الباب الثانى

التطبيقات الطبية لأشعة الليزر

الفصل الأول

اهمية الليزر فى العلوم الطبية

أثبت الليزر كفاءة عالية فى الجراحة بصورة عامة، وفى الجراحة الدقيقة بصورة خاصة. وتكمن فعاليته من وجهة النظر الطبية فى طاقته الحرارية العلية والمتركزة فى قطر ضيق جداً.

وحتى نتعرف على أهمية الليزر فى الطب والجراحة، يجدر بنا تفحص مميزاته التالية:

أ- تقليل هدم الانسجة بهدف الالتئام السريع:

تمتص المواد العضوية بالخلية الحية حزمة ليزر ثانى الكربون عند تركيزها على الأنسجة. يؤدى ذلك إلى ارتفاع درجة حرارة ماء الخلية الداخلى والخارجى، الممتص لطاقة الحزمة، إلى ١٠٠°م أى إلى درجة تبخره، وبذلك يسهل قطع الأنسجة المراد إزالتها، علماً بأن التأثير على الأنسجة المحيطة لا يزيد قطره عن ١٠٠ ميكرون من نقطة الاتصال مما يجعل فترة الالتئام قصيرة وبالتالى مدة أقل من العناية بعد الجراحة.

ب- جراحة بدون دماء:

شكل (٢٣) تستخدم الأشعة فى العمليات الجراحية التى يصاحبها قطع الكثير من الأوعية الدموية كما هى الحال فى جراحات المعدة والكبد والرئة ويكون للشعاع الليزرى عملان فى آن واحد هما: القطع وتخثير الدماء فى النهايات المفتوحة، ليتسنى للجراح الاهتمام بالعملية دون إضاعة الوقت فى وقف النزيف الدموى.

جـ- تقليل الالتهابات التالية للعملية الجراحية:

لا تتأثر الخلايا القريبة من نقاط تماس الشعاع وذلك لأن شريط القطع يكون ضيقاً بعد تركيز شعاع الليزر بعدسات خاصة شكل (٢٤) ليكون قطر الشعاع صغيراً جداً مما يجعل استرجاع حيوية الخلايا المقطوعة سريع.

د- تقليل الآلام الناتجة عند الجراحة:

شعاع الليزر قادر على غلق نهايات الأعصاب الدقيقة المقطوعة بسبب الجراحة، ويؤدى هذا إلى تخفيف الآلام لدرجة تنتفى معها الحاجة أحياناً إلى التخدير كما هو الحال فى علاج العيون.

هـ- الدقة المتناهية:

يستطيع مستخدم جهاز الليزر السيطرة الكاملة على عمق اختراق الحزمة الليزرية، والتى بدورها تعتمد على قدرة الليزر ومدة التعرض، وبالاستعانة بالمجهر يستطيع الجراح التحكم فى موقع الحزمة بدقة **شكل (٢٥)**، ولكون الليزر يعمل من مسافة فهذا يعطى للجراح مجال رؤية أكبر.

واحتمال الخطأ عند التعامل مع الأجزاء الحساسة فى الدماغ والحبل الشوكى

يكون معدوماً والخطأ سابقاً ينشأ نتيجة لاهتزاز يد الجراح مثلاً، لكن مع الليزر يعين الجراح مسبقاً منطقة سقوط الأشعة وبعدها يطلق الأشعة لتصيب الخلايا بدقة.

و- لا تأثير ميكانيكي: لا وجود لخطورة الحركة الميكانيكية للخلايا الحية التى تنتج عن الضغط، وذلك بسبب انعدام الضغط عند استخدام شعاع الليزر.

ز - النقل والتوصيل: يمكن نقل طاقة الأشعة عن طريق الألياف البصرية وتوصيلها إلى المناطق الداخلية المصابة من الجسم وبالتالي علاجها، وتعالج بعض حالات انسداد الشرايين بهذه الطريقة[٢٥].

ح- التعقيم: لا خطورة من التلوث لعدم وجود ملامسة بين أدوات الجراحة والأنسجة التى يتم علاجها، بالإضافة إلى أن شعاع الليزر قادر على تبخير الجراثيم المرضية القريبة من موقع الجراحة[٢٦].

الفصل الثانى

الليزر فى الجراحة

أدوات جراحية ليزرية:

أ- مقصات ليزرية:

إن الحزم الضوئية المركزة والنقية والمعروفة بالليزرات، صارت مكونات نموذجية فى أجهزة شائعة مثل آلات تشغيل الأقراص المدمجة والطابعات، بيد أن شيوع هذه الليزرات فى حياتنا اليومية لا يعنى أن أداءها قد اقتصر على الأعمال المألوفة، إذ يمكننا تصور تركيز حزمة بشكل محدد على عضيه خلوية أو على تركيب معين داخل أى خلية حية **شكل (٢٦)**، وأن الحزمة تستطيع حقاً الإمساك بذلك الكيان المتناهى فى الصغر وتثبيت حركته، وأنه بينما تعمل هذه الحزمة كملقط فإن بوسع حزمة ثانية العمل كمقص أو كمشرط لإجراء جراحة دقيقة على تلك العضية.

ظهرت مقصات الليزر أولاً، فقبل نحو ثلاث حقب زمنية من عام ١٩٩٨م اقترح «بيرنز» مع «راوندز» أثناء عملهما فى مؤسسة باسادينا للبحوث الطبية إمكان استخدام الليزرات فى دراسة بنيان الخلايا والعضيات واستقصاء وظائفها.

وفى السنوات التى أعقبت بدء الدراسة وجد بيرنز مع زملائه أنه بالإمكان استخدام مقصات الليزر فى دراسة عضيات نووية مثل الصبغيات والتدخل حتى أثناء الطور المغزلى لانقسام الصبغيات (الكروموسومات) خلال عملية الانقسام الخلوى الدقيقة، وقد يسرت الليزرات أيضاً دراسة مكونات مثل الميتوكوندريات وهى محطات الطاقة فى الخلية وغيرها من العضيات.

وعلى الرغم من عدم معرفة العلماء الدقيقة بكيفية إحداث الليزرات للتغيرات المحددة فى مكونات الخلية، فإن بوسعهم إحداث تغيرات معينة مطلوبة مراراً وتكراراً دون تعريض الخلية للخطر.

وأظهرت لنا الأدوات البيولوجية التقليدية مثل المجهر الضوئى والمجهر الإلكترونى **شكل (٢٧)** أن بوسع مقصات الليزر إحداث تغيير معين فى صبغى ما موجود فى أعماق الخلية، وقد بينت الأبحاث المبكرة أن بوسع المقصات إيقاف نشاط جزء مختار من صبغى ما فى الخلايا المنقسمة وهو على وجه التحديد منطقة تحتوى على جينات أو مورثات تتحكم فى بناء عضية نووية تعرف باسم «النوية»، علاوة على ذلك يستمر التغيير الذى حدث فى سلالات الخلايا التى نتجت بواسطة استنساخ تلك الخلايا، فقد امتلكت جميعها نسخة خاملة من الجينات فى المنطقة نفسها.

فى جميع تطبيقات مقصات الليزر يحتاج الباحثون إلى توخى الدقة والانتقائية، وتعنى الدقة توجيه حزمة الليزر إلى النقطة المستهدفة بدقة تامة، أما الانتقائية فتتعلق بإحداث تغيير متحكم به فى الهدف وعدم إلحاق ضرر بما يحيط به.

ويمكن الوصول إلى دقة مناسبة بفضل المستوى الرفيع للعناصر الضوئية للمجاهر الحديثة، إذ تصنع العدسات الشيئية وتصقل بدقة، كما تصحح لونياً ضمن الطيف المرئى بأكمله بحيث تتباعد أو تتجمع جميع الأطوال الموجية عند النقطة نفسها فى الفضاء، وفى أحدث ما ينتج من العدسات الشيئية المغمورة فى الزيت للمجاهر الضوئية وتسمى العدسة الشيئية الزيتية، وهى عدسة ذات شكل نصف كروى ويواجه سطحها المستوى الشريحة الزجاجية التى وضعت عليها العينة، ويبلغ تكبيرها مئة مرة. **شكل (٢٨)**.

ويمكن تحقيق الانتقائية – أى التغيير المتحكم فيه – حسبما يتضح من التطبيقات التى تم تطويرها حتى الآن، وعلى الرغم من ذلك لا يعلم الباحثون كيفية ضمان الانتقائية فى كثير من التطبيقات الجديدة.

وعلى الرغم من وجود هذه المجاهيل فإن بالإمكان إجراء عمليات استئصال ليزرية بالغة الدقة نحطم فيها مناطق معينة من الأهداف أو يوقف نشاطها فى أى مكان من المكونات الخلوية التى يمكن رؤيتها بواسطة المجهر الضوئى[٢٧].

ب - ملاقط ليزرية:

بالنسبة لغير المتخصصين فى علم الفيزياء يبدو استخدام الضوء للإمساك بشىء وتحريكه أمراً غير معقول، فكون الضوء قادراً على التسخين أو الإحراق أو القياس أو المعايرة يبقى أمراً معقولاً، أما فكرة كون الضوء قوة يمكنها الإمساك بشىء وتحريكه فقد تبدو غريبة!! مع ذلك فللضوء عزم يمكن أن يقدمه للهدف الذى يبلغه، وتكون القوى الناتجة بالغة الضآلة بحيث يقصر إدراكنا الحسى عنها.

فى منتصف الثمانينات اكتشف «أشكين» أن حزمة ليزرية مستمرة الموجة منخفضة الطاقة (أقل من وات واحد) بوسعها القيام بصيد ضوئى لبكتيرات منفردة ولحيوانات وحيدة الخلية، وقد بين هو ومعاونوه (مستخدمين ليزر الأرجون المتأين الأزرق المخضر ومن بعده ليزر الياج "Nd:YAG" الذى يعمل فى مجال الأشعة تحت الحمراء والذى تكون الخلايا أكثر شفافية بالنسبة إليه) إمكان الإمساك بخلايا كاملة وكذلك بعضياتها وتحريكها حسب الطلب. **شكل (٢٩)**.

بعد ذلك تمكن «شو» الذى نال جائزة نوبل فى الفيزياء عام ١٩٩٧م ومساعدوه فى جامعة ستانفورد من توضيح أن بإمكان ملاقط الليزر الإمساك أيضاً بالجزيئات، إذ قاموا بربط حبيبات شفافة من البولى ستايرين Polystyrene بنهايات

دنا (DNA) لولبى مكشوف، ثم استخدموا قوى الصيد الضوئى فى سحب الحبيبة ومط جزئ الدنا إلى كامل طوله[٢٨].

وتمكن مجموعة من العلماء فى إيرفاين وهم «كاهلان» و«ترومبرك» و«وى» و«كراسيفا» و«نيكيوليسكو» من استخدام ملاقط الليزر فى تحليل العلاقة بين الشكل والوظيفة فى الخلايا التائية T-Cells الموجودة فى الجهاز المناعى، وتبين لهم أن تعريض الجزيئات الغريبة أو مولدات الأضداد للخلايا البائية B-Cells الموجودة فى الجهاز المناعى يعمل على بدء سلسلة من التفاعلات التى تشمل ارتفاعاً فى تركيز أيونات الكالسيوم فى الخلايا التائية ويؤدى هذا الارتفاع إلى تخصص Specialization الخلايا التائية وتكاثرها، وهما أمران حيويان بالنسبة إلى المناعة.

وللخلايا التائية مظهراً مستقطباً يحدده شكلها والاتجاه الذى تسلكه فى زحفها، وقد استخدمت ملاقط ليزرات التيتانيوم فى صيد الخلايا البائية ووضعها عند نقاط مختلفة من سطح خلية تائية، وعندما وضعت خلية بائية عند النهاية الخلفية لخلية تائية لم تحدث أية استجابة، وانفصلت الخلية البائية عن الخلية التائية فى غضون دقيقتين.

أما وضع خلية بائية عند الحافة المتقدمة للخلية التائية نفسها فقد سرع من ارتفاع تركيز أيونات الكالسيوم داخل الخلية، مما يدل على أن سلسلة التفاعلات المتضمنة فى الاستجابة كانت جارية فعلاً.

وهذه النتيجة تتفق تماماً مع فكرة كون الخلايا التائية وغيرها من خلايا الدم البيضاء تهاجر فى اتجاهات معينة، ويرجع ذلك جزئياً إلى استجابتها لإشارات تتسلمها بواسطة مستقبلات موجودة على طرفها الأمامى.

وتستطيع ملاقط الليزر صيد الخلايا المتحركة أيضاً، فقد أمكن لمجموعة علماء فى إيرفاين وهم «تادير» و«سونك» و«رايت» أن يبينوا لأول مرة أن بإمكان الملاقط الليزرية الإمساك بالخلايا المنوية البشرية ومعالجتها حسب الرغبة[٢٩].

ج- مقصات وملاقط ليزرية معاً:

تختلف حزم المقصات والملاقط بعضها عن بعض اختلافاً بيناً فى مدتها وشدتها، فبينما تستخدم المقصات نبضات قصيرة ذات كثافة إشعاعية عالية، تستخدم الملاقط أشعة مستمرة ذات كثافة إشعاعية منخفضة، ويتعين أن يكون الهدف شفافاً بالنسبة لضوء الملاقط حتى تمر الحزمة من خلاله من دون أن يمتص منها قدر ملموس من الطاقة التى تتحول إلى حرارة مخرِّبة أو حتى أنها تولد مفاعيل ضوئية كيميائية ضارة.

وتشكل مقصات وملاقط الليزر أدوات قوية كل فى حد ذاته ولكن الطرائق التى

تستخدمهما - كلاً منهما على حدة أو الاثنين معاً - تتيح إجراء عمليات أكثر حذقاً وإبداعاً فى مجال معالجة الخلايا، وتغييرها.

