

VII.-

SLT vs ALT: EFECTO TISULAR

Si en algo se diferencian ambos conceptos de trabeculoplastia, es sobre todo en su efecto sobre el tejido diana. Además de las diferencias en cuanto a la naturaleza de la radiación utilizada, que ya hemos comentado, los parámetros que usan ambos sistemas, también difieren notablemente, empezando por la cantidad de energía liberada en cada tratamiento. El rango habitual de potencia en la ALT se sitúa entre 500 y 1200 mW, lo que equivale a una energía por disparo de 50 a 120 mJ, ya que el tiempo de exposición es de 0,1 s. En el caso de la SLT, la energía por disparo oscila entre 0,4 y 1,2 mJ. Considerando un tratamiento de 50 disparos, la energía total sería de 2500 a 6000 mJ para la ALT y de 20 a 60 mJ para la SLT, es decir, una cantidad de energía por tratamiento 100 veces menor⁵¹. Si, por otra parte, tenemos en cuenta que el tiempo de

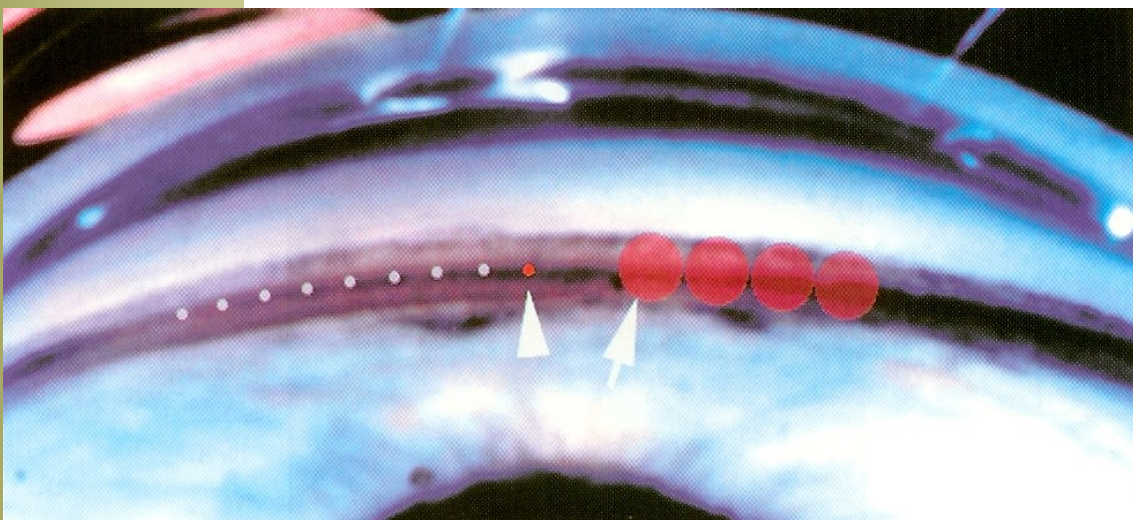


Fig. 30. Diferencia de tamaño de spot entre ambas técnicas. Izda: ALT (50µ). Dcha: SLT (400µ). Al abarcar la totalidad de la amplitud del ángulo, en la SLT desaparece el llamado "targeting effect", es decir, la necesidad de situar los disparos en una estrecha franja del ángulo, como ocurre con la ALT. A pesar de todo, en la SLT no se producen sinequias.

exposición en el láser de argón es de 0,1s, frente a los 3 ns (0.000 000 003 s) de la SLT, y los comparamos, observamos que el tiempo de exposición por disparo es 33 millones de veces menor en la SLT. Ahora bien, para calentar a 150 °C los gránulos de melanina en un tiempo tan corto, se necesita una fuente de energía entre 27.000 y 300.000 veces más eficiente (Q-sw).

Tales diferencias explican por sí mismas de una forma gráfica que el tejido diano no responda de la misma forma ante ambos tipos de láser. Ya hemos comentado que el tiempo de exposición es el parámetro crucial para la selectividad, y que éste ha de ser al menos inferior a $1\mu\text{s}^{25}$. En la ALT, los niveles de energía más altos, junto con un tiempo de exposición largo, no evitan la dispersión del calor, y explican la aparición de daño coagulativo, que se manifiesta como quemaduras en forma de cráter, con contracción del tejido afectado. Por el contrario, en la SLT, no hay evidencia de cambios coagulativos visibles microscópicamente, lo que hace pensar que el retratamiento sea eficaz.

