الجديد في

تطبيقات الليزر الطبية

د. فاروق بن عبدالله الوطبان

تعد التطبيقات الطبية لأشعة الليزر بتقدم مستقبلي باهر، بالإضافة إلى ماقدمته حتى الآن من نجاح في تشخيص وعلاج وجراحة آفات متنوعة، وخصوصاً القدرة على علاج الأعضاء الداخلية وبدون فتح للجسم، عن طريق الألياف الزجاجية الممررة داخل منظار عبر فتحات الجسم الطبيعية، وهو التطور الجذري لاستعمال المنظار في العلاج والجراحة، والذي كان مقصوراً على استعماله في التشخيص فقط .

ومن أهم الخواص الرئيسة لأشعة الليزر بأنواعها المختلفة التي جعلت منها أداة طبية فعالة الإتجاهية الحادة لحزمتها الضوئية المتناهية الصغر والتي يمكن تركيزها باستخدام العدسات والبصريات الملائمة للحصول على قدرة وطاقة عالية سواء كانت في المنطقة تحت الحمراء أو المرئية من الطيف الضوئي، هذه الميزة لأشعة الليزر جعلتها وسيلة جراحية دقيقة لقطع الأنسجة وفتحها أو تخثير الأوعية الدموية النازفة أو تبخير الأورام كما أنها يمكن ان تحدث تفاعلاً ضوئياً كيميائياً محثاً ومثيراً لمكونات الخلايا الحية، حتى لحم الأوعية الدقيقة والأعصاب الصغيرة يحدث تلقائياً أثناء العملية الجراحية مما يقلل من فقدان الدم ويخفف من الألم المصاحب للجراحة، كما تجرى بعض العمليات البسيطة بدون الحاجة للتخدير . ويتم استعمال الليزر كمشرط جراحي أو شعاع علاجي على بعد دون تماس مع أنسجة المريض مما يقلل حدوث التلوث بالإضافة إلى تبخيره وقتله لكل مايتعرض طريقه من بكتريا وجراثيم محيطة بمجال الجراحة معطياً بذلك التعقيم التلقائي .

لقد فتحت هذه الخواص وغيرها تقنية طبية فريدة في عالم العلاج والتشخيص الذي هو بأمس الحاجة لكل ماهو جديد .

ولإلقاء نظرة على أهمية التطبيقات الطبية لليزر نذكر باختصار المجالات التالية :

طب العيون :

سجل طب العيون أوائل الاستخدامات الطبية لليزر وتستعمل حالياً ثلاثة أنواع رئيسة من أشعة الليزر لمعالجة انفصال الشبكية ، وفي إعادة لحم العصب البصري بدقة متناهية ، وكذلك تخثير الشعيرات الدموية النازفة عند المصابين بالسكري وعلاج تكدر عدسة العين ، والماء الأسود وتعد الأبحاث الحالية بعلاج قريب للأورام الخبيثة في العين . . . وفي الواقع يعتبر الليزر عنصراً أساساً لا يستغنى عنه في علاج وجراحة العين وليس له بديل في عمليات معينة .

وأنواع الليزر المستخدمة في هذا المجال هي ليزر غاز الأرجون ، وليزر بلورات الياج YAG وليزر الأكسايمر . . . وهناك ليزرات أخرى في طور الإختبار مثل ليزر الصبغات السائلة .

