

# Evaluación clínica de la correlación entre la energía disipada acumulada y el edema corneal posquirúrgico en pacientes operados de cataratas

Alberto De Robles Fregoso, Gloria del Carmen Loredó Pozos, Ever Job Arias López

*Hospital Regional Dr. Valentín Gómez Farías, El Capullo (Zapopan, Jalisco), México.*

**Recibido:** 29 de diciembre de 2024.

**Aprobado:** 2 de febrero de 2025.

## **Autor correspondiente**

Dr. Alberto De Robles Fregoso

Av. Soledad Orozco 203, El Capullo

45100 Zapopan, Jalisco

México

albertoderoblesfregoso@gmail.com

**Oftalmol Clin Exp** (ISSNe 1851-2658)

2025; 18(1): e32-e42.

<https://doi.org/10.70313/2718.7446.v18.n1.402>

## **Resumen**

**Objetivo:** Evaluar la correlación entre el valor de la energía disipada acumulada durante la facoemulsificación y el edema corneal posquirúrgico.

**Materiales y métodos:** Se realizó un estudio clínico unicéntrico no enmascarado de una serie de casos, descriptivo-analítico con un solo grupo de pacientes operados mediante facoemulsificación, con seguimiento a los 1, 7, 30 y 90 días. Se incluyeron a 49 ojos de pacientes con diagnóstico de catarata senil. Se estudiaron las variables de nivel de energía acumulada disipada, duración de la cirugía, fluido utilizado y tiempo de aspiración. Para evaluar la correlación se realizó un análisis estadístico calculando los coeficientes de correlación de Pearson (r) y Spearman (Rho).

**Resultados:** Al aumentar el grado de edema corneal se observó un incremento en la energía acumulada disipada ( $p=0,004$ ). Sobre el edema corneal, la energía acumulada disipada presentó correlaciones significativas de Spearman y de Pearson (r) con el grado de edema corneal en los días 1, 7 y 30, pero no se correlacionó con el grado de edema corneal en el día 90.

**Conclusiones:** Existe un aumento de edema corneal posquirúrgico durante el primer mes posoperatorio con una correlación positiva con los niveles de energía acumulada disipada; sin embargo, no encontramos una correlación significativa a los 90 días. Otras variables (tiempo total del caso, fluido utilizado y tiempo de aspiración total) no tuvieron

una correlación significativa con el grado de edema corneal.

**Palabras clave:** facoemulsificación, catarata, edema corneal, endotelio corneal, energía acumulada disipada.

## Clinical evaluation of the correlation between cumulative dissipated energy and post-surgical corneal edema in cataract surgery patients.

### Abstract

**Objective:** The purpose of this research was to find the correlation between the value of accumulated dissipated energy during phacoemulsification and postoperative corneal edema in patients with senile cataract at 1, 7, 30 and 90 days.

**Methods:** A single-center, unblinded, descriptive-analytic case series clinical study was performed with a single group of patients operated by phacoemulsification, with follow-up at 1, 7, 30 and 90 days. Forty-nine eyes of patients diagnosed with senile cataract were included. The variables of level of cumulative dissipated energy, duration of surgery, fluid used and aspiration time were studied. To evaluate the correlation, a statistical analysis was performed, calculating Pearson's (r) and Spearman's (Rho) correlation coefficients.

**Results:** As the degree of corneal edema increased, an increase in the cumulative dissipated energy was observed ( $p=0.004$ ). Regarding the correlation with corneal edema, the cumulative energy dissipated presented significant Spearman and Pearson correlations (r) with the degree of corneal edema at days 1, 7, and 30, but did not correlate with the degree of corneal edema at day 90.

**Conclusions:** There is an increase in post-surgical corneal edema during the first postoperative month, with a positive correlation with the levels of cumulative dissipated energy, however, we did not find a significant correlation at 90 days. Other variables (total case time, fluid used and total aspiration time) were not significantly correlated with the degree of corneal edema.

**Keywords:** phacoemulsification, cataract, corneal edema, corneal endothelium, cumulative dissipated energy.

## Avaliação clínica da correlação entre energia dissipada acumulada e edema corneano pós-operatório em pacientes submetidos à cirurgia de catarata

### Resumo

**Objetivo:** Avaliar a correlação entre o valor da energia dissipada acumulada durante a facoemulsificação e o edema corneano pós-operatório.

