

**ZONULOLISIS ENZIMATICA.\***  
**CONTRIBUCION A LA CIRUGIA DEL CRISTALINO.**  
(Nota previa)

Dr. JOAQUIN BARRAQUER

Los conocidos inconvenientes de la extracción del cristalino por el método extracapsular, las dificultades de la extracción intracapsular motivadas por la resistencia zonular a las tracciones, especialmente en pacientes jóvenes, y las complicaciones que por este motivo se presentan, tales como roturas capsulares, pérdidas de vítreo, iridociclitis traumáticas y desprendimientos de la retina, han dado lugar a que, por diversos autores, se hayan recomendado distintos procedimientos de zonulotomía (STOCK, LOPES D'ANDRADE, KIRBY, LARMANDE, etc).

Desde hace tiempo habíamos examinado nuestras investigaciones hacia la consecución de una «zonulotomía» por medios químicos. El azar nos favoreció, como sucede a menudo en el campo de la investigación y así, al inyectar una solución de  $\alpha$ -quimotripsina al 1/500 en la cámara vítreo de un paciente con una hemorragia masiva en el vítreo que no se había reabsorbido después de un año de tratamiento,

observamos, al efectuar la primera cura tres días después, que el cristalino se había luxado en el vítreo (28-V-57).

La  $\alpha$ -quimotripsina es un enzima proteolítico de acción semejante a la tripsina pero que difiere de ésta por su mecanismo íntimo de actuación hidrolítica que le confiere cierta especificidad. Del páncreas de ternera pueden obtenerse, por activación del quimotripsinógeno mediante tripsina, varios tipos de quimotripsina (alfa, beta, gamma, delta y pi). La  $\alpha$ -quimotripsina posee mayor difusión y estabilidad que los otros tipos. Al igual que la tripsina cristalizada, es una endopeptidasa y está dotada de acción fibrinolítica y proteolítica. Difiere de la tripsina en que ésta ataca los enlaces peptídicos inmediatos a los aminoácidos básicos arginina y leucina, mientras que la  $\alpha$ -quimotripsina ataca los enlaces inmediatos a los aminoácidos aromáticos fenilalanina, tirosina, triptófano, así como la metionina, norleucina y norvalina.

---

\* Conferencia pronunciada en la Real Academia de Medicina de Barcelona, el día 8-IV-1958.

La  $\alpha$ -quimotripsina tiene una más amplia capacidad proteolítica que la tripsina debido a que actúa también como exopeptidasa, hidrolizando aminoácidos externos que tienen un grupo amínico libre (aminopeptidasa). Tiene también acción esterásica sobre distintos ésteres como los del ácido fenilacético. Al parecer posee también acción desmolásica en algunos tipos de estructuras moleculares.

En el preparado comercial «Quimotrase», \* utilizado en nuestras investigaciones, la  $\alpha$ -quimotripsina es obtenida del páncreas bovino según la técnica de Kunitz y purificada hasta cristalización, después de haber sido dializada y liofilizada. Se disuelve en solución fisiológica de cloruro sódico en el momento de ser utilizada.

La luxación del cristalino anteriormente reseñada, nos sugirió que la  $\alpha$ -quimotripsina podría ser la substancia buscada por nosotros durante años anteriores y, al objeto de comprobar que dicha luxación no era debida al efecto mecánico del lavado, llevamos a cabo la siguiente:

### Labor experimental

1.º *En conejos.* — Procedimos a inyectar soluciones de  $\alpha$ -quimotripsina, cuyas concentraciones oscilaban del 1/500 al 1/2.000, a una serie de conejos. En cada uno de

ellos practicamos un lavado de la cámara anterior, en un ojo con la solución de  $\alpha$ -quimotripsina y en el otro con suero fisiológico. Para la punción de la cámara anterior utilizamos la aguja de Amsler y la misma técnica para todos los lavados. Se inyectaron antibióticos y antihistamínicos por vía intramuscular.

