los cambios necesarios en los parámetros de la fluidica en las distintas etapas de la cirugía.	Sistematicamente realiza los cambios necesarios en los parámetros de la fluidica mientras realiza diferentes etapas de la cirugía.	
18 Dirección del puerto/boca del vitrector	El puerto no siempre toma el vitreo en forma segura. Tiene alguna dificultad en rotar el puerto para alcanzar el vitreo desde cualquier ángulo. El vitrector no se desplaza en dirección al puerto (el puerto está orientado hacia el lado nasal, y el vitrector se dirige al lado temporal) lo cual puede causar tracción vítrea y desgarros retinales. Orienta el puerto hacia la retina y la compromete.	El puerto no siempre toma el vitreo en forma segura. Tiene alguna dificultad en rotar el puerto para alcanzar el vitreo desde cualquier ángulo. El vitrector no se desplaza en dirección al puerto (el puerto está orientado hacia el lado nasal, y el vitrector se dirige al lado temporal) lo cual puede causar tracción vítrea y desgarros retinales. Orienta el puerto hacia la retina y la compromete.	El puerto toma al vitreo en forma segura la mayoría de las veces. El vitrector se desplaza en dirección al puerto la mayor parte de las veces. Tiene alguna dificultad en rotar el puerto para alcanzar el vitreo desde cualquier ángulo. Posiciona el puerto del vitrector lateralmente para evitar colocarlo frente a la retina pero puede ocasionalmente comprometerla.	El puerto siempre toma al vitreo en forma segura El vitrector se orienta en dirección al puerto para evitar la tracción vítrea y no se produce tracción del vitreo. Puede rotar el puerto correctamente a fin de llegar al vitreo desde cualquier ángulo. Posiciona el puerto lateralmente para evitar colocarlo frente a la retina y no compromete a la retina.	

Fecha: Residente: Evaluador:	Novato (puntuación: 2)	Principiante (puntuación: 3)	Principiante avanzado (puntuación: 4)	Competente (puntuación: 5)	No aplica. Realizado por el instructor (puntuación: 0)
19 Eficiencia	El puerto del vitrector toma al vítreo menos de la mitad de las veces, cortando el fluido de la infusión frecuentemente	El puerto del vitrector toma al vítreo la mitad de las veces, cortando el fluido de la infusión frecuentemente.	El puerto del vitrector toma al vítreo la mayoría de las veces, y es capaz de cortar el vítreo con mínimo o moderado compromiso del fluido de la infusión.	Sistemáticamente logra que el puerto del vitrector tome al vítreo. Puede cortar el vítreo eficazmente con mínimo "corte" del fluido de la infusión.	
20 Iluminación	Desplaza la fibra óptica frecuentemente muy posterior causando una innecesaria iluminación focal. La luz ilumina áreas donde no se realizará la vitrectomía. Con frecuencia la fibra óptica ilumina directamente la mácula. No puede manejar la fibra óptica para evitar el glare (encandilamiento) del vitrector. No ajusta la intensidad de la iluminación cuando es necesario.	Desplaza la fibra óptica frecuentemente muy posterior causando una innecesaria iluminación focal. La luz ilumina áreas donde no se realizará la vitrectomía. Con frecuencia la fibra óptica ilumina directamente la mácula. No puede manejar la fibra óptica sistemáticamente para evitar el glare (encandilamiento) del vitrector. No ajusta la intensidad de la iluminación cuando es necesario.	La iluminación abarca un campo amplio pero a menudo la vuelve focal por desplazar la fibra óptica posteriormente. La luz puede no iluminar el área donde se realiza la vitrectomía pero puede corregirlo siguiendo indicaciones verbales o visuales. Evita que la fibra óptica ilumine directamente en la mácula la mayor parte del tiempo. Puede manejar el ángulo de la luz para evitar el glare (encandilamiento) del vitrector la mayor parte del tiempo o con ayuda. Reduce o incrementa la intensidad de la iluminación apropiadamente cuando es necesario con alguna ayuda.	Sistemáticamente la iluminación abarca un campo amplio y puede verla focal desplazando la fibra óptica solo cuando es necesario y evitando una iluminación focal en la mácula. Puede iluminar el área patológica necesaria sin comprometer el cristalino o la retina. Puede manejar el ángulo de la luz para evitar el glare (encandilamiento) del vitrector todo el tiempo. Sistemáticamente reduce o incrementa la intensidad de la iluminación apropiadamente cuando es necesario.	

UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGLI

COMPETENCIA EN CIRUGÍA VITREORRETINIANA: EVALUACIÓN DE LA CURVA DE APRENDIZAJE DE LA VITRECTOMÍA
MEDIANTE EL ANÁLISIS CUSUM

Jordi Martín Avià

III. HIPÓTESIS Y OBJETIVOS

Hipótesis de investigación:

El análisis CUSUM a tiempo real de las complicaciones intra- y postoperatorias de la vitrectomía puede determinar la consecución de la curva de aprendizaje de la vitrectomía y prever una evolución negativa de la misma.

Objetivo general:

Evaluar la utilidad del análisis CUSUM para determinar la competencia en la superación de la curva de aprendizaje de la vitrectomía.

Objetivos específicos:

1. Analizar la situación actual de los sistemas de evaluación de la curva de aprendizaje de la vitrectomía.
2. Describir la curva de aprendizaje de la vitrectomía del doctorando mediante un análisis de casos sucesivos.
3. Identificar las variables más útiles como marcadores de una correcta adquisición de la curva de aprendizaje de la vitrectomía.
4. Describir el análisis CUSUM para evaluar de forma prospectiva la curva de aprendizaje de la vitrectomía.
5. Comparar el análisis de casos sucesivos de la curva de aprendizaje de la vitrectomía del doctorando con el análisis CUSUM.
6. Evaluar la capacidad del método de análisis CUSUM de detectar la consecución de la curva de aprendizaje del doctorando.
7. Evaluar la capacidad de la curva de análisis CUSUM de prever una desviación negativa de la curva de aprendizaje del doctorando.

UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGLI

COMPETENCIA EN CIRUGÍA VITREORRETINIANA: EVALUACIÓN DE LA CURVA DE APRENDIZAJE DE LA VITRECTOMÍA
MEDIANTE EL ANÁLISIS CUSUM

Jordi Martín Avià

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

IV.A. Muestra

Se realizó una revisión retrospectiva de los pacientes intervenidos de cirugía de vítreo-retina en el departamento de oftalmología de la Xarxa Sanitària i Social de Santa Tecla, en Tarragona, entre el 01 de octubre de 2007 y el 31 de diciembre de 2011. Se incluyeron sólo aquellos casos en los que la cirugía incluyó una vitrectomía y que en su totalidad fue realizada por el doctorando, el Dr. Jordi Martín Avià, con un total de 237 casos quirúrgicos.

La Xarxa Santa Tecla presta sus servicios sanitarios en la zona de Tarragona Nord y Baix Penedés, con una población asignada de 154.908 habitantes.¹¹⁸ La prevalencia de la cirugía vitreorretiniana en el lugar y período de estudio fue del 0,15%.

La Unidad de Retina se inició en octubre de 2007 para dar salida al gran volumen de pacientes que precisaban principalmente una actuación quirúrgica y que hasta la fecha debían ser derivados al centro de referencia correspondiente. Contó con un equipo novel en todos los aspectos.

IV.B. Equipo humano

Respecto al equipo humano, el doctorando no tenía experiencia previa en cirugía de retina, a excepción de ayudante quirúrgico durante la residencia en oftalmología, realizada en un hospital de tercer nivel, el Hospital Clínico Universitario Lozano Blesa, en Zaragoza, España, que finalizó en abril de 2006. La experiencia quirúrgica previa como cirujano principal se basaba en la cirugía de la catarata, con aproximadamente 450 cirugías de cataratas mediante la técnica actual de facoemulsificación.

Los conocimientos teóricos previos fueron adquiridos mediante dos másteres en retina de la Universitat Autònoma de Barcelona (UAB), realizados en el Instituto Barraquer. Los conocimientos prácticos previos se adquirieron mediante una estancia de dos meses de duración en el departamento de retina del Hospital Luís Sánchez Bulnes, de la Asociación Para Evitar la Ceguera (APEC) en México D.F., México y otra de tres meses en el Hospital Universitari de Bellvitge, Hospitalet de Llobregat, España.

En el inicio de la unidad quirúrgica de retina, el doctorando acudió como observador y ayudante quirúrgico al quirófano de retina del Hospital Universitario de Bellvitge, a razón de un día por semana, durante los primeros tres meses. Posteriormente, la frecuencia se redujo a un día al mes durante la duración completa del estudio.

La ayudantía quirúrgica la realizaron dos cirujanos, de manera indistinta en función de la fecha de quirófano. Ni los cirujanos asistentes ni el equipo de enfermería asignado a la nueva unidad de retina había tenido contacto con la vitrectomía hasta la fecha.

IV.C. Equipo técnico

Los medios técnicos disponibles al principio eran los siguientes:

- Equipo de vitrectomía posterior Millenium® (Bausch + Lomb, Inc. Rochester, NY, EE. UU.), con bomba de aspiración tipo venturi, sistema de infusión pasivo, frecuencia de corte con un máximo de 750 cortes por minuto y sistema de iluminación halógena con sondas focales.
- Packs de vitrectomía de calibre 20G.
- Láser endocular (Nidek Co., Ltd. Gamagori, Japón)
- Terminal de endodiatermia de calibre 20G.
- Equipo de crioterapia Frigitronics (CooperSurgical, Inc., USA)
- Set de lentes de Landers para visualización de la retina. (Volk Optical, Inc. Mentor, Ohio, EE. UU.).
- Terminal de facofragmentación 20G.
- Viales de un solo uso de gas intraocular (SF_6 y C_3F_8)
- Viales de perfluorocarbono líquido.

No se disponía de packs para cirugía transconjuntival de calibre 23G ni 25G, sistema de visión con lentes campo amplio, inversor, pinzas endoculares, tinción retiniana ni aceite de silicona.

En diciembre de 2008 se adquirió el siguiente equipamiento quirúrgico:

- Actualización del equipo de vitrectomía con el módulo Millenium Vitrectomy Enhancer (Bausch + Lomb, Inc.), con aumento de la frecuencia de corte hasta un máximo de 2.500 cortes por minuto.
- Packs de vitrectomía con cánulas no valvuladas de calibre 23G.
- Terminal de endodiatermia de 23G.
- Equipo de iluminación de mercurio Photon II (Synergetics Inc., Fort Collins, CO, EE. UU.), con sonda de luz de campo amplio tipo Chandelier integrado en la infusión.
- Un sistema de visualización de contacto de campo amplio consistente en un inversor de imagen (Oculus Surgical, Inc. Wetzlar, Alemania) y las lentes de campo amplio MiniQuad XL® y la de ampliación central Supermacula® (Volk Optical, Inc.)
- Viales de tinción intraocular de azul brillante y viales mixtos de azul brillante y azul tripán.
- Pinzas intraoculares Eckardt y Tano (Synergetics, Inc.) de calibre 23G y 20G, de un solo uso.
- Tijeras intraoculares curvas y verticales, de calibre 23G y 20G, de un solo uso.
- Cánulas de aspiración subretiniana con punta de silicona, de 23G y 20G.
- Cánula inyección subretiniana de 23/38G.
- Packs de 20G de inyección de aceite de silicona de 1.000 y 5.000 centistokes de densidad.
- Packs de extracción de aceite de silicona de calibre 20G.

En julio de 2009 se renovó el equipo de láser intraocular por alta sospecha de malfuncionamiento (Iridex, Inc., Terra Bella, CA, EE. UU.). A su vez se adquirió una sonda de láser retráctil con iluminación incorporada tanto de calibre 20G como 23G.

IV.D. Técnica quirúrgica

La técnica quirúrgica fue la descrita a continuación:

Las esclerotomías se posicionaban a las 10 y a las 2, con la infusión en sector temporal inferior. El acceso en vitrectomía 20G se realizaba mediante una apertura conjuntival, diatermia del lecho escleral y esclerotomía directa paralela a limbo. En el calibre 23G, se realizaba un desplazamiento conjuntival e incisión biselada transconjuntival paralela al limbo.

En patología macular se realizaba la técnica posteroanterior con abordaje pars plana 3 vías, vitrectomía central con disección de hialoides posterior hasta ecuador y se completaba la vitrectomía hasta periferia con ayuda de indentación escleral. El pelado de membrana epirretiniana se realizaba bajo tinción negativa con azul brillante con pinzas de Eckardt. En todos los casos se asociaba pelado de membrana limitante interna hasta arcadas. Posteriormente se realizaba el intercambio fluido-aire para membrana epirretiniana y fluido-aire-SF₆ al 20% para los agujeros maculares.

En cirugía del desprendimiento de retina se realizaba cirugía escleral, vitrectomía o cirugía combinada en función del caso. Respecto a la vitrectomía, se realizaba la técnica posteroanterior con abordaje pars plana 3 vías, vitrectomía central con disección de hialoides posterior hasta ecuador y se completaba la vitrectomía hasta periferia con ayuda de indentación escleral, localización del desgarro o desgarros, retinectomía del flap en los desgarros en herradura, aspiración del fluido subretiniano, inyección de perfluorocarbono líquido, disección de membranas epirretinianas o proliferación vitreorretiniana bajo perfluorocarbono si estaban presentes, intercambio fluido-aire con aspiración de fluido subretiniano restante, 3 barreras de láser alrededor de los desgarros, aspiración del perfluorocarbono líquido e intercambio aire-tamponador en función del caso (SF₆ al 20%, C₃F₈ al 12%, aceite de silicona de 1.000 cst o de 5.000 cst)

En el momento del cierre en la vitrectomía de calibre 20G se realizaba sutura por planos mediante sutura reabsorbible Vicryl® 7/0 (Ethicon Inc., NJ, EE. UU.) y en cirugía 23G, retirada de las cánulas con la sonda de iluminación como guía, junto con masaje conjuntivo-escleral.

Se realizaba sutura transconjuntival con Vicryl® 7/0 que se retiraba a la semana en los siguientes casos: si se observaba fuga, en miopes magnos, si alguna de las cánulas se había salido espontáneamente con el movimiento de los terminales intraoculares o si por tener una esclera fina no habían podido colocarse las cánulas mediante incisión biselada.

En todas las cirugías se procedía a las medidas habituales de asepsia quirúrgica ocular, mediante povidona yodada cutánea y diluida al 50% ocular, dos aplicaciones de 3 minutos de duración, repitiéndose la povidona diluida al concluir la cirugía.

El tratamiento postoperatorio consistía en cura oclusiva 24h, tratamiento antibiótico tópico la primera semana (colirio moxifloxacino, Vigamox®, Novartis, Suiza), colirio ciclopléjico cada 8 horas la primera semana y colirio de acetato de prednisolona (Pred-Forte®, Allergan, EE. UU.) en pauta descendiente durante 1 mes.

En los casos en los que aparecía hipertensión ocular se trataba inicialmente con un colirio alfa agonista por su alta potencia hipotensora en las 2 primeras horas desde su instilación (apraclonidina, lopimax 0,5%®, Alcon, EE. UU.) mediante una gota cada 8 horas o una combinación de betabloqueante y alfa₂-agonista (timolol y brimonidina, Combigan®, Allergan, EE. UU.) cada 12 horas, si el tratamiento inicial no controlaba la hipertensión.

IV.E. Selección de variables

No todas las variables para el estudio de la curva de aprendizaje descritas en la literatura son aplicables en la cirugía retiniana. Las variables descartadas fueron las siguientes: tiempo quirúrgico, tasa de conversión a cirugía abierta o la agudeza visual como medición de éxito quirúrgico.

El tiempo quirúrgico puede ser un sesgo claro en la valoración de estudios retrospectivos, dado que cada auxiliar en el quirófano puede establecer distintos puntos de inicio y de finalización de una cirugía. Por ejemplo, el inicio de la cirugía puede describirse desde la realización de la anestesia o la incisión, y la finalización de la cirugía puede establecerse en el cierre de la herida quirúrgica^{119,120} o en la aplicación del vendaje oclusivo.⁸⁷

Por otro lado, el cirujano principiante tardará más tiempo en realizar la cirugía, pero un cirujano experto puede utilizar más tiempo en revisar estructuras adyacentes o en realizar maniobras más complejas que el primero.⁵

Igualmente, el tiempo quirúrgico puede ser más corto porque el cirujano experto por la presión asistencial tenga un mayor número de casos que realizar en el mismo tiempo o, por lo contrario, ser mayor porque acepte casos más complejos que sus colegas y que exijan mayor dedicación.⁵

La valoración de la calidad quirúrgica por el tiempo, aunque frecuente, es muy superflua, tanto por personal sanitario alrededor del cirujano como por el propio cirujano principiante. El aumento del ego producido por dar importancia a una reducción real del tiempo quirúrgico al inicio de la curva de aprendizaje puede inducir a errores.⁵ En esta línea, algunos estudios han demostrado incluso que un menor tiempo quirúrgico puede asociarse a un mayor número de complicaciones postoperatorias, así como de peores resultados.¹²¹

Otra de las variables de estudio del proceso quirúrgico que no es viable en cirugía de retina es la tasa conversión a cirugía abierta. La cirugía de retina siempre se trata de cirugía endoscópica, por lo que la conversión a cirugía abierta no existe. Lo más parecido sería la tasa de conversión de cirugía microincisional 23G o 25G al abordaje 20G¹⁰⁴ como fracaso en la adopción de la cirugía microincisional en retina, pero no como curva de aprendizaje en vitrectomía. De todos modos, la velocidad de adopción de cirugía microincisional 23G o 25G puede ser un indicativo de mayor seguridad en la realización de cirugía de retina, ya que permite al cirujano aceptar las mejoras que la microincisión ofrece sin que sus desventajas supongan un desistimiento en el uso de la técnica.

La medición de la agudeza visual, puede ser tenido en cuenta en una cirugía cuyo objetivo sea la recuperación visual, como puede ser la cirugía de cataratas.⁹⁹ En cirugía de retina, por el contrario, la visión postoperatoria no está condicionada solamente por una buena o mala técnica quirúrgica, sino por muchos otros factores como el estado visual inicial y principalmente por la propia patología que justifica la cirugía.

Por otro lado, la agudeza visual preoperatoria es muy variable. En muchas ocasiones se realiza la cirugía con buenas visiones para prevenir la evolución de una enfermedad amenazante para la visión (como la membrana epirretiniana) y en otras se operan pacientes en estados visuales muy terminales para que no pierdan lo poco que les queda. Así mismo, en muchos pacientes coexisten enfermedades como las cataratas o glaucoma que enmascaran la visión real si ésta sólo dependiera de la patología vitreoretiniana. Finalmente, las listas de espera quirúrgica ejercen un claro empeoramiento de la visión final.⁵ Así pues, la agudeza visual, también se descartó como variable de estudio.

Finalmente se escogieron las variables habituales descritas en la literatura como las que tienen mayor relación con la curva de aprendizaje y aplicables a la cirugía de vítreo-retina: las complicaciones intraoperatorias y las postoperatorias.

IV.F. Recogida y tratamiento de datos

Así pues, la recogida de datos incluyó los siguientes campos: número correlativo del caso, sexo y edad del paciente en el momento de la cirugía, fecha de la cirugía, tiempo de seguimiento, diagnóstico principal que motivó la decisión de realizar el tratamiento quirúrgico, tiempo de aprendizaje transcurrido (en semanas), técnica quirúrgica realizada, calibre de las cánulas en la vitrectomía, uso de silicona como tamponador, persistencia o ausencia de silicona a los 6 meses de la cirugía, presencia o no de cristalino, cirugía combinada de facoemulsificación asociada, presencia de cirugía de catarata antes de un año de la vitrectomía, presión intraocular a las 24h y a los 7 días, complicaciones intraoperatorias y complicaciones postoperatorias.

El tiempo de seguimiento de cada caso se contabilizó desde el momento de la cirugía hasta la toma de datos o hasta el momento en el que el mismo ojo precisó una nueva vitrectomía, si fue el caso.

Los datos se introdujeron, codificaron y analizaron mediante el programa estadístico SPSS versión 21.0 (IBM, Nueva York, EE. UU.). Para la estadística descriptiva se utilizaron la media, desviación típica, el intervalo de confianza del 95%, la mediana y los valores máximo y mínimo, en el caso de variables cuantitativas. En el caso de variables cualitativas se utilizaron las frecuencias absolutas y relativas y los porcentajes de cada categoría.

IV.F.1 Análisis de casos sucesivos

Se procedió a un análisis de casos sucesivos. Para ello se agruparon las cirugías de forma cronológica en trimestres, períodos de 12 semanas, para poder tener un bloque de tiempo suficiente para agrupar casos, con poca afectación por períodos en los que no hubiera cirugía (vacaciones, paternidad...).

Se evaluó la frecuencia de aparición de las variables elegidas en el tiempo, de forma global y en función del diagnóstico principal, para valorar la disminución y/o estabilización de las complicaciones intra- y postoperatorias.

Como diagnósticos principales se agruparon los casos en función del tipo de técnica y complejidad de la cirugía que requiere cada una de las patologías, resultando en 4 grupos principales.

El primer grupo, la patología vitreomacular, que incluye los casos en los que se requiere una vitrectomía central, con abordaje postero-anterior y tratamiento sobre la mácula con pinzas, incluyendo membranas epirretinianas, tracciones vitreomaculares y agujeros maculares.

Como segundo grupo: la hemorragia vítrea, por precisar un abordaje anteroposterior por dificultad en la visualización, con vitrectomía completa y tratamiento de la causa subyacente que frecuentemente es una patología isquémica que precisa fotocoagulación con láser como la retinopatía diabética o las trombosis. Otras causas de hemorragia vítrea también se incluyeron en este grupo como desgarros con hemorragia vítrea y las degeneraciones maculares hemorrágicas.