**Materiais e métodos:** Foi realizado um estudo clínico unicêntrico, não cego, de série de casos, descritivo-analítico, com um único grupo de pacientes operados por facoemulsificação, com seguimento de 1, 7, 30 e 90 dias. Foram incluídos 49 olhos de pacientes diagnosticados com catarata senil. Foram estudadas as variáveis nível de energia dissipada acumulada, duração da cirurgia, fluido utilizado e tempo de aspiração. Para avaliar a correlação, foi realizada uma análise estatística através do cálculo dos coeficientes de correlação de Pearson (r) e Spearman (Rho).

**Resultados:** À medida que o grau de edema corneano aumentou, observou-se aumento da energia dissipada acumulada ( $p=0,004$ ). Em relação ao edema corneano, a energia dissipada acumulada apresentou correlações significativas de Spearman e Pearson (r) com o grau de edema corneano nos dias 1, 7 e 30, mas não se correlacionou com o grau de edema corneano no dia 90.

**Conclusões:** Há aumento do edema corneano pós-operatório durante o primeiro mês pós-operatório com correlação positiva com os níveis de energia dissipada acumulada; entretanto, não encontramos correlação significativa em 90 dias. Outras variáveis (tempo total do caso, fluido utilizado e tempo total de aspiração) não apresentaram correlação significativa com o grau de edema da córnea.

**Palavras-chave:** facoemulsificação, catarata, edema corneano, endotélio corneano, energia acumulada dissipada.

### Introducción

La cirugía de cataratas es un procedimiento reproducible y seguro en constante crecimiento<sup>1</sup>. La técnica utilizada con mayor frecuencia es la

facoemulsificación, que consiste en la emulsificación del cristalino mediante frecuencia ultrasónica. A partir de la exposición al ultrasonido se origina también una disipación de calor dentro de la cámara anterior que puede afectar a la córnea causando cavitación acústica y radicales de hidrogeniones<sup>2</sup>. Si bien se espera una disminución del recuento de células endoteliales con edad avanzada, se han informado tasas aceleradas de pérdida de células endoteliales después de la cirugía que van desde el 4% al 20% dentro del año siguiente a la cirugía de cataratas<sup>3</sup>. En casos severos se puede producir un edema de la córnea.

La energía disipada acumulada (CDE) es la cantidad total de energía utilizada en la facoemulsificación, expresada en unidades y se obtiene mediante la siguiente fórmula: (Tiempo longitudinal x Potencia longitudinal promedio) + (Tiempo torsional x 0,4 x Amplitud torsional promedio)<sup>4</sup>. El factor 0,4 representa la reducción aproximada del calor disipado en la incisión. La cantidad de CDE dispensada dependerá de varios parámetros, incluida la densidad de la lente, la técnica de fragmentación y la experiencia del cirujano<sup>3</sup>. Un recuento más alto de CDE se ha asociado con un mayor daño a las células intraoculares y estructuras, particularmente el endotelio corneal<sup>4</sup>.

Ante un daño severo del endotelio corneal se puede producir un edema de córnea persistente y para realizar una evaluación cuantitativa del edema corneal se puede utilizar la microscopía endotelial y obtener el dato de la densidad celular (CD = número de células/mm<sup>2</sup> del endotelio corneal). Existe cierta controversia sobre si el edema corneal desaparece a la semana, al mes, a los 6 meses o incluso un año después de la cirugía, lo que dependerá en parte del estado de salud endotelial peroperatorio y su remanente situación postoperatoria<sup>3</sup>.

Por lo tanto, se realizó este estudio con el objetivo de evaluar la potencial correlación entre el valor de la energía disipada acumulada durante la facoemulsificación y el edema corneal posquirúrgico en pacientes con catarata senil, con un seguimiento a 90 días. También se propuso valorar complementariamente otros parámetros que intervienen en la facodinamia y están potencial-

mente asociados con el edema corneal: el tiempo total de la cirugía de facoemulsificación de catarata, el fluido utilizado y el tiempo de aspiración total usado durante la cirugía de facoemulsificación de catarata.