Catorce horas después y bajo anestesia general por vía endovenosa, procedimos a la exploración biomicroscópica y oftalmoscópica de los globos oculares de todos los conejos y a la extracción del cristalino en algunos de ellos. En todos los casos pudimos comprobar que la córnea estaba completamente transparente, que el iris, de aspecto normal, reaccionaba bien a la luz, que el cristalino se mantenía «in situ» sin tremulación y conservando su transparencia, que el fondo ocular continuaba normal y que el ojo, en suma, se mantenía completamente tranquilo.

A pesar de que en ningún caso se había luxado ni subluxado el cristalino, al proceder a su extracción mediante ventosa, en los globos en que la  $\alpha$ -quimotripsina se inyectó a mayor concentración, la zónula parecía romperse con mayor facilidad que en el ojo testigo. Sin embargo, las pruebas de resistencia zonular no fueron concluyentes.

En otros lotes de conejos, en los

\* Preparado por los Laboratorios Pevya (Molins de Rey-Barcelona).

que no efectuamos la extracción del cristalino sino al cabo de diferentes períodos de tiempo, y en los que las concentraciones de  $\alpha$ -quimotripsina fueron más fuertes, tampoco pudimos comprobar alteraciones inflamatorias ni degenerativas.

De esta experimentación en conejos no pudimos sacar conclusiones positivas respecto a la acción del fermento sobre la zónula, probablemente por su diferente estructura en relación a la humana. En cambio, quedó demostrada su inocuidad para las estructuras intraoculares.

2.<sup>o</sup> *En ojos humanos enucleados.* — Todos estos ojos procedían de cadáveres y fueron enucleados antes del término de seis horas después del óbito.

a) En un lote de globos procedimos al lavado de la cámara anterior con soluciones de  $\alpha$ -quimotripsina a diversas concentraciones y, con la misma técnica, al lavado del ojo congénere con suero fisiológico. Pudimos comprobar, en todos los casos, la luxación o subluxación del cristalino en el ojo tratado con  $\alpha$ -quimotripsina y la integridad zonular en el ojo testigo. Siempre, lo mismo la cápsula cristaliniiana que la membrana hialoidea, se conservaron íntegras. Tampoco se presentaron alteraciones a nivel de la córnea ni del iris.

De la mayoría de estos casos dis-

ponemos de piezas anatomopatológicas, en las que puede comprobarse la ausencia de lesiones.

b) A partir de otro lote, preparamos diversas parejas de globos, cada una de ellas correspondiente al mismo cadáver, de la siguiente manera: la córnea y el iris fueron extirpados y la esclerótica suturada a un anillo metálico, algo por delante del ecuador del globo, resecando a continuación el resto de esclerótica un poco por detrás de dicho anillo; esta técnica debe ser realizada con sumo cuidado para evitar roturas zonulares de origen mecánico. De cada pareja de globos así preparados, uno fué sumergido en una solución de  $\alpha$ -quimotripsina y el otro en suero fisiológico. Las soluciones de  $\alpha$ -quimotripsina oscilaban del 1/5.000 al 1/50.000. Las soluciones al 1/50 mil se mostraron completamente ineficaces, las otras concentraciones produjeron una lisis zonular con caída espontánea del cristalino a las pocas horas (3-4 horas por término medio). Los ojos testigo permanecieron inalterados.

3.<sup>o</sup> *«In vivo», en globos humanos funcionalmente inútiles.* — Comprobada la inocuidad del método en diversos lotes de animales, y la falta de alteraciones anatomopatológicas en las membranas endoculares de los ojos humanos enucleados, procedimos al lavado, con soluciones de  $\alpha$ -quimotripsina, de la cámara anterior de ojos hu-

manos funcionalmente inútiles por lesiones del fondo ocular, y con polo anterior normal. Esto lo realizamos aprovechando que el ojo congénere debía ser intervenido, y bajo protección con antibióticos, antihistamínicos y esteroides anti-inflamatorios. La técnica utilizada fué idéntica a la descrita anteriormente.