ثم استخدمت مقصات وملاقط الليزر معاً، حيث تم استخدام ملقط الليزر Nd:YAG الذى يعمل فى مجال الأشعة تحت الحمراء لتحريك خليتى «ورم نخاعى» Myeloma بشريتين، ومقص ليزر النيتروجين النبضى ذا الضوء البنفسجى لقطع غشائى خليتين متلامستين بحيث اندمجت الخليتان فى خلية هجينة واحدة تحتوى على جينومى[٣٠] الخليتين معاً.

إن الربط بين مقصات وملاقط الليزر يتيح معالجة عضيات وخلايا كاملة على نحو لم يسبق له مثيل، وأجريت بالتعاون بين العالمين «بيرنز» و«سالون» دراسات على مستوى العضيات باستخدام مقصات الليزر لقطع صبغيات فى غمرة الانقسام الخلوى المتساوى أو الخيطى (Mitosis) ثم قاما باستعمال ملاقط الليزر فى تحريك القطع داخل الخلية، وكان الهدف دراسة القوى التى يبذلها مغزل الانقسام وهو الأداة الخلوية التى تسحب الصبغيات المتناسخة إلى الطرفين المتقابلين من الخلية أثناء انقسامها[٣١].

د - مشارط ليزرية:

تشكل الليزرات مشارط جراحية من النوع الجيد، لقدرتها على الانتقاء الفائق أكثر من كونها مجرد أدوات تقطع أى شىء تصادفه، وتلك الخاصية هى التى تسمح لأشعته بالنفاذ إلى داخل خلية ما أو عضو معين فى حين يبقى ظاهرهما سليماً وهو ما لا يستطيعه أى مشرط جراحى آخر. **شكل (٣٠)**.

والفكرة الأساسية فى استخدام الليزر كمشرط طبى تقوم على الاستفادة من الشعاع المستقيم لـ «الليزر» ذى الانفراج الصغير والذى يمكن تركيزه إلى نقطة صغيرة بوساطة العدسات، كما أن طاقة الشعاع تمتص بسرعة من قبل الماء فى الخلايا والأنسجة فتعمل الحرارة المتولدة على إزالة هذه الأنسجة وتبخيرها.

إن عمق ومكان القطع المطلوب تحقيقه يعتمد على الطول الموجى لـ «الليزر» المستخدم، فقد أظهرت الأبحاث أن الليزر بطول موجى مرئى ينفذ لعمق أكبر نسبياً فى الأنسجة، ولهذا فهو أقل استعمالاً كمشرط. فمثلاً نبضات شعاع ليزر الياقوت بطول موجى ٠,٦٢٣ ميكرومتر تؤثر بشدة على العضو المعالج والأنسجة السليمة الواقعة تحته، ولهذا يفضل استخدام ليزرات بأطوال موجية أعلى من ١,٥ ميكرومتر لقطع الأنسجة، وبهذا ستكون منطقة التأثير محصورة ولا تتعدى منطقة القطع بكثير.

وعند دمج الليزر مع الأجهزة المجهرية «الميكروسكوبية» يتمكن الجراح من أداء أدق العمليات.

هـ - أشعة الليزر والألياف البصرية:

يمكن استخدام أشعة الليزر مع الألياف البصرية فى إجراء جراحات داخل الجسم بكفاءة وأمان[٣٢].

ويعتمد هذا على تقنيات الألياف البصرية التى أحدثت ثورة فى رؤية أعضاء جسم الإنسان الداخلية، مما انعكس على دقة تشخيص وعلاج الأمراض المختلفة. هذه الألياف المرنة الدقيقة فتحت نافذة لرؤية الأنسجة الحية، إذ بإدخال الألياف من خلال الفتحات الطبيعية فى جسم الإنسان أو من خلال فتحات صغيرة جراحية ودفعها خلال الممرات الموجودة بالجسم، أمكن للطبيب المعالج أن يرى الشعب الهوائية فى الرئة وحجرات القلب وأجزاء أخرى لم تكن فى متناوله من قبل.

كما يمكن إجراء جراحات داخل جسم الإنسان عن طريق توجيه حزمة أشعة منبعثة من الليزر عبر الشعيرة البصرية، وبفضل هذه الطريقة أمكن توفير كثيراً من الإجراءات المعقدة التى كان يلجأ إليها الطبيب للوصول إلى موقع المرض، والتى كانت تتسبب أحياناً عن طريق الخطأ فى قطع أنسجة سليمة.

ولقد كان من أهم تطبيقات تكنولوجيا الألياف البصرية ومعها الليزر هو:

١- المناظير الطبية:

كان المنظار الطبى أول تطبيق لتكنولوجيا الألياف البصرية فى مجال الطب، فهو جهاز للرؤية من خلال الألياف البصرية ويتكون من حزمتين من الألياف: إحداهما توفر الإضاءة وتحمل الضوء إلى الأنسجة، والأخرى هى حزمة تكوين الصورة التى تنقل الصورة إلى الراصد، وتشمل حزمة الألياف البصرية فى المنظار عشرة آلاف شعيرة، وسمك الحزمة كلها لا يتعدى ملليمتراً واحداً، ويمكنها تكوين صور نقطية لأجسام عرضها يصل إلى ٧٠ ميكروناً، ويمكن إدخال المنظار فى الأوردة داخل ذراع الإنسان.

وفى السنوات الأخيرة كان أهم تطبيق للألياف البصرية فى مجال الطب هو توفير طاقة ليزرية وإدخالها داخل الجسم للعلاج أو لإجراء الجراحات، ويتوقف تفاعل أشعة الليزر مع أنسجة الجسم على كل من: الطول الموجى وشدة الأشعة، حيث يتم امتصاص الضوء من قبل الأنسجة بدرجة تختلف تبعاً لطول الموجة ونسبة المواد الملونة مثل الهيموجلوبين والميلانين.

ويحدث جهاز الليزر الذى تنبعث منه أشعة ضئيلة القدرة تسخيناً موضعياً يجلط الدم، وعن طريق ذلك يقوم شعاع الليزر بلحم الأنسجة وإغلاق الجروح، أما الأشعة الليزرية عالية القدرة فتعمل على إزالة الأنسجة، وفى أغلب الأحوال عن طريق تبخير الماء الداخل فى تركيبها، ومثل هذه الأشعة يمكنها إجراء جراحة نظيفة يقل فيها نزيف الدم أو يكاد ينعدم تماماً.

وتصنع الألياف البصرية المستخدمة فى نقل الصور والتشخيص من زجاج السليكا، **شكل (٣١)** فى حين أن الألياف البصرية المستخدمة مع الليزر تصنع من مادة الكوارتز.

٢- الإندوسكوب Endoscope

أو ما يسمى بجهاز «المجواف» شكل (٣٢) وهو يحوى منظاراً يعمل بالألياف الضوئية، ومستشعرات ضوئية، وآلة جراحية يمكن بوساطتها أخذ عينات من الأجزاء المصابة بالجسم، ويصل قطر هذا الجهاز إلى أقل من ٢ ملليمتر، وبه شعيرة لنقل أشعة الليزر. وتستخدم المستشعرات فى قياس ضغط الدم ودرجة الحرارة وسرعة تدفق الدم، كما توجد شعيرة لضخ السوائل والغازات من خلالها، ويتم إدخال المجواف فى الأوعية الدموية، وبذلك يمكن للطبيب أن يرى الانسدادات وقياس سرعة تدفق الدم، ويتم إيقاف تدفق الدم باستخدام (بالون)، وبمرور أشعة الليزر خلال الشعيرة يتم تبخير الانسداد وضخ الغازات الناتجة من التبخير إلى خارج الجسم، وتقوم المستشعرات المتصلة بالحاسب الآلى بتنبيه الطبيب عند وصول درجة التسخين إلى درجة أعلى من المطلوب[٣٣].

الليزر فى جراحة الخلية والهندسة الوراثية:

★ الليزر فى جراحة الخلية:

يستخدم الليزر للإمساك بخلايا مفردة وبمكونات أصغر حجماً منها بواسطة الملاقط الضوئية، بينما يمكن تغيير التراكيب التى تم الإمساك بها بدقة متناهية، وتهىء هذه الليزرات طرقاً جديدة لاستقصاء الخلايا ومعالجتها.

بيد أنه مثلما يقوم الجراحون بتوجيه ملاقط ومقصات آلية مجهرية من خلال مناظير باطنية لإجراء جراحات ذات حد أدنى من الإضرار بالأعضاء، فإن بيولوجيى الخلية يستطيعون اليوم استخدام ملاقط الليزر ومقصاته لإجراء معالجات ذات حد أولى من الإضرار بالخلايا وعضياتها.

فعندما ظهرت مقصات الليزر اقترح «بيرنز» و«راوندز» أثناء عملهما فى مؤسسة باسادينا للبحوث الطبية – إمكان استخدام الليزرات فى معرفة بنيان الخلايا والعضيات واستقصاء وظائفها، وتم التركيز – حينذاك – على بحث وتحديد معالم الليزرات التى يمكن استخدامها كالأطوال الموجية للضوء الليزرى ومدة تعرض الخلية له وتحديد العضيات التى يمكن معالجتها بنجاح بوساطة تلك الحزم الضوئية[٣٤].

بعدها أمكن استخدام مقصات الليزر فى دراسة عضيات نووية مثل الصبغيات ومغزل الانقسام الذى يعزل الصبغيات أثناء الانقسام الخلوى، ويسرت الليزرات دراسة

مكونات مثل الحبيبات الخيطية أو ما تسمى «ميتوكوندريات» وهى محطات الطاقة فى الخلية، وتراكيب مثل الخيوط الميكروية أو المجهرية والأجسام المركزية التى تؤدى دوراً هاماً فى الحفاظ على البنية الخلوية وفى نقل الجزيئات بين الخلايا.

ويقوم العاملون بمجموعة «البرايتون» فى «إيرفاين» باستخدام مقصات الليزر بطريقة أخرى، وذلك بفتح خلية مفردة كى يتسنى تحليل مكوناتها الكيميائية فى أى وقت[٣٥].

★ الليزر فى الهندسة الوراثية:

وعلى الرغم من عدم المعرفة الدقيقة بكيفية إحداث الليزرات للتغيرات المحددة فى مكونات الخلية، فإنه بوسعنا إحداث تغييرات معينة مراراً وتكراراً دون تعريض بنيان التركيب المستهدف أو بيئته لأى خطر، فمثلاً: بوسع مقصات الليزر إحداث تغيير معين فى صبغى ما موجود فى أعماق الخلية، وقد بينت أبحاث مبكرة أنه بوسع المقصات الليزرية إيقاف نشاط جزء مختار من صبغى ما فى الخلايا المنقسمة وهى منطقة تحتوى على مورثات تتحكم فى بناء عضية نووية هى «النوية» ويستمر التغيير الحادث فى سلالات الخلايا التى نتجت بواسطة استنساخ تلك الخلايا، فقد امتلكت جميعها نسخة خاملة من الجينات فى المنطقة نفسها.

وقد يكون التثقيب الضوئى Optoporation – أى إحداث ثقب بوساطة وسائل ضوئية – مفيداً ومناسباً فى المعالجات الجينية عموماً وفى المعالجة الجينية الوراثية للنباتات خصوصاً، إذ تكون جدران الخلايا النباتية صلبة نسبياً إذا ما قورنت بالأغشية الخلوية للخلايا الحيوانية. ولقد تم استخدام التثقيب الضوئى لإيلاج جينات فى خلايا مفردة من نباتات الأرز، وقد كونت هذه الخلايا – التى تم تحويرها جينياً – نباتات كاملة، كانت كل خلية من خلاياها تحمل الجينات التى تم إدخالها وتعطى صفاتها، وقد قام بهذه التجربة كل من «بيرنز» وزميله «لبانك» فى جامعة كاليفورنيا (إيرفاين).

وتثبت هذه التجارب إثباتاً واضحاً إمكان استخدام مقصات الليزر فى إضافة الجينات أو فى حذفها[٣٦].

★ الليزر فى الجراحة العامة:

لا يزال مشرط الجراح وبراعته هى التى تقود العمل فى مجال الجراحة ولكن دخول الليزر مع المناظير أوجد طرائق حديثة وبسيطة للعلاج. والليزر يملك القدرة على إزالة الأورام الحميدة والخبيثة، وله مميزات عن المشرط العادى فى هذه الأحوال، ففى الوقت الذى يتم فيه إزالة الأورام، لا يحدث نزيف حيث أن شعاع الليزر سيقوم بإيقاف النزيف من الأوعية الدموية فى مكان الاستئصال. فضلاً عن أن الليزر يمكن أن يصل لأعماق بعض الأعضاء التى لا تصل إليها يد الجراح بدقة، وهذا من

صميم المبدأ، أما تطبيق ذلك فنجده فى إزالة أورام المعدة والمرئ والبلعوم والجزء السفلى من القناة الهضمية وحصوات المرارة وغيرها، أما ما تم عمله فى المعهد القومى لعلوم الليزر من تجربة تفتيت حصوات المرارة، واستعمال الليزر فى إيقاف النزيف الذى يصاحب حالات تليف الكبد، وتليفات المرئ، فقد نجحت تماماً فى إنقاذ عديد من المرضى، وهذه المضاعفات تحدث نتيجة البلهارسيا وتعد من المشاكل القومية التى أوجد الليزر لها حلاً معقولاً.

كذلك يلعب الليزر دوراً فى علاج أمراض الشرج كالناصور والبواسير والشرخ الشرجى حيث نستخدم خاصية الإذابة الحرارية وتجليط الدم لإحداث التآم بالأنسجة، ما ينتج عنه ضمور البواسير وإبادة الأنسجة الملتهبة واستئصالها[٣٧].