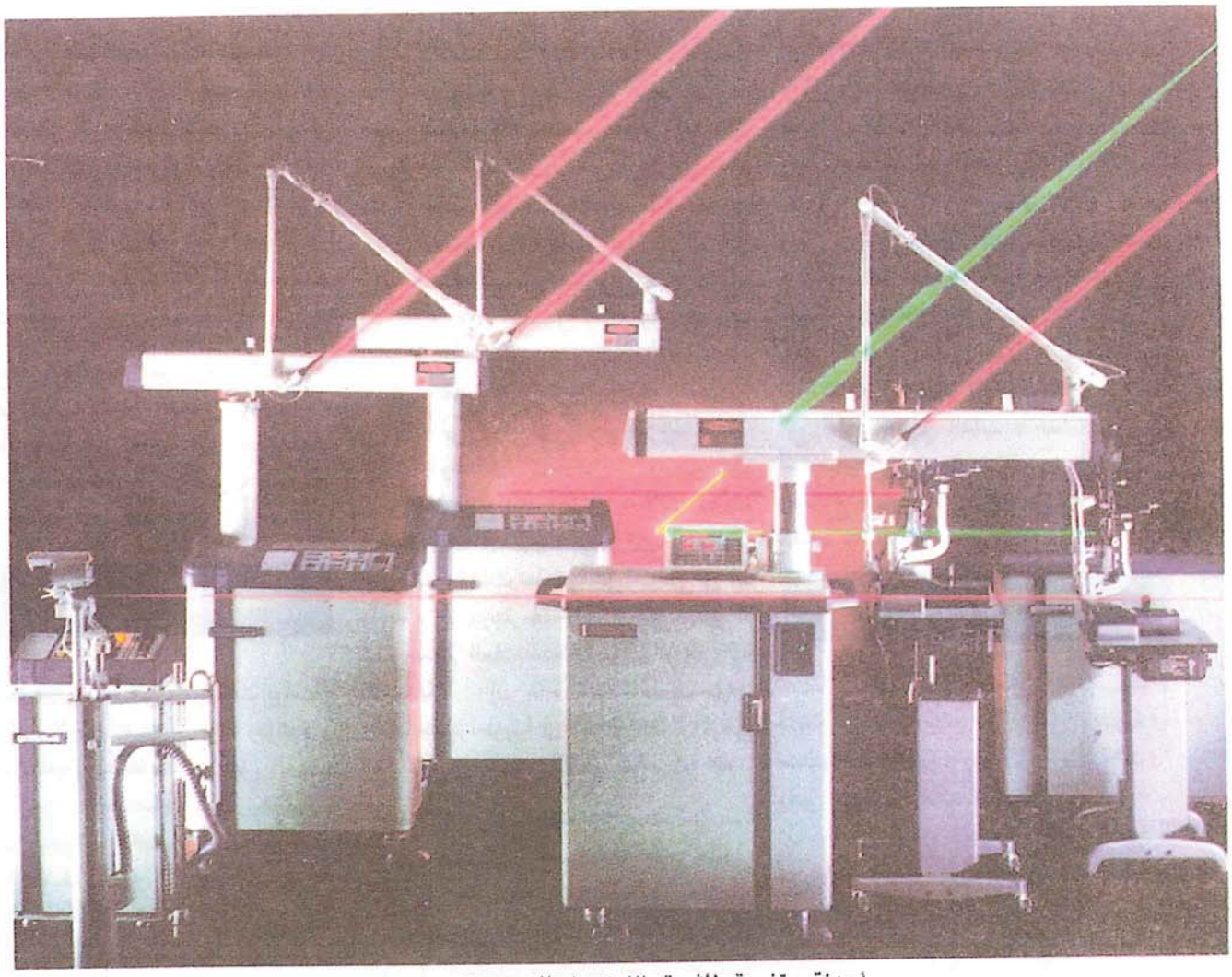
الجراحات الجلدية :

استعمل الليزر في إزالة لطخات ووحمات وصبغ جلدية متنوعة والتي تشوه مظهر العديد من البشر ، والتي كان علاجها بالطرق الجراحية التقليدية يحدث تشوهات أكثر . وكذلك يستخدم الليزر بنجاح في تبخير الندب والشامات من مناطق حساسة في جسم الإنسان مثل Spider Nevi والدوالي الوريدية Varicose Vein وحتى الوشم الجلدي Cutenous Tattos أصبح من السهولة إزالته بالليزر بعدما كان مستحيلاً . وسجلت استخدامات الليزر في الجراحات الجلدية نجاحاً ملحوظاً وقد طور الليزر جراحة التقويم والتجميل Plastic Surgery أما علاج الأورام الجلدية الخبيثة فسوف نتحدث عنها لاحقاً .