El tercer grupo lo comprendían los casos de desprendimiento de retina de nueva aparición, de tipo regmatógeno o traccional, por precisar en todos ellos la realización de una vitrectomía completa con las modificaciones de la fluídica que una retina desprendida requiere y el conocimiento y manejo de adyuvantes quirúrgicos como el perfluorocarbono y los distintos tamponadores.

Como cuarto grupo se incluyeron los redespndimientos de retina, por tratarse de casos más complejos con un mayor riesgo de complicaciones que el anterior, pero también para valorar su incidencia en el tiempo como signo de evolución de la curva de aprendizaje.

El calibre utilizado en la vitrectomía, y su evolución en el tiempo, se añadió al estudio de análisis de casos sucesivos como signo subjetivo de un mayor control de la cirugía por parte del cirujano.

IV.F.2 Análisis CUSUM

Posteriormente se analizaron los mismos casos mediante la fórmula para la creación de las curvas CUSUM. En cirugía este método puede, a partir de unos valores de aceptación de fracaso, describir gráficamente la pendiente de aprendizaje y el momento de estabilidad, mediante la determinación en cada caso consecutivo del éxito o fracaso de los parámetros de estudio.¹²² Ello permite definir en la gráfica unos límites de decisión de buen o mal rendimiento.¹²³

Los valores de aceptación de fracaso se escogen en función de los porcentajes e incidencias de la variable de estudio descritos en la literatura. Para evitar el sesgo de publicación por reticencia a publicar resultados desfavorables,^{124, 125} se aconseja el uso de las incidencias descritas en auditorías nacionales como valores de aceptación de fracaso, consiguiendo un valor más aproximado a la realidad que aquél que los cirujanos de gran prestigio publican.

En nuestro estudio se han utilizado principalmente las incidencias descritas en dos auditorías nacionales.^{126,127} La primera se realizó en una muestra aleatoria del 5% de beneficiarios del Sistema Nacional de Salud de los Estados Unidos de América (Medicare 5%, National Institute of Health) con una valoración de complicaciones intra- y postoperatorias en una población de estudio de 5.263 vitrectomías en los años 2004 y 2005.⁶⁴

La segunda auditoría está realizada en Inglaterra entre 2002 y 2010 en la que a partir de 31 centros adscritos al programa de análisis estadístico nacional, se valoraron 11.618 cirugías, de las cuales 8.257 incluyeron la vitrectomía pars plana.⁵⁸ Todas ellas se grabaron de forma sistemática y se evaluaron con posterioridad, valorando las distintas complicaciones intraoperatorias en función de los siguientes diagnósticos: agujero macular, membrana epirretiniana, desprendimiento de retina y retinopatía diabética.

Algunos autores proponen la realización de las curvas CUSUM en dos etapas, estableciendo criterios de fallo iniciales menos exigentes para estimular al cirujano principiante, pasando a una segunda etapa con unos valores de aceptación de fracaso más exigentes una vez se haya superado la primera fase.¹²⁸ Esta propuesta responde a la realidad del aprendizaje, habiéndose descrito diferencias en resultados quirúrgicos en el desprendimiento de retina, de entre un 10% y un 15% entre fellows y especialistas,^{142,124} y hasta un 50% entre oftalmólogos adjuntos no especializados y especialistas.¹²⁹

Al tener como objetivo de nuestro estudio la evaluación de la capacidad del análisis CUSUM para detectar la consecución de la curva de aprendizaje, y la comparativa con el análisis de casos sucesivos, se decidió realizar la curva CUSUM en una sola etapa con las incidencias publicadas sin incrementarlas.

Para la creación de las curvas CUSUM es necesario definir 4 parámetros para cada una de las variables a estudiar: error tipo 1 (α), error tipo 2 (β) y los porcentajes de fallo aceptables (p_0) e inaceptables (p_1) de la variable, de acuerdo con el estándar de calidad aceptado.

A partir de estos valores y mediante las fórmulas de la tabla 3 se consiguen los tres valores fundamentales para la creación de la gráfica CUSUM: el límite de decisión inferior y superior (h_0 y h_1) y el número s , o valor de referencia.⁹⁷

Valor	Fórmula
a	$\ln [(1 - \beta) / \alpha]$
b	$\ln [(1 - \alpha) / \beta]$
P	$\ln (p_1 / p_0)$
Q	$\ln [(1 - p_0) / (1 - p_1)]$
s	$Q / (P + Q)$
h_0	$-b / (P + Q)$
h_1	$a / (P + Q)$

Tabla 3. Fórmula para calcular las bandas de decisión h_0 y h_1 y el valor s , a partir de los índices aceptables e inaceptables de fallo (p_0 y p_1) y el error tipo 1 y 2 (α y β)

La gráfica presenta los casos sucesivos en el tiempo en el eje X y la puntuación CUSUM en el eje Y. El registro comienza en cero; por cada éxito se resta el valor s y por cada fallo se suma el valor “1- s ”, por lo que una tendencia negativa de la gráfica indica un buen desempeño y una tendencia positiva indica un mala realización continuada del procedimiento estudiado.⁸⁰

Cuando la gráfica CUSUM desciende hasta cortar la banda de decisión inferior (h_0) el índice de fallo del aprendiz no es distinto del índice aceptable de fallo, con un riesgo de un error tipo 2 igual a β . Si la gráfica corta la banda superior (h_1) significa que el índice de fallo real es estadísticamente mayor que el índice aceptable con un error de tipo 1 igual a α . Si el gráfico se mantiene entre las dos bandas de decisión, debe proseguirse la evaluación.¹³⁰

Para que las conclusiones obtenidas de los gráficos CUSUM puedan tener un error tipo 1 de α y un error tipo 2 de β debe determinarse un número mínimo de casos por cada procedimiento estudiado, que se describe en la tabla 4 según si el objetivo es buscar el momento en el que se alcanza el estándar de calidad o fallo aceptable (p_0) o el momento en el que se pierde (fallo inaceptable o p_1).⁹⁵

Objetivo	Fórmula
Número de casos si p_0	$\ln [(h_0(1-\alpha)-\alpha h_1) / (s-p_0)]$
Número de casos si p_1	$\ln [(h_1(1-\beta)-\beta h_0) / (p_1-s)]$

Tabla 4. Fórmula para calcular el número mínimo de casos por procedimiento.

Para el estudio de la vitrectomía mediante las curvas CUSUM se utilizaron igualmente las complicaciones intra- y postoperatorias, pero se necesitaba especificar variables concretas que tuvieran una definición clara, que representaran el éxito o fracaso de la cirugía, tanto en procedimiento como en resultado y cuya existencia fuera objetivable.

Los sistemas actuales más extendidos de evaluación de la vitrectomía, CEIVITS e ICO:OSCAR-VIT,^{114,116} evalúan de la forma más detallada posible cada uno de los procesos que se realizan en la vitrectomía. Su objetivo es la prevención de complicaciones intra- y postoperatorias. Todas las maniobras evaluadas se pueden agrupar en función del tipo de complicación que pretenden minimizar.

Respecto a las complicaciones intraoperatorias, se valora el riesgo de la retinotomía accidental por traumatismo directo y del desgarro retiniano por tracción vítreo excesiva o inadvertida. Para ello se evalúa la ubicación de las esclerotomías y su construcción, la comprobación de la cánula de infusión, el movimiento del instrumental dentro de la cavidad vítreo, la ubicación de la boca del vitrectomo, la realización de vitrectomía alrededor de las cánulas al principio de la cirugía, el correcto desprendimiento de la hialoides posterior hasta ecuador o el cambio de parámetros de la vitrectomía en función de la distancia a la retina.

El riesgo de un trauma en el cristalino se evalúa igualmente mediante la ubicación de las esclerotomías y los movimientos del instrumental durante la vitrectomía.

Se valora el riesgo de hipotensión intraoperatoria, con el desprendimiento coroideo como su mayor exponente, mediante el análisis de la comprobación de la cánula de infusión, conocimiento de los cambios de la fluidica durante la vitrectomía y el intercambio fluido-aire.

Respecto a las complicaciones postoperatorias, se evalúa el riesgo de endoftalmitis mediante el posicionamiento del campo quirúrgico y el correcto cierre de las esclerotomías mediante sutura en caso de filtración. Para valorar la hipotensión postoperatoria, se evalúa la construcción y cierre de las esclerotomías.

La hipertensión ocular postoperatoria se tiene en cuenta mediante el conocimiento del comportamiento físico de los distintos tamponadores y el cierre de las esclerotomías. El riesgo de recidiva en un desprendimiento de retina se ve reflejado en el análisis del proceso de aspiración de fluido subretiniano, del tratamiento mediante láser y del conocimiento y selección de los tamponadores.

Así pues, a partir de las complicaciones relacionadas directamente con las maniobras quirúrgicas que se evalúan en los sistemas CEIVITS e ICO:OSCAR-VIT, se establecieron las variables concretas que mejor podían valorar una curva de aprendizaje en vitrectomía.

Referentes al proceso quirúrgico se identificaron la colocación de la infusión en espacio subretiniano, la rotura retiniana, el traumatismo en el cristalino y el desprendimiento de coroides. Respecto al resultado quirúrgico se identificaron la endoftalmitis, la hipertensión ocular, la hipotonía ocular, el desprendimiento coroideo, el desprendimiento de retina secundario, el redespndimiento de retina y la catarata postoperatoria.

De entre las 11 variables identificadas, se seleccionaron aquellas que tuvieran una incidencia suficientemente elevada para poder ser analizadas en el número de casos intervenidos en el período descrito.

Por este motivo se descartaron las siguientes variables: traumatismo intraoperatorio sobre el cristalino, desprendimiento coroideo intraoperatorio, infusión en espacio subretiniano o supracoroideo, presencia de endoftalmitis, hipotonía postoperatoria en calibre 20G, desprendimiento de retina secundario y desprendimiento de coroides postoperatorio.

Todas ellas requerían un número mínimo de casos muy alejado del número razonable que debería ser necesario para poder detectar una correcta progresión de una curva de aprendizaje, tal y como se muestra en la tabla 5.

Para que la variable a estudiar requiera un número mínimo de casos viable para el estudio de una curva de aprendizaje, debe tener una incidencia aproximadamente del 4% o más, con un número mínimo de casos exigible de 167 casos.

Variables de proceso quirúrgico				Variables de resultado		
	Trauma cristalino	DC intraop.	Infusión subretiniana	Endoftalmitis	DR secundario	DC postop. Hipotonía 20G
α . Error I	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
β . Error II	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
P_0	0,016	0,004	0,003	0,0004	0,017	0,003
P_1	0,032	0,008	0,006	0,0008	0,034	0,006
Valor a	2,197	2,197	2,197	2,197	2,197	2,197
Valor b	2,197	2,197	2,197	2,197	2,197	2,197
Valor P	0,693	0,693	0,693	0,693	0,693	0,693
Valor Q	0,016	0,004	0,003	0,0004	0,017	0,003
Valor s	0,023	0,006	0,004	0,0006	0,025	0,004
h_0	-3,097	-3,152	-3,156	-3,168	-3,092	-3,156
h_1	3,097	3,152	3,156	3,168	3,092	3,156
Número mínimo de casos	435	1.778	2.375	17.890	410	2.375

Tabla 5. Error alfa, beta, porcentajes de fallo aceptable e inaceptable y el cálculo del número mínimo de casos para determinar aquellas variables que deben ser descartadas. DC intraop./postop: Desprendimiento de coroides intraoperatorio/ postoperatorio. DR: Desprendimiento de retina.

Finalmente, de entre las variables identificadas, se seleccionaron cuatro que evalúan el resultado quirúrgico: la hipertensión ocular, la hipotonía ocular en calibre 23G, el fracaso en la cirugía del desprendimiento de retina y la catarata secundaria; y una que evalúa el proceso quirúrgico, la retinotomía iatrogénica.

Para todas las variables se definió un error tipo 1 y 2 de 0,1. El establecer los valores iguales, permite una mejor interpretación de las gráficas al quedar los límites de decisión equidistantes al eje X.⁸⁰

Se definió el fallo aceptable (p_0) para cada variable principalmente a partir de las incidencias descritas en las auditorías del Reino Unido y de Estados Unidos. El fallo inaceptable (p_1) se consideró el doble del fallo aceptable, tal y como es habitual en los estudios publicados.

La variable hipertensión ocular se definió como una presión intraocular superior o igual a 30mmHg al día siguiente o a la semana de la cirugía. La limitación a 7 días es suficiente para detectar una hipertensión secundaria a una mala dilución o manipulación del tamponador, sin verse enmascarada por el efecto de respuesta al tratamiento intensivo postoperatorio con corticoides tópicos o por el empeoramiento de un glaucoma previo.^{131,132}

Muchos estudios han indicado una mayor incidencia de la hipertensión ocular en la vitrectomía con calibre 20G respecto al calibre 23G, sobretodo a las 24h.^{133,134,135,136} Por un lado, la mayor inflamación en el postoperatorio inmediato de la vitrectomía con calibre 20G provoca una alteración en la funcionalidad de la malla trabecular¹³⁷ y, por otro lado, una esclerotomía transconjuntival no suturada realiza las funciones de válvula de escape ante una hipertensión en el postoperatorio inmediato.¹³³

De todos modos, la gran mayoría de autores no se ponen de acuerdo en el valor mínimo de la presión intraocular para ser considerado como una complicación, definiéndose valores tan dispares como 24 mmHg y 40 mmHg, o incluso sin determinar, siendo imposible su comparación. Otros estudios tienen una muestra de casos muy pequeña y la gran mayoría no determina si hay factores de confusión como el uso de cirugía escleral asociada.

Finalmente, el estudio más reciente y con mayor muestra en el que está claramente definida la variable de la hipertensión ocular, así como su valor y momento de la medición indica una incidencia de un 8,4% entre los días 0 y 10 en vitrectomía transconjuntival. Teniendo en cuenta la mayor incidencia del pico hipertensivo en el postoperatorio inmediato en el calibre 20G, se consideró como fallo aceptable una incidencia global de un 10%.

En cualquier caso, se descartaron los casos en los que se asoció una banda escleral en los desprendimientos de retina, para evitar un sesgo en la determinación de la hipertensión ocular por una dificultad en el control de la tensión de la banda de silicona.

La hipotonía ocular postoperatoria se define como la medida de presión intraocular inferior o igual a 6 mmHg mediante tonometría de aplanación a las 24 horas de la cirugía. La diferencia en la incidencia entre el calibre 20G y 23G obliga a descartar las cirugías realizadas mediante calibre 20G por necesitar un número mínimo de 2.375 casos (tabla 5). Los valores que se utilizaron para medir la curva CUSUM para la hipertensión e hipotonía ocular en calibre 23G se muestran en la tabla 6.

	Hipertensión ocular	Hipotonía ocular 23G
α . Error I	0,1	0,1
β . Error II	0,1	0,1
P_0	0,10	0,038
P_1	0,20	0,076
Valor a	2,197	2,197
Valor b	2,197	2,197
Valor P	0,693	0,693
Valor Q	0,118	0,040
Valor s	0,145	0,055
h_0	-2,710	-2,996
h_1	2,710	2,996
Núm. mínimo de casos	60	177

Tabla 6. Valores CUSUM para la variable "hipertensión ocular" e hipotonía ocular en cirugía de vítreo-retina con calibre 23G.

El fracaso en la cirugía del desprendimiento de retina se determina en la literatura como la falta de aplicación de la retina en el postoperatorio de un desprendimiento de retina, o como la aparición de un nuevo desprendimiento retiniano en los 6 primeros meses de la cirugía.

La complejidad de la cirugía del desprendimiento de retina y el amplio abanico de características de la patología genera distintos pronósticos de reaplicación en función del tipo de desprendimiento de retina y de patologías concomitantes o causantes. La gran variabilidad de características de cada caso dificulta la determinación de una incidencia de recidiva de desprendimiento de retina.

La mayoría de los estudios tienen criterios de inclusión similares para homogeneizar sus resultados: se centran en los desprendimientos de retina regmatógenos primarios, por lo que se descartan los siguientes casos:

- Desprendimientos de retina serosos, traccionales o mixtos.
- Desprendimientos de retina secundarios a cirugía de vítreo-retina previa.
- Antecedente de traumatismo contuso o penetrante.
- Antecedente de enfermedad inflamatoria como uveítis o endoftalmitis.
- Secundarios a agujeros maculares.

Se descartaron igualmente los casos con presencia de aceite de silicona en la cavidad vítrea a los 6 meses de la cirugía, dada la imposibilidad de comprobar si hubiera habido una recidiva en el caso que se hubiera retirado la silicona con anterioridad.

Aunque algunos autores lo consideran igualmente como un fracaso de la cirugía del desprendimiento de retina, los motivos de que permanezca la silicona en cavidad vítrea por un plazo de tiempo elevado pueden ser diversos y no asociados exclusivamente a la propia patología como, por ejemplo, inseguridad del cirujano o posposición de la cirugía al considerarse estable, en favor de patologías más urgentes.

Los desprendimientos de retina pueden operarse mediante tres técnicas distintas: pneumopexia, cirugía escleral y vitrectomía. Se descartaron los casos que no tuvieran una vitrectomía como técnica quirúrgica principal, por ser ésta el objeto de la curva de aprendizaje analizado.

En los desprendimientos de retina regmatógenos primarios operados mediante vitrectomía, con o sin cirugía escleral asociada, la incidencia de fracaso de la reapiación retiniana con una sola cirugía está entre el 12 y 14%. A pesar de ello, el estándar considerado como aceptable en la incidencia de fracaso en una auditoría nacional en el Reino Unido fue del 20% con una cirugía y del 90% con dos.¹³⁸

El éxito de la cirugía depende de varios factores intrínsecos a las características del desprendimiento como son la extensión afectada, número de desgarros, tamaño y disposición de estos, tiempo de evolución y presencia de proliferación vitreorretiniana, principalmente. En la misma auditoría nacional se dividieron los casos en 4 grados, obteniendo distintas incidencias de éxito y, por consiguiente, fracaso, en cada uno de ellos. (Tabla 7)

Grados	Descripción	Éxito	Fracaso
1	Una única rotura retiniana con menos de un cuadrante de DR asociado.	100%	0%
2	Una o más roturas localizadas dentro del mismo cuadrante y/o menos de dos cuadrantes de DR.	90%	10%
3	Múltiples roturas limitadas a dos cuadrantes y/o tres o más cuadrantes de DR asociado.	82%	18%
4	Roturas complejas (incluyendo desgarros gigantes o PVR) o un desprendimiento de retina no cubierto por los grados anteriores.	71%	29%

Tabla 7. Gradación del desprendimiento de retina regmatógeno primario y tasas de éxito y fracaso en función de su extensión y del número y localización de las roturas retinianas. DR: Desprendimiento de retina. PVR: Proliferación vitreorretiniana.

Se midió la curva CUSUM a partir de la incidencia global descrita en la literatura. De todos modos, dado que las incidencias de fracaso de la cirugía difieren mucho en función de la gradación del desprendimiento de retina, para encontrar unos valores más fidedignos a nuestra realidad se decidió crear una segunda curva con una incidencia global ajustada en función de la distribución de los grados de desprendimiento de retina en nuestra muestra.

El uso de esta incidencia ajustada implica un análisis retrospectivo de la curva por lo que, para mantener la ventaja de un estudio en tiempo prospectivo, se comparó con una tercera gráfica CUSUM en la que se utilizó una incidencia ajustada para cada caso, según su gradación. El índice de éxito utilizado para el grado 1 fue de un 99,99%, dado que el valor de un 100%, con un 0% de fracaso no permite el cálculo matemático de la curva.

Los valores que se utilizaron para medir la curva CUSUM para el fracaso de la cirugía del desprendimiento de retina regmatógeno primario se muestran en la tabla número 8.

	DRR primario	Grado 1	Grado 2	Grado 3	Grado 4
α . Error I	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
β . Error II	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
P_0	0,14	0,0001	0,1	0,18	0,29
P_1	0,28	0,0002	0,2	0,36	0,58
Valor a	2,197	2,197	2,197	2,197	2,197
Valor b	2,197	2,197	2,197	2,197	2,197
Valor P	0,693	0,693	0,693	0,693	0,693
Valor Q	0,178	0,0001	0,118	0,248	0,525
Valor s	0,204	0,00014	0,145	0,263	0,431
h_0	-2,523	-3,169	-2,710	-2,335	-1,804
h_1	2,523	3,169	2,710	2,335	1,804
Núm. mínimo de casos	39	71.593	60	28	13

Tabla 8. Valores para la creación de las curvas CUSUM para el desprendimiento de retina regmatógeno (DRR) primario según incidencia global en la literatura y valores para curvas CUSUM para los casos según su gravedad.

En este caso individualizado, la gráfica CUSUM pasa a tener un formato dinámico en el que las bandas de decisión h_0 y h_1 variarán con cada caso añadido, en función de cómo vaya modificándose la frecuencia de la gradación del desprendimiento de retina en la muestra.

La aparición de una catarata secundaria a la vitrectomía se define como la necesidad de realizar cirugía de la catarata durante el primer año desde la vitrectomía. La incidencia publicada es de un 21,2%. Un aumento de la incidencia implicaría un elevado número de traumatismos intraoperatorios sobre el cristalino no detectados durante la cirugía. Se descartaron los pacientes con una segunda vitrectomía en el mismo ojo en menos de un año y los pacientes que mantenían aceite de silicona en el ojo en el momento del diagnóstico de la catarata.

Los valores para la creación de la curva CUSUM para la catarata secundaria se muestran en la tabla 9.