ومعظم العمل فى هذا المجال قد أداه البروفسور L. Goldman ورفاقه فى جامعة Gincinnati فى الولايات المتحدة الأمريكية، حيث استعملوا ليزر الجوامد وليزر ثانى أكسيد الكربون CO_2 فى أبحاثهم[٣٨].

ويقول الدكتور ستروبخ «إن الجراحة بأشعة الليزر تعنى حداً أدنى من المرض وشفاءاً كلياً، وترك آثار ضئيلة، وأداء ممتاز بعد الجراحة..»[٣٩].

★ الليزر فى جراحة القلب والصدر: نظراً لأن تكنولوجيا الليزر تكنولوجيا حديثة واعدة، فقد كان يشوبها أحياناً بعض المبالغة، ولهذا فإن المستقبل الحقيقى لجراحة الليزر سوف يتحدد عندما نصل إلى فهم أعمق للآليات الكيميائية والفيزيائية الأساسية التى يؤثر الضوء بواسطتها فى الأعضاء.

إضافة إلى ذلك فإن استخدام الليزر مع تكنولوجيات أخرى، كمنظار الألياف الضوئية، يتيح نقل التأثيرات الحرارية وغير الحرارية إلى بعض أجزاء الجسم التى كانت فى الماضى بعيدة المنال.

فمثلاً، يستطيع الجراحون باستعمال العدسات الليفية والأنابيب المجوفة استخدام الليزر عبر جدار الصدر فى معالجة مرضين من أمراض الصدر الهامة هما: استرواح الصدر التلقائى "Spontaneous Pneumothorax" وانتفاخ الرئة "Pulmonary Emphysema" الوخيم، حيث يصاب الأشخاص الأصحاء فى الحالة الأولى بتمزق تلقائى فى إحدى الرئتين يتسرب الهواء منه، وهنا يمكن استخدام الليزر فى سد هذا التمزق على غرار ما اكتشفه الجراحان «واكاباياشى» و«برينر» من جامعة كاليفورنيا فى إيرفاين دون الحاجة إلى الجراحة التقليدية.

ويمكن أن تساعد هذه الطريقة نفسها فى معالجة انتفاخ الرئة الوخيم الذى يصل عدد المصابين بصوره المختلفة إلى عشرة ملايين من الأمريكيين، إذ توجه أشعة

ليزر ثانى أكسيد الكربون – عبر فتحة فى جدار الصدار – إلى الفقاعات الهشة المسماة Bullae والتى تغطى مساحات واسعة من الرئتين، فتنكمش هذه الفقاعات بفعل حرارة الليزر ويندمل مكان التسريب ويتضاءل خطر حدوث تمزقات أخرى، وهكذا فإن نحو تسعين فى المائة من المصابين بالانتفاخ الوخيم فى الرئة – والذين كانت شدة مرضهم تحول دون تعريضهم للجراحة التقليدية – استفادوا وأبدوا تحسناً ملحوظاً بعد إجراء هذه الجراحة الليزرية[٤٠].

وفى جراحة الصدر أيضاً يتم استخدام ليزر الأرجون المتأين مع ليزر الصبغة فى تشخيص وعلاج سرطان الرئة بالشعاع الضوئى، ويستعمل ليزر ثانى أكسيد الكربون فى إعادة التروية الدموية لعضلة القلب Heart Revascularization بينما يستخدم ليزر الياج أو الأرجون فى استئصال اللويحات التصلبية Atheromatous Plaque[٤١].

وقد تمكن علماء المعهد الوطنى لأمراض القلب والرئة فى «بيتسدا» بولاية «ماريلند» من تطوير أداة لأشعة الليزر، تسمح بقياس دورة الدم دون أذى، ومن المنتظر أن يتم تطوير استخدامات جديدة قيمة فى مجال مراقبة جريان الدم لدى المصابين بصدمات، وكذلك متابعة استجابة أمراض أوعية الدم فى الساقين للعلاج بالإضافة إلى مراقبة أثر المخدرات على الدورة الدموية[٤٢].

★ الليزر فى جراحة الأوعية الدموية:

غالباً ما تنشأ أمراض القلب بسبب ترسبات الدهون فى شرايين القلب، ولقد بينت الاختبارات أن أشعة الليزر الموجهة بواسطة الألياف البصرية، يمكنها تبخير هذا الدهن، وبالتالى إزالة الانسداد[٤٣].

وتطبيقات الليزر فى جراحة الأوعية الدموية كبيرة وكثيرة منها: عمل فتحة داخل جلطة لجعل الدم يسير فى مساره الأصلى. كان مثل هذا الإجراء حلماً وأصبح حقيقة..!! وكذلك التئام وتوصيل الأوعية الدموية وعمل الوصلات بقليل من الخيوط فهو إنجاز، ونأمل أن يتم بدون استخدام خيوط إطلاقاً[٤٤]..

ويقوم أطباء القلب والأوعية الدموية ومختصو الأشعة بإدخال ليف ضوئى مفرد أو حزمة مرنة من الألياف داخل أحد الأوعية الدموية إلى أن تصل إلى مكان الانسداد سواء فى الأوعية المحيطية أو الأوعية التاجية وعندئذ تقوم الألياف الضوئية بنقل أشعة الليزر إلى مكان السدادة؛ فتبددها وتعمل على استعادة الدورة الدموية الطبيعية المنتظمة.

ولقد كانت هذه العملية التى يطلق عليها تسليك الأوعية Angioplasty بالليزر، تجرى فى الأصل بوساطة أشعة الليزر الحرارية كعامل مساعد لتسليك الأوعية

بالبالون، حيث كان الليزر يستخدم فى فتح قناة خلال الوعاء الدموى المسدود كلياً أو جزئياً، ثم يتبع ذلك عملية التسليك بالبالون بعد إدخاله من خلال القناة المذكورة ونفخه، ما يؤدى إلى توسيع الوعاء الدموى.

ولم يكن هذا التأثير الحرارى الليزرى ناجحاً فى إزالة الرواسب الكلسية الشائعة فى حالات تصلب الشرايين، ولقد وجد الطبيبان «M.J توبيس» و«L.W هنرى» من جامعة «إيرفاين» أن هذه الرواسب قد تسبب انحراف الألياف مما يؤدى إلى ثقب جدار الوعاء الدموى، كما أنها قد تسبب فى بعض الحالات ضرراً للجدران السليمة للأوعية الدموية المجاورة.

وفى مقابل ذلك فإن أشعة ليزر الأكسيمير ذات النبضات بطول موجى ٠,٣٠٨ ميكرون تبدو مثالية من أجل تسليك الأوعية بالليزر سواء بالبالونات أو من دونها لأن ثنائيات الذرات المثارة من غازات مثل الأرجون مع الفلور أو الزينون مع الكلور تطلق طاقة تولد أشعة ليزر ثنائية الإثارة تسمى اختصاراً أكسيمير وتستطيع عدسات الكوارتز المرنة نقل أشعة الأكسيمير Excimer ذات الموجة التى طولها ٠,٣٠٨ ميكرون بفاعلية، ولقد كان كل من «فورستر» و«ليتفاك» و«كروندفست» من مركز (Cedars of Sinai) الطبى فى لوس أنجلوس أوائل من أظهروا أن هذا النوع من أشعة الليزر قادر على استعادة الدورة التاجية.

ولقد أجرى فى الولايات المتحدة العديد من عمليات التسليك للشرايين التاجية بمساعدة الليزر وبنسبة احتمال مضاعفات لا تتجاوز تلك المعتادة فى تسليك الشرايين بوسائل أخرى.

وما تزال عمليات معالجة انسداد الأوعية التاجية بالليزر – حتى وقت قريب – فى المرحلة التجريبية، ويتطلب انتشارها الانتظار حتى تصبح أشعة الليزر المستخدمة وكذا أجهزة التصوير أكثر تطوراً ودقة[٤٥].

★ الليزر فى جراحة الأعصاب: يستخدم ليزر ثانى أكسيد الكربون أو ليزر الياج فى استئصال أورام المخ والحبل الشوكى فى العمود الفقرى.

ويستخدم ليزر ثانى أكسيد الكربون CO_2 أيضاً فى استئصال الأورام السحائية Meningioma وفى تقويم التشوهات الولادية فى الوجه والجمجمة واستئصال الأورام الدبقية Glioma وتخفيف الآلام الناتجة عن تضيق منتصف جبهة المخ.

ومن مميزات الليزر فى هذه الجراحات تقنية عدم اللمس، ولذلك فإن غشاء المخ لا يتأثر بالعملية، وتقل فترة النقاهة التى يحتاجها المرضى بشكل ملحوظ.

ومن أعظم استخدامات الليزر فى هذا المجال استخدامه لاستئصال الغدة النخامية

Pituitary Gland وذلك من خلال العظم الوتدى «الإسفينى» Sphenoid Bone بقاع الجمجمة بطريقة سهلة.

★ الليزر فى جراحة العظام:

يستخدم ليزر ثانى أكسيد الكربون CO_2 فى:

أ- جراحة المفاصل لإزالة الشظايا العظمية.

ب- إزالة الترسبات الكلسية.

جـ- جراحة الرقائق القرصية الرابطة.

د- خزع الأغشية الزلالية (سائل المفاصل).

هـ- تحرير المفاصل (Arthrolysis).

و- تقويم المفاصل (Arthroplasties).

ز- استئصال الأورام الخبيثة العظمية.

أما فى جراحات العمود الفقرى فقد استعمل الليزر بنجاح وأعطى للجراح المقدرة على إزالة ورم كان من الصعب استئصاله كلياً مثل ورم النخاع الشوكى أو Spinal Cord Tumor إذ يقل الضرر الواقع على الحبل الشوكى أو إصابة جذور الأعصاب الخارجة منه.

ويستخدم ليزر ثانى أكسيد الكربون فى قص عضلات الظهر فى عمليات النخاع الشوكى ورفع الغضاريف الفقارية. واستعمال الليزر فى جراحات الظهر فى قص العضلات لا يحدث التشنجات فيها مقارنة بجهاز الكى العادى وبذلك يقل الألم بعد الجراحة.

كذلك يستخدم ليزر ثانى أكسيد الكربون فى السنوات القليلة الأخيرة فى عمليات استبدال المفاصل التالفة بمفاصل صناعية Artificial Joints ولقد أحرز العلماء تقدماً كبيراً فى نقل شعاع الليزر عبر مناظير المفاصل Arthroscope إلى داخل المفصل، بطريقة تسمح بتشكيل الغضاريف، وهناك العديد من التجارب تجرى على استخدام الليزر فى جراحات العظام التقويمية الدقيقة.

★ الليزر فى جراحة التجميل والتقويم:

يستخدم ليزر ثانى أكسيد الكربون فى:

أ- تقويم الجفن أو ترقيعه.

ب- تقويم الثدى.

جـ- إزالة الأنسجة الشحمية.

د- جراحة تقويم الوجه والفكين.

بينما يستخدم ليزر الأرجون فى إزالة الأورام العرقية الدموية أو ما يطلق عليها (Haemangioma).

ويستخدم فى هذا النوع من التطبيقات ليزر ثانى أكسيد الكربون وليزر الإربيوم Erbium Laser لا سيما فى عمليات شد الوجه وسنفرة البشرة وإزالة التجاعيد وترقيع الأجفان وإزالة خطوط الشفاه Lip lines.

هـ- النحت والتشكيل الدهنى أو ما يسمى «سيلويت Silhouette».

السيلويت نوع من العلاج يستخدم فى عمليات التجميل لإزالة الترسبات الدهنية والخلوية. وقد نشأت هذه التقنية وطورت فى فرنسا وأثبتت كفاءتها فى تنعيم البشرة وإزالة الشحوم من البدن وإعادة تشكيل الجسم ولا سيما السيقان. وتقنية السلهويت بالاستعانة بأشعة الليزر وملحق بها حاسب آلى ومعدات لعمل «مساج» للعميل مما يجعله يشعر بالاسترخاء والتخلص من الإجهاد والشد العصبى وذلك يؤدى لعلاج الترسبات الدهنية ويكسب الإنسان شكلاً رشيقاً.

الفصل الثالث

الليزر فى طب وجراحة العين

مقدمة تاريخية:

عرف الإنسان منذ القدم أن للشمس – وهى مصدر الحياة على الأرض – أضرارها على العين، وقد نصح سقراط أنه فى كسوف الشمس لابد من تجنب النظر إليها مباشرة، وأضاف أنه يمكن النظر إلى الأشعة المنعكسة من على الماء حتى لا يحدث ضعف فى الإبصار.