ومن الليزرات المهمة في هذا المجال ليزر غاز ثاني أوكسيد الكربون الواقع في المنطقة تحت الحمراء من الطيف الضوئي ، وكذلك ليزر الصبغات المرئي بالإضافة إلى ليزر غاز الأرجون وهناك ليزرات أخرى تحت التجربة مثل ليزر بخار الذهب .

الجهاز الهضمي :

أتاح تطور المناظير الطبية Endscopes بأشكالها المتنوعة والتقدم في صناعة الألياف الزجاجية Fiberoptics الفرصة لنقل أشعة الليزر إلى أعضاء الجسم الداخلية من فتحاته الطبيعية وبدون الحاجة لعمليات



أجهزة متنوعة لأشعة الليزر في الاستعمالات الطبية

جراحية وبذلك أمكن تطوير الكثير من الجراحات والمعالجة لكثير من الأمراض داخل القناة الهضمية ، ومنها علاج قرحات المعدة النازفة Bleeding Ulcers وقرحات الجزء العلوي من الامعاء Ulcers of intestine والمتمثلة في تخثير الأوعية الدموية النازفة ووقف التقرحات الموضعية وقد فتح بذلك مجالاً واسعاً في تطبيقات أخرى في هذا المجال مثل وقف النزف في آفات القولون Colonic Lesion وتفتيت حصاة المرارة Gall Stone Lithotrity ، ولكون الليزر يلحم تلقائياً الأوعية الدموية الصغيرة عند استخدامه كمبضع جراحي يستخدم في جراحات الكبد Hepatectomy . ولأن الطول الموجي لأشعة ليزر الياج تمتص من قبل البروتين في الأنسجة فهو أداة فعالة في التخثير الدموي لذلك فان استخداماته كبيرة في هذا المجال ، أما ليزر غاز ثاني أوكسيد الكربون فإن تردد شعاعه يمتص من قبل المياه الخلوية فكوّن بذلك أداة قطع فريدة للأنسجة الحية . ولكن عدم القدرة على نقل شعاعه بوساطة الألياف الزجاجية قلل استعماله حالياً في هذا المجال .

الأنف والأذن والحنجرة :

أتاح الجمع بين المنظار الطبي في التصوير التلفزيوني للحنجرة عن طريق الأنف ، وأشعة الليزر المسلطة من على بعد بوساطة منظار آخر عن طريق الفم ــ الرؤية العلاجية الكاملة لأورام الحبال الصوتية ، والقدرة على الإزالة الدقيقة لها للمحافظة على نقاوة الصوت . وقد تم بذلك فتح مجال جديد على مصراعيه في دراسة كيفية حدوث الأصوات البشرية واختلافاتها ، والإمكانية الفريدة في التحكم بنقائها وطبيعتها .

وفي عمليات إزالة اللوزتين Tansils يعتبر ليزر ثاني أوكسيد الكربون المثال الجيد في جراحة نظيفة ، حيث أنه يقلل كمية الدم المفقود ، ويصاحبه التعقيم التلقائي والدقة في الجراحة واستغراق وقت أقل . أما بالنسبة للأورام السرطانية Malignant tumor فإن إزالتها بواسطة الليزر الجراحي يعطي فوائد حيوية ، لكونه يلحم تلقائياً الشعيرات الدموية والقنوات اللمفاوية مما يقلل من احتمالية انتشار الورم الخبيث .