Catarata secundaria a la VPP	
α . Error I	0,1
β . Error II	0,1
P_0	0,212
P_1	0,424
Valor a	2,197
Valor b	2,197
Valor P	0,693
Valor Q	0,313
Valor s	0,311
h_0	-2,183
h_1	2,183
Núm. mínimo de casos	22

Tabla 9. Valores para la creación de la curva CUSUM para la catarata secundaria. VPP: vitrectomía pars plana

En el caso de la retinotomía, ésta se define como la aparición de una rotura retiniana por traumatismo directo de cualquier instrumento controlado por el cirujano (vitrectomo, sonda de luz, sonda de láser, pinzas intraoculares, cánula de silicona...) o aparición de un desgarro iatrogénico por tracción vítrea durante las maniobras quirúrgicas, como el desprendimiento de la hialoides posterior o desgarros pericanulares.

La incidencia global descrita de 3,9%, en realidad varía en función de la patología que justifica la cirugía. Las membranas epirretinianas o agujeros maculares exigen el contacto directo de las pinzas con la retina, y la disección de las proliferaciones fibrovasculares en las retinopatías diabéticas implican la manipulación de tejido patológico firmemente adherido a la retina, siendo incluso indisecable en muchas ocasiones.

Así pues, la incidencia de rotura retiniana iatrogénica descrita en auditorías del Reino Unido por patología es de un 8,6% en agujeros maculares,¹³⁹ un 5,8% en membranas epirretinianas,¹⁴⁰ un 2,5% en desprendimientos de retina^{141, 142} y hasta un 19,4% en retinopatía diabética proliferativa.¹⁴³ Existen casos como la disección de PFV en una retinopatía diabética proliferativa, en los que la incidencia llega a subir hasta un 27,7%.¹⁴³

Igual que sucede en la variable del fracaso de la cirugía del desprendimiento de retina, se realizó una segunda curva CUSUM con el uso de una incidencia global de la retinotomía ajustada por patología, aunque esto obliga a una evaluación retrospectiva de la curva. Para poder describir una curva prospectiva, se comparó con una tercera gráfica en la que cada caso tiene un valor CUSUM individual en función de la incidencia de la retinotomía acorde a la patología.

Esta gráfica CUSUM también pasa a tener un formato dinámico en el que las bandas de decisión h_0 y h_1 deberán variar con cada caso añadido, en función de cómo vaya modificándose la muestra.

Se dividieron los casos según su diagnóstico en: desprendimiento de retina, retinopatía diabética, agujero macular, membrana epirretiniana y tracción vitreomacular y otros (en el que se engloban las endoftalmitis, hemorragias vítreas de origen no diabético, luxaciones de lentes intraoculares, etc.).

Los valores para la creación de la curva CUSUM para la retinotomía iatrogénica se muestran en la tabla 10. Las incidencias descritas en la literatura para cada uno de ellos se adoptaron como fallo aceptable, usando la incidencia global para el grupo "otros".

	DR	RD	AM	MER y TVM	Otros/Global
α . Error I	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
β . Error II	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
P_0	0,025	0,194	0,086	0,058	0,039
P_1	0,05	0,388	0,172	0,116	0,078
Valor a	2,197	2,197	2,197	2,197	2,197
Valor b	2,197	2,197	2,197	2,197	2,197
Valor P	0,693	0,693	0,693	0,693	0,693
Valor Q	0,026	0,275	0,099	0,064	0,041
Valor s	0,036	0,284	0,125	0,084	0,056
h_0	-3,055	-2,269	-2,774	-2,904	-2,991
h_1	3,055	2,269	2,774	2,904	2,991
Núm. mínimo de casos	275	26	71	112	172

Tabla 10. Valores para la creación de las curvas CUSUM para la retinotomía en función de la patología. DR: Desprendimiento de retina. RD: retinopatía diabética. AM: agujero macular. MER: membrana epirretiniana. TVM: tracción vitreomacular.

UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGLI

COMPETENCIA EN CIRUGÍA VITREORRETINIANA: EVALUACIÓN DE LA CURVA DE APRENDIZAJE DE LA VITRECTOMÍA
MEDIANTE EL ANÁLISIS CUSUM

Jordi Martín Avià

V. RESULTADOS

V.A. Descripción de la muestra

Desde octubre de 2007 hasta diciembre de 2011 se realizaron 250 cirugías de retina. De ellas, 237 fueron vitrectomías, realizadas en 189 pacientes. 13 pacientes requirieron vitrectomía en ambos ojos, 27 precisaron una nueva vitrectomía en el mismo ojo, por la misma u otra patología y 4 precisaron 3 cirugías en el mismo ojo durante el tiempo evaluado.

El 59% fueron varones y el 41% mujeres, con una media de edad de 67,11 años (21 a 94 años). El tiempo medio de seguimiento, desde la cirugía hasta la toma de datos o hasta el momento en el que el mismo ojo vuelve a ser intervenido de vitrectomía, fue de 520 días (1,5 años), con un mínimo de 14 días y máximo de 3,8 años.

Las patologías principales que precisaron una vitrectomía fueron la membrana epirretiniana, el desprendimiento de retina regmatógeno, el redesprendimiento de retina y la hemorragia vítrea. La tabla 11 muestra la lista completa, con valores absolutos y frecuencias.

	Número	Frecuencia
Membrana epirretiniana	70	29,5 %
Desprendimiento de retina regmatógeno	53	22,4 %
Hemorragia vítrea	33	13,9 %
Redesprendimiento de retina	34	14,3 %
Tracción vitreomacular	13	5,5 %
Desprendimiento de retina traccional	10	4,2 %
Agujero macular	9	3,8 %
Restos de catarata en vítreo	7	3,0 %
Obstrucción venosa retiniana	4	1,7 %
DMAE hemorrágica	1	0,4 %
Perforación por aguja de anestesia retrobulbar	1	0,4 %
Luxación lente intraocular	1	0,4 %
Extracción aceite de silicona	1	0,4 %
Total	237	100,0 %

Tabla 11. Listado de las patologías que requirieron vitrectomía. DMAE: Degeneración Macular Asociada a la Edad.

Agrupando los casos por la técnica común que precisa cada patología se dividieron en patología vitreomacular (PVM), desprendimiento de retina de nueva aparición (DR), redespndimiento de retina (ReDR), hemorragia vítrea (HV) y otros. Los valores absolutos y frecuencias se muestran en la tabla 12.

	Número	Frecuencia
Patología vitreomacular	93	39,2 %
Desprendimiento de retina	59	24,9 %
Hemorragia vítrea	41	17,3 %
Redespndimiento de retina	34	14,3 %
Otros	10	4,2 %
Total	237	100,0 %

Tabla 12. Patologías agrupadas por técnica quirúrgica común dentro de la vitrectomía.

El 27% de las patologías intervenidas fueron consecuencia de una retinopatía diabética mal controlada, siendo la diabetes mellitus responsable de la mayoría de los casos de HV con un 91,2% y de un 24,7% de los casos de patología vitreomacular, tal y como se observa en la figura 5.

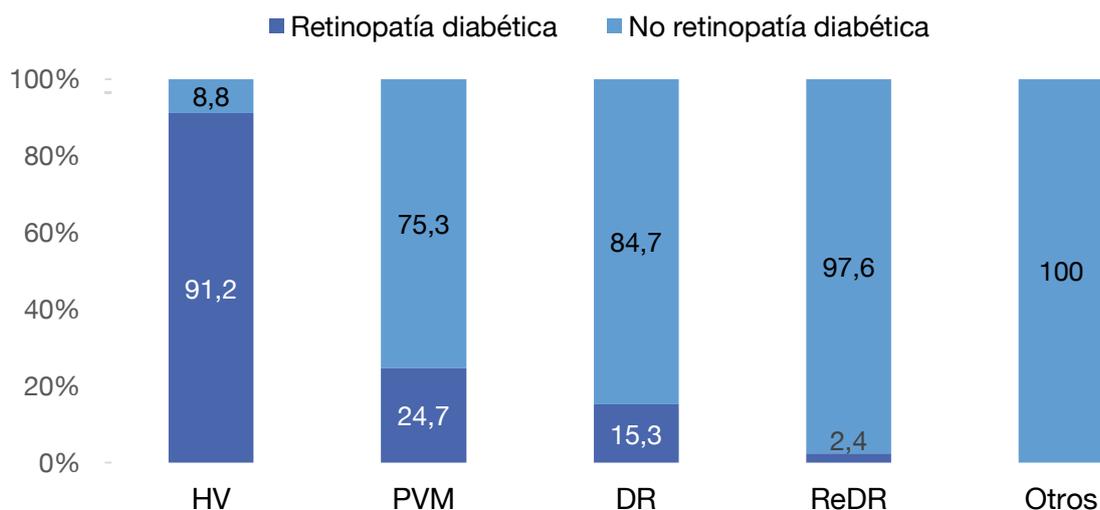


Figura 5. Distribución de casos secundarios a retinopatía diabética según patología principal.

De entre los desprendimientos de retina regmatógenos (DRR) que se operaron mediante vitrectomía, un 60,9% fueron de nueva aparición y un 39,1% fueron recidivas.

El 71,7% de los DRR de nueva aparición fueron DRR primarios, mientras que el 28,3% fueron DRR secundarios (figura 6). En la tabla 13 se muestran las patologías responsables o asociadas al DRR en los casos secundarios, en valores absolutos y en frecuencias.

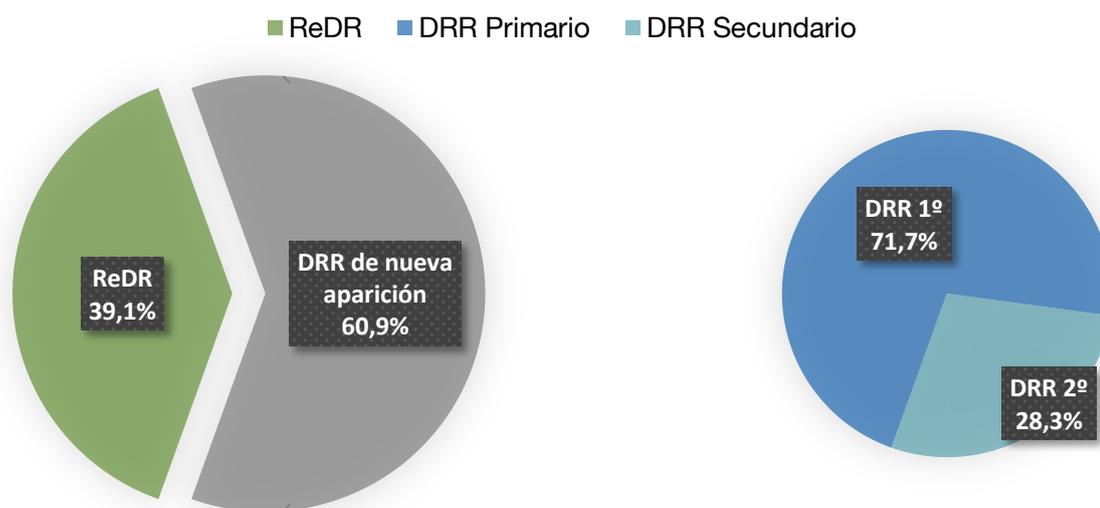


Figura 6. Distribución de los casos según tipo de desprendimiento de retina regmatógeno.

	Número	Frecuencia
Traumatismo ocular	4	26,7 %
Cataratas complicadas con rotura capsular	3	20,0 %
Vitrectomía previa por otro motivo	2	13,3 %
Agujero macular	2	13,3 %
Retinosquisis	2	13,3 %
Endoftalmitis	1	6,7 %
Diálisis retiniana	1	6,7 %
Total	15	100,0 %

Tabla 13. Listado de las patologías responsables de la aparición de un desprendimiento de retina regmatógeno secundario.

El uso de aceite de silicona en la cirugía del DRR de nueva aparición fue de un 24,53%, manteniéndose en todos los casos más allá de los 6 meses; mientras que en las recidivas se elevó a un 52,94%, sin haber sido extraída a los 6 meses en un 88,9%. Teniendo en cuenta sólo el DRR primario, el uso del aceite de silicona fue de un 10,5%.

Respecto al calibre utilizado en la vitrectomía, el calibre 20G fue de un 43% y el 23G, de un 57%. El estudio del calibre en función del diagnóstico principal muestra como hay un mayor número de cirugías con abordaje 23G en PVM y en HV y como el abordaje 20G predomina en la cirugía del DR (figura 7).

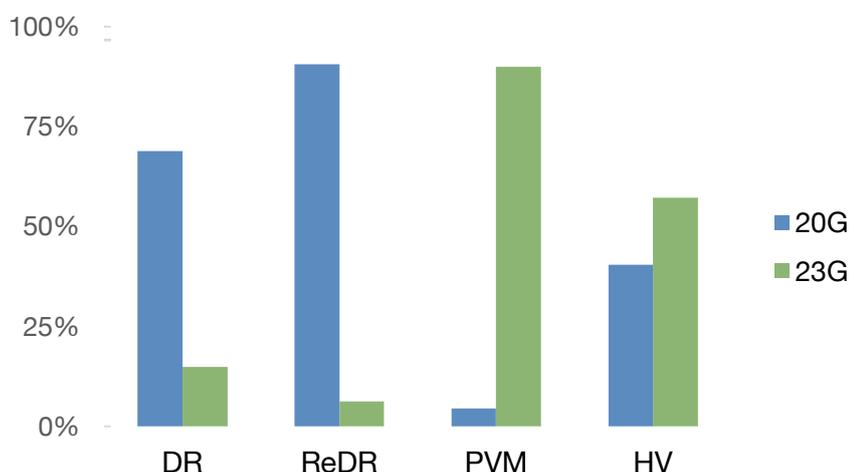


Figura 7. Distribución del calibre en función de la patología principal.

El 87,3% de las vitrectomías no tuvo ninguna complicación intraoperatoria. Respecto a las complicaciones postoperatorias, el 54,5% no tuvo ninguna complicación, el 34,6% sufrió una y el 10,9% sufrió dos complicaciones distintas durante el postoperatorio, tal y como se muestra en la figura 8.

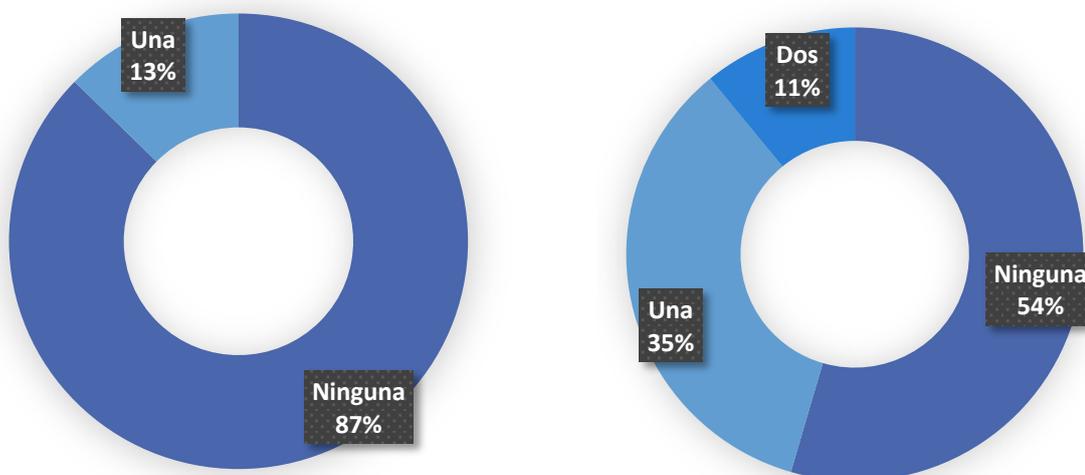


Figura 8. Porcentaje de complicaciones intraoperatorias (izquierda) y postoperatorias (derecha).

Las complicaciones intraoperatorias descritas fueron las siguientes: catarata intraoperatoria por impacto del instrumento con el cristalino, edema corneal, hemorragia en cámara anterior, retinotomía iatrogénica y desprendimiento coroideo. Sus valores absolutos e incidencia sobre la totalidad de los casos se describen en la tabla 14.

	Número de casos	Incidencia
Ninguna	207	87,3 %
Retinotomía	13	5,5 %
Edema corneal	11	4,6 %
Catarata intraoperatoria	4	1,7 %
Hemorragia en polo anterior	1	0,4 %
Desprendimiento de coroides	1	0,4 %

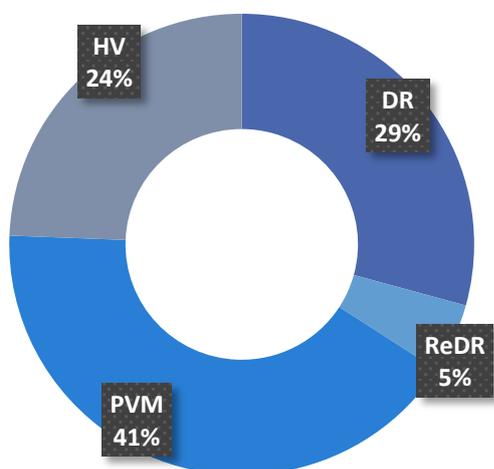
Tabla 14. Valores absolutos e incidencia de las complicaciones intraoperatorias.

En la tabla 15 se muestra el listado completo de complicaciones postoperatorias, con sus valores absolutos y la incidencia sobre el total de vitrectomías. La hipotonía ocular se definió como presión intraocular igual o inferior a 6mmHg a las 24 horas de la cirugía; la hipertensión ocular, como presión intraocular igual o superior a 30 mmHg durante la primera semana; la catarata secundaria, como indicación quirúrgica de cirugía de catarata en el primer año tras la vitrectomía; el desprendimiento de retina secundario, como la aparición de un desprendimiento de retina durante los siguientes 6 meses tras una vitrectomía por otra patología y el redespndimiento de retina, como el fracaso quirúrgico en la reparación de un desprendimiento de retina de cualquier tipo en los primeros 6 meses postquirúrgicos.

	Número de casos	Incidencia
Ninguna	145	61,2 %
Redespndimiento de retina	32	13,5 %
Hipertensión ocular	25	10,5 %
Catarata secundaria	16	6,8 %
Erosión corneal	7	3,0 %
Hemorragia vítrea	6	2,5 %
Ptisis bulbi	6	2,5 %
Membrana epirretiniana secundaria	6	2,5 %
Desprendimiento de retina secundario	4	1,7 %
Hipotonía ocular	3	1,3 %
Restos de perfluorocarbono líquido	3	1,3 %
Membrana neovascular secundaria	3	1,3 %
Edema corneal	2	0,8 %
Endoftalmitis	2	0,8 %
Hipema	1	0,4 %
Glaucoma agudo	1	0,4 %
Luxación de lente intraocular a cámara vítrea	1	0,4 %
Celulitis orbitaria	1	0,4 %
Aceite de silicona en cámara anterior	1	0,4 %
Desprendimiento de coroides	1	0,4 %

Tabla 15. Valores absolutos e incidencia de las complicaciones postoperatorias.

Así pues, entre las complicaciones intraoperatorias destacan la retinotomía iatrogénica y el edema corneal, y entre las postoperatorias, el redespndimiento de retina, la hipertensión ocular y la catarata secundaria.



La presencia de complicaciones intraoperatorias por diagnóstico principal encontramos un 41% en patología vitreomacular, 34% en desprendimiento de retina y 24% en hemorragia vítrea, principalmente (figura 9).

Figura 9. Distribución de las complicaciones intraoperatorias según patología.

Si valoramos el tipo de complicaciones intraoperatorias más frecuentes por diagnóstico, observamos que el edema corneal predomina en los casos de desprendimiento de retina y la retinotomía iatrogénica en la patología vitreomacular y hemorragia vítrea, coincidente con la mayor parte de casos diabéticos (figura 10).

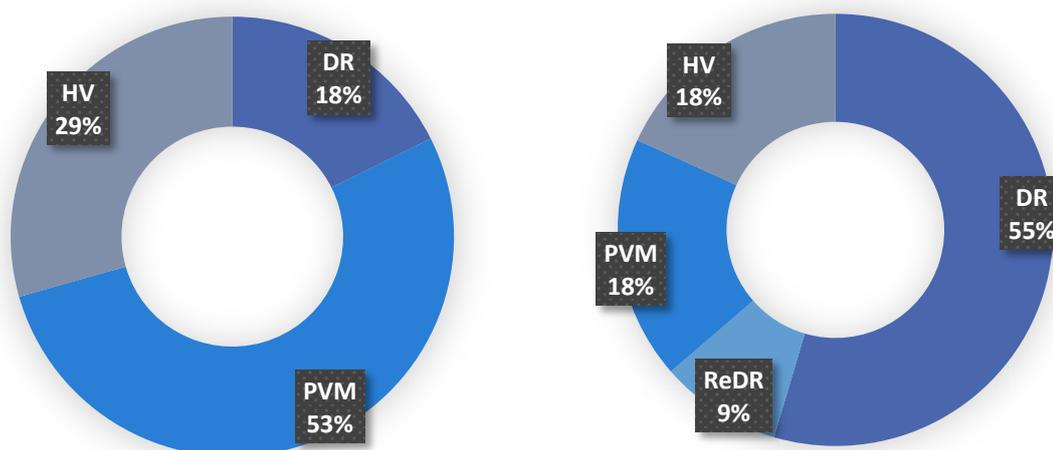


Figura 10. Distribución entre patologías principales de la retinotomía (izquierda) y edema corneal.

Respecto a las complicaciones postoperatorias principales por diagnóstico, la hipertensión ocular postoperatoria se concentra en los casos de desprendimiento de retina y la catarata secundaria en el desprendimiento de retina y la patología vitreomacular (figura 11).