## **Materiales y métodos**

### ***Diseño de estudio y aspectos bioéticos***

Se diseñó un estudio clínico, unicéntrico, de correlación, analítico-descriptivo con un solo grupo de pacientes, no enmascarado. El protocolo de investigación fue evaluado y aprobado por la comisión de ética de la institución. Los investigadores participantes adhirieron a la declaración de Helsinki. Los pacientes participantes aceptaron ser parte del estudio mediante un consentimiento informado.

### ***Población a evaluar***

Se incluyó en este estudio a una población mestiza mexicana sin ninguna etnia específica del occidente de México con diagnóstico de catarata a quienes se les efectuó cirugía de facoemulsificación en el servicio de oftalmología del Hospital Regional Dr. Valentín Gómez Farías ISSSTE (El Capullo, Zapopan, Jalisco; México). Con una temporalidad de 12 meses, desde el 1 de enero de 2024 al 1 de enero del 2025, se estableció un muestreo probabilístico sistemático.

Se establecieron como criterios de inclusión a pacientes de 60 a 90 años, sexo indistinto, con diagnóstico de catarata senil, catarata no complicada y que aceptaron participar y dejaron firmado su consentimiento informado. Los criterios de exclusión incluyeron a todo paciente con alteración o defecto corneal previamente conocido, cirugía ocular previa que involucrase córnea, alteración o defecto de la superficie ocular y/o glaucoma primario de ángulo abierto o cerrado.

### ***Parámetros a evaluar y procedimientos***

En cuanto a las variables a evaluar, como variable independiente se consideró el valor de la energía disipada acumulada durante la facoemulsifi-



Figura 1. Sistema operativo del facoemulsificador utilizado en el estudio.

cación. Como variable dependiente, se consideró al edema corneal postoperatorio. Como variables confundidoras se consideraron el tiempo total del caso, el fluido utilizado y el tiempo de aspiración total.

A todos los pacientes que participaron en este estudio se les realizó una valoración ocular integral 24 horas antes de su cirugía. Las intervenciones se llevaron a cabo por un solo médico cirujano oftalmólogo (Dr. Alberto De Robles Fregoso). Posteriormente, se citó a cada paciente a las 24 horas después de su cirugía, a los 7 días, 1 mes y 3 meses.

A las 24 horas se realizó una valoración postoperatoria haciendo énfasis en la evaluación de la córnea utilizando método de McDonald y Shadduck para apreciar el edema corneal en los 3 mm centrales. Esta valoración la realizó un operador entrenado debidamente y con experiencia en el uso de la lámpara de hendidura, que desconocía las características intraquirúrgicas de cada caso. Brevemente,

*Grado 0:* no presenta edema (transparente);

*Grado 1:* edema mínimo (pérdida apenas perceptible de la transparencia y sólo afecta el epitelio y la mitad anterior del estroma corneal en la observación por corte óptico en la lámpara de hendidura);

*Grado 2:* edema leve (con apariencia de vidrio esmerilado, donde la pérdida de transparencia se extiende más allá de la mitad anterior del estroma);

*Grado 3:* edema moderado (el estroma toma apariencia blanquecina homogénea y todo el espesor está afectado, observándose el endotelio en el biomicroscopio);

*Grado 4:* edema severo (afectación total del estroma, por lo que no es posible ver el endotelio biomicroscópicamente).

Se realizó un análisis de las variables a estudiar (CDE, duración de la cirugía, fluido utilizado, tiempo de aspiración). Con la información de la interfase del sistema operativo del facoemulsificador (equipo Centurion de Alcon, Fort Worth, Texas, Estados Unidos) que muestra diferentes parámetros quirúrgicos utilizados en cada procedimiento (fig. 1).

### Bioestadística

Para el cálculo de tamaño de muestra se tomó la fórmula de coeficiente de correlación realizado en Epidat 2.0 (programa para análisis epidemiológico de datos). Se obtuvo un coeficiente de correlación a detectar: 0,465, nivel de confianza: 95%, tamaño de la muestra de 44 ojos. Considerando posibles pérdidas se decidió incluir en el estudio a 49 ojos. Para evaluar la correlación se realizó un análisis estadístico calculando los coeficientes de correlación de Pearson ( $r$ ) y Spearman ( $\rho$ ). También se utilizó la prueba de Friedman (Chi cuadrado) y el test del análisis de la varianza de una sola vía (ANOVA) y se consideró como diferencia estadísticamente significativa a valores de  $p < 0,05$ .