واستمرت المعلومات بهذا الشكل حتى القرن السابع عشر عندما وصف (Banetus) ١٦٢٠-١٦٨٩م بالتفصيل فقد الإبصار المركزى نتيجة حرق من أشعة الشمس على الشبكية، وعندما اخترع جهاز فحص قاع العين أمكن رؤية ما يحدث لمركز الشبكية حين تعاين المقلة كسوف الشمس. واستمرت التجارب بعد ذلك باستخدام أشعة الشمس المباشرة وقوى من الكربون لإحداث إصابات فى الشبكية ومعرفة تأثيرها، إلى أن عمل (Maggiore) سنة ١٩٢٧م تجربة مثيرة على عيون بشرية واستعمل أشعة الشمس المركزة على هذه العيون ثم تركها فترة وقام باستئصالها كما كان متفقاً مسبقاً ودرس كل التأثيرات التى تحدث من أشعة الشمس إلى أن أشار (Movan Solac) فى الفترة من ١٩٤٠ إلى ١٩٤٤ م إلى إمكان استخدام الكى الضوئى من الناحية العلاجية بعد معرفة أن التأثير الضار من أشعة الشمس يحدث تليفاً فى مركز الشبكية، وهذا التليف يؤدى إلى التصاق شديد بين الشبكية والمشيمية التى تغذيها وتجاورها، واستخدام هذا فى لحام قطوع الشبكية والتى تؤدى إلى مرض الانفصال الشبكى، وعلى هذا يكون التأثير الضار فى المركز إذا استعمل خارج هذا المكان يؤدى إلى علاج مرض خطير مثل الانفصال الشبكى، ولكن يرجع الفضل فى ابتكار أول جهاز للكى الضوئى من الناحية العلاجية إلى العالم (ماير شويكيراس) سنة ١٩٤٩م ثم إلى (زينون) الذى طور ذلك الجهاز فى سنة ١٩٥٦م إلى أن قدم (ميمان) سنة ١٩٦٠م جهاز الليزر والذى فتح آفاقاً كبيرة فى علاج العيون من الأمراض المختلفة، وأصبح الليزر هو المشرط لإجراء العمليات، ولكن الأكثر أهمية أنه الوسيلة الوحيدة التى يمكن أن تصل إلى توطئة العين لعمل ما لم يخطر على بال بشر من قبل.

وعلى الرغم من استعمال ليزر الياقوت أولا فى التجارب على العيون بدءاً من سنة ١٩٦١م إلا أن أول علاج بـ «ليزر الأرجون المتأين» كان لشبكية مريض فى ١٤ فبراير ١٩٦٩م فى «بنسلفانيا» بالولايات المتحدة الأمريكية بواسطة اسبيرانس (Uesperance) وفريقه[٤٦].

ثم استخدم ليزر الكريبتون المتأين فى عام ١٩٧٢م وليزر النيوديميوم – ياج بطول موجى ٥٣٢,٠ نانومتر عام ١٩٧١ وليزر ثانى أكسيد الكربون بطول موجى ١٠,٦٠ ميكرون عام ١٩٧٢م.

وفى عام ١٩٧٩م استخدم ليزر الصبغة النبضى، ثم ليزر النيوديميوم – ياج بطول موجى ١٠٦٤,٠ نانومتر فى عام ١٩٨٠م، وفى عام ١٩٨١م تم استخدام ليزر الصبغة المستمر(٤٧).

ولم يقتصر دور الليزر فى العيون على العلاج فقط، ولكن الليزر يستخدم الآن فى رسم قاع العين وقياس أخطاء انكسار العين فى عمل النظارات والعدسات اللاصقة.

امتصاص أنسجة العين للضوء:

ينتج الحرق الذى يحدث تجليط وتجميد الدم من امتصاص الطاقة الضوئية وتحولها إلى حرارة وهناك ثلاث مركبات فى نسيج العين تمتص الضوء بقدر مختلف:

أ- الميلانين أو القتامين Melanin.

ب- الهيموجلوبين أو خضاب الدم Haemoglobin.

جـ- الزانثوفيل Xanthophyll.

يمتص الميلانين جميع الأشعة فى المنطقة المنظورة ومنطقة الأشعة تحت الحمراء القريبة بقدر متساوٍ تقريباً، لكن كثافة اللون أو الصبغة فى الطبقة المصبوغة (Pigmented Epithelium) ليست منتظمة، ولذلك فسوف يختلف امتصاصها تبعاً لكثافة الصبغة عند نقطة السقوط، ويكون الاختلاف فى الامتصاص أكثر تبايناً إذا ما استخدمت حزمة من أشعة الليزر مقطعها صغير عن ما إذا كانت مساحة المقطع كبيرة.

ويعتمد امتصاص الدم للأشعة الضوئية أساساً على تركيز الهيموجلوبين وعلى طول موجات الأشعة، ويتوقف امتصاص كل من الهيموجلوبين والأكسى هيموجلوبين بقدر مؤثر على الأطوال الموجية فى منطقة الأصفر- الأزرق من الطيف، ويكون الامتصاص ضئيلاً فى منطقة الأحمر ومنطقة الأشعة الحمراء القريبة **شكل (٣٣)** الذى يوضح لنا العلاقة بين النسبة المئوية للطاقة الممتصة بواسطة طبقة رقيقة من الدم سمكها ١٠٠ ميكرون وفقاً للأطوال الموجبة لكل من ليزرات الأرجون (٤٥٩,٥ و ٤٨٨,٠ و ٥١٤,٥ نانومتر) والكربتون (٥٣٠,٨ و ٥٦٨,٢ و٦٤٧,١ نانومتر) وهيليوم – نيون (٦٣٢,٨ نانومتر) والياقوت (٦٩٤,٣ نانومتر).

ولا تمتص الأوساط الشفافة التى تتكون أساساً من كميات الماء مع كمية

صغيرة من البروتين وجزيئات كبيرة أخرى– الأشعة المنظورة. وتنخفض نفاذية الضوء فى أوساط القرنية ليكون ملحوظاً فقط فى منطقة الأشعة الزرقاء والبنفسجية.

وتتوقف كفاءة الليزر المستخدم فى عملية تجميد الدم بوساطة الأشعة الضوئية جزئياً على مدى إمكانية تكوين صورة محددة المعالم على قاع العين، فعين الإنسان أداة بصرية ليست خالية من العيوب.

فعند استخدام قوس الزينون تفقد الصورة المتكونة على القاع حدّة معالمها، أى التباين الذى يحدد بدقة حدودها لوجود عيوب هندسية. وبالإضافة إلى ذلك، إذا انبعث من مصدر الضوء عدد من الأطوال الموجية، فقد يظهر العيب الكرى اللونى الناتج من اختلاف معامل الانكسار.

وباستخدام قوس الزينون الكهربى عام ١٩٥٩م – أى قبل ظهور الليزر – لم ترتفع درجة الحرارة فى المنطقة الشفافة المحيطة بموقع حرق الشبكية، أكثر من ٠,١ درجة مئوية، ونجد أن صورة مساحة قطرها الأصلى ١ مم تصل إلى مساحة قطرها ٣,٢ مم على شبكية العين، أما فى حالة أشعة الليزر وحيدة الطول الموجى فإن العيب الكرى اللونى يختفى لكن يتبقى العيب الكرى.

ولكى يحدث تفاعل فى قاع العين، يلزم انتقاء أطوال موجية خلال أوساط القرنية وفى نفس الوقت يتم امتصاصها بوساطة مادة الهدف حتى يتسنى تولد تفاعل فعال عند منطقة الهدف مع أقل التأثيرات على الأوساط الأخرى.

ويبين **الشكل (٣٣)** خصائص النفاذية فى أوساط القرنية، والامتصاص فى البشرة أو الطبقة المصبوغة الداكنة والمشيمية[٤٨] .

الليزر فى علاج امراض الشبكية والجسم الزجاجى:

هناك الكثير من الأمراض يمكن علاجها بأشعة الليزر مثلاً:

أ – يستطيع الليزر علاج النزيف والارتشاحات الناجمة عن تأثير الداء السكرى فى الشبكية، ولا توجد وسيلة أخرى للوصول إلى مكان النزيف غير شعاع الليزر. ويستخدم الليزر قبل أن يستفحل المرض فى العين، وقبل حدوث تليف فى الشبكية والمشيمية، إذ لا يجدى الليزر فى هذه الحالة، فلابد من استخدام الليزر فى التوقيت الذى يشير به إخصائى العيون، وأكثر أنواع الليزر شيوعاً فى مثل هذه الحالة هو الأرجون. وفى بداية الأمر أجريت تجربة على عدد كبير من المرضى فى أمريكا على عين واحدة تم علاجها بالليزر، وبقيت العين التى تم علاجها بالليزر بدون مضاعفات، ما جعل بعض المرضى يلجأون للمحاكم لعدم علاج العين الأخرى.

ب- يعمل الليزر على منع المضاعفات التى تحدث نتيجة لانسداد الوريد المركزى للشبكية أو أحد فروعه، وأحياناً لا يكون الهدف زيادة الإبصار.

جـ- يمكن علاج بعض الأورام الخبيثة فى الأطفال بالليزر إذا كانت الحالة مبكرة جداً.

د- يمكن عمل لحام لقطوع الشبكية والتى تؤدى إلى الانفصال الشبكى بالليزر، وإذا تمت مبكراً قبل حدوث الانفصال، فإنها تعطى نجاحاً أكيداً وبما أن ذلك يتم فى العيادات الخاصة بدون تخدير أو ألم، فسندرك كم من الحالات تم إنقاذها بدون اللجوء إلى العمليات الجراحية الكبرى.

هـ- علاج عتمات بالجسم الزجاجى والتليف البسيط والذى يمكن أن يؤدى إلى ضعف الإبصار، ويمكن فى مثل هذه الحالات إزالة ما يعترض طريق الرؤية بواسطة ليزر الياج بدلاً من عمليات تغيير الجسم الزجاجى الصعبة والتى يصاحبها مضاعفات كثيرة.

الليزر فى علاج المياه الزرقاء:

يوجد بالعين غدة داخلية لإفراز سائل خاص بتغذية الأنسجة الداخلية للعين، وعندما يؤدى وظيفته يخرج بواسطة قنوات إلى الخارج، فإذا حدث انسداد فى هذه القنوات يحدث ارتفاع فى ضغط العين، ما يؤدى إلى ضمور فى العصب البصرى، الذى يتسبب فى فقد الإبصار.

وعلاج المياه الزرقاء (الجلوكوما) بالجراحة معروف قديماً ولكن الحديث هو استعمال الليزر لعمل فتحة لتصريف السائل بدلاً من القنوات المسدودة، وتم استخدام ليزرات الأرجون والياج والهيليوم – نيون بنجاح فى إجراء مثل هذه العمليات.

الليزر فى علاج المياه البيضاء:

لا يوجد علاج بالليزر حتى هذه اللحظة للمياه البيضاء على الرغم من تمكن العلماء من تحقيق ذلك فى حيوانات التجارب، وسيأتى اليوم الذى يتمكن فيه الأطباء من علاج المياه البيضاء باستعمال أجهزة الليزر.

والمياه البيضاء أو (الكتاركت) عبارة عن عتامة فى عدسة العين ويمكن إزالتها جراحياً وزرع عدسة بدلاً منها أو عمل نظارة طبية أو عدسة لاصقة بعد العملية، ونلاحظ أحياناً بعد إجراء هذه العملية حدوث عتمات فى محفظة العدسة أو وجود تكاثر لخلايا من العدسة أمام الحدقة، ما يجعل الإبصار يضمحل تدريجياً، ولابد من إزالة هذه البقايا جراحياً أو حديثاً باستخدام ليزر الياج، ويتم هذا العلاج أيضاً فى العيادة الخارجية.

الليزر فى علاج عتمات القرنية السطحية:

يتم استخدام ليزر الأكسيمير بدلاً من عمليات ترقيع القرنية المرتفعة التكاليف، والكثيرة المضاعفات، والتى فى النهاية قد يقبلها الجسم أو لا يقبلها[٤٩].

الليزر فى علاج قصر النظر وطول النظر والاستجماتيزم:

لقد بدأت التجارب باستخدام ليزر الأكسيمير "Excimer" فى علاج قصر النظر وطول النظر بجامعة «ليوفان» "Leauven" فى «بلجيكا» منذ عام ١٩٨٧م وهى من الجامعات المتقدمة فى هذا المجال عالمياً. يقوم بهذه التجارب الأستاذ الدكتور «ميسوتين» "Missotten" ومجموعته.

وفى هذه الحالة يستخدم جهاز ليزر الأكسيمير لعلاج قصر النظر البسيط والذى لا يتجاوز ٦ درجات (ديوبتر)، وأما إذا كانت الحالة أكثر من ذلك فإنه يلزم عمل جراحة مع الليزر.

الغالب فى حالات تطبيق ليزر الأكسيمير هو استخدام ليزر فلوريد الأرجون المنبعث منه نبضات ليزرية تقع فى منطقة الأشعة فوق البنفسجية عند طول موجى «١٩٣» نانومتر يتم بها إزالة طبقات سطحية من قرنية العين دون إتلاف للطبقات الباقية الموجودة على عمق مقاساً من السطح. لكى نحصل على تصويب كرى لانحناء القرنية، يتم أولاً الحصول على حزمة أشعة ليزر الأكسيمير منتظمة الشدة الضوئية، على اتساع سطح القرنية، وباستخدام فتحة أو نافذة بها حاجز على شكل حلزون دوار يمكن التحكم بوساطته فى زمن تعريض مناطق القرنية بحجب أشعة الليزر عن مواقع، وتعريض المواقع المطلوب إزالتها، ويتناسب سمك الطبقة المزالة عند أى بعد من مركز القرنية مع زمن التعريض. تثبت الفتحة ذات الحاجز الحلزونى الدوار فى مسار أشعة الليزر، وتوضع على مسافة قصيرة من القرنية بحيث يقع مركزها على محور العين، يتم تصميم شكل حاجز الفتحة بحيث تتناسب قيمة زاوية الفتحة عند أى نقطة على بعد من مركز الدوران طردياً مع سمك الطبقة المطلوب إزالتها **شكل (٣٤)**، وتحتاج الإزالة المطلوبة إلى عدد من النبضات قد يصل إلى ٥٠ نبضة أو يزيد، ويثبت معدل إرسال النبضات الليزرية وكذلك سرعة دوران الفتحة خلال العملية[٥٠].

ويبين **الشكل (٣٥)** حاجز الفتحة أو النافذة التى تدور فى حالة تصويب كرى سالب لعين قصيرة النظر.