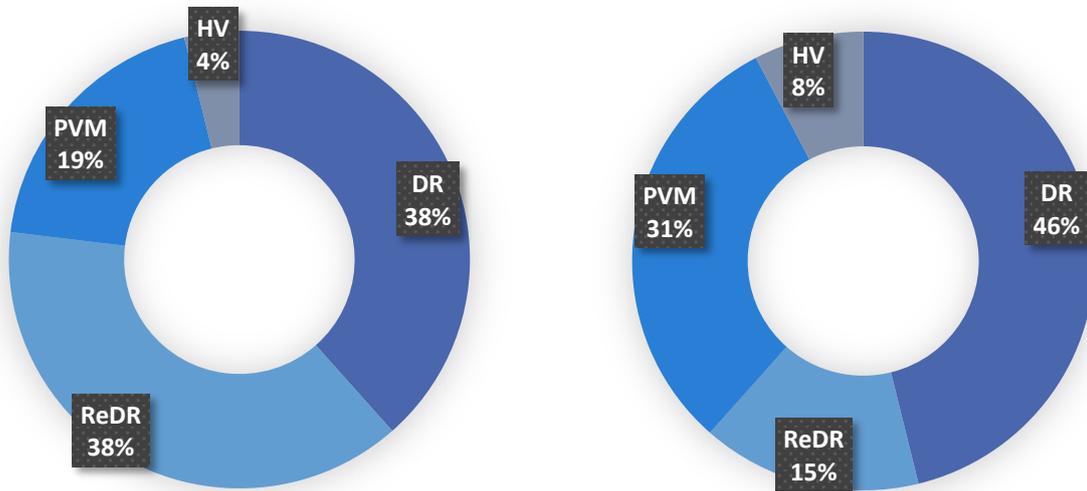


Figura 11. Distribución entre patologías principales de la HTO (izquierda) y catarata secundaria

V.B. Análisis de casos sucesivos

En la variación en el tiempo de las patologías principales (figura 12), se puede observar un aumento en los DR en los trimestres del 6 al 8, realizando entre 8 y 15 cirugías por trimestre.

Respecto a la PVM existe un aumento a partir del trimestre 10, quedando estabilizada alrededor de los 9 casos por trimestre. Las cirugías por HV se estabilizan a partir del 9º trimestre en unas 5 por bloque.

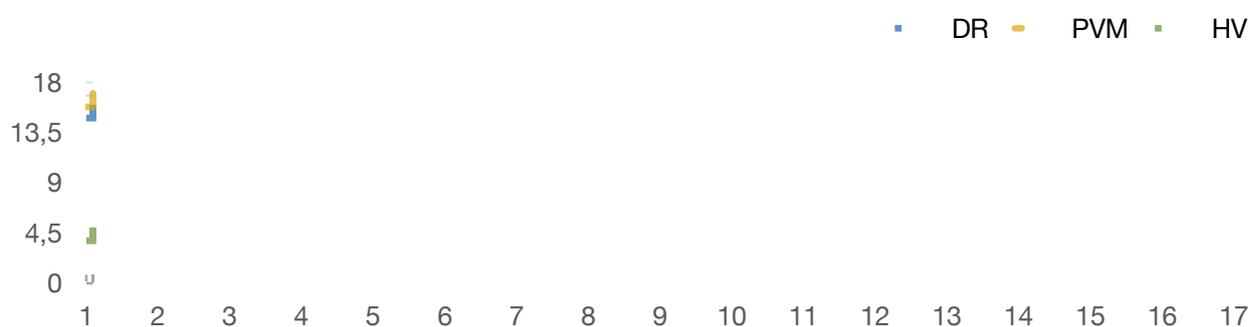


Figura 12. Evolución del número de casos de las patologías principales en el tiempo (trimestres).

Si diferenciamos la cirugía del DR del ReDR (figura 13), se observa que el DR alcanza valores estables entre 5 y 9 casos desde el trimestre 7. Los casos de ReDR tienen una incidencia máxima al principio entre los trimestres 6 y 8, disminuyendo a partir de ese momento a valores de entre 0 y 2 casos por trimestre.



Figura 13. Evolución del número de casos de DR en el tiempo (trimestres).

El estudio en porcentaje entre los dos calibres principales muestra un cambio hacia la cirugía transconjuntival que se inicia entre los trimestres 9 y 10 (figura 14).

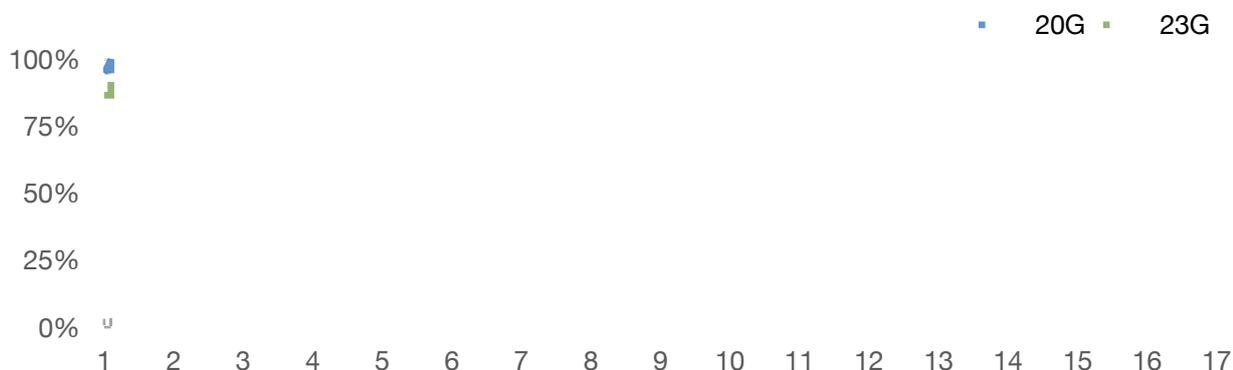


Figura 14. Evolución del porcentaje del uso de calibre de la vitrectomía en el tiempo (trimestres).

Si valoramos en el tiempo el porcentaje de tipo de calibre usado por diagnóstico, se observa un cambio de tendencia en la VPP hacia el 23G en el DR a partir del trimestre 15 y del HV a partir del trimestre 10. El ReDR se mantiene en 20G y la PVM no ha variado ya que se inició directamente con 23G (figura 15).

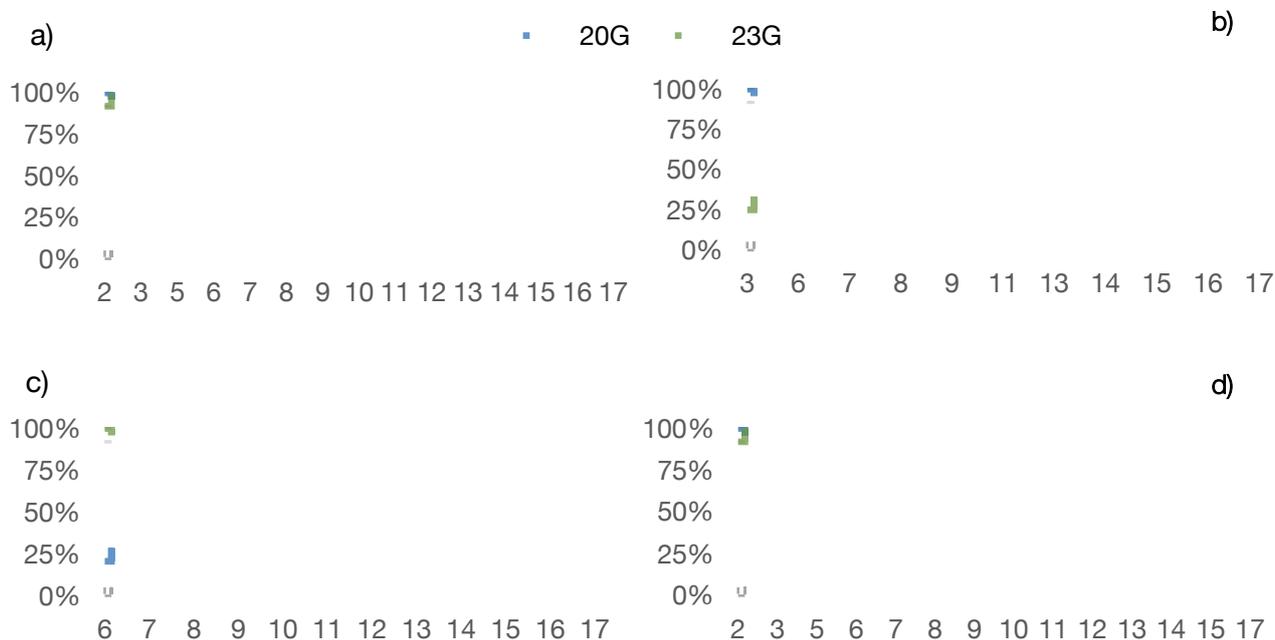


Figura 15. Evolución del calibre de la vitrectomía en el tiempo (trimestres), estratificado por patología principal. a) Desprendimiento de retina. b) Redesprendimiento de retina. c) Patología vitreomacular. d) Hemorragia vítrea.

La valoración de la presencia de complicaciones intraoperatorias en función del tiempo muestra un descenso a partir del trimestre 4-5, para repuntar en el trimestre 9, manteniendo una meseta que desciende posteriormente a partir del trimestre 13. La valoración de la tasa de complicaciones postoperatorias muestra un descenso a partir del trimestre 8 con un repunte en los trimestres 10 y 11 (figura 16).

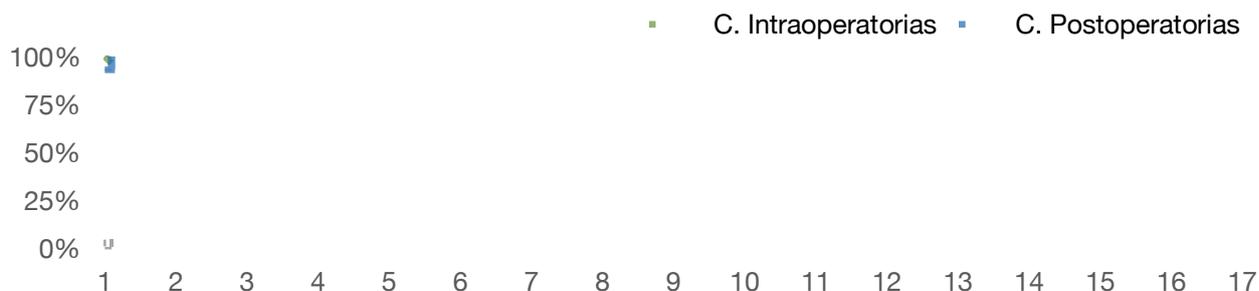


Figura 16. Complicaciones intra- y postoperatorias en función del tiempo (trimestres).

Si estratificamos las complicaciones intraoperatorias por diagnóstico principal observamos que su incidencia disminuye en el DRP a partir del trimestre 7, con un pico entre el 11 y 14, bajando de nuevo posteriormente. En el ReDR, hay un descenso brusco desde el trimestre 6; en la PVM hay una meseta mantenida entre los trimestres 9 y 13, disminuyendo posteriormente y en la HV aparece una gráfica muy heterogénea (figura 17).

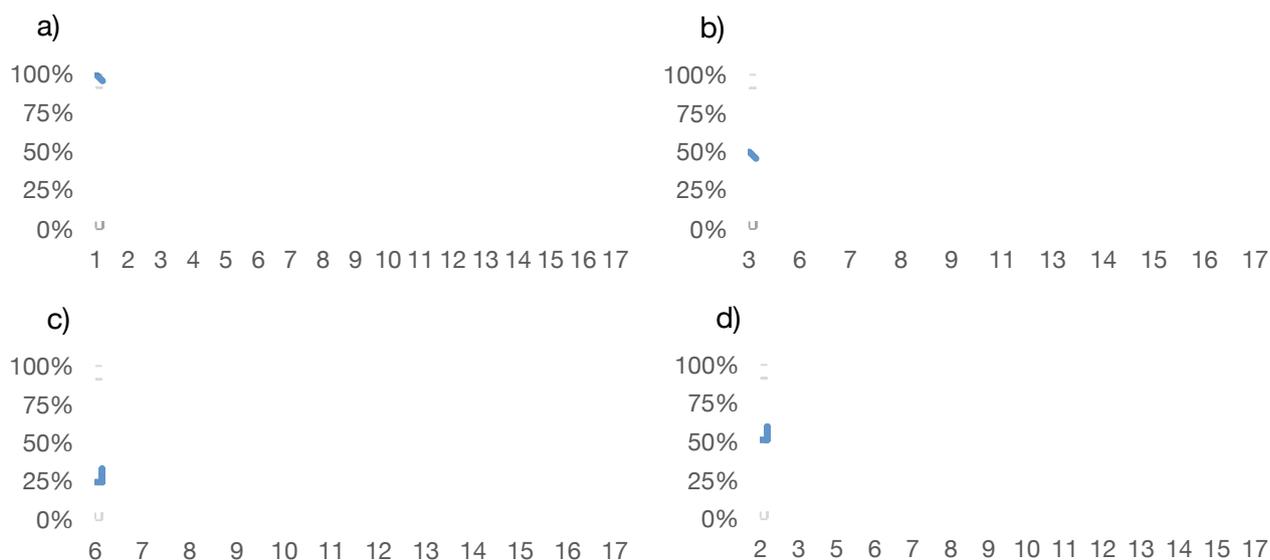


Figura 17. Evolución de las complicaciones intraoperatorias en el tiempo, estratificado por patología principal. a) Desprendimiento de retina de nueva aparición. b) Redesprendimiento de retina. c) Patología vitreomacular. d) Hemorragia vítrea.

Si estratificamos las complicaciones postoperatorias por diagnóstico principal observamos que en todas las patologías su incidencia empieza a disminuir en el trimestre 8, aunque termina empeorando en todas ellas en el trimestre 10, excepto en la PVM que mantiene el descenso hasta el final (18.c). En el DR existe una disminución de las complicaciones postoperatorias al final del período hacia el trimestre 14 (figura 18.a) mientras que en el ReDR parece mantener el porcentaje de complicaciones postoperatorias (figura 18.b). En el HV de nuevo se observa una gráfica heterogénea (figura 18.d)

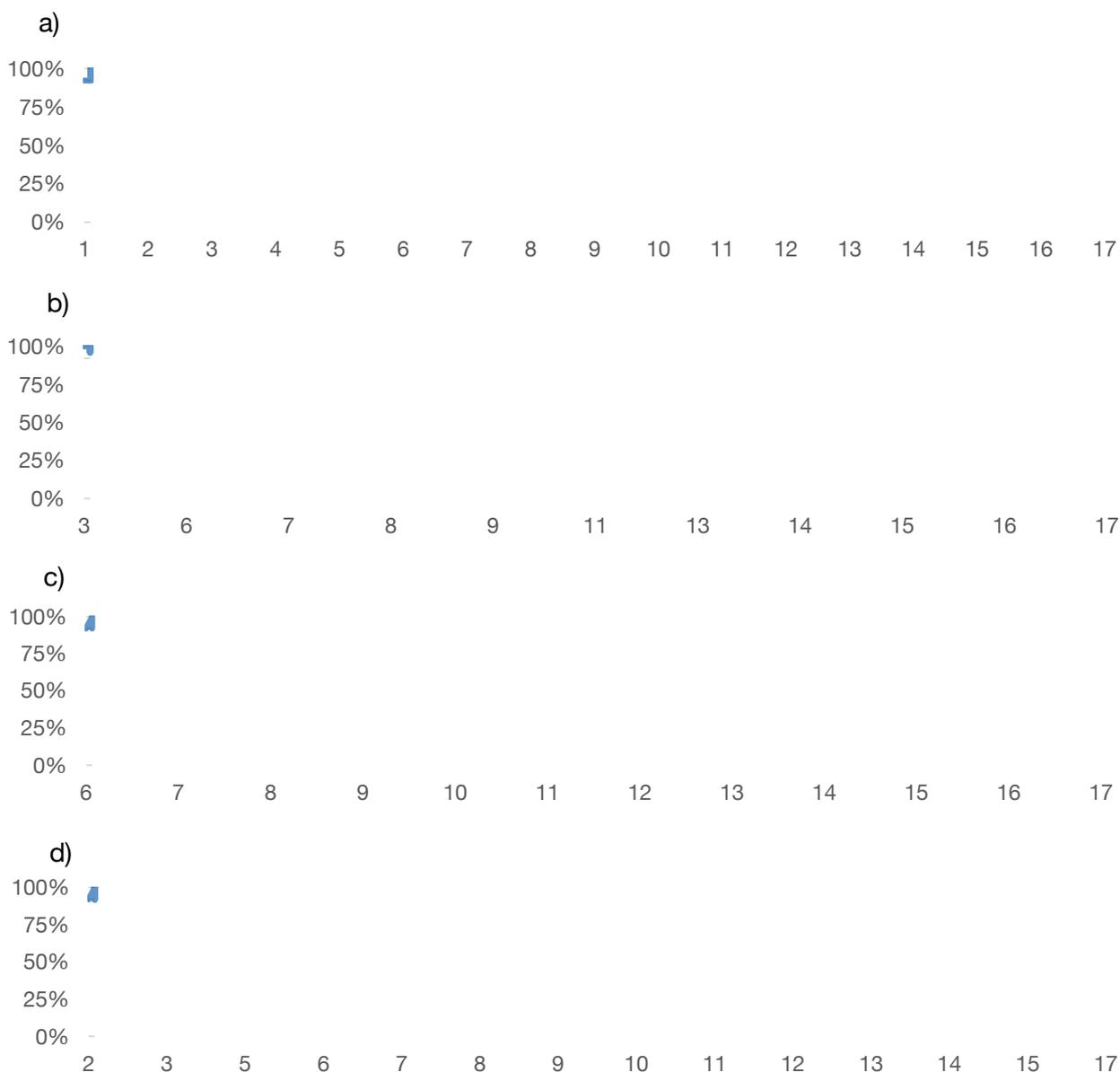


Figura 18. Evolución de las complicaciones postoperatorias en el tiempo, estratificado por patología principal. a) Desprendimiento de retina de nueva aparición. b) Redesprendimiento de retina. c) Patología vitreomacular. d) Hemorragia vítrea.

V.C. Análisis CUSUM

V.C.1. Hipertensión ocular

Se recogieron los datos de los pacientes con hipertensión ocular medida en la primera semana postoperatoria. Tras descartar las vitrectomías asociadas con cirugía escleral que pudieran sesgar los resultados, se obtuvieron 214 casos, con una incidencia de hipertensión del 10,3%.

Se procedió a la creación de la curva CUSUM mediante los casos de forma correlativa, que se muestra en la figura 19. En ella se observa una disminución progresiva de la gráfica, cortando por primera vez la línea de decisión h_0 en el caso correlativo número 125, que corresponde a la vitrectomía número 140.

Existe una clara dificultad en controlar la hipertensión en los primeros 56 casos, aunque nunca se supera el límite de decisión h_1 que sería el signo de alarma de mala ejecución.

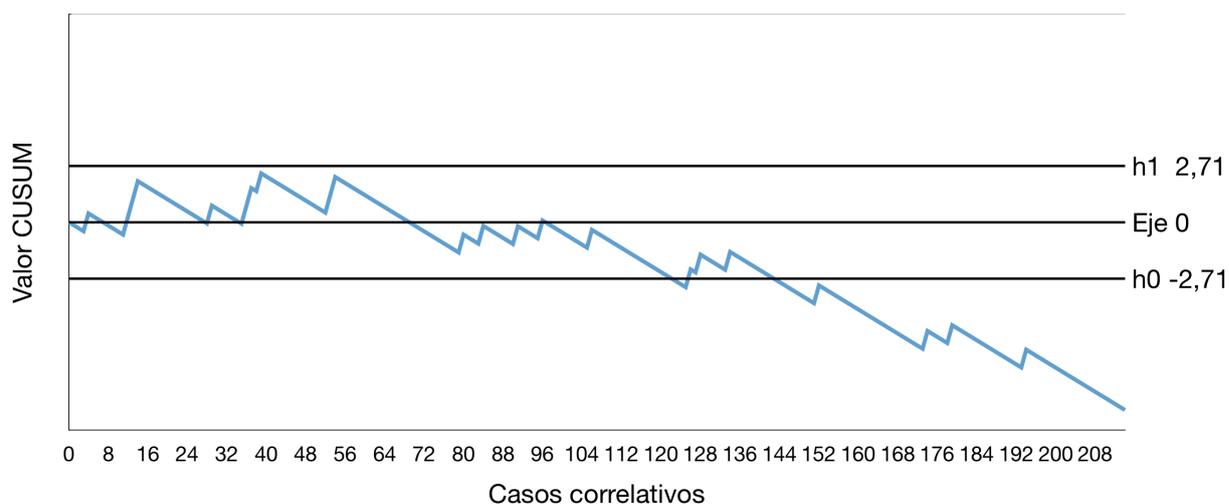


Figura 19. Curva CUSUM para la hipertensión ocular postoperatoria.

V.C.2. Hipotonía

La valoración de la hipotonía como valor inferior a 6 mmHg en el postoperatorio inmediato en calibre 23G se realiza sobre 135 casos. La curva CUSUM se construye a partir de los casos de forma correlativa en la figura 20.

Se observa una clara tendencia a la disminución de los casos de hipotonía, llegando a cruzar la banda de decisión h_0 en el caso 109, que corresponde a la vitrectomía 204.