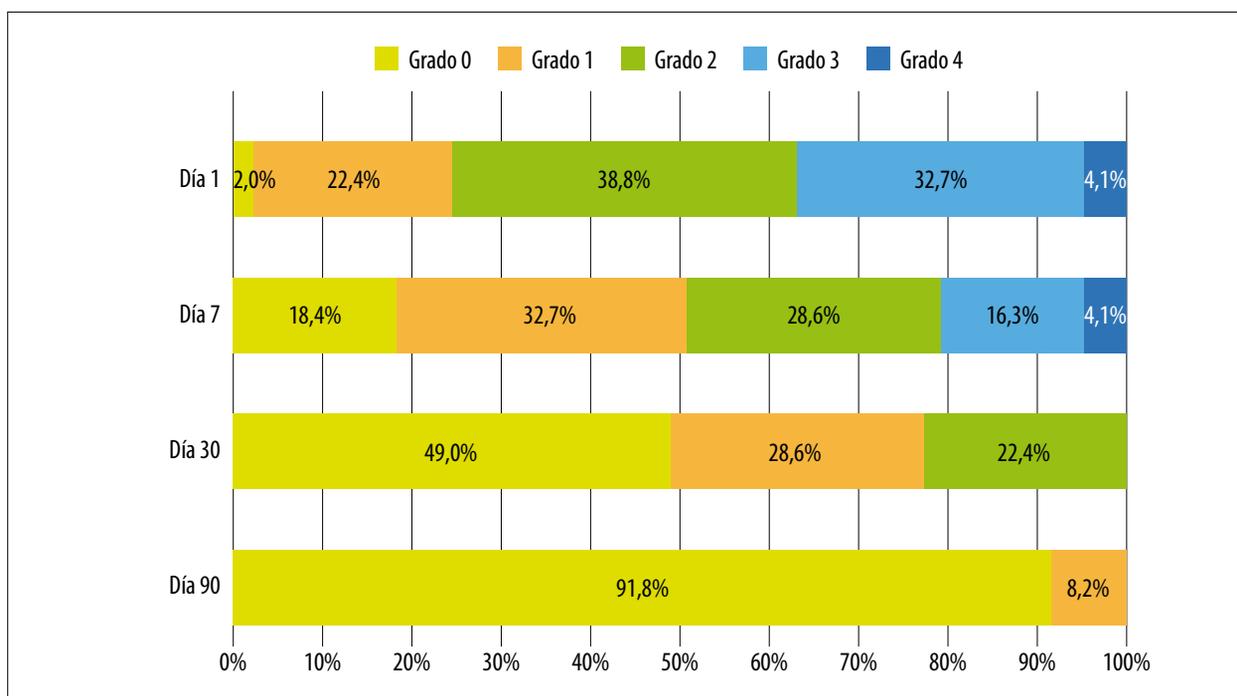
### Resultados

Al evaluar los 49 ojos se observaron cambios estadísticamente significativos con la prueba de Friedman en el grado de edema corneal en el seguimiento del posquirúrgico a los 90 días ( $p < 0,001$ ). Al día 1, solamente 1 paciente (2%) se encontraba en grado 0 de edema corneal, al día 7 del posquirúrgico el número de pacientes

**Tabla 1.** Grado de edema corneal en el postoperatorio a 1, 7, 30 y 90 días en 49 pacientes intervenidos con cirugía de facoemulsificación.

Edema corneal	día 1		día 7		día 30		día 90	
	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%
Grado 0	1	2,0	9	18,4	24	49,0	45	91,8
Grado 1	11	22,4	16	32,7	14	28,6	4	8,2
Grado 2	19	38,8	14	28,6	11	22,4	0	0,0
Grado 3	16	32,7	8	16,3	0	0,0	0	0,0
Grado 4	2	4,1	2	4,1	0	0,0	0	0,0

Prueba de Friedman: Chi-cuadrado = 123,47; p<0,001



**Figura 2.** Porcentaje de pacientes por grado de edema corneal posquirúrgico: 49 pacientes tratados por catarata senil a los 1, 7, 30 y 90 días.

en grado 0 aumentó a 9 (18,4%); al día 30 casi la mitad de los pacientes (49%) ya se ubicaba en grado 0 de edema corneal y a los 90 días, casi todos los pacientes (45 de un total de 49) que corresponden al 91,8% se encontraban en grado 0 y los 4 restantes estuvieron en grado 1 de edema corneal (tabla 1 y fig. 2).