الأمراض النسائية :

استخدم ليزر ثاني أكسيد الكربون وبطاقة ٢٥ واط في عمليات القطع والكي الاني Cauterization وهو بذلك يقطع الأنسجة بوساطة امتصاص الشعاع من قبل المياه الخلوية في خلايا الأنسجة حتى تصل إلى درجة الغليان وتؤدي إلى فلق الخلية وبالتالي قطع النسيج ، كما يقوم هذا الشعاع بتخثير

تلقائي لنهايات الأوعية الدموية الصغيرة ولحم نهايات الأعصاب الدقيقة نتيجة الحرارة العالية في مساحة صغيرة كما يبخر ويقتل كل البكتريا والجراثيم المحيطة بمكان القطع ، ولقدوجدت هذه الخواص فعاليتها وفوائدها في إزالة وتبخير آفة السرطنة في بدايتها Precancerous Lesion أو مايعرف بتخريط عنق الرحم Cervix Conization .

ويتيح استخدام ليزر ثاني أكسيد الكربون مع منظار البطن Laprscope بالإضافة إلى استعمال ليزر الياج مع منظار الرحم Hysteroscope المجال لأعمال كثيرة في جراحة القناة التناسلية .

الأورام الخبيثة :

تحدثنا فيما سلف عن الجراحات بواسطة أشعة الليزر لأورام حميدة أو خبيثة وفوائده . وفي هذا المجال نسلط الضوء على العلاج بأشعة الليزر باستخدام الفعل الضوئي لأحداث التغيرات الكيميائية وبدون الطاقة الحرارية لأشعة الليزر . . وهذه الخاصية لأشعة الليزر أتاحت الإمكانية لقتل الخلايا السرطانية فقط بتشخيصها وانتقائها بدون التأثير على الخلايا السليمة المحيطة بها .

وتسمى هذه التقنية الجديدة : **العلاج بديناميكية الضوء Photodynamic Therapy** ، وسوف يأخذ قريباً العلاج بهذه الطريقة وضعاً متميزاً وفعالاً ، وله فوائد واضحة وملموسة بالمقارنة مع الطرق الجراحية أو العلاج بالأشعة النووية أو العقاقير .

لقد أثبتت تطورات هذا المجال أنه عند اختيار الليزر بتردد مناسب مع صبغة دوائية قابلة للتركيز في الخلايا السرطانية دون السليمة ولها القدرة على امتصاص الطول الموجي المعين من أشعة الليزر . . . هذا الثنائي يعطي العلاج الانتقائي الذي طالما حلم به اختصاصيو علاج السرطان . . .

وتأخذ هذه الطريقة العلاجية الجديدة بعداً آخر حيث يمكن الوصول بها بواسطة المناظير المختلفة إلى الأعضاء الداخلية في الجسم . . . بالإضافة إلى ذلك فهي أداة تشخيصية دقيقة للخلايا السرطانية .

هذه الطريقة لا تقف عند نوع واحد من أنواع السرطان بل تضم أنواعاً عديدة مختلفة وإن كانت حتى الآن في طور التجارب والأبحاث إلا أنها جربت في مراكز كثيرة على الإنسان ، فهي تستخدم في اليابان لتشخيص وعلاج سرطان الرئتين وفي أمريكا استخدمت في علاج سرطانات الجلد المتنوعة والجهاز الهضمي والأعضاء التناسلية وحتى سرطان المخ بعد إزالته جراحياً تشعع مناطق القطع لقتل الخلايا السرطانية غير المرئية والتي لم تستطع الجراحة استئصالها لوقف نموها أو انتشارها . . وينظر لهذه الطريقة بتفائل لتطبيقها في مجالات عديدة وتنشط حالياً في أمريكا مراكز كثيرة في تطوير الأبحاث وكذلك تطبيقها على المرضى في آن واحد . . . ويختار لها حالياً المرضى الذين لم تنفع معهم العلاجات الشعاعية أو الدوائية التقليدية . . إن هذه التقنية سوف تأخذ وضعاً متميزاً فريداً في العلاج الفعال لمرض السرطان في العقد القادم إن شاء الله .