ويلاحظ أن قياس تضاريس سطح القرنية لا يساعد فى حساب سمك الطبقة المطلوب إزالتها من سطح القرنية، إنما يتم حساب السمك بتحديد عدد النبضات، إذ أن السمك يساوى حاصل ضرب عدد النبضات بمعدل الإزالة. كما يمكن الكشف على سطح القرنية وتقدير انحنائه باستخدام جهاز يسمى "Keratometer" **شكل (٣٦)** وذلك بتثبيت العين على مسافة قصيرة من سطح به فتحات دائرية متحدة المركز أضيئت من الخلف بمصدر ضوء أبيض عالى الشدة، ويتم تسجيل الصورة

المنعكسة من سطح القرنية لهذه الدوائر المضيئة على لوح فوتوغرافى.

أما حالات طول النظر يمكن علاجها أيضاً بجهاز ليزر هيليوم نيون وعلاج الاستجماتيزم فى الطريق إلى شيوع الاستعمال.

الليزر فى علاج الاعتلال الشبكى السكرى:

إن صبغة الميلانين ذات اللون البنى القاتم فى شبكية العين تمتص الأشعة الخضراء فى ليزر الأرجون وبالتالى فإن ليزر الأرجون يخرب مناطق محددة من الشبكية دون أن يضر المناطق الأخرى فى العين والتى تمتص أشعة ذات أطوال موجات أخرى. ولهذا فإن هذه الطريقة تستخدم بشكل فعال فى معالجة الاعتلال الشبكى السكرى وهو داء انتكاسى يؤدى إلى تحلل الأنسجة المصابة، وكان يعد سبباً لنسبة كبيرة من حالات فقد البصر فى الولايات المتحدة الأمريكية.[٥١] . **شكل (٣٧)**.

الليزر فى جراحة خزع المحفظة الخلفية لعدسة العين:

تكشف المحفظة الخلفية لعدسة العين هو: الاختلاط الأول بعد العمل الجراحى، ويحدث فى ما يقارب الـ ٥٠٪ من المرضى حتى بعد خمس سنوات، ويكون أكثر حدوثاً عند الشباب منه عند المسنين حيث تصل النسبة عندهم إلى ٧٠٪.

قد تزحف الخلايا الظهارية من المحيط لتغطى المحفظة الخلفية والمحور البصرى فيؤدى ذلك إلى تشكل ما يسمى «لآلئ الشنيغ» "El Shnig Pearls"، وزحف الخلايا الظهارية وتغطيته للمحفظة الخلفية يؤدى إلى تليفها[٥٢].

قبل عام ١٩٨٠م كانت المعالجة الوحيدة للغشاوة الثانوية هى فتح الغشاء الخلفى وتتطلب هذه العملية التخدير العام للمريض، ومن ثم فقد أظهر «آرون – روزا» من جامعة باريس و«فرانكهاوزر» من جامعة «بيرن» بسويسرا أن أشعة الليزر تحت الحمراء القصيرة النبضات يمكن أن تسلط على الغشاء الخلفى المتكثف أو بالقرب منه مسببة تمزقه بوساطة الموجات الصدمية، وقد استعملا فى ذلك ليزر النيوديميوم – ياج الذى يرسل نبضات فى مستويات النانوثانية أو البيكوثانية (واحد من تريليون من الثانية) والتى تعمل على موجة يعادل طولها ١,٠٦ ميكرون، وفى كل الأحوال تقريباً تتحسن الرؤية لدى المريض بعد المعالجة بالليزر مباشرة وتجرى هذه الجراحة لأكثر من مائتى ألف مريض سنوياً بالولايات المتحدة[٥٣].

استخدامات الليزر الأخرى فى طب وجراحة العين:

شكل (٣٨)

- يستعمل الليزر فى توسيع الحدقة لإعادة الرؤية بعد فقدها.
- يستعمل الليزر فى علاج انسداد المسالك الدمعية وعمل مسالك بديلة[٥٤].
- يستعمل الليزر كوسيلة لإجراء اختبارات البصر **شكل (٣٩)** ويستخدم

لأجل ذلك جهاز يعتمد على تحرك بقع ضوء الليزر المتماسكة عند فحص النظر. فإذا كان المريض مصاباً بعيب فى الرؤية، تتحرك البقع إلى أعلى فى حالة طول النظر، وإلى أسفل فى حالة قصر النظر، وتبين السرعة مدى سوء الإبصار عند المريض[٥٥].

- يستعمل الليزر فى إرشاد المكفوفين ويوضح الشكل (٤٠) العصا الليزرية المرشدة لفاقدى البصر والتى تدله على الطريق الصحيح. وضع فى هذه العصا ثلاثة ليزرات من نوع زرنيخات – الجاليوم "Ga-As" (من أشباه الموصلات) وهى تبعث أشعة ليزرية ضعيفة الطاقة فى المنطقة تحت الحمراء (غير المرئية) وأشعتها تنبعث فى المجال المحيط عند دوران العصا باتجاه العوارض الثابتة أو المتحركة، وعند إنعكاس أشعتها من عارض معين تلتقطها ثلاثة كاشفات صغيرة مثبتة فى العصا نفسها، وهذه تعطى بدورها إشارات منبهة للشخص الممسك بها، وهذه الإشارات نوعان: إما فى صورة اهتزاز لأصابع اليد القابضة عليها، أو فى صورة صوت منبه، وبوساطة هذه الإشارات يمكن التعرف على نوعية الخطر المحيط[٥٦].

تساؤلات حول استخدام ليزر الإكسيمير فى جراحات العيون:

س١ : هل الجراحة مؤلمة؟

بالطبع لا... على الإطلاق لأن الجراحة بسيطة وغير مؤلمة. ولا يوجد أى نوع من الحقن ويستخدم فقط قطرات للتخدير الموضعى. وسوف تشعر ببعض الخشونة خلال الساعات الأولى وذلك نتيجة لالتئام خلايا سطح القرنية وعادة ما تشعر بتحسن خلال صباح اليوم التالى.

س٢ : متى أستطيع أن أعود إلى عملى؟

تستطيع أن تعود إلى عملك وتمارس نشاطك العادى بعد ثلاثة أيام تقريباً. وفى خلال هذه المدة لا توجد أية خطوة إلا الالتهابات ولحسن الحظ فإنها نادرة الحدوث جداً.

س٣ : متى أستطيع أن تجرى لى الجراحة فى العين الثانية؟

تجرى الجراحة فى العين الأخرى عندما يتم التئام الجرح ويصبح النظر مستقراً. وهذا يختلف من مريض إلى آخر. ويحدث ذلك من أسبوعين إلى ثلاثة أشهر. ولكن معظم المرضى يتم إجراء جراحة العين الأخرى لهم فى خلال ثلاثة أشهر.

س٤ : هل هناك شكوى سوف أشعر بها فى النظر أثناء الليل؟

فى خلال الأشهر القليلة الأولى بعد العملية يجد قلة من المرضى أن هناك

زغللة وألوان حول مصابيح السيارات ويحدث هذا أكثر فى المرضى الذين يعانون من حدقة متسعة وعندهم قصر نظر شديد. ولكن جميع المرضى سوف تنتهى شكواهم بمجرد أن يحدث التئام كامل للجرح.

س٥ : ما هى المدة اللازمة لتمام شفاء العين؟

الجزء الأمامى من العين والتئام الخلايا يأخذ من ٢-٣ أيام وفى هذه المدة يكون هناك بعض الزغللة والحرقان فى العين. ويحدث تحسن تدريجى فى قوة الإبصار خلال الأسابيع القليلة التالية.

س٦ : هل الليزر هو الحل لكل الأمراض فى العيون؟!!

الإجابة قطعاً بالنفى فالليزر لا يجدى فى حالات ضمور العصب البصرى أو عمى الألوان وكثير من الأمراض الأخرى الخلقية والوراثية، وسر نجاح الليزر فى مجال العيون أن جميع أوساط العين شفافة ويمر منها شعاع الليزر كما يمر الضوء العادى[٥٧].

الفصل الرابع

الليزر فى تشخيص وعلاج السرطان

أشياء كثيرة بما فيها العمليات الجراحية لاستئصال الأورام السرطانية، واستخدام الأشعة المؤينة فى قتل الخلايا السرطانية، والعلاج بالعقاقير الطبية..!! كل هذه الأمور يمكنها أن تمحى كل أثر من آثار السرطان، ولكن السبب فى أننا لا نزال نفقد الكثير من مرضى السرطان، هو فشلنا فى السيطرة على القاتل الحقيقى وهو: «انتشار الخلايا السرطانية فى عموم الجسم ومهاجمة مختلف الأعضاء».

الخلايا السرطانية المنتشرة فى الجسم تنتقل من الخلايا السرطانية الأبوية فى العضو المصاب لتأخذ مواقع وتنمو فى أعضاء أخرى بعيدة، وأخذ الباحثون فى تعريف طبيعة هذه الانتقالات وإجراء الدراسات لإيجاد الطرق الكفيلة للسيطرة عليها، بهدف الحصول على استراتيجية مؤثرة فى الحرب ضد السرطان.

نفقد الكثير من مرضى السرطان لأنه فى الوقت الذى يتم الكشف عنه وتشخيصه والشروع فى إجراء العلاج، سواء كان العملية الجراحية أو الإشعاع أو العقاقير الكيميائية، وقبل معرفة تقبل العضو للعلاج، تكون الخلايا قد سبق وأن ابتدأت حركتها الانتشارية، وبذلك تجعل كل العلاجات غير نافعة. وغالبية العقاقير الطبية المضادة للسرطان والإشعاعات غير انتقائية فى مفعولها، وعلى رغم فوائدها العظيمة فهى تقتل الخلايا السرطانية الخبيثة والخلايا السلمية بدون تفريق، وتبرز هنا الحاجة الملحة للعلاج الانتقائى.

إن إحدى الاستراتيجيات المؤثرة فى تشخيص وعلاج السرطان هى استخدام أشعة ضوئية مرئية، ذرية المنشأ، متناهية الدقة تسمى أشعة الليزر[٥٨].

وفى مختبر لوس ألاموس العلمى فى «نيومكسيكو»، طور الدكتور غارى سالزمان ومجموعة من العلماء نظاماً لأشعة الليزر لتشخيص الخلايا السرطانية والتعرف عليها بصورة أسرع، وربما أدق من غيره من الاختبارات، فالخلايا المختلفة تبعثر الضوء بأشكال متنوعة وأنماط متميزة، وهذه الظاهرة تشكل «بصمات» لتلك الخلايا. وفى النظام الجديد، عندما يتم تمرير الخلايا الموضوعة فى محلول ملحى خلال أنبوب بنسبة ٦٠ ألفاً فى الدقيقة، تصطدم كل خلية بأشعة الليزر، ويتم التقاط نمطها المميز[٥٩].

تاريخ استخدام أشعة الليزر في علاج السرطان:

أولاً: الليزر كأداة جراحية:

عندما ظهر الليزر لأول مرة عام ١٩٦٠م، اعتمد ليزر بلورة الياقوت، العالى القدرة الإشعاعية على شكل نبضات ضوئية متدفقة ذات اللون الأحمر، باعتباره مصدر الطاقة الكافية فى تبخير واجتثاث بعض أنواع السرطان، وكان الاعتقاد فى وقتها أن السرطان الجلدى القاتم اللون (الميلانوما Melanoma) سيكون هدفاً مثالياً لهذاالإشعاع الهائل الجديد.

وبالفعل، وعند تعريض هذا الورم الخبيث لنبضات شعاع ليزر بلورة الياقوت الأحمر اللون تبخر كلياً، ولكن اقتراحات رديفة وضحت بأنه على الرغم من تحطم معظم الخلايا السرطانية، فإن الاعتقاد آنذاك بأن قوة مصدر الليزر والتبخير المرافق للأنسجة، يدعو لاحتمال وجود خلايا سرطانية فى هذا البخار لا زالت فعالة، ومن شأن هذه أن تسبب انتشاراً أكثر للسرطان. هذا الافتراض أو الاعتقاد كان كافياً وحده لإيقاف منابع الصرف المادى على هذه الأبحاث. والواقع، لا يزال أمر احتمال إمكانية انتشار الخلايا السرطانية بوساطة التبخير للأورام الخبيثة فى المسار الهوائى داخل فراغات الجسم لم يثبت بعد.

إضافة إلى أن غالبية الاستئصالات الجراحية الحالية تجرى – باستخدام ليزر ثانى أكسيد الكربون أو الياج – على الأورام الخبيثة، حين تكون حالة المريض السيئة قد وصلت إلى حد اليأس، لذا فإن خطورة انتشار السرطان أكثر مما هو عليه تكون غير مهمة على الإطلاق مقارنة بحالة تهديد السرطان المباشر للمريض.

وبالطبع يبقى هذا الافتراض على مستوى عال من الأهمية عند التفكير فى استخدام جراحة الليزر لإزالة السرطان فى مراحل تكوينه الأولية[٦٠].

ثانياً: الليزر كوسيلة علاجية:

تعتمد الطريقة الحديثة الآن على استخدام الليزر للعلاج وليس كأداة جراحية، ففى مطلع القرن الماضى لاحظ العلماء أن الأنسجة تختزن وتركز بعض صبغات الجسم الخاصة لا سيما صبغة البورفيرين "Prophyrin" الأحمر البنى الموجود فى الدم، ولم يحدث أن استغلت هذه الملاحظة حتى سبعينات ذلك القرن عندما أوضح «دوفرتى» وزملاؤه فى معهد «روزويل بارك ميموريال» فى «بافالو» بنيويورك أن تركيزات عالية من صباغ البورفيرين كانت توجد فى الأنسجة الورمية خلال اليومين أو الثلاثة التالية لحقن هذا الصباغ فى حيوانات التجارب[٦١].