Se observaron diferencias estadísticamente significativas entre grados de edema corneal para la energía acumulada disipada (ANOVA; p=0,004).

Al aumentar el grado de edema corneal también se observa un incremento en la energía acumulada disipada (tabla 2).

Los valores anotados en la tabla corresponden a la media aritmética (o promedio) ± desviación estándar; entre paréntesis, separados por comas se anotan el valor mínimo, la mediana y el valor máximo.

La correlación con el edema corneal, la energía acumulada disipada presentó correlaciones

Tabla 2. Estadística descriptiva de variables cuantitativas y grado de edema corneal.

Variables	Grado de edema corneal posquirúrgico inicial (al día 1)				p
	Grados 0 y 1 (n=12)	Grado 2 (n=19)	Grados 3 y 4 (n=18)	Total (n=49)	
Edad (años)	72,17 ± 8,04 (61-83)	72,68 ± 6,96 (64-87)	69,28 ± 6,85 (60-79)	71,31 ± 7,22 (60-87)	0,326
Tiempo de aspiración total (minutos)	8,58 ± 4,70 (4-18)	7,32 ± 2,85 (3-15)	7,50 ± 2,92 (4-15)	7,69 ± 3,37 (3-18)	0,578
Fluido usado estimado (cm <sup>3</sup> )	149,17 ± 1 (89-236)	122,89 ± 38,15 (54-194)	109,44 ± 1 (24-205)	124,39 ± 9 (24-236)	0,080
Duración de cirugía (minutos)	34,25 ± 9,79 (13-46)	36,37 ± 10,98 (19-59)	37,06 ± 12,63 (12-59)	36,10 ± 11,18 (12-59)	0,797
Energía acumulada disipada (unidades)	13,75 ± 7,88 (2-29)	21,37 ± 9,55 (8-39)	29,11 ± 15,29 (6-68)	22,35 ± 12,93 (2-68)	0,004*

\* p&lt;0,05

p = probabilidad calculada con el análisis de varianza de un factor (One Way ANOVA).

n = Número de pacientes evaluados en cada uno de los grados (o niveles) de edema corneal.

significativas de Spearman con grado de edema corneal posquirúrgico en los días 1, 7 y 30. No se correlacionó con el grado de edema corneal en el día 90 (tabla 3).

Al analizar correlaciones cuantitativas, el tiempo de aspiración total presentó correlación significativa con la energía acumulada disipada ( $r=0,362$ ;  $p=0,010$  --  $Rho=0,468$ ;  $p<0,001$ ) y también con la duración de la cirugía ( $r=0,366$ ;  $p=0,010$  --  $Rho=0,480$ ;  $p<0,001$ ) (tabla 4).

El tiempo de aspiración total presentó correlación estadísticamente significativa con el fluido usado estimado solamente con Pearson ( $r=0,347$ ;  $p=0,015$ ) (tablas 4 y 5).

Las demás correlaciones no fueron significativas.

La duración de la cirugía se clasificó en dos niveles: hasta 39 minutos y 40 minutos o más. En los pacientes con grado corneal 1, la cirugía de catarata tuvo la tendencia a durar 40 minutos o más en casi el 80% de los casos, mientras que en los pacientes con grado corneal 0 o 2, la cirugía presentó en la mayoría de los pacientes duración menor de 40 minutos (tabla 6).

## Discusión

En este estudio se evaluó la posible correlación entre la energía disipada acumulada y el edema corneal donde se observaron cambios estadísticamente significativos con la prueba de Friedman en el grado de edema corneal en el seguimiento del posquirúrgico a 90 días de la cirugía de facoemulsificación ( $p<0,001$ ). Al día 1, solamente 1 paciente (2%) se encontraba en grado 0 de edema corneal y a los 90 días (45 de un total de 49) que corresponden al 91,8% se encontraban en grado 0.

Observamos dependencia (o relación) significativa entre energía acumulada disipada y edema corneal a los 7 y a los 30 días. Al aumentar el grado de edema se observan porcentajes crecientes de pacientes en niveles altos de energía y viceversa; al disminuir el grado de edema se observan porcentajes crecientes de pacientes con niveles bajos de energía. Estas observaciones fueron ampliamente desarrolladas por Yang y colaboradores en una interesante revisión publicada en 2024<sup>3</sup>.