ومن الليزرات الشائعة الاستعمال في هذا المجال هو ليزر الصبغات وليزر بخار النحاس أما المادة الدوائية فهي مشتقة الهميتوبورفرين H.P.D. حالياً ، والعمل على أشده في استعمال مشتقات أخرى حساسة للضوء مع ترددات ليزرية مناسبة لها .

الأوعية الدموية القلبية :

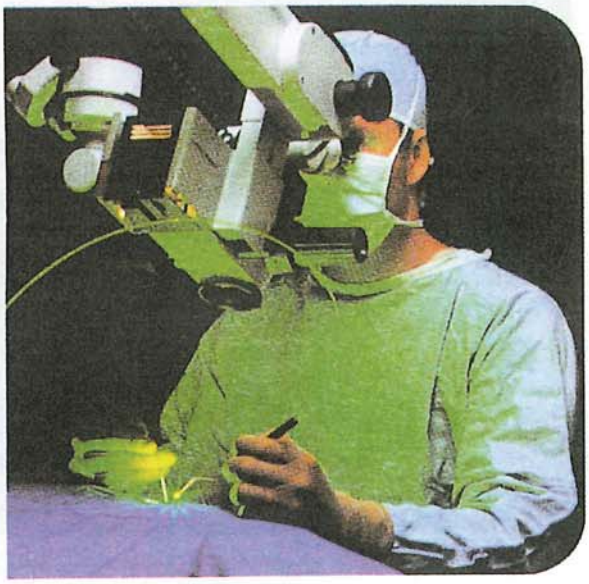
أحد أهم التطورات السريعة المذهلة للتطبيقات الطبية لليزر هي في جراحة الأوعية الدموية القلبية Cardio vascular surgery وقد تم مؤخراً أستعمال الألياف الزجاجية لنقل أشعة الليزر داخل الأوردة والشرايين عبر أداة قسطرة القلب Cardiac Catheter وبذلك أضاف فائدة أخرى إلى أداة قسطرة القلب لم تكن موجودة مسبقاً إلا وهي العلاج بواساطتها إضافة إلى التشخيص . وسوف يأتي يوم ليس بعيد تتحول من أداة قسطرة القلب إلى منظار قسطرة القلب وعندها سيلعب الليزر والألياف الزجاجية دوراً هاماً .

ويوضح التصوير الشعاعي أو ظاهرة الفلورة حركة أداة قسطرة القلب داخل الأوعية للوصول إلى الأماكن المتصلبة في جدرانها لإزالتها Atheromatous Plaque والإمكانية متوفرة في إعادة حفر الأوعية Rechannalization أو في إذابة الترسبات منها وبدون التأثير على جدرانها . أما بالنسبة للأوعية الدموية القلبية فإن هذه التقنية الجديدة تسمى **إعادة تكوين الأوعية القلبية** Heart Revascularization وهي عبارة عن حفر أنابيب شعرية في عضلات القلب المصابة بفقر الدم لإعادة الحيوية الطبيعية لهذه العضلات في تقلصاتها وانبساطها وبذلك تمنع تجلط الدم في القلب ، هذا التطور هو انقلاب جذري في أسس التشخيص والعلاج لآفات الأوعية الدموية وعضلات القلب .

علاج الألم :

مال العديد من الباحثين إلى استخدام أشعة الليزر في علاج الآلام غير العضوية في منشئها مثل التهاب المفاصل والعضلات ، وهو استعمال للأشعة الضوئية بالترددات المناسبة في عمل التحفيز الحيوي لخلايا وأنسجة الجسم المختلفة وكانت العوامل المساعدة هي المعرفة بأن أشعة الليزر تساعد في الإلتئام السريع للجروح والتقرحات الجلدية وإزالة التجاعيد الجلدية وتعزى بصورة غير مؤكدة إلى : أن الليزر يحفز مادة الهيدروكسي برولاين Hydroxy Proline في مادة الكولاجين Collagen Material بالإضافة إلى أن طاقة الليزر الضوئية تنشط الدورة الدموية في الشعيرات الدموية المتناهية الدقة والأوعية اللمفاوية ومن المحتمل ان لها علاقة بالوخز بالإبر على الطريقة الصينية المعروفة منذ آلاف السنين وهي طاقة ميكانيكية كهربائية تخوز في عضلات الجسم ومناطقه الحسية وأشعة الليزر من جانب آخر طاقة ضوئية وهي في الأساس أشعة كهرومغناطيسية أي مركبة من مجال كهربائي وآخر مغناطيسي قد تؤدي إلى تأثير فسيولوجي ذي فائدة مشابه للوخز بالأبر .