Los resultados obtenidos variaron en relación a las concentraciones del producto:

a) Al 1/1.000. Dos casos. Primer caso: después del lavado camerular el paciente permaneció en reposo con vendaje binocular. La primera exploración la realizamos doce horas más tarde, comprobando la luxación completa del cristalino. Segundo caso: consecutivamente al lavado camerular, la pupila fué dilatándose hasta que el globo alcanzó aspecto de anirídico. A los diez minutos el cristalino estaba trémulo. Dos horas más tarde flotaba sobre la membrana hialoidea.

b) Al 1/30.000. Tres casos. Media hora después del lavado no pudimos comprobar ninguna tremulación del cristalino. Practicamos la extracción con ventosa y nos pareció que la zónula era algo menos resistente que la del ojo congénere operado durante el intervalo de espera. Sin embargo, no pudimos llegar a ninguna conclusión definitiva, excepto en lo que a la ausencia de alteraciones en el resto del globo se refiere.

c) Al 1/20.000 y al 1/10.000. Seis casos. Las conclusiones fueron las mismas que las que obtuvimos utilizando concentraciones al 1 por 30.000.

d) Al 1/5.000. Veinte casos. Aquí iniciamos dos variantes en la técnica del lavado. En la primera éste se realizó por detrás del iris, para conseguir una acción más directa sobre la zónula, mediante una cánula roma pasada a través de una paracentesis limbar y, sucesivamente, a través de la pupila. Quince-veinte minutos después (según la duración de la intervención en el otro ojo) comprobamos la tremulación del cristalino. Al realizar la extracción pudimos comprobar que el cristalino estaba suelto, reposando sobre la hialoides íntegra. No se presentaron alteraciones de ninguna clase en el resto del globo, observables por biomicroscopía, ni en el período postoperatorio inmediato, ni en el tardío.

En la segunda variante efectuamos el lavado después de haber tallado el colgajo córneoescleroconjuntival, y lo repetimos después de la iridectomía. Colocamos tres puntos previos, para ganar tiempo mientras la sustancia actuaba, practicando a continuación un tercer lavado. Con esta técnica comprobamos que el resultado obtenido era similar al de la variante anterior, por lo que parece ser la de elección.

Como resultado de estas experiencias, hemos sistematizado la siguiente:

### Técnica operatoria

1) Buena anestesia general potencializada.

2) Incisión córneoescleroconjuntival.

3) Lavado con solución de  $\alpha$ -quimotripsina al 1/5.000 (se añaden 5 c. c. de suero fisiológico al frasco que contiene la  $\alpha$ -quimotripsina cristalizada, se toma un c. c. de la solución, que a su vez se diluye en 4 c. c. de suero).

4) Iridectomía periférica.

5) Nuevo lavado a través de la misma.

6) Colocación de tres puntos córneoesclerales con seda virgen.

7) Nuevo lavado (facultativo).

8) Extracción con ventosa, vacío inferior a 40 cm. Hg.

9) Lavado con acetilcolina para contraer la pupila.

10) Sutura complementaria (4 puntos córneoesclerales).

11) Inyección de aire en cámara anterior.

### Resultados y conclusiones

Nuestra casuística es aún muy reducida para poder sentar conclusiones definitivas. Sin embargo, en todos los casos, hemos podido comprobar durante la operación, y junto a la lisis zonular, la absoluta integridad de la membrana hialoidea y de la cápsula cristalina.

El curso postoperatorio ha sido siempre completamente normal, no habiéndose observado reacciones inflamatorias de las estructuras vecinas ni alteraciones de los medios transparentes.

Nuestras experiencias nos inducen a creer que la zonulolisis enzimática abre un nuevo camino en la cirugía del cristalino que permitirá la facoéresis en todas las edades, desplazando las extracciones extracapsulares y eliminando, por lo tanto, las retracciones capsulares, las cataratas secundarias y las sinequias iridocapsulares de una parte y, de otra, las distintas técnicas de zonulotomía, las roturas capsulares, los desprendimientos de retina por tracción excesiva para romper la zónula, las reacciones inflamatorias del cuerpo ciliar por traumatismo mecánico y las pérdidas de vítreo debidas a las maniobras de presión-tracción destinadas a conseguir la ruptura zonular.