**Tabla 3.** Coeficientes de correlación no-paramétricos de Spearman (Rho) y significancia estadística (p) de las variables cuantitativas con el grado de edema posquirúrgico.

<b>Grado de edema corneal posquirúrgico en el día</b>		<b>Edad (años)</b>	<b>Tiempo de aspiración total (minutos)</b>	<b>Fluido usado estimado (cc)</b>	<b>Duración de cirugía (minutos)</b>	<b>Energía acumulada disipada</b>
1 día (modificado)	Rho	-0,183	-0,023	-0,251	0,095	0,458
	p	0,209	0,873	0,082	0,518	p<0,001*
1 día	Rho	-0,184	-0,066	-0,253	0,076	0,447
	p	0,207	0,654	0,080	0,605	0,0013*
7 días	Rho	-0,197	0,023	-0,148	0,082	0,453
	p	0,176	0,876	0,309	0,576	0,0011*
30 días	Rho	-0,180	0,089	-0,178	0,009	0,458
	p	0,215	0,541	0,220	0,951	p<0,001*
90 días	Rho	-0,100	-0,296	-0,058	-0,338	0,050
	p	0,492	0,039	0,692	0,018*	0,732

\* p<0,05

p = Significancia estadística.

Rho = Coeficientes de correlación no paramétricos de Spearman.

**Tabla 4.** Coeficientes de correlación de Pearson (r) y significancia estadística (p) entre todas las variables cuantitativas evaluadas.

		<b>Tiempo de aspiración total (minutos)</b>	<b>Fluido usado estimado (cc)</b>	<b>Duración de cirugía (minutos)</b>	<b>Energía acumulada disipada</b>
Edad (años)	r	0,122	0,074	0,004	0,037
	p	0,404	0,612	0,980	0,801
Tiempo de aspiración total (minutos)	r		0,347	0,366	0,362
	p		0,015*	0,010*	0,010*
Fluido usado estimado (cc)	r			-0,014	-0,037
	p			0,921	0,803
Duración de cirugía (minutos)	r				0,220
	p				0,129

\* p<0,05

p = Significancia estadística.

Rho = Coeficientes de correlación de Pearson.

**Tabla 5.** Coeficientes de correlación no paramétricos de Spearman (Rho) y significancia estadística (p) entre todas las variables cuantitativas evaluadas.

		<b>Tiempo de aspiración total (minutos)</b>	<b>Fluido usado estimado (cc)</b>	<b>Duración de cirugía (minutos)</b>	<b>Energía acumulada disipada</b>
Edad (años)	Rho	0,178	0,026	-0,038	0,050
	p	0,222	0,858	0,798	0,732
Tiempo de aspiración total (minutos)	Rho		0,279	0,480	0,468
	p		.052	p<0,001*	p<0,001*
Fluido usado estimado (cc)	Rho			0,027	-0,122
	p			0,853	0,402
Duración de cirugía (minutos)	Rho				0,267
	p				0,063

\* p&lt;0,05

p = Significancia estadística.

Rho = Coeficientes de correlación no paramétricos de Spearman.

**Tabla 6.** Variables cuantitativas por intervalos de clase y su relación con el grado de edema corneal.

<b>GRADO DE EDEMA CORNEAL POSQUIRÚRGICO (1 DÍA)</b>											
	<b>Grados 0 y 1</b>		<b>Grado 2</b>		<b>Grados 3 y 4</b>				<b>Total</b>	<b>p</b>	
	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%			
<b>Energía acumulada disipada</b>											
< 15 unidades	8	66,7	6	31,6	3	16,7	17	34,7		0,061	
15 a 25 unidades	3	25,0	7	36,8	6	33,3	16	32,7			
> 25 unidades	1	8,3	6	31,6	9	50,0	16	32,7			
Total	12	100,0	19	100,0	18	100,0	49	100,0			
<b>GRADO DE EDEMA CORNEAL POSQUIRÚRGICO (7 DÍAS)</b>											
	<b>Grado 0</b>		<b>Grado 1</b>		<b>Grado 2</b>		<b>Grados 3 y 4</b>		<b>Total</b>		<b>p</b>
	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%	
<b>Duración de cirugía</b>											
Hasta 39 minutos	6	66,7	10	62,5	4	28,6	8	80,0	28	57,1	0,062
40 minutos y más	3	33,3	6	37,5	10	71,4	2	20,0	21	42,9	
Total	9	100,0	16	100,0	14	100,0	10	100,0	49	100,0	