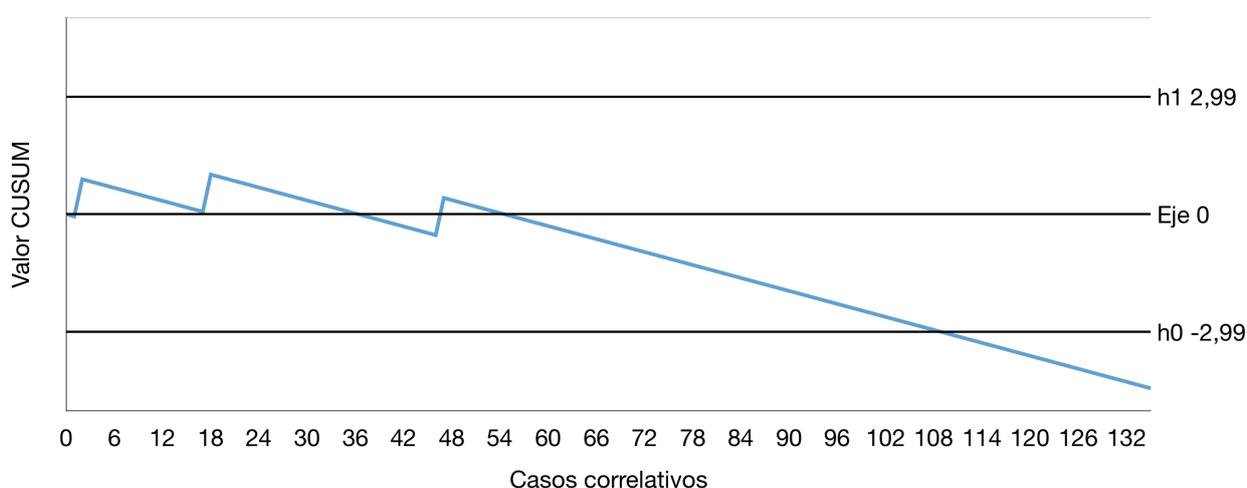


Figura 20. Curva CUSUM para la hipotonía ocular postoperatoria.

V.C.3. Fracaso de la cirugía del desprendimiento de retina

Respecto al fracaso de la cirugía del desprendimiento de retina, se valoraron los casos de desprendimiento de retina regmatógeno primario. Tras descartar los casos secundarios descritos en el apartado de materiales y métodos y 1 paciente que no llegó a los 6 meses de seguimiento por fallecimiento, se obtuvo un total de 33 casos, con una incidencia de recidiva de un 21,2%.

Cada uno de los casos se clasificó en los 4 grados según su riesgo de recidiva, obteniendo que la incidencia ajustada global según la literatura para nuestros casos debería ser de un 19,5%, en lugar del 14% publicado, más cercano a la tasa de recidiva esperada del 20% propuesta por la auditoría nacional del Reino Unido¹³⁸ (tabla 16).

Grado DR	Casos totales	Porcentaje sobre los casos DRRP	Incidencia literatura	Incidencia ajustada
1	0	0,0 %	0 %	0,0 %
2	9	27,3 %	10 %	2,7 %
3	13	39,4 %	18 %	7,1 %
4	11	33,3 %	29 %	9,7 %
Total	33	100,0 %		19,5 %

Tabla 16. Incidencia ajustada según gravedad del Desprendimiento de retina. DR: desprendimiento de retina; DRRP: desprendimiento de retina regmatógeno primario.

Se construyó la curva CUSUM para la recidiva del DRRP según los valores de la incidencia ajustada de la literatura para nuestra muestra y otra curva CUSUM modificada a partir de los valores individualizados para cada caso según su gravedad.

Los valores para la creación de la curva CUSUM, según la incidencia global ajustada de 19,5% para nuestra muestra, se muestran en la tabla 17. Los valores para la construcción de la curva modificada individualizada por gravedad se encuentran en la tabla 8.

DRR primario	
α . Error I	0,1
β . Error II	0,1
P_0	0,19
P_1	0,39
Valor a	2,197
Valor b	2,197
Valor P	0,693
Valor Q	0,276
Valor s	0,285
h_0	-2,267
h_1	2,267
Número mínimo de casos	25

Tabla 17. Valores para el cálculo de la curva CUSUM en DRRP según Incidencia global ajustada por gravedad.

En la figura 21 se observa la curva CUSUM para la incidencia descrita en la literatura (14%) y en la figura 22 para la incidencia ajustada según gravedad para nuestra muestra, tanto usando la incidencia ajustada global para todos ellos (19,5%) como usando la incidencia individualizada en una curva CUSUM modificada.

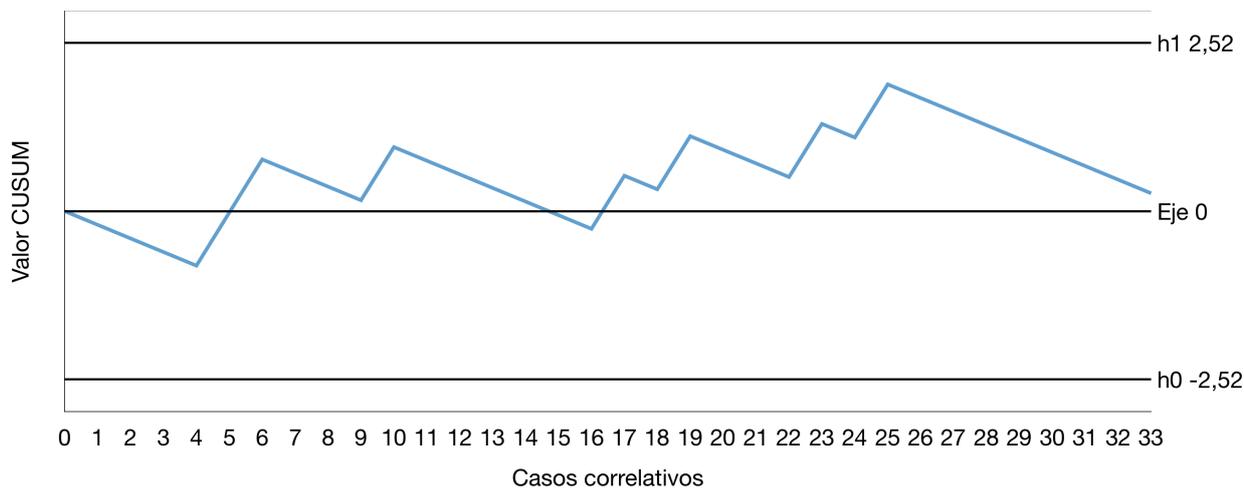


Figura 21. Curva CUSUM en el fracaso de la reparación del desprendimiento de retina regmatógeno primario, para incidencia global de la literatura.

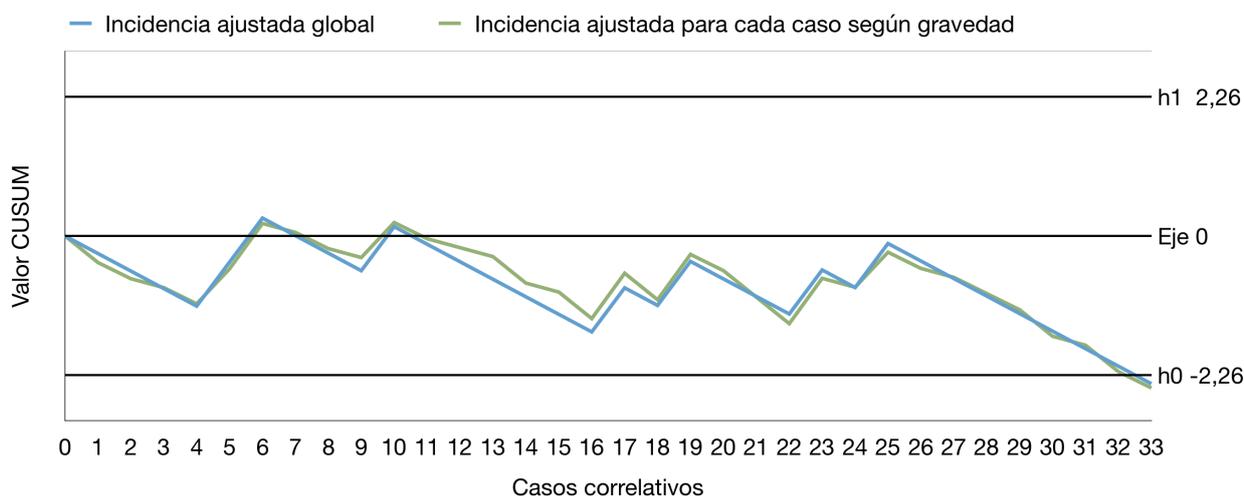


Figura 22. Curva CUSUM en el fracaso de la reparación del desprendimiento de retina regmatógeno primario, usando una incidencia ajustada global y una incidencia individualizada según gravedad de cada uno de los casos.

La gráfica CUSUM usando la incidencia global de la literatura (figura 21), aunque no llega a cortar la banda de decisión de alarma h_1 , muestra una curva de aprendizaje deficiente durante el tiempo del estudio, infravalorando que nuestra muestra tiene un alto porcentaje de desprendimientos de retina de mayor gravedad que las muestras de la literatura.

En la gráfica CUSUM ajustando la incidencia global según nuestra muestra (figura 22), se observa un cumplimiento de la curva de aprendizaje lenta pero progresiva, hasta cortar la banda de decisión h_0 en el caso 33, correspondiente a la vitrectomía 236. Las dos gráficas se superponen, mostrando la misma curva de aprendizaje que si se realiza una curva CUSUM modificada para poder conseguir la individualización de cada uno de los casos de forma prospectiva.

V.C.4. Catarata secundaria

Respecto a la cirugía de la catarata secundaria, se valoraron 62 pacientes que mantenían su cristalino tras la vitrectomía. De ellos, se descartaron 7 pacientes por requerir una nueva vitrectomía en menos de 1 año; 7 pacientes por mantener aceite de silicona en la cavidad vítrea por un tiempo mayor a 6 meses y 1 paciente por faltar al seguimiento antes de los 6 meses. De los 47 pacientes restantes, un 25,5% desarrollaron catarata que precisó intervención mediante facoemulsificación antes del año desde la vitrectomía.

En la figura 23 se observa que la adquisición de la curva de aprendizaje para la variable catarata secundaria se consiguió cortando la banda de decisión h_0 en el caso 45, correspondiente a la vitrectomía número 220. Llama la atención que una curva que parecía casi adquirida en el caso 19 (vitrectomía número 110) inició un empeoramiento en su rendimiento cruzando de nuevo el eje 0 en el caso 22 (vitrectomía número 132).

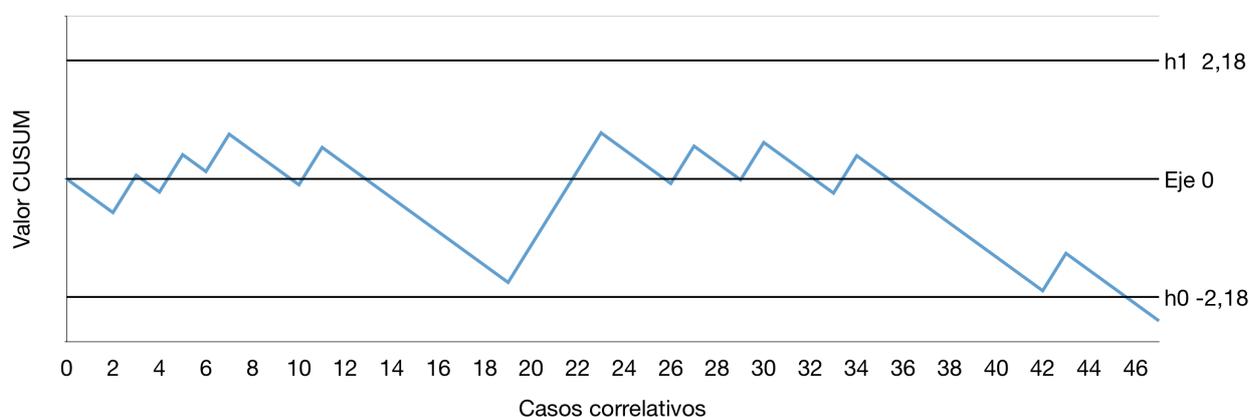


Figura 23. Curva CUSUM en la aparición de la catarata secundaria tras la vitrectomía.

V.C.5. Retinotomía iatrogénica

En el caso de la retinotomía iatrogénica, las incidencias de la literatura son dispares según la patología de origen, por lo que se ajustó la incidencia esperable según la distribución de las patologías en nuestra muestra, siendo de un 8,24% (tabla 18). La incidencia de nuestra serie de casos es del 5,5%.

Patología	Número	Porcentaje sobre casos totales	Incidencia literatura	Incidencia ajustada
DR	87	36,71 %	2,50 %	0,92 %
RD	64	27,00 %	19,40 %	5,24 %
PVM	61	25,74 %	5,80 %	1,49 %
AM	9	3,80 %	8,60 %	0,33 %
Otros	16	6,75 %	3,90 %	0,26 %
Total	237	100 %		8,24 %

Tabla 18. Incidencia ajustada global según patología de la retinotomía iatrogénica. DR: desprendimiento de retina; RD: Retinopatía diabética; PVM: patología vitreomacular; AM: Agujero macular.

Se construyó la curva CUSUM mediante los valores para la incidencia de la literatura (tabla 10) y también se crearon mediante los valores para la incidencia global ajustada según la distribución de patologías (tabla 19) y para la incidencia individual por caso (tabla 10).

Retinotomía. Incidencia ajustada.	
α . Error I	0,1
β . Error II	0,1
P_0	0,082
P_1	0,165
Valor a	2,197
Valor b	2,197
Valor P	0,693
Valor Q	0,094
Valor s	0,120
h_0	-2,791
h_1	2,791
Núm. mínimo de casos	75

Tabla 19. Valores para el cálculo de la curva CUSUM en retinotomía según la incidencia global ajustada por distribución de patologías.

La curva CUSUM utilizando la incidencia para la retinotomía encontrada en la literatura muestra una curva de aprendizaje deficiente, cortando la banda de decisión h_1 que sirve de alarma de mala ejecución quirúrgica por lo que respecta a esta variable (figura 24).

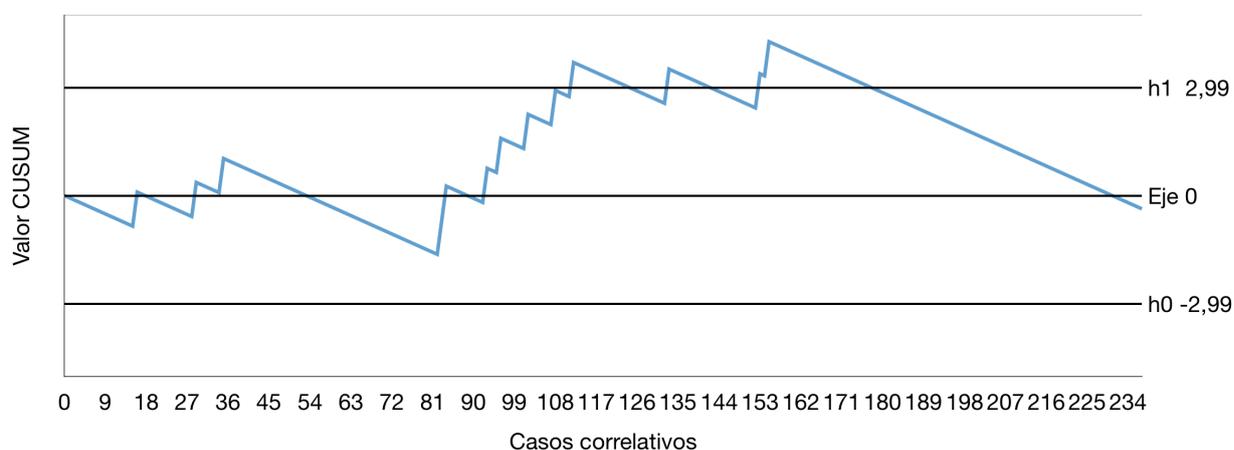


Figura 24. Curva CUSUM en la rotura retiniana iatrogénica, según incidencia general de la literatura.

En el momento en que construimos la curva CUSUM para utilizar las incidencias ajustadas a nuestra distribución de muestra por patología, tanto a nivel individual como a nivel global, se observa claramente una adquisición de la curva de aprendizaje. Ambas gráficas son superponibles, con una pequeña diferencia en el corte de la banda de decisión h_0 , algo más tardía si se utilizan datos ajustados por cada caso. La adquisición de la curva se consigue en el caso 61 (figura 25).

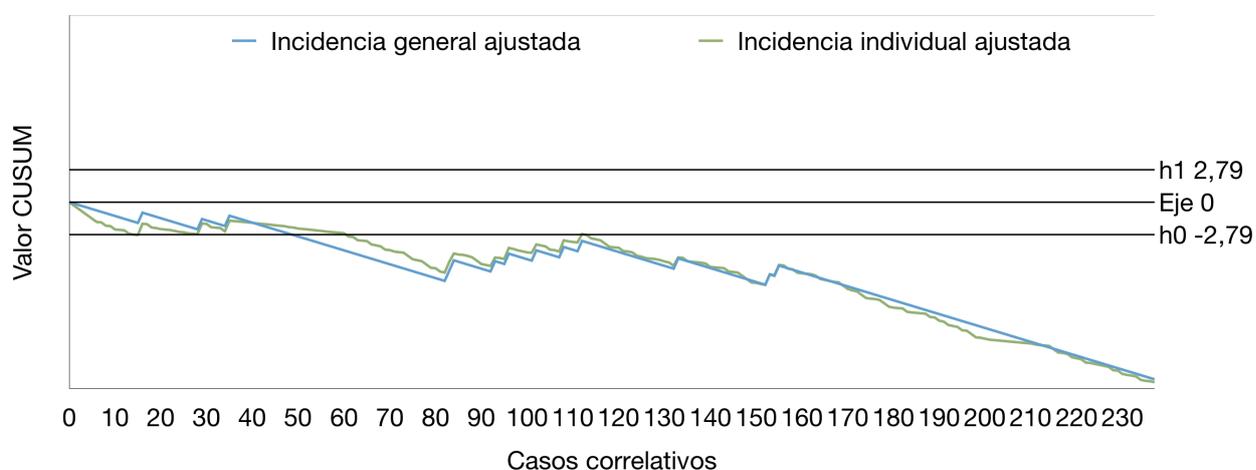


Figura 25. Curva CUSUM en la rotura retiniana iatrogénica, según incidencia ajustada, tanto individual como global.

UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGLI

COMPETENCIA EN CIRUGÍA VITREORRETINIANA: EVALUACIÓN DE LA CURVA DE APRENDIZAJE DE LA VITRECTOMÍA
MEDIANTE EL ANÁLISIS CUSUM

Jordi Martín Avià

VI. DISCUSIÓN

La pendiente de la “curva de aprendizaje” no sólo depende de la naturaleza del procedimiento. Tiene influencia sobre ella la destreza manual del cirujano y el conocimiento que tenga de la anatomía quirúrgica y del material necesario.⁵ Por otro lado, la curva de aprendizaje está influenciada también por la experiencia del equipo quirúrgico de soporte.¹¹⁰ Así pues, el hecho de que todo el equipo humano fuera novel en nuestro caso, sin que nadie hubiera tenido contacto con la cirugía vitreorretiniana, hace que el estudio de estos 4 años este libre de factores de confusión asociados a la experiencia previa.

Las curvas de aprendizaje dependen igualmente de los procedimientos realizados en un período específico de tiempo, existiendo estudios que sugieren que las tasas de complicaciones son inversamente proporcionales al volumen del trabajo quirúrgico, así como que una curva de aprendizaje empeora tras períodos prolongados de inactividad.⁹⁵

En la cirugía de vítreo-retina, sólo podemos tener en cuenta de forma orientativa el número de cirugías para alcanzar la curva de aprendizaje recomendado por algunos programas de alta especialización (“fellowships”) de hospitales reconocidos a nivel internacional, que se sitúa entre 75 y 100 vitrectomías en un año.²⁰⁻²²

No hay un sistema de medición estandarizado ni variables consensuadas para el estudio y descripción de una curva de aprendizaje en ningún área quirúrgica, siendo la más habitual el análisis de los casos sucesivos de las complicaciones⁸⁵ y el de reconversión a la técnica quirúrgica anterior.⁸⁶

En la cirugía de vítreo-retina, no existe la reconversión a una técnica anterior, dado que se trata de la técnica original. De todos modos, las vías de acceso en la vitrectomía han mejorado a través de un abordaje transconjuntival con calibres 23G y 25G. Este cambio conlleva una serie de mejoras, respecto a las vías de acceso originales de calibre 20G, a cambio de una mayor dificultad en el control y maniobrabilidad del instrumental.

En cualquier área quirúrgica, una mayor experiencia conlleva a aprovechar los beneficios de la cirugía mínimamente invasiva, sin que sus inconvenientes supongan un problema quirúrgico para el médico ni para el paciente, como podría ser un aumento de la tasa de complicaciones.

Así pues, valoramos la tasa de adquisición de la cirugía transconjuntival como un valor de seguridad en la autovaloración que el propio cirujano hace de su adquisición de la curva de aprendizaje.

En los últimos años, el análisis de casos sucesivos se está poniendo en entredicho a favor de un análisis objetivo que evalúa la incidencia de aparición de una variable determinada en el tiempo y su aproximación a un valor estándar que se debe conseguir, llamado curva de suma acumulada o curva CUSUM.⁹³ En oftalmología, sólo existe un artículo publicado en el que se aplica la curva CUSUM como medida de adquisición de las curvas de aprendizaje de cirugía de catarata en los residentes,⁹⁹ habiéndose instaurado incluso de forma oficial como medida de calidad en el sistema de salud de Malasia.¹⁰³

El estudio de la curva de aprendizaje en nuestra muestra se ha realizado mediante un análisis de casos sucesivos en los que se valora la tendencia al cambio de abordaje de la vitrectomía de 20G hacia 23G, y la variación de la frecuencia de las complicaciones intra- y postoperatorias en el tiempo. Por otro lado, se realizó un análisis mediante la creación de gráficas CUSUM para variables que determinen de forma objetiva una buena ejecución de la cirugía.

No se tiene en cuenta el resultado visual dado que depende de demasiados factores ajenos al equipo y experiencia quirúrgica, como son la patología causante, el tiempo de evolución de la enfermedad, el empeoramiento por la demora en la cirugía por las listas de espera de la sanidad pública, etc.