La extracción total del cristalino transparente en la alta miopía se podrá realizar en todas las edades, eliminándose la clásica operación de Sperino-Fukala-Vacher con todos sus inconvenientes. Los supuestos peligros de desprendimiento de retina disminuirán al ser suprimidas las tracciones necesarias para romper la zónula mecánicamente.

En una próxima comunicación presentaremos amplia y demostrativa documentación gráfica.

## INTERVENCIONES

Prof. Ignacio BARRAQUER: Con la sustitución de la zonulotomía mecánica por la zonulolisis enzimática en la extracción total del cristalino, la oftalmología española ha dado un paso de gigante, un paso definitivo. Durante más de medio siglo he ensayado todos los métodos aparecidos desde DAVIEL a nuestros días y, en la práctica de más de veinticinco mil operaciones de catarata no he encontrado una técnica tan inocua, eficiente y trascendental como la presentada hoy por mi hijo, el doctor Joaquín BARRAQUER, a quien felicito paternal y públicamente, con la seguridad de que la fecha de esta memorable sesión académica quedará grabada con letras de oro en los anales de la Oftalmología mundial.

Dr. ARRUGA: La nueva técnica del Dr. BARRAQUER es muy interesante y se puede decir que viene a llenar la laguna más importante que existía en la operación de cataratas, cual era el interrogante de si la zónula sería o no resistente, ya que los experimentos que se han hecho para averiguar la resistencia los hemos tenido que abandonar y sólo se sabía con certeza en el momento de la operación. De modo que el miedo mayor que podíamos tener en la operación de cataratas queda solventado con esta técnica.

Yo creo que, aunque hay que ser prudentes con el empleo de toda nueva técnica, me parece que en este caso concreto no deben temerse resultados tardíos, ya que sólo es una acción química pasajera y, por tanto, no quedando este fermento en el ojo no es de temer que cause ningún perjuicio, como ocurre en la cirugía plástica que, con la colocación de piezas postizas de plástico, etc., hemos tenido sorpresas al cabo de muchos años, pero es que allí se trataba de cuerpos extraños que debían de permanecer alojados y en cambio aquí no queda nada.

Creo que para la Academia es un gran honor el que el Dr. BARRAQUER haya traído este invento nuevo y yo le felicito por ello, ya que contribuye al mayor florecimiento de la Oftalmología española.

Dr. Tomás BARRAQUER: Como el que asiste a un espectáculo desde una localidad de excepción, he podido, desde hace 45 años, asistir al desarrollo fabuloso experimentado por la Oftalmología y, especialmente, la técnica de la operación de la catarata. Hace esos 45 años pude entrar en los dominios de esta especialidad, llevado de la mano por mi tío y maestro, el profesor José Antonio BARRAQUER, cuyo nombre evoca la constitución en España de la Oftalmología como

verdadera ciencia y del que, más o menos directamente muchos ilustres oftalmólogos de hoy fueron discípulos suyos. Su dominio de la medicina general, de la histología y de la clínica oftalmológica era maravilloso y su pericia y esmero en la operación de la catarata fueron extraordinarios.

Por aquellos tiempos, la extracción de la catarata se hacía extracapsular rompiendo la cápsula con un instrumento cortante, como el quistítomo o con la pinza capsular, de la que hay un modelo que lleva su nombre, y algunas veces, al intentar romper la cápsula con la pinza, se hacía extracción intracapsular; pero el gran avance en este sentido fué hecho por su hijo, el Profesor Ignacio BARRAQUER con el eresífac al hacer la extracción por medio de la ventosa aplicada sobre una superficie de la cápsula anterior mucho mayor que la que podía coger la pinza.