<b>Energía acumulada disipada</b>											
< 15 unidades	6	66,7	8	50,0	2	14,3	1	10,0	17	34,7	<b>0,042*</b>
15 a 25 unidades	3	33,3	3	18,8	6	42,9	4	40,0	16	32,7	
> 25 unidades	0	0,0	5	31,3	6	42,9	5	50,0	16	32,7	
Total	9	100,0	16	100,0	14	100,0	10	100,0	49	100,0	

#### **GRADO DE EDEMA CORNEAL POSQUIRÚRGICO (30 DÍAS)**

	<b>Grado 0</b>		<b>Grado 1</b>		<b>Grado 2</b>		<b>Total</b>		<b>p</b>
	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%	

#### **Tiempo de aspiración total**

Hasta 6 minutos	14	58,3	4	28,6	8	72,7	26	53,1	0,069
Más de 6 minutos	10	41,7	10	71,4	3	27,3	23	46,9	
Total	24	100,0	14	100,0	11	100,0	49	100,0	

#### **Duración de cirugía**

Hasta 39 minutos	16	66,7	3	21,4	9	81,8	28	57,1	<b>0,004*</b>
40 minutos y más	8	33,3	11	78,6	2	18,2	21	42,9	
Total	24	100,0	14	100,0	11	100,0	49	100,0	

#### **Energía acumulada disipada**

< 15 unidades	14	58,3	2	14,3	1	9,1	17	34,7	<b>0,013*</b>
15 a 25 unidades	6	25,0	5	35,7	5	45,5	16	32,7	
> 25 unidades	4	16,7	7	50,0	5	45,5	16	32,7	
Total	24	100,0	14	100,0	11	100,0	49	100,0	

\* p<0,05

p = probabilidad calculada con la prueba Chi-cuadrado o con la prueba exacta de Fisher.

No. % = número y porcentaje de pacientes en cada grado de edema corneal para cada una de las categorías de las variables evaluadas.

La energía acumulada disipada presentó correlaciones significativas de Spearman con grado de edema corneal posquirúrgico en los días 1, 7, y 30. Observamos en nuestro estudio correlaciones significativas con el coeficiente de Spearman (Rho) y con el de Pearson (r) entre la energía acumulada disipada y el grado de edema corneal en los días 1, 7 y 30, lo que confirma nuestra hipótesis alterna que existe una correlación positiva

entre el valor de la energía disipada acumulada durante la facoemulsificación y el edema corneal postoperatorio en pacientes con cataratas senil a los 1, 7, 30 y 90 días.

Estos resultados concuerdan con varias publicaciones<sup>6-10</sup>. Por ejemplo, Gazit y colaboradores realizaron en el año 2020 un estudio randomizado controlado con un total de 100 ojos de 100 pacientes<sup>6</sup>. Ellos encontraron una asociación

significativa entre el edema corneal en análisis bivariado con los niveles de energía acumulada disipada (sin edema N=9,42 (7,00), edema N=13,18 (9,84),  $p=0,048$ , OR ajustado= 1,04, IC 95%= 0,96-1,12,  $p=0,34$ ).

En nuestro estudio también encontramos que el tiempo de aspiración total presentó correlación significativa con la energía acumulada disipada ( $r=0,362$ ;  $p=0,010$  --  $Rho=0,468$ ;  $p<0,001$ ) y también con la duración de la cirugía ( $r=0,366$ ;  $p=0,010$  --  $Rho=0,480$ ;  $p<0,001$ ), las demás correlaciones no fueron significativas.

La duración de la cirugía se asoció significativamente con grado corneal a los 30 días. En los pacientes con grado corneal 1, la cirugía de catarata tiende a durar 40 minutos o más en casi el 80% de los casos, mientras que en los pacientes con grado corneal 0 o 2 la cirugía presentó en la mayoría de los pacientes duración de menos de 40 minutos.