En el análisis de casos sucesivos se agruparon los casos según patología principal: desprendimiento de retina (DR), redespndimiento de retina (ReDR), patología vitreomacular (PVM) y hemorragia vítrea (HV). La valoración en el tiempo de las patologías principales no tiene relación con la curva de aprendizaje sino con la incidencia de dichas patologías por población y área. De todos modos, en nuestro caso hay que tener en cuenta algunas situaciones especiales.

Respecto al equipo humano, a destacar los trimestres 4 y 12 en los que el número de cirugías fue menor por la suma de vacaciones y baja paternal del cirujano, lo que llevó temporalmente a un menor entrenamiento en la cirugía.

Por otro lado, al tratarse del inicio de la unidad de retina quirúrgica no se dispuso de todo el material desde el principio. Por ese motivo, no se realizó cirugía de PVM hasta el trimestre 6 en el que se adquirieron las pinzas intraoculares y la lente de aumento para cirugía macular. Así mismo, el DR no adquiere los valores que la incidencia de la patología determina en nuestra área de población hasta el trimestre 6, porque hasta ese momento no había campo amplio ni aceite de silicona, derivando cualquier DR de cierta complejidad.

Se observa un pico de casos de ReDR entre el trimestre 6 y 8. El inicio en el trimestre 6 viene dado por una mayor incidencia en fracasos de cirugía de DR previos a esa fecha en la que todavía no había campo amplio, junto con los fracasos de las primeras cirugías que se operaban con él. Igualmente, al disponer de aceite de silicona ya no se realizaron derivaciones de los ReDR.

De todos modos, se observó una incidencia elevada de ReDR mantenida en los trimestres 7 y 8, lo que exigió una revisión de cada componente, tanto técnico como humano. Se sospechó un mal funcionamiento del láser por la detección de PVR en los ReDR localizada en las áreas de los impactos del láser. Eso propició la sustitución del equipo de láser en el trimestre 8. Dicha modificación en el equipo justifica un descenso de los ReDR, al poder tratar a los DR de nueva aparición con un equipo en correctas condiciones.

Teniendo en cuenta la adquisición en el tiempo de la vitrectomía transconjuntival, se observa un cambio de tendencia claro a su favor. Sin embargo, el inicio del incremento en el 23G a partir del trimestre 6 se debe al aumento de cirugías por PVM y no a un cambio de tendencia como ya hemos descrito. Así mismo, el inicio de la disminución global del 20G empieza alrededor del trimestre 9, coincidente con el menor número de ReDR por lo que no debería explicarse por un cambio de tendencia. Así pues, la tasa de adquisición de la vitrectomía transconjuntival debe realizarse evaluando las gráficas individualizadas por cada grupo de patología.

La PVM se inicia directamente con 23G por considerarse cirugía menos compleja y el ReDR se mantiene durante todo el tiempo estudiado en 20G. Los motivos de que se mantenga el 20G en el ReDR es porque asocia mayor número de cirugía escleral en el que ya debe disecarse conjuntiva, perdiendo las ventajas de la cirugía transconjuntival, y el mayor uso de aceite de silicona que en ese momento no podía infundirse por un calibre inferior al 20G.

El cambio a favor de la cirugía transconjuntival con calibre 23G se produce en el HV y en el DR, a partir del trimestre 10 y 15, respectivamente. La decisión de realizar el cambio de abordaje, con sus beneficios y sus inconvenientes en un cirujano principiante no viene condicionado por ningún motivo, por lo que puede considerarse como un reflejo de la adquisición de una sensación de seguridad del propio cirujano. El cambio de tendencia se produce entre la vitrectomía número 78 y 105.

Sólo el 12,7% de las vitrectomías tuvo alguna complicación intraoperatoria, siendo las únicas relevantes la retinotomía, el edema corneal y la catarata secundaria (tabla 14). La incidencia de la retinotomía fue discretamente más elevada que la publicada, con un 5,5% respecto al 3,9%, respectivamente; mientras que el traumatismo intraoperatorio del cristalino coincidía en un 1,7%. En cambio, el edema corneal tenía una incidencia claramente superior en nuestros casos, con un 4,6% respecto al 0,1% descrito en la literatura.

La retinotomía iatrogénica predomina en nuestra muestra en la PVM y en el HV, que concentran los casos de retinopatía diabética; siendo congruente con la mayor incidencia publicada en la literatura de la rotura retiniana en PVM y en las vitrectomías por complicaciones derivadas de la retinopatía diabética.

Respecto al edema corneal, éste predomina en nuestra muestra en los casos de DR. Una cirugía de vitrectomía combinada con facoemulsificación justificaría una mayor incidencia de edema corneal no atribuible a la vitrectomía, pero solo 1 caso que tuvo edema corneal intraoperatorio había precisado una cirugía combinada. Así pues, el edema corneal secundario a la vitrectomía se justifica probablemente por un elevado tiempo quirúrgico para la resolución de un DR comparado con el resto de las patologías. El 54% de los casos de edema corneal intraoperatorio aparecieron en los primeros 5 trimestres, coincidiendo con la falta de lentes de campo amplio que enlentecían la cirugía del desprendimiento de retina y propiciaban la aparición de un edema corneal.

La valoración en el tiempo de los casos sucesivos muestra que las complicaciones intraoperatorias descienden en el trimestre 4-5, para repuntar en el trimestre 9, manteniendo una meseta que desciende posteriormente a partir del trimestre 13.

El descenso inicial en la curva de complicaciones intraoperatorias coincide con el descenso en el tiempo de la aparición del edema corneal, justificable por adquirir el material restante para la correcta ejecución de un desprendimiento de retina. La meseta final entre el trimestre 9 y 13 coincide con el incremento en retinotomías iatrogénicas secundarias a PVM y HV, aunque sin estar lejos de la incidencia descrita en la literatura; y también con el repunte de complicaciones intraoperatorias que se observa en el DR entre los trimestres 11 y 14.

Así pues, el análisis de casos sucesivos respecto a las complicaciones intraoperatorias no parece ser capaz de detectar ningún cambio que pueda sugerir una adquisición correcta o incorrecta de la curva de aprendizaje de la vitrectomía; a excepción del repunte tardío de complicaciones en el DR, que se inicia entre la vitrectomía número 106 y 124.

Respecto al período de menor entrenamiento en los trimestres 4 y 12, no va acompañado de un aumento de las complicaciones intraoperatorias en los trimestres sucesivos.

El 61,2% de las vitrectomías no sufrió ninguna complicación postoperatoria. Entre ellas, las más frecuentes fueron el redespndimiento de retina, la hipertensión ocular y la catarata secundaria. El fracaso en cirugía del desprendimiento de retina tiene una incidencia en nuestra muestra de un 13,5%, pero no es comparable con la literatura en la que hay un gran número de exclusiones. En el subgrupo de casos con desprendimiento de retina regmatógeno primarios la incidencia sube a un 21%, estando lejos del 14% publicado.

La HTO presenta una incidencia de un 10,5% siendo también más elevada que el 8,4% descrito, concentrando el 76% de los casos de HTO en cirugía del desprendimiento de retina y del ReDR. La catarata secundaria aparece en el 6,8% del total de vitrectomías, siendo un 25,5% de los casos fáquicos, también superior al 21% descrito en la literatura.

En general, las tres complicaciones postoperatorias más frecuentes tienen incidencias superiores a las descritas en las publicaciones de referencia.

El motivo de un aumento en la incidencia de HTO en cirugía del DR puede deberse a un mal control en la dilución del gas por falta de experiencia de enfermería o a un exceso de presión intraocular en el momento de la sutura de las esclerotomías por falta de experiencia del cirujano en la cantidad de gas a introducir, probablemente por mayor respeto a una hipotonía que pueda conducir a un desprendimiento coroideo que a una hipertonía transitoria.

Por otro lado, el 50% de las HTO se dieron en la cirugía del ReDR, cuyo tamponador fue el aceite de silicona en más de la mitad de los casos, pudiendo ser reflejo de una dificultad en controlar la cantidad de aceite de silicona a introducir.

El aumento de los casos de catarata secundaria respecto a la literatura puede deberse a impactos sobre el cristalino inadvertidos durante la cirugía vitreorretiniana, mientras que el aumento de las recidivas de los DR puede deberse al malfuncionamiento del láser.

El análisis sucesivo de las complicaciones postoperatorias en el tiempo muestra una tendencia a la disminución desde el trimestre 8, con un repunte en el trimestre 10 y 11. El descenso inicial se debe al descenso de complicaciones postoperatorias en el tiempo observado en la PVM, que luego se mantiene estable; así como a una disminución en la tasa de recidivas de desprendimiento de retina como complicación en el DR, que disminuye a partir del trimestre 8 tras la sustitución del equipo del láser.

La valoración de las complicaciones postoperatorias en el tiempo en ReDR muestra una estabilidad, pero con incidencias elevadas, pudiendo interpretarse como una mala ejecución de la técnica. En el HV, las complicaciones postoperatorias se presentan de forma muy variada en el tiempo. En ningún caso se observa una tendencia a la disminución de las complicaciones en estos tres grupos, a excepción del trimestre 14 en el DR. Así pues, no se observa una tendencia continuada a la reducción de las complicaciones postoperatorias en todos los grupos patológicos, sólo en la PVM. De forma general la disminución de las complicaciones postoperatorias se da a partir del trimestre 13, entre las 134 y 155 vitrectomías.

El período de menor entrenamiento en los trimestres 4 y 12 tampoco muestra un aumento de las complicaciones postoperatorias en los trimestres sucesivos.

La valoración del cambio hacia cirugía transconjuntival y complicaciones intra y postoperatorias muestra la aparición de una falsa sensación de seguridad del cirujano, en nuestro caso entre los casos 78-105, que puede llevarle a asumir más riesgos intraoperatorios o casos más complejos, pudiendo ser la causa de un repunte en las complicaciones intraoperatorias entre los casos 106 y 124. No es hasta más tarde, entre las 134 y 155 cirugías, que se inicia la disminución progresiva de complicaciones intra- y postoperatorias, interpretándose como la adquisición real de la curva de aprendizaje.

El análisis de casos sucesivos a través de las complicaciones intraoperatorias y postoperatorias demuestra ser un sistema subjetivo y en el mejor de los casos poco preciso. No sólo hay que valorar la progresión de las complicaciones, sino que hay que realizar una evaluación en el tiempo de las patologías intervenidas, para poder descartar cambios en las incidencias de las complicaciones que se deban a otras causas distintas a la formación.

Así pues, el análisis de casos sucesivos exige la visión retrospectiva y un grupo suficientemente elevado de cirugías por bloque, por lo que cualquier intento de detección precoz de una deficiente adquisición de la curva de aprendizaje mediante este sistema es tardío y probablemente no superior al sentido común de la autoevaluación del cirujano. El claro ejemplo es la demora de 7 trimestres en la detección de un elevado número de casos de redespndimiento de retina.

Por otro lado, en la actualidad, el desarrollo y mejoría de los materiales y variedad de los instrumentos del sistema transconjuntival ha dejado prácticamente en desuso el calibre 20G para los cirujanos principiantes con lo que, hoy en día no puede utilizarse como signo subjetivo del cirujano de adquisición de la curva de aprendizaje.

La curva de aprendizaje precisa un análisis objetivo y prospectivo, características propias del análisis de suma acumulada (CUSUM), motivo por el que se está extendiendo en medicina en la actualidad.⁹³

El análisis de los casos mediante las gráficas CUSUM tiene un abordaje totalmente distinto. Se busca un número limitado de variables que puedan ser determinantes en la evaluación de la adquisición de la curva de aprendizaje. Estas variables deben tener una incidencia en la literatura suficientemente elevada como para poder valorar su presencia o ausencia en un número razonable de casos, que puedan ser realizados por los cirujanos principiantes durante el tiempo que dura su formación.⁹⁵ Así pues, una sola curva CUSUM es insuficiente para la valoración de una técnica quirúrgica.

A partir de los sistemas más actuales de evaluación de la vitrectomía por grupos de especialistas en retina reconocidos a nivel internacional,^{114,116} se escogieron cinco variables que cubren la mayor parte de los pasos de la vitrectomía, tanto comunes como específicos por patología: rotura retiniana intraoperatoria, catarata postoperatoria, hipertensión ocular postoperatoria, hipotonía ocular postoperatoria y fracaso del desprendimiento de retina.

La valoración de la incidencia de la catarata postoperatoria y de la rotura retiniana intraoperatoria equivale al análisis de la posición de las vías de abordaje y de la maniobrabilidad de los instrumentos por el interior de la cavidad vítrea, sobretodo en la creación del desprendimiento vítreo posterior o en el uso de pinzas intraoculares.

La hipotonía postoperatoria en el abordaje 23G valora una correcta creación de los túneles biselados conjuntivoesclerales, importante para mantener estanca la cavidad vítrea tras la cirugía y minimizar, entre otros, el riesgo de endoftalmitis o pérdida de tamponador.

La valoración de la hipertensión ocular postoperatoria analiza los conocimientos y la capacidad de manipulación de los tamponadores gaseosos o del aceite de silicona.

Finalmente, el fracaso de la cirugía del desprendimiento de retina valora todos los aspectos específicos de la cirugía del desprendimiento de retina, como pueden ser la disección de PVR, el uso de láser o crioterapia intraoperatoria, uso de tamponadores, etc.

Las incidencias a partir de las que se escoge el porcentaje de fallos aceptable en cada una de las variables se obtuvieron a partir de auditorías nacionales para tener una muestra lo mayor posible y una incidencia lo más parecida a la realidad posible.^{126,127}

Las curvas CUSUM obtenidas para cada variable cortaron la banda de decisión inferior h_0 , lo que indica que no había diferencias entre el índice de aparición de la variable respecto al índice aceptable escogido con un riesgo de error tipo 2 igual a β . Por lo tanto, el estudio de las 5 variables mediante las curvas CUSUM confirman la adquisición de la curva de aprendizaje de la vitrectomía durante el tiempo estudiado.

En las 5 variables se adquirió el índice aceptable de fallo en un momento distinto, es decir a una velocidad distinta, siendo congruente con cualquier aprendizaje de un procedimiento que se pueda subdividir en diferentes fases. Cada cirujano tiene mayor o menor facilidad para desenvolverse en las distintas etapas de la cirugía. Así pues, la importancia no es cuando se adquiere, sino que se adquieran todas y cada una de ellas, sin cruzar las bandas de decisión superiores, momento en el que la tasa de fallos del cirujano se considera superior al fallo aceptable.

La maniobrabilidad de los instrumentos es la primera faceta de la cirugía que se adquirió. La gráfica CUSUM para la catarata secundaria muestra la adquisición de la curva en el caso correlativo número 45 y, para la retinotomía, en el caso 61. En ambas variables se evalúa la prudencia del cirujano, siendo congruente su adquisición temprana, por temor a inducir un daño en las estructuras colindantes durante la cirugía, cuya reparación pueda no ser posible o pueda precisar unas habilidades superiores a las de cualquier cirujano principiante.

El principal problema del uso de la aparición de la catarata secundaria como variable que forme parte de la evaluación de la vitrectomía es la lentitud en obtener resultados. Hay que descartar todas aquellas vitrectomías en las que el paciente no conserve el cristalino tras la cirugía, limitando el tamaño de la muestra de forma importante, y hay que esperar un máximo de 1 año para poder descartar su aparición.

De todos modos, a una aparición de la catarata tardía cercana al año, aunque igualmente válida como fallo, debe concedérsele menos valor por ser indicativa de una mayor evolución natural de la catarata por el estrés oxidativo tras la vitrectomía y no tanto por un traumatismo inadvertido sobre el cristalino. Es decir, la determinación de fracasos en esta curva no debe alarmar al cirujano si se trata de casos que se acerquen al año, pero sí debería hacerlo la aparición temprana de cataratas en los primeros meses tras la vitrectomía.

Así pues, la variable de la catarata secundaria tiene muchos inconvenientes: elevado número de casos que deben desecharse, tardanza en obtener resultados hasta 1 año y poca relevancia clínica al tratarse de una complicación con un tratamiento quirúrgico efectivo, sin consecuencias negativas irreversibles para la visión. Todo ello justifica que la variable de la catarata secundaria sea prescindible para el análisis de la curva de aprendizaje de la cirugía de vítreo-retina.

La curva CUSUM de la variable “retinotomía” muestra la importancia de una correcta elección del índice de fallo aceptable. La curva CUSUM de la retinotomía con el índice de fallo aceptable obtenido a partir de la incidencia global de la literatura muestra una gráfica al alza, equivalente a una curva de aprendizaje deficiente.

La incidencia existente en la literatura depende de la distribución de las distintas patologías en las muestras publicadas que no tiene porqué ser el mismo que el de nuestra muestra. Las distintas patologías tienen incidencias de retinotomía muy distintas, por lo que se calculó una incidencia global ajustada a partir de las incidencias particulares y los porcentajes de cada patología en nuestra muestra. La curva CUSUM obtenida para la retinotomía fue descendiente, pero retrospectiva.

Para poder realizar un cálculo ajustado a la realidad de la composición de nuestra muestra y mantener la necesidad de un sentido prospectivo de la evaluación de la curva de aprendizaje, se calculó un valor de referencia "s" individualizado para cada caso, en función del grupo patológico al que pertenecía, consiguiendo una curva CUSUM modificada con pendientes irregulares.

Aunque la curva, al ser irregular, puede diferir en algunos casos respecto a la que tiene un valor de referencia estable, demuestra una pendiente equivalente a una curva retrospectiva con incidencia ajustada, con las ventajas de ser una curva a tiempo real.

La siguiente variable en la adquisición del índice aceptable de fallo es la hipotonía postoperatoria para la vitrectomía transconjuntival, consiguiéndose en el caso correlativo 109, indicando la adquisición de la habilidad para la creación de las vías de acceso con características de autosellado al retirar las cánulas quirúrgicas.

La principal limitación en la curva CUSUM de la hipotonía es la falta de información detallada en los casos clínicos respecto al número de esclerotomías de calibre 23G que se suturaron. Aunque la sutura transconjuntival se realizó de forma individualizada por esclerotomía en los casos de fuga objetivada, retirada espontánea de la cánula o creación de esclerotomía no biselada, en algunos casos como los miopes magnos se realizaba sutura de las tres esclerotomías.

Los casos de sutura de los tres puertos deberían excluirse del análisis de la hipotonía, dado que la incidencia sería distinta a la estudiada y semejante a la de la vitrectomía 20G en la que los puertos se suturan. Así pues, al no excluir estos casos en nuestra muestra, puede existir una sobrevaloración de la adquisición de la curva de aprendizaje por lo que a la hipotonía se refiere.

Posteriormente se adquirió el control de la hipertensión ocular postoperatoria, como reflejo del aprendizaje en el manejo de los gases intraoculares y del aceite de silicona. Se observa una dificultad en el descenso durante los primeros 56 casos, consiguiendo un descenso posterior lento, aunque sostenido, hasta cruzar la banda h_0 en el caso correlativo número 125. Se observa un pico discreto de dificultad en el control de la variable sin volver a cruzar de nuevo la banda h_0 hasta 20 casos después, lo que muestra la necesidad de continuar con la evaluación a pesar de haber adquirido ya el índice aceptable de fallo.

La variable del fracaso de la cirugía del desprendimiento de retina regmatógeno primario fue la que muestra una curva más lenta y costosa, con importantes altibajos en su ejecución, coincidente con la dificultad en controlar las distintas técnicas específicas de la cirugía del desprendimiento de retina.

La comparación entre la curva CUSUM obtenida con la incidencia global de la literatura y la curva CUSUM obtenida con la incidencia ajustada a la complejidad de nuestros casos, vuelve a hacer patente la necesidad de que las variables con distintas incidencias según patología deban ajustarse a la realidad de la composición de nuestra muestra, igual que sucede con la retinotomía.

Igualmente, la curva CUSUM con valores de referencia individualizados para cada uno de los casos permite de nuevo una curva equivalente con las ventajas de ser prospectiva. La curva para el fracaso de la cirugía del desprendimiento de retina regmatógeno primario se adquirió en el caso correlativo 33, equivalente a la vitrectomía 236.

La principal dificultad encontrada en esta última variable es la dificultad en la inclusión de los casos y la espera de 6 meses en obtener la medición.

Las incidencias publicadas son para desprendimientos de retina regmatógenos primarios;¹⁴¹ es decir, hay que descartar los desprendimientos de retina traccionales y serosos por un lado y los redespndimientos de retina por otro. Una vez aislados los casos de desprendimiento de retina regmatógeno de nueva aparición, hay que descartar todos los casos secundarios o con cirugías de vitrectomía previa, secundarios a traumatismos o inflamaciones y aquellos que mantienen aceite de silicona a los 6 meses de la cirugía. De 98 desprendimientos de retina de nuestra muestra, sólo 34 reunían los requisitos para ser incluidos en la curva.

Por otro lado, aunque la espera de 6 meses tras la cirugía retrasa el registro del valor obtenido en cada caso, la mayoría de los fracasos en el desprendimiento de retina aparecen a los 1,4 meses, pudiendo realizar una curva bastante cercana a la realidad con poco tiempo de demora.

La obligatoriedad de la selección de los casos para las curvas CUSUM de cada variable impide que las curvas sean superponibles, por lo que se confirma la necesidad de valorarlas de forma independiente, como facetas distintas de la cirugía que representan.

En nuestra muestra se necesitaron entre 45 y 60 casos para el control del movimiento del instrumental sin dañar estructuras cercanas y entre 110 y 120 para el control de la estanqueidad de las vías de acceso quirúrgico y un correcto manejo de los tamponadores de uso postoperatorio.

Al valorar procedimientos correlativos en la curva CUSUM, cuando hay selección estricta de casos como en el fracaso del desprendimiento de retina, hay que tener en cuenta que la temporalidad de la curva de aprendizaje equivale a un número global de procedimientos realizados. Es decir, no sería sensato pensar que las técnicas específicas para el éxito en la cirugía del desprendimiento de retina regmatógeno se adquieren sólo con 33 cirugías, antes que el resto de las fases más básicas de la vitrectomía.