Los progresos de la extracción intracapsular, gracias al eresífac, son de todos conocidos, y si en un principio dijo un oculista francés que este método no pasaría los Pirineos, no sólo los pasó, sino que también pasó los Océanos llevando el nombre de España por las cinco partes del mundo.

Sin embargo, el cristalino, suspendido por la zónula, a veces se resistía a las tracciones del vacío, y si en cataratas maduras y en personas de edad, por ser la zónula menos resistente, salía fácilmente,

en los jóvenes, y sobre todo en la extracción del cristalino transparente, había que combinar la acción del mismo vacío, con presiones en la región ciliar para romper la zónula.

Es cierto que desde hace muchos años se idearon instrumentos, como el Zonulótomo de Gradenigo, para romper la zónula, pero su manejo es muy delicado y no son siempre eficientes.

La gloria de encontrar una substancia que electivamente rompa la zónula, estaba destinada al Prof. Joaquín BARRAQUER, hijo y nieto de los anteriores. En este proceder culmina la extracción intracapsular del cristalino ya que, rota la zónula por la acción electiva de una substancia, la alfa-quimotripsina, se suprimen todas las tracciones y todas las presiones, evitándose el peligro del desprendimiento de la retina. De esta manera el nombre BARRAQUER queda unido a la operación de la catarata de un modo inseparable.

De desear es que, como ante toda técnica nueva, todos aquellos que, de ahora en adelante quieran usarla, se familiaricen con ella, y cuando quieran enjuiciarla, no sean sus palabras la expresión de un error aparentemente consagrado con los números de una estadística.

Dr. PEDRO PONS: Esta Real Academia se siente hoy honrada por la presencia de las más altas dignida-

des de la Oftalmología española y por la presentación de esta nueva técnica que el doctor Joaquín BARRAQUER nos ha expuesto de forma tan clara y tan brillante.

Esto continúa la tradición de esta dinastía de los BARRAQUER, cuyo nombre ha quedado casi en cada generación ligado a una técnica especial como un modelo de extracción de la catarata.

El producto utilizado por el doctor BARRAQUER nos era ya conocido desde hace mucho tiempo, es decir, desde que PUIG MUSSET, aquí presente, y al cual también felicito, puso en las manos de la clínica médica universitaria este producto, habiendo comenzado primeramente por la misma tripsina, cuyo poder fibrolítico se vino a ensayar. Pero la quimotripsina tenía la ventaja enorme de su tolerancia local y nosotros la hemos empleado nada menos que en el tratamiento de una enfermedad muy frecuente, cual es la periartrosis escapulo-humeral, que es, quizá, la enfermedad reumática más frecuente junto con la cervicaria. En esta periartrosis la manifestación más corriente es el no poder levantar el brazo en la senectud y es una cosa muy común a los 50 años, hasta tal punto que ya es de rutina el ayudar a los ancianos a ponerse el abrigo; esto, como digo, en la periartrosis es muy corriente. Y este es uno de los síndromes reumáticos más difíciles de tratar, ya que resistía todos los antiálgicos hasta

que la llegada del dacortín, prednisona y prednisolona lo mejoraron; pero la curación mejor en la periartrosis que, como vemos, su indicación era casi quirúrgica y era preciso una anestesia para romper brutalmente las adherencias, ha sido la inyección local de quimotripsina. Con ella se consigue que las adherencias a la cara interna del deltoides se rompan como por ensalmo después de haber suministrado unas cuantas inyecciones de la misma, por tanto, la quimotripsina ha eliminado el elemento más espantable de esta común y molesta afección. ¡Imaginense, pues, si de tal modo rompe adherencias tan firmes, si no tendrá efecto sobre la zónula que es tan sutil que casi se reduce a unas pocas fibras! Basta, como ha dicho, una solución diluísima al 1 por 5.000, para que después de unos minutos se rompan las adherencias y entonces el cristalino, casi flotante, trémulo, se desprenda rápidamente.