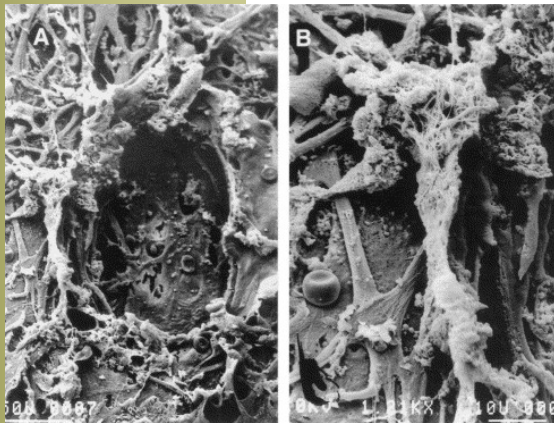


Fig. 31.. Efecto de un disparo de láser de argón, en la superficie del trabéculum. A: Microscopía electrónica de barrido en la que puede observarse el cráter formado por el impacto, rodeado de un borde con signos evidentes de daño coagulativo. B: Detalle del margen del cráter mostrando la coagulación y contracción del tejido.

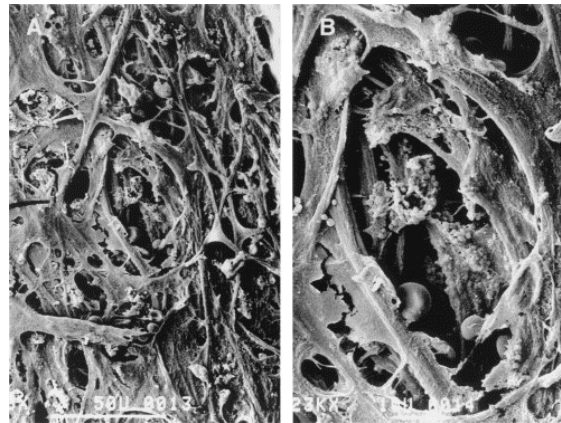


Fig. 32.. A y B: Fotografía de microscopía electrónica de barrido del área tratada con un impacto de láser de Nd:YAG 532 nm (SLT). Ausencia de daño coagulativo. B: En el centro de la imagen pueden verse restos celulares, y la fragmentación de un haz trabecular. No se observa desnaturalización proteica ni fenómenos de contracción del tejido.

Theresa Kramer y Robert Noecker⁵², publicaron en abril de 2001 un estudio realizado sobre 8 ojos humanos de cadáver, a los que sometieron a tratamiento con ALT y SLT, para luego observarlos con microscopía electrónica de barrido y de transmisión de electrones. Tras enucleare los ojos, se aisló el segmento anterior. Cada espécimen recibió una modalidad de láser en cada mitad del trabéculum, es decir, 180° tratados con ALT, y los 180° restantes con SLT. Las alteraciones estructurales de la malla trabecular fueron observadas con microscopía electrónica de barrido (SEM), y los cambios intracelulares, con microscopía electrónica de transmisión (TEM).

Resultados: Las áreas de trabéculum tratadas con ALT mostraron quemaduras en forma de cráter en la porción uveal, en la unión de la malla pigmentada con la no pigmentada, con evidencia de daño coagulativo en el fondo y a lo largo del borde de dichos cráteres, con disrupción de los haces colágenos, exudado fibrinoso, lisis de células endoteliales y la consiguiente aparición de restos citoplásmicos y nucleares. El examen de la malla trabecular tras ser tratada con SLT no evidenció daño coagulativo ni disrupción de los haces trabeculares tanto de la porción uveal como de la corneoescleral, permaneciendo intacta su estructura. Sí se pudo observar la presencia de mínimos daños mecánicos en el centro del área del disparo, y como única alteración ultraestructural, la disrupción de los gránulos de pigmento intracitoplasmáticos, con dispersión de los mismos, y la lisis de algunas células endoteliales.

Los autores concluyen con la apreciación de que la SLT aplicada "in vitro" sobre la malla trabecular humana, no produce daño coagulativo, y produce una alteración de la arquitectura tisular significativamente menor que con la ALT, convirtiéndola en un procedimiento más seguro, y probablemente repetible.