Así pues, la adquisición de todas las facetas de la curva de aprendizaje en vitrectomía se consiguió al final del período, en el caso 236.

El estudio de la curva de aprendizaje mediante análisis de casos sucesivos y curvas CUSUM parte de una diferente selección de casos y un distinto tratamiento de los datos obtenidos, haciendo ambas curvas absolutamente incomparables. La única variable que se mide en todas las cirugías es la retinotomía. Si buscamos confirmar en las curvas CUSUM el repunte de complicaciones observado por análisis de casos sucesivos en el trimestre 11 (entre el caso 106 y 124), hay que trasladar los casos correlativos de la curva CUSUM a los casos reales y ahondar en la forma en la que la curva desciende hasta cortar con la banda de decisión inferior.

Aunque en ningún caso las curvas CUSUM cruzan la banda de decisión h_1 , tres de las variables tienen un ascenso significativo, indicativas de período de bajo rendimiento en el aprendizaje: la catarata, la retinotomía y el redespndimiento de retina.

En el caso de la catarata secundaria tras un descenso prolongado en el que casi se corta h_0 , en el caso 19 sube progresivamente cortando de nuevo el eje en el caso 22, manteniendo una meseta durante 15 casos consecutivos, correspondiente a cirugías realizadas entre los trimestres 11 y 13. En la retinotomía se observa este período de bajo rendimiento de la curva de aprendizaje entre los casos 90 y 115, coincidentes también con los casos de los trimestres 10 y 11.

En la curva CUSUM del fracaso de la cirugía del desprendimiento de retina regmatógeno primario, se observan 3 períodos de deficiente ejecución: entre los casos 4 y 10, correspondientes a cirugías de los trimestres 6 a 8; entre los casos 17 al 19, correspondientes a cirugías de los trimestres 10 a 12 y por último entre los casos 182 y 199, correspondientes a cirugías del trimestre 15.

Las curvas CUSUM de las tres variables detectan un período de tiempo prolongado de bajo rendimiento, coincidente en el tiempo entre los trimestres 10 y 12, momento en el que el análisis de casos sucesivos coincide con un aumento del índice de complicaciones.

Llama la atención el primer signo de deficiente rendimiento en la curva CUSUM para el redespndimiento, en el que la curva previa con una buena pendiente descendiente empieza a subir hasta cortar el eje 0 en el caso 5, realizado en la mitad del trimestre 6, para continuar empeorando hasta el trimestre 8. Estos casos corresponden a la detección de un mal funcionamiento de láser intraoperatorio, que se sospechó en el trimestre 8.

La evaluación prospectiva de esta variable, incluso asumiendo un desfase de 1,4 meses como media según la literatura en la aparición del desprendimiento de retina, hubiera servido para detectar este signo de alarma dos trimestres antes que el momento en el que se sospechó. Su utilidad no sólo radica en detectar un mal rendimiento con antelación, si no por ser un sistema objetivo con el que poder basarse para la realización de cualquier cambio, como la renovación de un equipo hospitalario, como fue en nuestro caso.

Así mismo, las curvas CUSUM detectan de forma precoz el bajo rendimiento durante los trimestres 10 a 12, pudiendo servir para que el cirujano tomara consciencia de su deficiente rendimiento y pudiera analizar donde mejorar en función de la variable que de la señal de alarma. Hay que destacar que las gráficas CUSUM del redespndimiento detectan un período de bajo rendimiento en el trimestre 5 no observado en el análisis de casos sucesivos.

En todos los casos, las curvas CUSUM se muestran capaces de detectar la desviación negativa de la curva de aprendizaje de la vitrectomía con antelación, de forma que se puede analizar el problema en el momento en el que está sucediendo.

El índice de fallo aceptable utilizado para cada una de las variables es el equivalente a los índices de especialistas internacionales con formación específica en la vitrectomía. La dificultad en el inicio del descenso de las curvas CUSUM observado en algunas de las variables puede resultar desalentador para un cirujano en formación, sobretodo si se trata de un autodidacta, como la mayor parte de cirujanos de retina en nuestro país.

El incremento demostrado en la literatura de las tasas de fallo entre especialistas consultores y especialistas en formación de un 10%, y de un 50% para un MIR,^{124,129} debe hacernos plantear la posibilidad de una curva de aprendizaje en dos tiempos.¹²⁸ En un primer tiempo, se utilizaría un índice de fallo aceptable superior al publicado en función de la variable. En las variables cuya existencia no supone una amenaza irreversible para la visión, como en la catarata secundaria o la hipertensión ocular, un incremento de un 30% en el índice de fallo aceptable sería asumible. En las variables como la retinotomía, la hipotonía o el fracaso de la cirugía del desprendimiento de retina, el incremento debería ser de un 10%, equiparando la tasa de éxito a alcanzar a la que tienen los cirujanos aprendices de los programas de alta especialización (fellows).¹⁴²

Una vez superada la curva de aprendizaje, se reiniciarían las curvas CUSUM con los índices de fallo aceptable estrictos utilizados en nuestro trabajo, equivalentes a la tasa de éxito de los especialistas de retina con formación específica reconocida.

VII. CONCLUSIONES

La cirugía de vítreo-retina es considerada como una de las que presenta una mayor curva de aprendizaje dentro de la oftalmología, pero no hay definición exacta de lo que significa ni de cómo medirlo. Generalmente se refiere a ella como al número de casos con los que el cirujano se encuentra cómodo realizando un procedimiento nuevo, y suele ser el propio cirujano quien decide cuándo tiene la experiencia necesaria.

La falta de formación tutorizada específica en cirugía de vítreo-retina en nuestro país, junto con el riesgo de complicaciones potencialmente irreversibles para el paciente, exigen una actitud de responsabilidad por parte del cirujano autodidacta en la evaluación de sus resultados. La aparición del análisis de suma acumulada (CUSUM) se está extendiendo como un sistema que permite una evaluación objetiva de la curva de aprendizaje en cirugía.

Lo expuesto a lo largo de este trabajo permite responder los objetivos marcados al inicio de la tesis, estableciendo las siguientes conclusiones:

1. No se ha descrito ningún sistema que evalúe de forma objetiva la consecución de la curva de aprendizaje en cirugía vitreorretiniana. Los sistemas que definen los parámetros de la cirugía que deben valorarse durante su aprendizaje son subjetivos, en base a la observación por parte de un tutor experto. Habitualmente, la evaluación de la curva de aprendizaje en los cirujanos autodidactas se realiza mediante el análisis de la tasa de complicaciones en casos sucesivos.
2. El análisis de casos sucesivos en nuestra muestra permite determinar que el aumento de experiencia y disminución progresiva de complicaciones lleva al cirujano a tener una falsa sensación de curva adquirida. La curva de aprendizaje se confirma más larga que lo que el propio cirujano cree y su falsa sensación de control puede producir que se distienda la concentración necesaria para minimizar las complicaciones.
3. Las variables identificadas para la evaluación de la curva de aprendizaje en la vitrectomía mediante el análisis CUSUM son objetivas, fácilmente registrables y engloban la totalidad de las maniobras y habilidades requeridas en la vitrectomía. Así mismo, tienen una incidencia de aparición suficientemente elevada como para poder evaluar una curva de aprendizaje de un cirujano principiante con un número mínimo de casos razonable en un período de entrenamiento limitado.

4. El análisis de la rotura retiniana intraoperatoria y de la hipotonía e hipertensión ocular postoperatorias, evalúa las maniobras correspondientes a la técnica general de la vitrectomía. Las tres variables se pueden medir en casi todos los casos de vitrectomía y son de registro inmediato, por lo que la evaluación de los pasos más importantes en la vitrectomía es prácticamente inmediata.

5. El registro de la catarata secundaria postoperatoria, a pesar de evaluar las maniobras de los instrumentos intraoculares, obtiene resultados tardíos y limitados a algunos pacientes, por lo que se desestima su utilización como parte de la evaluación de la curva de aprendizaje de la vitrectomía.

6. El registro del fracaso de la cirugía del desprendimiento de retina analiza maniobras específicas y más complejas no abarcadas por las otras variables. A pesar de que también tenga una medición tardía, el desfase esperado entre 1,4 y 3 meses es aceptable para una variable cuya existencia es una amenaza a la integridad, no sólo retiniana sino ocular. La consecución de la curva de aprendizaje en esta variable representa la adquisición completa de la competencia en cirugía vitreorretiniana.

7. La descripción de nuestra muestra mediante el análisis CUSUM confirma la adquisición de la competencia del doctorando para cada variable de forma progresiva en función de su complejidad: la maniobrabilidad de los instrumentos intraoculares se adquiere a partir del caso 61; la construcción y manipulación de las heridas quirúrgicas, a partir del caso 109; y el manejo de los tamponadores, a partir del caso 125. La competencia completa de la cirugía vitreorretiniana se consigue a partir del caso 236.

8. La comparación entre el análisis de casos sucesivos y el análisis mediante curvas CUSUM permite concluir que el análisis de casos sucesivos es un sistema inexacto para determinar el momento de adquisición de la curva de aprendizaje, y tardío en la obtención de resultados, siendo incapaz de prever una tendencia negativa en la curva de aprendizaje con antelación. Así pues, es un sistema de evaluación insuficiente y debe considerarse obsoleto.

9. El nuevo sistema de análisis CUSUM es capaz de identificar el momento en el que la curva de aprendizaje de la vitrectomía es adquirida. La división en distintas fases de la cirugía y su análisis mediante gráficas CUSUM independientes para cada una ellas, a través de distintas variables, confirma la diferente velocidad de adquisición de cada etapa quirúrgica.

10. La curva CUSUM es capaz de detectar una tendencia negativa en la consecución de la curva de aprendizaje en la vitrectomía y delimitar la fase de la cirugía cuya ejecución deba revisarse, según la variable que esté desarrollando una pendiente creciente.

11. El análisis CUSUM de la retinotomía, hipertensión ocular, hipotonía y fracaso de la cirugía del desprendimiento de retina regmatógeno primario, se define como un sistema objetivo, prospectivo, sencillo y rápido para la determinación de la superación de la curva de aprendizaje de la vitrectomía y para la detección precoz de un período de bajo rendimiento.

Así pues, en la formación autodidacta en cirugía de vítreo-retina, el uso de las curvas CUSUM permiten un soporte objetivo que vele por la seguridad del paciente y la localización de las fases de la cirugía en las que exista un menor rendimiento donde buscar ayuda externa si es preciso.

La posibilidad de realizar un análisis en dos tiempos, limitado a las tres variables que evalúan la técnica general de la vitrectomía, permitiría a los docentes de los hospitales universitarios de nuestro país analizar las curvas de aprendizaje de vitrectomía con valores más permisivos para su aplicación en los MIR, mientras no se desarrollen programas específicos para la formación tutorizada de la subespecialidad en retina.

UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGLI

COMPETENCIA EN CIRUGÍA VITREORRETINIANA: EVALUACIÓN DE LA CURVA DE APRENDIZAJE DE LA VITRECTOMÍA
MEDIANTE EL ANÁLISIS CUSUM

Jordi Martín Avià

VIII. REFERENCIAS

- ¹ Siegler M. The progression of medicine: from physician paternalism to patient autonomy to bureaucratic parsimony. *Arch Intern Med.* 1985;145(4):713-715.
- ² Google. Búsqueda de las palabras clave “blog médico”. Recuperado el 18 de octubre de 2018 de <http://www.google.com>.
- ³ Pastor JC, Fernández I, Barragán S, Coco R, Sanabria MR, Rodríguez-de-la-Rúa E, Rojas J, Sánchez D, Fernández R. Formación y actividad clínica de los retinólogos en España: un primer acercamiento. *Proyecto retina 2. Análisis descriptivo. Arch. Soc. Esp. Oftalmol* 2009; 84: 75-84
- ⁴ Su-Ting T. Li. The Promise of Milestones: Are They Living Up to Our Expectations? *Journal of Graduate Medical Education:* 2017; 9(1):54-57.
- ⁵ Kuhn, Ferenc. (2016). *Vitreoretinal Surgery: Strategies and Tactics.* (1ª ed.) St. Johns, Florida, Estados Unidos de América: Springer International Publishing Switzerland
- ⁶ Marlon Maus. *Basic Anatomy of the Orbit.* Capítulo 225, pág. 2875. Albert & Jackobiec's. *Principles & Practice of Ophthalmology* 3a ed. vol.3. Elsevier inc. 2008. USA. ISBN 978-1-4160-0016-7.
- ⁷ Heimann H, Kirdrof B. Vitrectomía primaria en desprendimiento regmatógeno de retina. En: Ryan S, editor. *Retina*, 3, 4th ed. New York, USA: Elsevier Inc.;2009; p.1861-9
- ⁸ Wilkins JR1, Puliafito CA, Hee MR, Duker JS, Reichel E, Coker JG, Schuman JS, Swanson EA, Fujimoto JG. Characterization of epiretinal membranes using optical coherence tomography. *Ophthalmology.* 1996;103(12):2142-51.
- ⁹ “With Head, and Heart and Hand” J.W. Tudor Thomas. *Br Med J* 1953;2(4828):109-113.
- ¹⁰ Meakins JL. Innovation in surgery: the rules of evidence. *Am J Surg* 2002;183(4) 399-405.
- ¹¹ Boletín Oficial del Estado. BOE Núm. 276, lunes 16 de noviembre de 2009. Sec. III. Pág. 95729 - 97544
- ¹² Absolon KB. The Surgical School of Theodor Billroth. *Surgery* 1989;50:697
- ¹³ Halstead WF, Rutkowl M. Halstead and the Germanic influence on education and training programs on surgery. *Surg Gyn Obst* 1978;147:602.
- ¹⁴ Carraccio C, Iobst WF, Philibert I. Milestones: not millstones but stepping stones. *J Grad Med Educ.* 2014;6(3):589-590

-
- ¹⁵ Holmboe ES, Edgar L, Hamstra S. The Milestones Guidebook. 2016. Recuperado el 6 de noviembre de 2017 de <http://www.acgme.org/Portals/0/MilestonesGuidebook.pdf>.
- ¹⁶ About Us. Accreditation Council for Graduate Medical Education. Recuperado el 22 de octubre de 2016 de <https://acgme.org/About-Us/Overview>
- ¹⁷ Shah VA, Reddy AK, Bonham AJ, Sabates NR, Lee AG. Resident surgical practice patterns for vitreoretinal surgery in ophthalmic training programs in the United States. *Ophthalmology*. 2009;116(4):783-789
- ¹⁸ Required minimum number of procedures for graduating residents in Ophthalmology. Review Committee of Ophthalmology. Recuperado el 28 de octubre de 2016 de https://acgme.org/Portals/0/PFAssets/ProgramResources/240_Oph_Minimum_Numbers.pdf?ver=2015-11-06-120652-043
- ¹⁹ Gedde SJ, Budenz DL, Haft P, Tielsch JM, Lee Y, Quigley HA. Factors influencing career choices among graduating ophthalmology residents. *Ophthalmology* 2005; 112: 1247-1254.
- ²⁰ Association of University Professors of Ophthalmology Fellowship Compliance Committee. Surgical Retina and Vitreous. Recuperado el 25 octubre 2018, de <https://aupofcc.org/fellowship-programs-residents/subspecialties/surgical-retina-and-vitreous>
- ²¹ European School for Advanced Studies in Ophthalmology. ESASO Fellowships and Observerships 2015/2016. Recuperado el 1 febrero 2016, de <http://www.esaso.org/wp-content/uploads/2015/03/Fellowship-programme2015.pdf>
- ²² Asociación para Evitar la Ceguera en México I.A.P. Residencia de Alta Especialidad en Oftalmología. Recuperado el 12 noviembre 2015, de <http://www.apec.org.mx>
- ²³ Pastor JC, Fernández I, Barragán S, Coco R, Sanabria MR, Rodríguez-de-la-rúa E, Rojas J, Sánchez D, Fernández R. Formación y actividad clínica de los retinólogos en España: Un primer acercamiento. Proyecto retina 2. Análisis descriptivo. *Arch. Soc. Esp. Oftalmol* 2009; 84: 75-84
- ²⁴ Centro Oftalmológico Barraquer. Máster en Patología y cirugía del segmento posterior del globo ocular. Recuperado el 25 octubre 2018, de <https://www.barraquer.com/formacion/cursos/master-en-patologia-y-cirugia-del-segmento-posterior-del-globo-ocular/>
- ²⁵ Fundación I.M.O. Máster en Vítreo-Retina. Recuperado el 25 octubre 2018, de <https://www.fundacionimo.org/es/master-vitreo-retina>

-
- ²⁶ Instituto Universitario de Oftalmobiología Aplicada. Máster en subespecialidades oftalmológicas. Recuperado el 25 octubre de 2018, de <https://www.ioba.es/nuestra-actividad/formacion/master-universitarios/master-en-subespecialidades-oftalmologicas/>
- ²⁷ Sociedad Española de Retina y Vítreo. Programa de Formación de Expertos en Retina. Recuperado el 25 octubre 2018, de <https://serv.es/proyectos-serv/programa-formacion-expertos-retina/>
- ²⁸ Sociedad Española de Retina y Vítreo. Validación centros PFER de la SERV. 2018. Comunicación personal.
- ²⁹ Fernández I, Rojas I, Pastor JC, Gómez Ulla F, Piñero A. Encuesta nacional sobre la cirugía vitreorretiniana y la atención de los desprendimientos de retina regmatógenos en España. Proyecto Retina 2. Arch Soc Esp Oftalmol 2006; 81: 635-640.
- ³⁰ Javier Herrera. Tribulaciones de un cirujano. Una visión personal de la práctica de la cirugía en la sanidad pública. Recuperado el 23 de octubre de 2018 <http://tribulacionesdeuncirujano.blogspot.com/2014/05/la-curva-de-aprendizaje-de-los.html>
- ³¹ Viberg, Ake. 1983. The verbs of perception: A typological study. Linguistics 21, 123–162.
- ³² Palmer, Stephen E. 1999. Vision science: Photons to phenomenology. Cambridge, MA: Bradford Books.
- ³³ San Roque L, Kendrick KH, Norcliffe E, Brown P, Defina R, Dingemanse M, Dirksmeyer T, Enfield NJ, Floyd S, Hammond J, Rossi G, Tufvesson S, Putten S, Majid A. Vision verbs dominate in conversation accros cultures, but the ranking of non-visual verbs varies. Cognitive Linguistics 2015; aop.
- ³⁴ Graue, E. Oftalmología en la práctica de la medicina. 4a edición. México DF, México: McGraW Hill Ed; 2014.
- ³⁵ American Academy of Ophthalmology Basic and clinical science course, Section 12. Retina and vitreous, Chapter 1 anatomy, 2008: pag 10
- ³⁶ Cibis, GW. Fundamentos y principios de oftalmología. 1ª edición. Barcelona, España: Elsevier; 2007.
- ³⁷ Real Academia Española. Recuperado el 19 diciembre 2018, de <http://www.rae.es>
- ³⁸ Ryan, SJ. Retina. 4th edition. New York, USA: Elsevier Inc; 2009.

-
- ³⁹ Ware, J. *Chirurgical observations related to the eye*. 2ª edición. London, UK: J. Mawman
- ⁴⁰ Vail DT. An inquiry into results of the established treatment of detachment of the retina and a new theory. *Trans Am Acad Ophthalmol Otolaryngol* 1912;17:29.
- ⁴¹ Wolfensberger TJ. Jules Gonin. Pioneer of retinal detachment surgery. *Indian J Ophtalmol*. 2003; 51(4):303-8.
- ⁴² Blodi CF. David Kasner, MD, and the road to pars plana vitrectomy. *Ophthalmol Eye Dis*. 2016;8(1):1-4
- ⁴³ Machemer R, Buettner H, Norton EW, Parel JM. Vitrectomy: a pars plana approach. *Trans Am Acad Ophthalmol Otolaryngol*. 1971;75(4):813-20
- ⁴⁴ Machemer R, Parel JM, Norton EWD. Vitrectomy: a pars plana approach. Technical improvements an further results. *Trans Am Acad Ophthalmol Otolaryngol* 1972;76(2):462-6
- ⁴⁵ Iserson KV. The origins of the gauge system for medical equipment. *J Emerg Med*. 1987(5):45-48.
- ⁴⁶ O'Malley C, Heintz R. Vitrectomy with an alternative instrument system. *Ann Ophthalmol*. 1975(7):585-594
- ⁴⁷ Fujii GY, De Juan E Jr, Humayun MS, Pieramici dj, Chang TS, Awh C, Ng E, Barnes A, Wu SL, Somerville DN. A new 25-gauge instrument system for transconjunctival sutureless vitrectomy surgery. *Ophthalmology*. 2002;109:1807-1812.
- ⁴⁸ Eckardt C. Transconjunctival sutureless 23-gauge vitrectomy. *Retina* 2005;25:208-11.
- ⁴⁹ Oshima Y, Wakabayashi T, Sato T, Ohji M, Tano Y. A 27-gauge instrument system for transconjunctival sutureless microincision vitrectomy surgery. *Ophthalmology*. 2010; 117(1):93-102
- ⁵⁰ Jundt G. Fluidics in modern vitrectomy. *Retina Today*. 2010
- ⁵¹ Abulon DJ. Vitreous flow rates through dual pneumatic cutters: effects of duty cycle and cut rate. *Clin Ophthalmol*. 2015;9:253-261
- ⁵² Steel DHW, Charles S. Vitrectomy Fluidics. *Ophthalmologica* 2011;226:27-35

-
- ⁵³ Sugiura Y, Okamoto F, Okamoto Y, Hiraoka T, Oshika T. Intraocular pressure fluctuation during microincision vitrectomy with constellation vision system. *Am J Ophthalmol.* 2013;156(5):941-947.
- ⁵⁴ Charles, S. *Vitreous Microsurgery.* 4th edition. Philadelphia, USA. Lippincot, Williams and Wilkins ed; 2007.
- ⁵⁵ Vaziri K, Schwartz SG, Kishor KS, Flynn HW. Tamponade in the surgical management of retinal detachment. *Jr Clin Ophthalmol.* 2016; 10: 471–476.
- ⁵⁶ Pera, C. (2003). *El cuerpo herido. Un diccionario filosófico de la cirugía.* Barcelona, España. Editorial Acanalado.
- ⁵⁷ Manejo de las complicaciones de la cirugía vitreorretiniana. *Guías de la Práctica Clínica de la SERV.* 2014. Disponible en www.serv.es
- ⁵⁸ Jackson TL, Donachie PHJ, Sparrow JM, Johnston RL. United Kingdom National Ophthalmology Database Study of Vitreoretinal Surgery: Report 1; Case mix, complications, and cataract. *Eye* (2013) 27, 644-651
- ⁵⁹ Scott IU, Flynn HW Jr, Schiffman J, Smiddy WE, Murray TG, Ehli F. Visual acuity outcomes among patients with appositional suprachoroidal hemorrhage. *Ophthalmology.* 1997;104(12):2039-46
- ⁶⁰ Piper JG, Han DP, Abrams GW, Mieler WF. Perioperative choroidal hemorrhage at pars plana vitrectomy. A case-control study. *Ophthalmology.* 1993;100(5):699-704
- ⁶¹ Shields RA, Ludwig CA, Powers MA, Tran EMT, Smith SJ, Moshfeghi DM. Postoperative Adverse Events, Interventions, and the Utility of Routine Follow-Up after 23-, 25-, and 27-Gauge pars plana vitrectomy. *Asia Pac J Ophthalmology (Phila)* 2019 [epub ahead of print]
- ⁶² Woo SJ, Park KH, Hwang JM, Kim JH, Yu YS, Chung H. Risk factors associated with sclerotomy leakage and postoperative hypotony after 23-gauge transconjunctival sutureless vitrectomy. *Retina* 2009;29(4):456-63.
- ⁶³ Parolini B, Prigione G, Romanelli F, et al. Postoperative complications and intraocular pressure in 943 consecutive cases of 23-gauge transconjunctival pars plana vitrectomy with 1-year follow-up. *Retina.* 2010;30:107–111.