Yo, esto, más que un nuevo sistema, diría que es un complemento porque sigue ejerciéndose la presión de la ventosa sobre el cristalino, pero dicha presión se reduce ahora a un paso casi formulario y no traumático.

El procedimiento no será totalmente nuevo, pero representa un 50 % de adelanto el poder romper la zónula y desprender fácilmente el cristalino sin causar ningún perjuicio al ojo.

Esto representa un gran porcen-

taje, sobre todo en las cataratas sintomáticas de los jóvenes y adolescentes. Por este motivo es un honor para mí, a las palabras pronunciadas por los doctores ARRUGA, Tomás BARRAQUER e Ignacio BARRAQUER poder sumar esta noche mi felicitación al doctor Joaquín BARRAQUER por esta comunicación que deseo que se recuerde como momento histórico.

Dr. Joaquín BARRAQUER: El señor Presidente me indica que tome la palabra para la réplica.

Más que réplica, quiero que mis palabras sean de agradecimiento, en primer lugar, para el presidente de esta sesión, maestro mío de Patología médica y que ha querido honrarme con unas alabanzas que

mi persona no merece. Las acepto muy emocionado, porque sé el aprecio que siente por nosotros.

Al doctor ARRUGA, su opinión para mí ha sido valiosísima, como maestro que es en cirugía ocular.

De mi padre, el profesor Ignacio BARRAQUER y del doctor Tomás BARRAQUER sólo me queda decir que sus palabras han sido para mí una reconfortación, una ayuda, un empuje en la trayectoria que procuramos llevar siempre adelante para el progreso de la Ciencia y beneficio de nuestros enfermos. Y solamente quiero añadir mi agradecimiento a todos los colaboradores, a todos los médicos de nuestro Servicio, que han cooperado, que han ayudado, a que este trabajo pudiera llevarse a cabo.

## RESUMEN

El autor ha descubierto la acción lítica de un enzima proteolítico sobre la zónula. Se trata de la  $\alpha$ -quimotripsina, una endopeptidasa dotada de acción fibrinolítica y proteolítica.

Esta substancia, inyectada en la cámara anterior del ojo humano, parece tener una acción lítica selectiva sobre la zónula respetando las restantes estructuras endoculares. Esta acción se patentiza por la sub-

luxación del cristalino a los pocos minutos del lavado zónulo-camerular. Extraído el cristalino ha comprobado, por biomicroscopía y durante el período postoperatorio, la ausencia de alteraciones corneales, irideas, hialoideas, retinianas, etc., que pudieran ser atribuidas a dicho fermento.

El autor cree que la zonulolisis enzimática abre un nuevo camino

en la cirugía del cristalino, ya que:

1.º Permitirá la extracción total del cristalino a cualquier edad.

2.º Eliminará las extracciones extracapsulares y, secundariamente, sus complicaciones:

- retracciones capsulares;
- cataratas secundarias;
- sinequias iridocapsulares.

3.º Hará desaparecer, en la ex-

tracción intracapsular, los accidentes tales como:

- roturas capsulares;
- iridociclitis traumáticas;
- pérdidas de vítreo debidas a maniobras de presión-tracción realizadas durante la extracción;
- desprendimientos de retina por tracciones excesivas.

4.º Substituirá con ventaja las técnicas de zonulotomía mecánica seguidas hasta el presente.

## RÉSUMÉ

L'auteur a découvert l'action lytique d'une enzyme protéolytique sur la zonule. Il s'agit de l'1/2-chymo-trypsine, une endopeptidase dotée d'une action fibrinolytique et protéolytique.

Cette substance, injectée dans la chambre antérieure de l'œil, paraît avoir une action sélective sur la zonule en respectant les structures endoculaires restantes. Cette action est rendue évidente par la subluxation du cristallin quelques minutes après l'irrigation zonulo-camérulaire. Après l'extraction du cristallin, l'auteur a constaté, à l'aide de la biomicroscopie, l'absence d'altérations cornéennes, iriennes, hyaloïdiennes, rétinienues, etc., qui pourraient être attribuées à ce ferment.