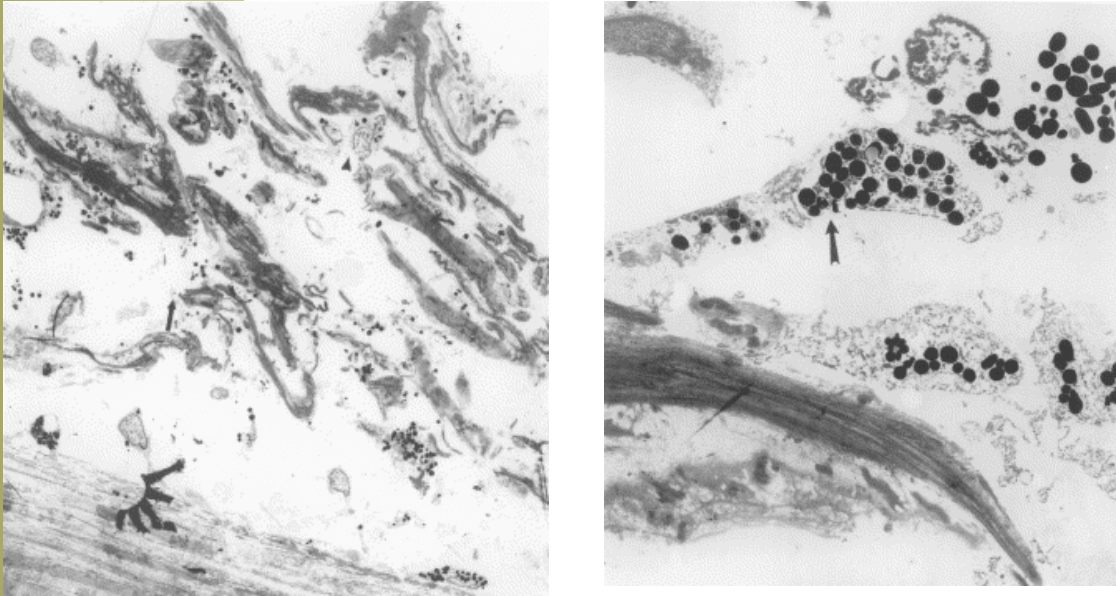


Fig. 33. Microscopia electrónica de transmisión de electrones, mostrando el efecto del láser de argón sobre la malla trabecular. Izda: Nótese la abigarrada desestructuración de los haces trabeculares, producto de la dispersión del calor y de la coagulación consiguiente. Dcha: Los gránulos de pigmento permanecen intactos, aunque muchos de ellos aparecen fuera de las membranas celulares, tras su destrucción.

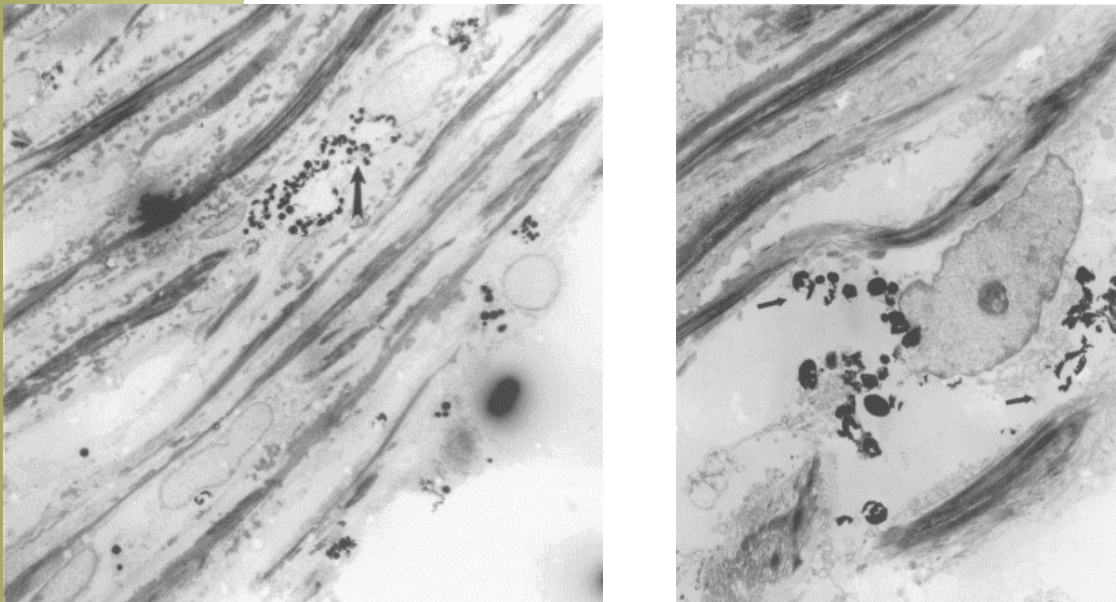


Fig. 34. Microscopia electrónica de transmisión de electrones. SLT. Podemos apreciar el respeto por la arquitectura de los haces trabeculares, que no pierden su alineación ni orientación, no alterándose su posición ni relaciones con el resto del tejido. Aparecen vacuolas en el seno de las células que contienen pigmento (flecha). Dcha: A mayor aumento, podemos observar cómo algunos gránulos de pigmento aparecen fragmentados (flecha).

La última edición del Shields Textbook of Glaucoma⁵³, cita un trabajo publicado recientemente, en el que se afirma que el daño mecánico es comparable entre ambas modalidades de trabeculoplastia (ALT y SLT). Hemos accedido al citado artículo⁵⁴, en el que se describe un estudio

realizado sobre ojos con melanoma, pero gonioscópicamente normales, que esperaban ser enucleados, en los que se trató, días antes, la mitad inferior del trabéculum con SLT, un cuadrante superior con ALT a *baja potencia (460mW)*, y el cuadrante restante se dejó sin tratar. Los especímenes, tras la enucleación, fueron evaluados con microscopia óptica y de transmisión de electrones. Los autores describen haber encontrado disrupción de los haces trabeculares en ambos tipos de láseres, y una línea de demarcación entre las zonas tratadas y el cuadrante intacto. Sin embargo, a pesar de que concluye que el daño mecánico fue comparable entre ambas líneas de investigación, reconoce que la extensión del daño fue menor con SLT, y los elementos estructurales (colágeno) y las células endoteliales, permanecieron mejor preservados que con ALT a baja potencia.

NOTAS