ومن هنا جاء مصطلح العلاج الضوء – إشعاعى "PRT" والرمز اختصاراً لما

يسمى "Photo Radiation Therapy"[١] وبإنتاج واستخدام مشتق الهيماتوبورفيرين "Derivative of hematoporphyrin" من صبغة الدم المتواجدة طبيعياً ويسمى اختصاراً "HPD" تكون مراحل العلاج كما هو موضح بالرسم التخطيطى فى **الشكل (٤١)** وكما يلى:

١- حقن المريض بالجرعة المناسبة من مشتق الهيماتوبورفيرين.

٢- بعد الحقن ينتشر المشتق "HPD" خلال أنسجة الجسم ويمتص ويتركز لمدة تتراوح من يومين إلى ستة أيام فى الأنسجة السرطانية.

٣- تسليط أشعة الليزر على الخلايا والأنسجة السرطانية المحتوية على المشتق "HPD".

٤- امتصاص المشتق "HPD" لضوء الليزر ينتج أكسجينا أحاديا ($^1O_2$) وهو العنصر النشط المسؤول عن العمليات المهمة التى تؤدى إلى تدمير الخلايا السرطانية[٦٣].

الفصل الخامس

الليزر فى أمراض النساء والعقم

الليزر ثورة علمية هائلة بديلة عن الجراحات التقليدية، فلقد كانت المشكلة فى أمراض النساء قبل استخدام الليزر هو التعرف على وسيلة استئصال الأجزاء غير المرغوب فيها من منطقة الرحم والمبيضين الشديدة الحساسية لأن المبيض عبارة عن خلايا منتجة وأية أضرار تقع عليها تسبب متاعب لا تحمد عقباها، فجاء الليزر بدقته المتناهية ليضع حلاً لهذه المشكلة، وليمنع فتح البطن بما لا يقل عن ١٤ سم بينما لا تزيد الفتحة عن ١ سم مع استخدام الليزر، وينطبق ذلك على حالات انسداد الأنابيب أو التصاقات الحوض، وكلها تسبب العقم. إضافة إلى أن جراحات استئصال أورام الرحم والأكياس الحميدة أيضاً من مميزات جراحات المناظير بالليزر لأنها أقل ضرراً على الأنسجة لتعرضها لأقل نسبة من التلوث والالتهابات الميكروبية والتهتك والنزيف والتشوهات مكان الفتح ، كما أن العلاج بالليزر يستغرق وقتاً قليلاً، حيث يمكن للمريضة أن تمارس حياتها اليومية العادية[٦٤].

وتبشر أشعة الليزر بنتائج مشجعة فى مجال علاج أمراض النساء فقد أعلن الدكتور «جوزيف بيلينا» من المركز الطبى لجامعة «لويز بامانا» فى «نيو أورليانز»، أنه عالج ٢٥٠ امرأة كن يشتكين من تشوهات مهبلية وعنقية، بما فى ذلك مرض السرطان، وقال إن الجروح التأمت - غالباً خلال ٢١ يوماً - دون حدوث ألم، أو نزف، ودون أن تعجز الأعضاء عن تأدية وظائفها، ولاحظ الدكتور «بيلينا» أن الشعاع الضوئى بالغ الدقة، بل مجهرى الدقة، وقال: كنت إذا أردت إزالة خمس خلايا معينة، أزلتها هى وحدها فقط، ولم تصب الخلايا المجاورة بأى أذى[٦٥].

تطبيقات الليزر الأخرى فى الأمراض النسائية:

ويستخدم ليزر ثانى أكسيد الكربون "CO_2" فى ما يلى:

أ- التخريط (بالنسبة لآفة السرطنة البدائية) "Conization" .

ب- إزالة الترهل المفرط للأنسجة فى المناطق الشحمية التناسلية.

جـ- الداء الغدى فى المهبل "Vaginal adenosis" .

د- إعادة تركيب قناة فالوب.

هـ- القوباء أو الهربس Herpes التناسلى.

بينما يستخدم ليزر غاز الأرجون أو ليزر الياج فى حالات النزف المهبلى المزمن "Menorrhagia"[٦٦] .

تكنولوجيا الإخصاب والحمل بوساطة الليزر:

الأحدث فى استخدامات الليزر هو التدخل الجراحى فى أمراض النساء والعقم، فالجراحة العادية على قناة فالوب – مثلاً – كان لها مضاعفات كثيرة، ونسبة نجاح العملية ضئيلة، ولكن الليزر حل هذه المشاكل، وأصبح من الممكن التعامل معها دون خوف.

وقد نجحت أشعة الليزر بالفعل فى علاج بعض حالات العقم، ومنها حالة سيدة فى الخامسة والثلاثين من عمرها، عانت طويلاً من عدم الإنجاب على مدار عشر سنوات هى مدة زواجها دون طائل، ولكن باستخدام أشعة الليزر وأساليب التقنية الحديثة ظهر أن سبب العقم عندها يرجع إلى تكلسات على المبيضين والتصاقات، وكان الحل فى إزالتها عن طريق جراحة الليزر، ويصبح الحمل ممكناً – بإذن الله – فى مثل هذه الحالة.

ويسعى الباحثون إلى إيجاد وسيلة أكثر تطوراً لعمل ثقب فى الخلية، لتسهيل اختراق الحيوان المنوى للبويضة، وقد يكون من الممكن استعمال نبضات الليزر فوق البنفسجى العالى التبئير لإحداث ثقب يتراوح قطره من ميكرون واحد إلى ١٠ ميكرونات فى الطبقة الخارجية الحافظة لبويضة المرأة، حتى يسمح بدخول الحيوان المنوى بسرعة، وقد أظهرت الدراسات الأولية التى أجراها (HR آش) من «إيرفاين» إمكانية التعامل المجهرى بالليزر فى البويضة.

وإضافة لذلك فقد تمكنت مجموعة من الباحثين من توجيه أشعة ليزر الأكسيمير بطول موجى ٠,١٨٣ ميكرون لإحداث ثقب فى الغلاف الخارجى لبويضة الأرنب حيث تمت عملية الإخصاب بسرعة أكبر من المعتاد، وقد يكون استخدام الليزر أكثر سرعة وانتقائية من الوسائل الأخرى التى تساعد على اختراق الحيوان المنوى للبويضة، إلا أن الدراسات يجب أن تجرى أولاً لاختبار التأثيرات الكيميائية الحيوية الضارة والطفرات التى يمكن أن تحدثها طاقة الليزر[٦٧].

وفى أوروبا تم مؤخراً تطبيق معالجة الأمشاج (الحيوانات المنوية والبويضات) بوساطة مقصات الليزر فى المستشفيات كجزء من إجراء يسمى «التفقيس المساعد» Assisted Hatching، حيث يستخدم المقص فى ترقيق أو إزالة منطقة صغيرة من الطبقة الواقية المسماة بـ «الساحة الرائقة» Zona Pellucida لبويضات تم إخصابها فى أطباق اختبار، وتنقل الأجنة حديثة التكوين إلى الرحم، إذ يعمل الترقيق الذى أجرى على الساحة الرائقة كما يبدو على مساعدة وحث «الانزراع» Implantation، وأيضاً بالإمكان إنجاز الترقيق بطرق تقليدية، ولكن الليزر يحقق الهدف المطلوب من دون اللجوء إلى استعمال مواد كيميائية سامة تضر بالجنين.

إن أوسع الدراسات البشرية التى أجريت هى تلك التى أجرتها مجموعة «S. أنتينيورى» فى المعهد المتحد لبحوث التكاثر البشرى فى «روما»، وتورد تلك الدراسة زيادة تفوق ٥٠٪ فى معدلات الحمل لأكثر من مائتى امرأة أجرى لأجنتهن ترقيق فى الساحة الرائقة بوساطة أشعة الليزر مقارنة بنساء لم تجر لأجنتهن المعالجة نفسها.

ونتيجة لدراسة ملاقط الليزر، فقد تبين أن المنى المستخرج جراحياً من البربخ مباشرة (حيث ينضج المنى ويختزن قبل القذف) من رجال غير قادرين على القذف يسبح بقوة تبلغ مجرد ثلث قوة المنى ذى الأداء الطبيعى (يبدو أن قوة السباحة المكتملة تتطلب النضوج التام الذى يحدث أثناء مرور المنى خلال البربخ)، وتساعد هذه النتيجة على تفسير سبب تحسن فرصة الإخصاب، عندما تحقن الحيوانات المنوية لمثل هؤلاء المرضى فى البويضات مباشرة بدلاً من جعلها تحاول إخصاب البويضات فى طبق التجارب، حيث يحتمل أن النجاح يتوقف على قوة سباحة الحيوان المنوى، وهذا ينبغى أن تجد ملاقط الليزر دوراً تؤديه فى التدبير السريرى للعقم، وفى بحوث قدرة الحيوانات المنوية على الحركة.

وقد بدأت بعض الشركات فى تسويق مجمعات من الأجهزة الليزرية متعددة الأغراض للاستخدام فى مستوصفات ومراكز الخصوبة[٦٨].

الليزر وتشوهات الولادة في الأطفال حديثى الولادة:

يستخدم ليزر ثانى أكسيد الكربون "CO_2" فى الجراحات الكبرى التى تجرى لتشوهات الولادة فى الأطفال حديثى الولادة[٦٩].

الفصل السادس

الليزر فى المسالك البولية

عندما تمتص الأنسجة وخلاياها أشعة الليزر الكثيفة فإنه يتعين عليها أن تبدد طاقتها هذه بطريقة ما، وقد يظهر هذا التبدد بشكل حرارى أو بشكل ضوئى أو تفاعلات كيميائية أو فى صورة توهج أو على هيئة موجات صدمية شكل (٤٢)، ويستخدم الأطباء كل هذه الآليات – مجتمعة أو متفرقة – فى تشخيص الأمراض ومعالجتها[٧٠].

ولقد وصف الليزر فى أيامه الأولى بأن «حل يبحث عن مشكلة»، فالأشعة الليزرية من القوة بحيث تذيب المعادن، إلا أنه من الممكن حصرها فى نقطة بعينها لإنجاز عمل دقيق[٧١].

ومن الحالات المرشحة للمعالجة بالموجات الصدمية حصوات الكلية والحالب والمرارة، فعندما يسلط الجراحون أشعة قصيرة النبضات من خلال القناة البولية إلى الحالب بواسطة مناظير الألياف الضوئية، فإنهم يستطيعون تفتيت الترسبات القاسية المتراكمة هناك[٧٢].

ويستخدم ليزر ثانى أكسيد الكربون أو ليزر الياج فى استئصال حصوات الكلية، وكذلك فى إزالة سرطانات القضيب، والبروستاتا، ويستعمل ليزر ثانى أكسيد الكربون أو ليزر الياج وليزر الأرجون فى استئصال أورام المثانة.

بينما يستخدم ليزر ثانى أكسيد الكربون فى جراحة الأحشاء الكلوية والاستئصال الجزئى للكلية Partial Nephrectomy ومعالجة الأورام النامية الشرجية (ثؤلون)، وفى القناة البولية وإزالة التضخم غير الخبيث فى الخصى. ويستخدم ليزر الياج فى عملية قطع الكلية وهذا يقلل بدرجة كبيرة من كمية الدم المفقودة مع احتفاظ الجزء المتبقى بأقصى حيوية له.

أما ليزر الأرجون والياج فيتم استخدامه فى معالجة نزف المثانة[٧٣].

الفصل السابع

الليزر فى جراحة الأذن والأنف والحنجرة

إن أكثر أنواع الليزرات استخداماً فى الأذن والأنف والحنجرة هو ليزر ثانى أكسيد الكربون حيث أنه الأفضل فى القطع والتبخير، وباستخدامه، فإن ما تراه بعينك هو الذى تحصل عليه حقيقة[٧٤].

ويستخدم الليزر إما من خلال المجهر، أو يستخدم مباشرة عن طريق استخدام محاور مختلفة لتسهيل الحركة الموضعية كما يتم استخدام أدوات أو مقابض يدوية "Handpiece" لتحريك شعاع الليزر وضبط التحكم بمساراته.

أما تطبيقات الليزر فى عمليات الأذن والأنف والحنجرة فهى كثيرة، والنجاح فيها كبير، فمثلاً يستخدم ليزر ثانى أكسيد الكربون CO_2 فى:

أ- استئصال الحليمات "Polyps".

ب- تقويم الأذن وإزالة الأنسجة الرقيقة التى تعوق السمع.

جـ- إزالة الأورام الحليمية (Papillomas).

د- استئصال التقرنات (Turbinectomy)[٧٥].

بينما يستخدم ليزر الأرجون أو ليزر الياج فى وقف النزيف من دوالى المرئ، وفى معالجة توسع الأوعية الشعرية فى القناة الهضمية الهوائية.

يستخدم الليزر فى جراحة الأذن وخصوصاً ليزر الأرجون الذى يستخدم فى عمليات الأذن الوسطى مثل عمليات قطع الركابى، وذلك بسبب صغر مقطع الأشعة، حيث يقوم الجراح بعمل عدد من الثقوب فى لوح القدم لعظم الركاب وبذلك يتم رفعه بأقل أذى ممكن للأذن الوسطى والداخلية.

ويستخدم ليزر الأرجون فى عمليات ترقيع طبلة الأذن Tympanoplasty وفى استئصال الحليمات Polyps والنتوءات الحميدة، ويستعمل الليزر أيضاً فى عملية استئصال اللوزتين Tonsillectomy للمرضى المصابين بمرض الهيموفيليا - داء سيولة الدم - وتقل فترة النقاهة بعد عمليات الليزر مما يعزز الفوائد الاقتصادية لاستخدامه.

ويستخدم ليزر ثانى أكسيد الكربون فى استئصال مقدمات السرطان Pre Cancerous Lesions مثل التقرن الأبيض للبطانة التى تغطى اللسان. وفى عملية تحرير اللسان من العقدة الخلفية Tongue Tie .