L'auteur pense que la zonulolyse enzymatique ouvre de nouvelles possibilités dans la chirurgie du cristallin, vu que:

1) Elle permettra l'extraction totale du cristallin à n'importe quel âge.

2) Elle éliminera les extractions extra-capsulaires et, par conséquent, leurs complications:

- retractions capsulaires;
- cataractes secondaires;
- synéchies irido-capsulaires.

3) Dans l'extraction intra-capsulaire, elle fera disparaître des accidents tels que:

- ruptures capsulaires;

- iridocyclites traumatiques;
- pertes de vitré par les manoeuvres de pression-traction réalisées au cours de l'extraction;
- décollements de la rétine oc-

casionnés par tractions excessives.

4) Elle remplacera avantageusement les techniques de la zonulotomie mécanique, employées jusqu'ici.

### SUMMARY

The author has discovered a lytic action of a proteolytic enzyme on the zonule. It deals with  $\alpha$ -chymotrypsin, an endopeptidase gifted with fibrinolytic and proteolytic action.

This substance, injected in the anterior chamber of the human eye, seems to have a selective lytic action on the zonule, while respecting the remaining endocular structures. This action is made evident by the sublaxation of the lens a few minutes after the zonulocamerular irrigation with this enzyme. When the lens has been extracted, the author has noted by means of biomicroscopy during the post-operative period the absence of corneal, irideal, hyaloid, retinal etc. alterations, which can be attributed to said ferment or enzyme.

The author believes that enzymatic zonulolysis opens a new surgical field of the crystalline lens seeing that:

1) The intracapsular extrac-

tion is possible at any age, which.

2) Renders extracapsular extractions unnecessary and in consequence its inherent complications are not presented, such as:

- capsular retraction;
- secondary cataract;
- iridocapsular synechia.

3) The following accidents that sometimes occur during and after intracapsular extractions are eliminated:

- tearing of the capsule;
- iridocyclitic operational injuries;
- loss of vitreous humor due to push and-pull manoeuvres employed for the extraction;
- retinal detachment due to excessive tractive efforts as mentioned above.

4) It advantageously substitutes the mechanical zonulotomy technique employed up to the present.

### ZUSAMMENFASSUNG

Der Autor hat die lytische Wirkung eines proteolytischen Enzyms auf die Zonula entdeckt. Es handelt sich um das  $\alpha$ -Chymptrypsin, eine Endopeptidase mit fibrino- und proteolytischer Wirkung.

Diese Substanz, in die Vorderkammer des Auges eingespritzt, scheint eine Wahlwirkung auf die Zonula zu haben, während sie die restlichen endookularen Strukturen respektiert. Diese Wirkung wird offenbar durch die Subluxation der Linse, wenige Minuten nach der Zonula-Kammer-Spülung. Nach der Extraktion der Linse hat der Autor anhand der Biomikroskopie die Abwesenheit von Hornhaut-, Iris-, Hyloid- und Netzhautschädigungen usw. festgestellt, die diesem Ferment zugeschrieben werden könnten.

Der Autor nimmt an, dass die enzymatische Zonulolysis neue Wege in der Linsen- chirurgie eröffnet; denn:

1) Sie erlaubt die totale Linsextraktion in jedem Alter.

2) Sie macht die extrakapsularen Extraktionen überflüssig, womit gleichzeitig deren Komplikationen wegfallen, wie z.B.:

- Kapselschrumpfung;
- Nachstar;
- Iris-Kapsel-Verwachsungen.

3) Bei der intrakapsularem Extraktion verschwinden Unfälle, wie:

- Kapselruptur;
- Traumatische Iridocyclitis;
- Glaskörperverlust durch die während der Extraktion ausgeführten Zieh- und Druckmaneuver;
- Netzhautablösungen, verursacht durch zu starkes Ziehen.

4) Sie ersetzt vorteilhaft die bis jetzt angewandten Techniken der mechanischen Zonulotomie.