-
- ⁶⁴ Stein JD, Zacks DN, Grossman D, Grabe H, Johnson MW, Sloan FA. Trends in rates of adverse events after pars plana vitrectomy among Medicare beneficiaries. *Arch Ophthalmol* 2009;127(12):1656-1663
- ⁶⁵ Cohen SM, Flynn HW Jr, Murray TG, Smiddy WE. Endophthalmitis after pars plana vitrectomy. The Postvitrectomy Endophthalmitis Study Group. *Ophthalmol* 1995;102(5):705-12.
- ⁶⁶ Kunimoto DY, Kaiser RS. Wills Eye Retina Service. Incidence of endophthalmitis after 20- and 25-gauge vitrectomy. *Ophthalmol* 2007;114:2133-2137.
- ⁶⁷ Shah RE, Gupta O. The microsurgical safety task force: guidelines for minimizing endophthalmitis with vitrectomy surgery. *Curr Opin Ophthalmol*. 2012;23(3):189-94
- ⁶⁸ Bhende M, Raman R, Jain M, Shah PK, Sharma T, Gopal L, Bhende PS, Srinivasan S, Jambulingam M; Sankara Nethralaya Vitreoretinal Study Group. Incidence, microbiology, and outcomes of endophthalmitis after 111,876 pars plana vitrectomies at a single, tertiary eye care hospital. *PLoS ONE* 2018; 13(1): e0191173.
- ⁶⁹ Govetto A, Virgili G, Menchini F, Lanzetta P, Menchini U. A Systematic Review of Endophthalmitis after Microincisional versus 20-Gauge Vitrectomy. *Ophthalmology*. 2013;120(11):2286-91
- ⁷⁰ Ramkissoon YD1, Aslam SA, Shah SP, Wong SC, Sullivan PM. Risk of iatrogenic peripheral retinal breaks in 20-G pars plana vitrectomy. *Ophthalmology*. 2010 Sep;117(9):1825-30. doi: 10.1016/j.optha.2010.01.029. Epub 2010 May 14.
- ⁷¹ Parolini B, Prigione G, Romanelli F, Cereda MG, Sartore M, Pertile G. Postoperative complications and intraocular pressure in 943 consecutive cases of 23-gauge transconjunctival pars plana vitrectomy with 1-year follow-up. *Retina*. 2010;30(1):107-11.
- ⁷² Rizzo S, Belting C, Genovesi-Ebert F, di Bartolo E. Incidence of retinal detachment after small-incision, sutureless pars plana vitrectomy compared with conventional 20-gauge vitrectomy in macular hole and epiretinal membrane surgery. *Retina*. 2010 30(7):1065-71.
- ⁷³ Mansouri A, Almony A, Shah GK, Blinder KJ, Sharma S. Recurrent retinal detachment: does initial treatment matter? *Br J Ophthalmol*. 2010;94(10):1344-7.
- ⁷⁴ Lee E, El Housseini Z, Steel DH, Williamson TH. An analysis of the outcomes for patients with failed primary vitrectomy for rhegmatogenous retinal detachment. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*. 2014;252(11):1711-6.

-
- ⁷⁵ Wright TP. Factors affecting the cost of airplanes. *J Aeronaut Sci* 1936; 3: 122–8
- ⁷⁶ Jackson CR, Gibbin KP. 'Per ardua.' Training tomorrow's surgeons using inter alia lessons from aviation. *J R Soc Med* 2006; 99: 554–8
- ⁷⁷ Latiff A. La "curva de aprendizaje". Que es y cómo se mide. *Urol. Colomb.* Vol XIV, No.4: pp 15-19, 2005.
- ⁷⁸ Cook JA, Ramsay CR, Fayers P. Using the literature to quantify the learning curve: a case study. *Int J Technol Assess Health Care* 2007; 23: 255–60
- ⁷⁹ Rogers DA, Elstein AS, Bordage G. Improving continuing medical education for surgical techniques: applying the lessons learned in the first decade of minimal access surgery. *Ann Surg* 2001; 233: 159–66
- ⁸⁰ Bouchacourt JP, Castromán P. Evaluación del aprendizaje de la Intubación Orotraqueal mediante el método de la suma acumulativa (CuSum) *Rev. Esp. Anestesiología. Reanim.* 2007; 54: 349-354
- ⁸¹ Konrad C, Schufper G, Wietlisbach M, Gerber H. Learning manual skills in anesthesiology: is there a recommended number of cases for anesthetic procedures? *Anesth Analg.* 1998; 86(3):635-9
- ⁸² Vassiliou MC, Kaneva PA, Polouse BK, et al. How should we establish the clinical case numbers required to achieve proficiency in flexible endoscopy? *Am J Surg* 2010;199:121-5.
- ⁸³ Bristol Royal Infirmary Inquiry. Care in the Operating Theatre and the 'Learning Curve'. (Julio 2001). Recuperado el 4 diciembre 2015, de http://www.bristol-inquiry.org.uk/final_report/annex_a/chapter_14_.htm
- ⁸⁴ Berwick DM. Continuous improvement as an ideal in health care. *N Engl J Med.* 1989; 320(1):53-6
- ⁸⁵ N. Khan, H. Abbodudi, M. Shamim, P. Dasgupta. Measuring the surgical "learning curve": methods, variables and competency. *BJU Int* 2014; 113: 504–508
- ⁸⁶ Kye BH, Kim JG, Cho HM, Kim HJ, Suh YJ, Chun CS. Learning curves in laparoscopic right-sided colon cancer surgery: a comparison of first-generation colorectal surgeon to advance laparoscopically trained surgeon. *J Laparoendosc Adv Surg Tech A* 2011; 21: 789–96

-
- ⁸⁷ Park IJ, Choi GS, Lim KH, Kang BM, Jun SH. Multidimensional analysis of the learning curve for laparoscopic colorectal surgery: lessons from 1,000 cases of laparoscopic colorectal surgery. *Surg Endosc* 2009; 23: 839–46
- ⁸⁸ Maeda T, Tan KY, Konishi F et al. Accelerated learning curve for colorectal resection, open versus laparoscopic approach, can be attained with expert supervision. *Surg Endosc* 2010; 24: 2850–4
- ⁸⁹ Ahlering TE. Successful transfer of open surgical skills to a laparoscopic environment using robot interface: initial experience with laparoscopic radical prostatectomy. *J Urol* 2003; 170(2): 1738–1741.
- ⁹⁰ Hamid Abboudi, Mohammed Shamim Khan, Khurshid A. Guru, Saied Froghi, Gunter de Win, Hendrik Van Poppel et al. Learning curves for urological procedures: a systematic review. *BJU Int* 2014; 114: 617–629
- ⁹¹ Jiménez-Rodríguez RM, Rubio-Dorado-Manzanares M, Díaz-Pavón JM, Reyes-Díaz ML, Vázquez-Monchul JM, García-Cabrera AM et al. Learning curve in robotic rectal cancer surgery: current state of affairs. *Int J. Colorectal Dis.* 2016 Oct. 6
- ⁹² Ramsay CR, Grant AM, Wallace SA, Garthwaite PH, Monk AF, Russell IT. Assessment of the learning curve in health technologies: a systematic review. *Int J Technol Assess Health Care* 2000; 16: 1095–108
- ⁹³ MacKenzie KR and Aning J. Defining competency in flexible cystoscopy: a novel approach using cumulative Sum analysis. *BMC Urology* (2016) 16:31
- ⁹⁴ Bent PD, Bolsin SN, Creati BJ, Patrick AJ, Colson ME. Professional monitoring and critical incident reporting using personal digital assistants. *Med J Aust.* 2002;177(9):496-9.
- ⁹⁵ Aguirre Ospina OD, Ríos Medina AM, Calderón Marulanda M, Gómez Buitrago LM. Curvas de aprendizaje de sumatoria acumulada (CUSUM) en procedimientos básicos de anestesia. *Rev Colomb Anesthesiol.* 2014;42(3):142–153
- ⁹⁶ Altman DG, Royston JP. The hidden effect of time. *Stat Med.* 1988;7(6):629-37
- ⁹⁷ Williams SM, Parry BR, Schlup MMT. Quality control: and application of the CUSUM. *BMJ.* 1992;304(6838):1359-61.

-
- ⁹⁸ Bent PD, Bolsin SN, Creati B; Patrick AJ, Colson ME. Professional monitoring and critical incident reporting using personal digital assistants. *Med J Aust.* 2002;177(9):496-499.
- ⁹⁹ Aziz Salowi M, Choong Y, Goh P, Ismail M, Lim T. CUSUM: a dynamic tool for monitoring competency in cataract surgery performance. *Bf J Ophthalmol* 2010;94:445-449.
- ¹⁰⁰ Rossi JV, Verma D, Fujii GY, Lackhanpal RR, Wo SL, Humaym MS et al. Virtual vitreoretinal surgical simulator as a training tool. *Retina* 2004 Apr; 24(2): 231-6.
- ¹⁰¹ Ting DS, Sim SS, Yau CW, Rosman M, Aw AT, Yeo IY. Ophthalmology simulation for undergraduate and postgraduate clinical education. *Int. J. ophthalmol.* 2016. Jun 18;9(6):920-4
- ¹⁰² Thomsen AS, Shubhi Y, Kiilgaard JF, La Cour M, Konge L. Update on simulation-based surgical training and assessment in ophthalmology: a systematic review. *Ophthalmology* 2015;122(6):1111-1130
- ¹⁰³ National Eye Database. Recuperado el 4 de noviembre de 2018 de <http://www.acrm.org.my/ned/>
- ¹⁰⁴ Simanjuntak GW, Kartasasmite AS, Georgelas I, Gotzaridis WV. Learning curve of sutureless transconjunctival 20-gauge vitrectomy. *Clin. Ophthalmol.* 2014 Jul 17; 8:1355-9
- ¹⁰⁵ Hopper AN, Jamison MH, Lewis WG. Learning curves in surgical practice. *Postgrad Med J* 2007; 83: 777-9
- ¹⁰⁶ Schlachta CM, Mamezza J, Jsehadri PA, Cadeddu M, Gregoire R, Poulin EC. Defining a learning curve for laparoscopic colorectal resection. *Dis Colon Rectum*, 2001 Feb;44(2): 217-22
- ¹⁰⁷ Kang JC, Jao SW, Chung MH, Feng CC, Chang YJ. The learning curve for hand-assisted laparoscopic colectomy: a single surgeon's experience. *Surg Endosc* 2007; 21: 234-7
- ¹⁰⁸ Filicori F, Keutgen XM, Fahey TJ III, Zarnegar R. A Novel Approach for Single Incision Laparoscopic Cholecystectomy. SAGES Annual Meeting 2011. Recuperado el 23 de abril de 2016 de <http://www.sages2011.org/a-novel-approach-for-single-incision-laparoscopic-cholecystectomy/>
- ¹⁰⁹ Cook JA, Ramsay CR, Fayers P. Statistical evaluation of learning curve effects in surgical trials. *Clin Trials* 2004; 1: 421-7
- ¹¹⁰ Subramonian K, Muir G. The 'learning curve' in surgery: what is it, how do we measure it and can we influence it? *BJU Int* 2004; 93: 1173-4

-
- ¹¹¹ Bhatti NI, Cummings CW. Competency in surgical residency training: defining and raising the bar. *Acad Med* 2007; 82: 569–73
- ¹¹² Lee AG. Graduate medical education in ophthalmology: Moving from the apprenticeship model to competency-based education. *Arch Ophthalmol*. 2008;126(9):1290-1291
- ¹¹³ Iyer MN, Han DP. An eye model for practicing vitreoretinal membrane peeling. *Arch Ophthalmol*. 2006;124(1):108-110
- ¹¹⁴ Yeh S, Chan-Kai BT, Lauer AK. Basic training module for vitreoretinal surgery and the Casey Eye Institute Vitrectomy Indices Tool for Skills Assessment. *Clin Ophthalmol*. 2011; 5:1249-1256.
- ¹¹⁵ International Council of Ophthalmology. Surgical Assessment Tool: ICO-OSCAR in English, Mandarin Chinese, Portuguese, Russian, Spanish, Thai, Vietnamese and French. Recuperado el 15 de noviembre de 2018 de <http://www.icoph.org/resources/230/Surgical-Assessment-Tool-ICO-OSCAR-in-English-Mandarin-Chinese-Portuguese-Russian-Spanish-Thai-Vietnamese-and-French.html>
- ¹¹⁶ Golnik KC, Law JC, Ramasamy K, Mahmoud TH, Okonkwo ON, Singh J, Arevalo JF. The Ophthalmology Surgical Competency Assessment Rubric for Vitrectomy. *Retina* 2017; 37(9):1797-1804
- ¹¹⁷ International Council of Ophthalmology. Rúbrica de Evaluación de la Competencia Quirúrgica Oftalmológica del International Council of Ophthalmology (International Council of Ophthalmology's "Ophthalmology Surgical Competency Assessment Rubric" ICO-OSCAR). Recuperado el 15 de noviembre de 2018 de <http://www.icoph.org/downloads/ICO-OSCAR-Vitrectomy-Spanish.pdf>
- ¹¹⁸ Registre Central d'Assegurats (2017). Dades de població de referència 2017. Generalitat de Catalunya. Departament de Salut.
- ¹¹⁹ Choi DH, Jeong WK, Lim SW et al. Learning curves for laparoscopic sigmoidectomy used to manage curable sigmoid colon cancer: single-institute, three-surgeon experience. *Surg Endosc* 2009; 23: 622–8
- ¹²⁰ Li JC, Hon SS, Ng SS, Lee JF, Yiu RY, Leung KL. The learning curve for laparoscopic colectomy: experience of a surgical fellow in an university colorectal unit. *Surg Endosc* 2009; 23: 1603–8

-
- ¹²¹ Chen W, Jailhammer E, Berger DL, Rattner DW. Operative time is a poor surrogate for the learning curve in laparoscopic colorectal surgery. *Surg. Endosc.* 2007 FEB; 21(2):238-43
- ¹²² Bolsin S, Colon M. The use of the CUSUM technique in the assessment of trainee competence in new procedures. *Int J Qual Health Care.* 2000;12(5):433-8.
- ¹²³ Hawkins DM, Olwel DH. Cumulative sum charts and charting for quality improvement. In: Green P, Lawless JF, Nair V, eds. *CUSUM designs.* New York: Springer. 1998:31-45.
- ¹²⁴ Thompson JA, Snead MP, Billington BM, Barrie T, Thompson JR, Sparrow JM. National audit of the outcome of primary surgery for rhegmatogenous retinal detachment. I. Sample and methods. *Eye (Lond.)* 2002; 16(6):766-70
- ¹²⁵ Sparrow JM, Taylor H, Qureshi K, Smith R, Birnie K, Johnston RL; UK EPR user group. The Cataract National Dataset electronic multi-centre audit of 55,567 operations: risk indicators for monocular visual acuity outcomes. *Eye (Lond).* 2012;26(6):821-6.
- ¹²⁶ Stein JD, Zacks DN, Grossman D, Grabe H, Johnson MW, Sloan FA. Trends in rates of adverse events after pars plana vitrectomy among Medicare beneficiaries. *Arch Ophthalmol* 2009;127(12):1656-1663
- ¹²⁷ Jackson TL, Donachie PHJ, Sparrow JM, Johnston RL. United Kingdom National Ophthalmology Database Study of Vitreoretinal Surgery: Report 1; Case mix, complications, and cataract. *Eye* (2013) 27, 644-651
- ¹²⁸ de Oliveira Filho GR. The construction of learning curves for basic skills in anesthetic procedures: an application for the cumulative sum method. *Anesth Analg.* 2002 Aug;95(2):411-6.
- ¹²⁹ Dugas B1, Lafontaine PO, Guillaubey A, Berrod JP, Hubert I, Bron AM, Creuzot-Garcher CP. The learning curve for primary vitrectomy without scleral buckling for pseudophakic retinal detachment. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol.* 2009;247(3):319-24.
- ¹³⁰ Kestin IG. A statistical approach to measuring the competence of anaesthetic trainees at practical procedures. *Br J Anaesth.* 1995;75(6):805-8.
- ¹³¹ Identification of high intraocular pressure responders to topical ophthalmic corticosteroids. Bartlett JD, Woolley TW, Adams CM. *J Ocul Pharmacol.* 1993; 9(1):35-45
- ¹³² Chan CK, Lin SG, Nuthi AS, Salib DM. Pneumatic retinopexy for the repair of retinal detachments: a comprehensive review (1986-2007). *Surv Ophthalmol* 2008; 53(5):443-478

-
- ¹³³ Ahn SJ, Woo SJ, Ahn J, et al. Comparison of postoperative intraocular pressure changes between 23-gauge transconjunctival sutureless vitrectomy and conventional 20-gauge vitrectomy. *Eye (Lond)*. 2012;26:796–802.
- ¹³⁴ Gosse E, Newsom R, Hall P, et al. Changes in day 1 post-operative intraocular pressure following sutureless 23-gauge and conventional 20-gauge pars plana vitrectomy. *Open Ophthalmol J*. 2013;7:42–47.
- ¹³⁵ Misra A, Ho-Yen G, Burton RL. 23-gauge sutureless vitrectomy and 20-gauge vitrectomy: a case series comparison. *Eye (Lond)*. 2009;23: 1187–1191.
- ¹³⁶ Hasegawa Y, Okamoto F, Sugiura Y, et al. Intraocular pressure elevation after vitrectomy for various vitreoretinal disorders. *Eur J Ophthalmol*. 2014; 24:235–241.
- ¹³⁷ Chang S. LXII Edward Jackson lecture: open angle glaucoma after vitrectomy. *Am J Ophthalmol* 2006; 141: 1033–1043.
- ¹³⁸ Thompson JA, Snead MP, Billington BM, Barrie T, Thompson JR, Sparrow JM. National audit of the outcome of primary surgery for rhegmatogenous retinal detachment. II. Clinical outcomes. *Eye (Lond.)* 2002; 16(6):771-77
- ¹³⁹ Jackson TL, Donachie PHJ, Sparrow JM, Johnston RL. United Kingdom National Ophthalmology Database Study of Vitreoretinal Surgery: Report 2, Macular Hole. *Ophthalmol*. 2013; 120(3):629-634
- ¹⁴⁰ Jackson TL, Donachie PHJ, Williamson TH, Sparrow JM, Johnston RL. The Royal College of Ophthalmologists' National Ophthalmology Database Study of vitreoretinal surgery: Report 4, Epiretinal membrane. *Retina* 2015; 35:1615-1621
- ¹⁴¹ Jackson TL, Donachie PHJ, Shallam A, Sparrow JM, Johnston RL. United Kingdom National Ophthalmology Database Study of Vitreoretinal Surgery: Report 3, Retinal Detachment. *Ophthalmol*. 2014; 121(3):643-648
- ¹⁴² Sallam A, Donachie PHJ, Yorston D, Steel DHW, Williamson TH, Jackson TL, Sparrow JM, Johnston RL. Royal College of Ophthalmologists' National Database Study of vitreoretinal surgery: Report 7, Intersurgeon variations in primary rhegmatogenous retinal detachment failure. *Retina* 2018; 38:334-342
- ¹⁴³ Jackson TL, Johnston RL, Donachie PHJ. The Royal College of Ophthalmologists' National Ophthalmology Database Study of vitreoretinal surgery: Report 6, Diabetic vitrectomy. *JAMA Ophthalmol* 2016; 134(1):79-85



UNIVERSITAT
ROVIRA i VIRGILI