Al confirmar correlación positiva entre el valor de la energía disipada acumulada durante la facoemulsificación y el edema corneal postoperatorio en pacientes con cataratas senil a los 1, 7, 30 y 90 días, y descartar la correlación con otras variables cuantitativas nos invita a proponer dicho parámetro como un valor pronóstico cuantitativo, que nos convoca a establecer en futuras investigaciones medidas intraoperatorias y postoperatorias para disminuir dichos niveles, así como desarrollar guías de manejo terapéutico en pacientes con edema corneal avanzado.

Como limitación podemos mencionar que no se consideró a la edad como un factor más en el análisis de variables y resulta muy interesante lo que destacaron Perone y colaboradores en una revisión narrativa publicada en 2024 que subraya la relevancia de tomar este dato al realizar estudios de investigación sobre edema corneal, salud endotelial y cirugía de cataratas<sup>10</sup>. Esto es algo relevante a considerar para futuros estudios.

## Conclusión

Finalmente, de los datos obtenidos en la presente serie podemos concluir que existe un aumento de edema corneal posquirúrgico en los días 1, 7, y

30 días, que está correlacionado con los niveles de energía acumulada disipada; sin embargo, no encontramos una correlación significativa a los 90 días, lo que nos invita a seguir estudiando el valor pronóstico de esta variable, ya que los resultados finales de edema corneal según el grado de edema corneal no fueron significativamente diferentes. Otras variables estudiadas como el tiempo total del caso, fluido utilizado, tiempo estimado y tiempo de aspiración total, no tuvieron una correlación significativa con el grado de edema corneal.

## Referencias

1. Davis G. The evolution of cataract surgery. *Mo Med.* 2016; 113(1): 58-62.
2. Ou Y, Wang Y, Wu T. Comparison of ultrasound energy consumption between low-energy femtosecond laser-assisted cataract surgery and conventional phacoemulsification cataract surgery in patients with different cataract densities. *Eur J Ophthalmol.* 2023; 33(3): 1373-1379. doi:10.1177/11206721221147952
3. Yang C, An Q, Zhou H, Ge H. Research progress on the impact of cataract surgery on corneal endothelial cells. *Adv Ophthalmol Pract Res.* 2024; 4(4): 194-201. doi:10.1016/j.aopr.2024.08.002
4. González-Salinas R, Garza-León M, Sáenz-de-Viteri M, Solis-S JC, Gulias-Cañizo R, Quiroz-Mercado H. Comparison of cumulative dissipated energy delivered by active-fluidic pressure control phacoemulsification system versus gravity-fluidics. *Int Ophthalmol.* 2018; 38(5): 1907-1913. doi:10.1007/s10792-017-0674-4
5. McDonald TO, Shadduck JA. Eye irritation. En: Marzulli FN, Maibach HI, eds. *Advances in modern toxicology.* Washington, DC: Hemisphere, 1977: 139-191.
6. Gazit I, Dubinsky-Pertsov B, Or L, Pras E, Belkin A, Einan-Lifshitz A. Eye patching after cataract surgery is associated with an increased risk of short-term corneal oedema. *Acta Ophthalmol.* 2021; 99(1): e81-e85. doi:10.1111/aos.14510
7. Doors M, Berendschot T'T, Touwslager W, Webers CA, Nuijts RM. Phacopower modulation and the risk for postoperative corneal

decompensation: a randomized clinical trial. *JAMA Ophthalmol.* 2013; 131(11): 1443-1450. doi:10.1001/jamaophthalmol.2013.5009

8. Briceño-López C, Burguera-Giménez N, García-Domene MC, Díez-Ajenjo MA, Peris-Martínez C, Luque MJ. Corneal edema after cataract surgery. *J Clin Med.* 2023; 12(21): 6751. doi:10.3390/jcm12216751

9. Sharma N, Singhal D, Nair SP, Sahay P, Sreeshankar SS, Maharana PK. Corneal edema

after phacoemulsification. *Indian J Ophthalmol.* 2017; 65(12): 1381-1389. doi:10.4103/ijo.IJO\_871\_17

10. Perone JM, Luc MS, Zevering Y, Vermion JC, Gan G, Goetz C. Narrative review after post-hoc trial analysis of factors that predict corneal endothelial cell loss after phacoemulsification: tips for improving cataract surgery research. *PLoS One.* 2024;19(3):e0298795. 2024 Mar 21. doi:10.1371/journal.pone.0298795