أما فى مجال جراحات الأنف فيستخدم الليزر فى علاج انسداد فتحة الأنف الخلفية الخلقية وفى إزالة الالتصاقات.

ويستخدم ليزر "CO_2" لإزالة نمو متفرع ومتصلب، وعقد فى الحبال الصوتية – حيث لابد من عدم وجود تفاعلات أو التهابات لعدم فقدان الصوت – والعملية دقيقة وبدون نزف دموى، والشفاء يكون سريعًا دون التأثير على طبيعة الصوت[٧٦].

ويمكن استخدام ليزر ثانى أكسيد الكربون أو ليزر الياج فى إيقاف النزيف الأنفى الأمامى البسيط باستخدام بنج موضعى.

وهناك حالات أخرى يمكن علاجها باستخدام الليزر فى الحنجرة والقصبة الهوائية مثل ضيق القصبة الهوائية أو غيره ويتم استخدام ليزر CO_2 ومعه المجهر للوصول إلى مكان التضيق وعلاجه.

وفى حالة شلل الأحبال الصوتية على الجانبين، والسبب الرئيس لهذه الحالة هو عملية استئصال الغدة الدرقية أو أى جراحة فى العنق حيث يمكن أن تؤثر على «العصب الحنجرى الراجع» على الناحيتين، ويمكن علاج مثل هذه الحالة باستخدام الإندوسكوب من خلال عملية جراحية لقطع الحبل الصوتى من الخلف بواسطة الليزر، أو استئصال الغضروف الصغير الشبيه بالفازة (Arytenoid Cartilage) **شكل (٤٢)** بواسطة الليزر مع الإندوسكوب، أو يمكن معالجتها بالطريقتين السابقتين معًا.

وفى حالات أورام الحنجرة الخبيثة يمكن استخدام الليزر من أجل الحصول على عينة من الورم أو من أجل تصغير كتلته فى حالة الأورام الخبيثة التى تؤدى إلى انسداد الحنجرة، ويمكن استخدام الليزر للعلاج فى حالات الأورام الصغيرة.

أما حالات الأورام الحميدة فيمكن إزالة تلك الأورام تمامًا بالليزر وخاصة تلك الأورام ذات الطبيعة الوعائية Vascular Nature.

ويمكن استخدام الليزر فى قطع جزء من اللهاة وسقف الحلق لعلاج حالة الشخير نتيجة انسداد فى المسار الهوائى والذبذبات التى تحدث من الأنسجة اللينة فى مستوى سقف الحلق اللين أو سقف تجويف الفم الطرى عن طريق تقليل كمية الأنسجة فى اللهاة، ويتم عمل ذلك تحت تأثير بنج موضعى فى العيادة الخارجية باستخدام ليزر CO_2 ، حيث يتم عمل ميزاب رأسى على كل ناحية من اللهاة ثم يتم إعادة شكل اللهاة كما هو بنمطه المنحنى مثل اللهاة الطبيعية[٧٧].

الفصل الثامن

الليزر فى الأمراض الجلدية والحروق

يستخدم ليزر ثانى أكسيد الكربون "CO_2" لإزالة الأورام السرطانية بصورة عامة، ولكن عند استخدام ليزرات الياقوت والنيوديميوم – ياج أو الأرجون لمعالجة الأورام الخبيثة الجلدية ذات اللون الداكن أو الأسود، فيكون لكل الأنواع نفس الفاعلية فى إزالة الأورام ولكن الاختلاف يحصل فى زمن النقاهة[٧٨].

فالوحمات الحمراء (الصباغية) التى تسمى "Port - wine Stains" تمتص أشعة ليزر الأرجون الزرقاء أو الخضراء حسب أطوال موجاتها، فتخرب الأشعة الممتصة مئات الأوعية الدموية الزائدة والمتركزة تحت الطبقة الخارجية للجلد مباشرة حيث تزيل لونها، وعلى رغم أن جراحة الليزر فى هذه الحالة مفضلة على الاستئصال والتطعيم الجلدى، فإن لها بعض المضار الخاصة، إذ قد تنتشر الحرارة المتولدة من الأشعة فى بعض الأحيان إلى مناطق الجلد الأخرى التى تجاور الأوعية الشاذة، فتسبب فقدان لون الجلد.

ولقد أدى تحاشى هذا الضرر الشديد إلى تقدم كبير فى جراحة الليزر، ففى عام ١٩٨٣م تقدم «أندرسون» و«باريش» من جامعة «هارفارد»، بفكرة مؤداها أن تقصير مدة التعريض للأشعة – إلى أقل من واحد من ألف من الثانية – سوف يتلف منطقة الامتصاص دون أن يضر الأنسجة المجاورة، وكان تعليلهما لذلك أن مدة امتصاص الطاقة، وتبديد الحرارة الناجمة عنها هى أقصر مما يستغرقه انتقال هذه الحرارة إلى المناطق المجاورة، وعلى ذلك فإن التخريب الانتقائى للمناطق الانتقائى للمناطق الذاكنة المراد إزالتها يتطلب شرطين: امتصاصاً شعاعياً تفضيلياً، ونبضات شعاعية قصيرة بشكل كاف.

وتأكد هذه النظرية، حين أدى التحليل الضوئى الحرارى الانتقائى بالفعل إلى تحسين طرق معالجة الوحمات، كما أثبت فائدته فى إزالة الوشم "Tattoo"، حيث يمكن تجنب مخاطره بتسليط أشعة الليزر بنبضات قصيرة متتابعة وليس بشكل متواصل ولا بنبضات طويلة كتلك التى تستمر نحو ربع الثانية[٧٩].

ويستخدم ليزر الياقوت لإزالة الوشم حيث تنفذ الأشعة خلال الطبقات العليا مع قليل من الامتصاص للشعاع إلى أن يصل إلى منطقة الصبغة حيث يمتص كلياً ويسبب تبخر الصبغة[٨٠].

ويستخدم ليزر الأرجون أو ليزر الياج فى إزالة الأورام العرقية الدموية

"Haemangioma" **شكل (٤٤)**، وفـى استئصـال الدوالى الوريـدية، بينما يستخدم ليزر ثانى أكسيد الكربون فى حالات التقرحات الجلدية الدهنية المتعددة "Multiple Seborrheic keratosis"[٨١].

وإضافة إلى ذلك، تثبت أشعة الليزر جدارة فى علاج الحروق الشديدة وفى نزع حطام أو بقايا الأنسجة واستئصال التخثرات من مكان الحرق، ويستخدم لذلك ليزر ثانى أكسيد الكربون أو ليزر الياج[٨٢].

وفى معهد «سنسفاتى شرايز» للحروق يقوم الأطباء باستئصال الأنسجة التى حرقتها النيران، ما يسمح بترقيع الجلد فوراً وبسهولة[٨٣].

الفصل التاسع

الليزر كبديل للإبر الصينية

الوخز بالإبر علاج استخدمه الصينيون قبل أكثر من ٤٠٠٠ سنة، ويستخدم الآن على نطاق واسع وفى شتى أنحاء العالم. وتتلخص الطريقة بوخز إبر فى نقاط معينة من الجسم لعلاج بعض الأمراض.

ويمكن استخدام الوخز بالليزر كعلاج بدليل عن الوخز بالأبر، فقد حدد الأطباء ومنذ قرون عديدة أكثر من ٧٠٠ نقطة فى الجسم يمكن أن يعالج المريض من خلالها بالوخز وكل حسب مرضه، والليزر المستخدم فى هذا العلاج هو ليزر الهيليوم – نيون بقدرة تصل إلى ١٠٠ ملى وات، وطالما أن البشرة تمرر الضوء الأحمر بمقدار كبير فإن شعاع الليزر بمقدوره أن ينفذ إلى ٣–١٠ ملم معتمداً على تركيب البشرة ولونها، كما أن البشرة الفاتحة تملك خاصية تمرير أكبر للضوء الأحمر[٨٤] .

وقد نجح العلماء فى استخدام شعاع الليزر النبضى بدلاً من الإبر لوخز هذه النقاط، ولاحظوا أن النتائج التى حصلوا عليها كانت مدهشة، كذلك لاحظوا استجابة بعض النقاط لأطوال موجية معينة واستجابة أخرى لأطوال موجية أخرى، وهذه الطريقة تفضل على الطريقة التقليدية، حيث أن الإبر فى الطريقة التقليدية قد تتلف بعض الألياف العصبية، إضافة إلى كون العملية مؤلمة ويستخدم الآن الوخز بأشعة الليزر بنطاق واسع لعلاج التهاب المفاصل والصداع النصفى وبعض الأمراض الأخرى[٨٥] .

الفصل العاشر

الليزر فى الأمراض الباطنية

من أهم الإنجازات التى حققتها أشعة الليزر كانت التحكم فى النزف المعوى، فقد استخدم «ألبرت ويتمان» من «نيويورك» أشعة الليزر فى علاج مريض عمره ٥٨ عاماً، لم يكن يجدى فيه العلاج، بعد إزالة جزء من معدته أصيب بالتهابات، وتطلب نقل الدم إليه مرات عديدة، فأدخل الطبيب إلى معدة المصاب عبر فمه حزمة من الألياف لنقل أشعة الليزر بربطها بمنظار داخلى باطنى، وبعد تحديد مناطق النزف بواسطة المنظار، سلط الطبيب أشعة الليزر عليها، واستغرقت هذه العملية دقائق معدودة.

ولم يتوقف الأمر عند هذا الحد، فالأبحاث الحالية تشير إلى إمكانية استخدام أشعة الليزر فى مهام خطيرة ودقيقة، فالكبد - مثلاً - ملئ بالأوعية الدموية التى قد تنزف نزفاً حاداً لدى إجراء جراحة لاستئصال الأورام الخبيثة، أو علاج الجروح الناجمة عن الحوادث وغيرها من الإصابات، وقد دلت الدراسات التى تمت حديثاً على الحيوانات، أن استئصال جزء من الكبد بأشعة الليزر أمر سهل ومأمون لا يصاحبه سوى الحد الأدنى من النزف، ولا تنجم عنه مضاعفات ليزرية[٨٦].

كما يمكن - بواسطة أشعة الليزر - تفتيت حصوات المرارة، إذ يقوم الجراحون بإدخال منظار ليفى العدسات يسمى منظار البطن "Laparascope" من خلال ثقب صغير فى البطن، وباستخدام أشعة الليزر الحرارية المستمرة يستطيع الجراح تسليخ المرارة المريضة عن الكبد المحيط بها وسحبها واستخراجها عبر الجرح الصغير، وعند وجود حصوات بالمرارة يتم تفتيتها بالموجات الصدمية وتستخرج من المرارة بسهولة.

وتدخل الليزر حتى فى الأقراص الصيدلانية والكبسولات الدوائية حيث يمكن ثقب الكبسولة ثقباً دقيقاً فى غلافها الجلاتينى الخارجى بواسطة الليزر، لتطلق الكبسولة بعد ذلك جرعة ثابتة مستقره من الدواء ومتساوية فى الدم وعلى فترة مديدة[٨٧].

الفصل الحادى عشر

الليزر في التحاليل الطبية

إن التناقص المطرد لأبعاد ليزرات أشباه الموصلات وازدياد سرعتها وكفاءتها سيسمح بعدد متزايد من التطبيقات الجديدة، وإحدى هذه الإمكانيات هى الكشف المبكر عن الأمراض.

فقد قام «كورلى Paul L.Gourley مع زملائه فى مختبرات «ساندیا» الوطنية بتطوير ليزر بيولوجى الجوف "Biocavity Laser" الذى يمكن استعماله فى تمييز الخلايا السرطانية عن الخلايا السليمة مثلاً.

إن الجهاز الجديد هو ليزر مكروى أساساً (وهو قطعة صغيرة من زرنيخات الجاليوم موضوعة بين مرآتين)، حيث ينعكس الضوء تحت الأحمر الذى يصدره شبه الموصل بين المرآتين مراراً، وهذا ما يزيد من شدته إلى أن ينبثق من البنية على شكل حزمة ليزرية مركزة. ولبناء ليزر بيولوجى الجوف تم وضع طبقة رقيقة من النسيج البشرى بين زرنيخات الجاليوم وإحدى المرآتين، وهكذا أصبحت المادة العضوية جزءاً من الجهاز نفسه بحيث تعمل كعدسة داخلية يمكنها تركيز الضوء، ولهذا السبب يلعب حجم الخلايا وشكلها وتركيبها دوراً فى تغير حزمة الليزر بإدخال نغمات متآلفة تعطى بصمة طيفية فريدة، ما يميز بين الأنسجة المريضة والسليمة، وذلك لاختلاف الطيف الضوئى لكل منهما.

وقد اشترك «ب. ل. كورلى» مع «ماكدونالد» و«كويلاند» (فى مختبرات ساندیا) وأخوه «م. كورلى» (وهو باحث فى المناعة بالمعاهد الوطنية للصحة) فى تسجيل براءة اختراع لنموذج محمول من الليزر بيولوجى الجوف يمكن للأطباء استعماله فى تحليل الدم دون الحاجة إلى إرسال العينات إلى المعمل. فى هذا الجهاز يسرى الدم خلال شقوق رقيقة (يصل قطر كل منها إلى عشر سمك الشعرة البشرية) محفورة على سطح إحدى المرآتين، وبتحليل حزمة الليزر الناتجة يمكن للجهاز أن يكشف سريعاً عن وجود الخلايا المنجلية فى الدم مثلاً. **شكل (٤٥)**.

ويمكن للأطباء استعمال الليزر لدراسة التغيرات النانومترية فى البنية الخلوية للدم التى يمكن أن تحدثها فيروسات مرض الإيدز.

وفى تجارب أخرى كان بوسع الليزرات البيولوجية الجوف التمييز بين خلايا عنق الرحم السليمة والسرطانية، ومن المحتمل أن يؤدى التقدم فى هذا المجال إلى تصميم جهاز ليزرى لتحليل الدنا (D.N.A).

إن هذه التكنولوجيا الجديدة أفرزت مزايا عديدة، مقارنة بالطرق التقليدية لتحليل الأنسجة التى تستدعى صباغة كيميائية لكى تجعل البنية الخلوية مرئية فى الفحص التجريبى بالمعمل، فضلاً عن أن هذه الطرق التقليدية تعتمد على الرؤية الوصفية البشرية، فهى لذلك عرضة للخطأ.

بالمقابل تعطى الليزرات البيولوجية الجوف طيفاً واضحاً ودقيقاً يمكن تحليله بوساطة جهاز محمول فى المستشفى، أو المكتب أو معامل البحث أو خارجها[٨٨].

التحليل الطيفى[٨٩]
Spectroscopy

إن اختبار الأنسجة بدون انتزاعها يعد ميزة كبيرة. فاختبار الأنسجة بأخذ عينة ميكروسكوبية يسبب جرحاً يحتاج إلى فترة لالتئامه، وعملية التئام الجروح تسبب عدم شعور بالراحة لأجل قصير وقد تسبب حدوث ندبات Scars تعوق عملية إعادة الاختبار أو على الأقل تبدو بشكل غير مستحب. والتحليل الطيفى بالضوء المتعدد الألوان (الطول الموجى) يسمح بتقسيم مركبات الأنسجة التى تكون الطيف الضوئى الكلى لنسيج معين. وبالتالى يمكن تمييز نسيج ما بواسطة مركباته بدون الحاجة لأخذ عينة مجهرية وفحصها ميكروسكوبياً. وهذا الاختبار الضوئى يطلق عليه أحياناً الفحص المجهرى الضوئى Optical Biopsy.

وهذه بعض الأمثلة للتحليل الطيفى المستخدمة فى:

١- قياس الأكسجين لتنظيم عملية أكسجة الدم.

٢- تسجيل حالات السرطان المبكرة التى تصيب الرئتين، والقولون، والعمود الفقرى وأنسجة أخرى.

٣- فحص واختبار عمليات نقل الدم وأكسجة المخ أثناء ولادة الطفل.

٤- قياس نسبة سكر الجلوكوز بعمل قياسات ضوئية للبشرة.

الفصل الثانى عشر

الليزر فى طب الأسنان

يتم التركيز – فى الوقت الحالى – على استخدامات الليزر فى الأسنان وأثره على جسم السن وأنسجته المختلفة حتى يتم الاستغناء عن أجهزة الحفر التقليدية حيث يتميز شعاع الليزر بقدرته على التطهير ومنع نقل الميكروبات التى يمكن انتقالها بالأدوات والأجهزة الحالية.

ولقد أثبت الليزر نجاحه فى العمليات الجراحية داخل الفم حيث يقلل من استخدام البنج إن لم يكن يلغيه بالكامل، كما أن الجرح بوساطة الليزر أسرع فى الالتئام وأقل ألماً من القطع الجراحى بوساطة المشرط، هذا إلى جانب قدرته على الكى والتى تقلل وتمنع النزيف خلال الجراحة وما بعدها[٩٠].

الليزر وإزالة التسوس أو النخر: يستخدم ليزر الياقوت (الروبى) لعلاج الأسنان حيث يركز الشعاع بعدسة لامة ويوجه لإزالة المنطقة التى حدث فيها تسوس الأسنان.

وشعاع الليزر يبدو مثالياً لمعالجة مثل هذه الحالات لأن كثافة طاقته العالية يمكن تركيزها على مساحة صغيرة كما أن المنطقة السوداء تمتص طاقة الشعاع، ما يؤدى إلى تدمير الجزء التالف من السن دون المساحات السليمة. **شكل (٤٩)**.

وتكفى نبضات طولها فى حدود جزء من الألف من الثانية لتدمير المنطقة المصابة، وهذه الفترة القصيرة لتأثير الشعاع لا تفسح المجال لأن يسخن السن بالكامل، إضافة إلى عدم وجود اهتزازات ناشئة عن الحفر الميكانيكى، كما هى الحال مع طريقة إزالة التسوس التقليدية فضلاً عن عدم الحاجة إلى التخدير مع الحفر بالليزر[٩١].

الليزر وحشو الاسنان: بنفس الأسلوب يمكن استخدام حزمة الليزر فى علاج الأسنان، وتنظيف وحشو الضروس المريضة.

فالحفر الكبيرة والعميقة فى المناطق المتضررة يمكن حفرها بإرسال نبضات متتالية من الليزر، أما بالنسبة للفجوات الواقعة فى مناطق يصعب الوصول إليها مباشرة – كأن تكون فى الجهة الخلفية من السن – فيمكن معالجتها بنقل شعاع الليزر خلال ألياف ضوئية مرنة[٩٢].

ويقوم الدكتور «شيلدون ونكلر» وغيره من علماء الأبحاث، بإجراء اختبارات فى جامعة «نيويورك» على مواد يمكن تكييفها، واستعمالها كحشوة للأسنان، بمعالجتها بأشعة الليزر للقضاء على إمكانية حدوث التجاويف المتكررة حول الحشوة[٩٣].

الليـــزر وعـــلاج تصـــدعـــات الأسنان:

تبدأ المراحل الأولى لتلف الأسنان على شكل تصدع فى مينا السن، وهذا التصدع يسمح بمرور المحالية للوصول إلى مناطق أكثر حساسية، وعمل شعاع الليزر هنا هو غلق هذا التصدع، وذلك بالتأثير على مينا السن على جانبى التصدع أو بمعالجتها باستعمال معاجين جديدة لغلق فجوة السن حيث يستطيع الليزر إذابتها وتزجيها خلال المرور عليها، والليزر فى الغالب بألوان مختلفة يجرى اختيار اللون الملائم منها ليتماشى مع لون الأسنان[٩٤].

إن استخدام الليزر فى علاج الجذور قد أتى بنتائج مشجعة حيث يمكن إزالة عصب السن المصاب بسرعة وبدون ألم بدلاً من الطرق التقليدية والتى كان يلزم فيها حفر السن للوصول إلى العصب مع ما فى ذلك من استخدام كميات كبيرة من البنج، واحتمالات وجود ألم أثناء العملية[٩٥].

الليزر وعلاج خراج السن:

أثبتت التجارب أن الخراج الذى يتكون تحت الجذر يعالج بنجاح ونتائجه تفوق الطرق التقليدية، وتجرى الدراسات حول استخدام الألياف الضوئية للوصول إلى مكان الخراج عن طريق قناة العصب داخل السن دون الحاجة إلى فتح اللثة أو القطع فى العظم[٩٦].

الليـــزر وعـــلاج أورام عظـــام الفك:

تهدف التجارب الحديثة جداً لأشعة الليزر فى طب الفم والأسنان إلى استخدامه فى علاج أورام عظام الفك، ولكن النتائج بطيئة نوعاً ما حتى الآن، فشعاع الليزر يؤثر على خلايا العظم ويقوم بقتلها نتيجة تأثيره الحرارى الشديد لذلك تستخدم فى هذه التجارب أنواع خاصة من الليزر مع وسائل للتبريد خلال القطع[٩٧].

الليزر والتركيبات الصناعية:

يستخدم الليزر فى تثبيت جسور الأسنان الصناعية، وأطقم الأسنان الصناعية فى فم المريض تثبيتاً محكماً بسرعة ودقة تامة[٩٨].

ولقد استمر سنوات عديدة لحام كبارى الأسنان بواسطة الذهب والمواد النفيسة الأخرى، الأمر الذى كان يزيد من تكلفة العملية، ويتطلب وقتاً طويلاً بالإضافة إلى مشكلات عديدة فى تثبيت الكبارى بلثة الأسنان، حتى أمكن استخدام أشعة الليزر فى تثبيت الكبارى الصناعية وأطقم الأسنان الصناعية فى اللثة **والذى يحقق المميزات التالية:**

١- يؤدى تثبيت الكبارى والأطقم الصناعية بواسطة الليزر إلى قوة وثبات فى الوصلات بين بعضها وبينها وبين اللثة.

٢- توفير زمن تصنيع الكبارى والأطقم يصل إلى ١٠ ^{15} مرة.

٣- الدقة التامة فى تثبيت الكبارى والأطقم.

٤- اتمام عملية تثبيت الأطقم والكبارى من المرة الأولى دون الحاجة إلى استشارات أخرى أو المتابعة المستمرة مقارنة بالطرق الأخرى.

الفصل الثالث عشر

الليزر فى العلاج الطبيعى

إن الفائدة العلاجية فى استخدام أشعة ليزر أشباه الموصلات فى العلاج الطبيعى تكمن فى قدرة هذه الأشعة على حفز الفعل البيولوجى لإعادة حيوية الجلد، وإزالة الاحتقان فى الأوعية اللمفاوية "Lymphatic Drainage" [٩٩].

وفى الآونة الأخيرة توجهت الأنظار إلى ليزر الديود[١٠٠] (وهو نوع من أنواع ليزر أشباه الموصلات) فى إعطاء ليزر أشعة تحت الحمراء لعلاج الكثير من أعراض آلام المفاصل والعضلات، وعلى ما يبدو أنه حاز على رضا الكثيرين، وتوجد اليوم أجهزة ليزر عديدة تستخدم فى العلاج الطبيعى.

ويؤكد مستعملوا هذه الأجهزة على قدرة الليزرات على تسهيل استمرار تدفق طبيعى للدم فى الشعيرات الدموية، والذى يعتقد أن بعض هذه الآلام ناتجة عن نقص أو تقليل هذا التدفق الطبيعى، كما أنها تساعد فى التئام الجروح بسرعة بعد العمليات الجراحية.

الفصل الرابع عشر

الليزر فى الطب الشرعى

من المعروف أن لكل شخص بصمته المميزة الفريدة، والتى تتكون من ثنايا وخطوط حلزونية.

هذه البصمات يمكن فحصها باستخدام أشعة الليزر، ثم تخزن المعلومات فى حاسب آلى، إما لاستعمالها فى الأغراض الجنائية من قبل الشرطة ومصلحة الطب الشرعى، أو لتكون هذه البصمات وسيلة لفتح قفل ليزرى[١٠١].

ومن المحتمل أن يؤدى التقدم فى الليزرات البيولوجيةالجوف إلى تصميم جهاز لتحليل الدنا "D.N.A" فضلاً عن استخدامه فى تحليل الدم والأنسجة[١٠٢].

فتحليل الدنا "D.N.A" لا يقل أهمية عن بصمات الأصابع، وبوساطة هذه التقنية الليزرة المحتملة يمكن تحليل «الدنا» لشعرة أو قطرة دم أو سائل منوى تم العثور عليه فى مسرح الجريمة، ما يساعد أو يؤكد الوصول إلى معرفة الجانى.

ويمكن استخدام أشعة الليزر للتنصت على محادثة ما. حيث تقوم أصوات المتحدثين بعمل اهتزازات فى زجاج النافذة يمكن التقاطها بوساطة أشعة الليزر المرتدة عن نافذة الغرفة بعد تحويلها إلى أصوات[١٠٣].

الفصل الخامس عشر

مستقبل الليزر الطبى

منذ اكتشاف الليزر عام ١٩٦٠م، والاكتشاف لم يتوقف عن التشعب المذهل فى التصميم والقدرات، جارفًا فى تياره الكثير من الباحثين والعلماء، وفاتحًا المجال لعدد لا يحصى من التطبيقات.

وعلى رغم شيوع استخدام الليزر فى الطب، إلا أن أجهزة الليزر واستخداماتها لا تزال حكراً على المراكز الطبية، والمستشفيات ذات التخصصات الدقيقة فى جميع أنحاء العالم. حتى أن الليزر فى جراحة وطب العيون، والذى أصبح أساساً وفعالاً ولا بديل له، لا يتواجد إلا فى مراكز معدودة ومتخصصة، ولعل السبب يرجع إلى أن الطبيب المعالج بأشعة الليزر يحتاج إلى خبرة طويلة فى المتابعة الميدانية لحالات عديدة، يكتسب من خلالها القدرة الفنية والطبية اللازمة. فبين قطع الأنسجة أو تبخير الأجزاء أو لحامها فوارق بسيطة فى الإجراءات العملية تتطلب المهارة والمران الكافى، وكذلك الحاجة إلى متخصصين فى أجهزة الليزر لضمان الاختبار والفحص الدورى لطاقة الشعاع، وعرض حزمته، والسيطرة النوعية على استخدامه.

ومن ناحية أخرى، فهناك آمال كبيرة فى أن يتدخل الليزر فى علاج باقى الأمراض والجراحات بنجاح أكبر، ودقة أعظم.

ولقد قام مجموعة من الجراحين بالبحث عن استخدام الليزر فى جراحات القلب، وقد أفادوا مؤخراً بأنه من الممكن استخدام الليزر لتبخير جلطة الشريان التاجى والتى تسبب انغلاقه وكذلك استخدامه فى جراحة الأوعية الدموية القلبية لإعادة تسليك الأماكن المتصلبة فيها، وتسمى العملية بالنسبة للأوعية الدموية القريبة من القلب «إعادة تكوين الأوعية القلبية»[١٠٤].

وهناك آمال معقودة لعلاج المياه البيضاء وضمور العصب البصرى وكل درجات قصر النظر وطول النظر والاستجماتيزم والدخول إلى عمليات ترقيع القرنية وعلاج الأورام فى الجفون والملتحمة والقزحية والشبكية[١٠٥]... ويحمل المستقبل فى طياته الكثير من التطبيقات الأخرى!!