إن تقنية الليزر فريدة من نوعها وقد ابتدأت كما أسلفنا بتطبيقات عميقة وجذرية من شأنها أن تغير السمات الرئيسة في التشخيص والعلاج إلى ماهو أدق وأفضل ، لذلك نجد بأن هذه التقنية حظيت باهتمام



جراحات اشعة الليزرالمرئية الممررة داخل الالياف الزجاجية بواسطة المجهر الجراحي أو مباشرة

العالم المتقدم ، وشجعت تطبيقاتها من أجل مستقبل أفضل لصالح البشرية .

عدا هذا التطور في التشخيص والعلاج الذي أسلفناه ، هناك في الأفق أبحاث جديدة أخرى قيمتها العلمية كبيرة وفوائدها المستقبلية جليلة ومنها الجراحات الدقيقة داخل الخلايا نفسها ، ويتنبأ فيها بالقدرة الكامنة في التعلم بالجينات الوراثية وذلك يعني الوصول إلى المسببات الأساس للتشوهات الخلقية والوصول إلى معرفة أعمق للأمراض ، والليزر يعطي هذا التمكن لأننا نستطيع تركيز حزمة شعاعه في نقطة متناهية الدقة والصغر ، ونتحكم باختيار تردده المناسب .

الهندسة الوراثية :

التمكن من تركيز حزمة من الليزر في نقطة متناهية الدقة أتاح الفرصة لعمل الحزمة الليزرية متناهية الدقة Laser Microbeam والتي يصل قطرها إلى أقل من نصف مايكرون . هذه الحزمة الدقيقة عند تسليطها بواسطة المجهر الإلكتروني وبمساعدة الكمبيوتر يمكن توجيهها إلى أهداف متناهية الصغر داخل الخلايا الحية ، وبواسطتها يتم قطع جزء من كروموسوم الخلية ويطلق عليها جراحة الجينات الوراثية Genetic Surgery ، حيث يتم نقل الخلايا المؤثر عليها بواسطة أشعة الليزر من خلال إبر متناهية الدقة Micro Needles وزراعتها وإكثارها على شكل مستعمرات خلوية ، تحقن في جسم حيوانات التجارب لمعرفة أثرها ودراستها . هذه التقنية تتيح للباحثين فهم الكثير من المعلومات المجهولة عن وظائف الخلايا وأيضاً من الممكن دراسة العلاجات المختلفة عليها .

بحوث السرطان :

لماذا تتكاثر الخلايا السرطانية وبدون القدرة على السيطرة عليها ؟ وكيف يمكن وقف وعلاج هذا النمو السرطاني غير المرغوب فيه ؟ كلا هذين السؤالين تتم دراسته حالياً بتقنية الليزر .

تتم معرفة كيفية تكون وانتشار الخلايا السرطانية بتركيز الشعاع الليزري ذي التردد المناسب والطاقة الكافية لأحداث تغيرات جراحية أو تحفيزية داخل مكونات الخلية نفسها ، ويستدل من مراقبة التكاثر المخبري لهذه الخلايا على علاقة هذه التأثيرات في انقسام الخلايا غير الطبعي ، وتساعد هذه الأبحاث أيضاً في معرفة تأثير العقاقير العلاجية .

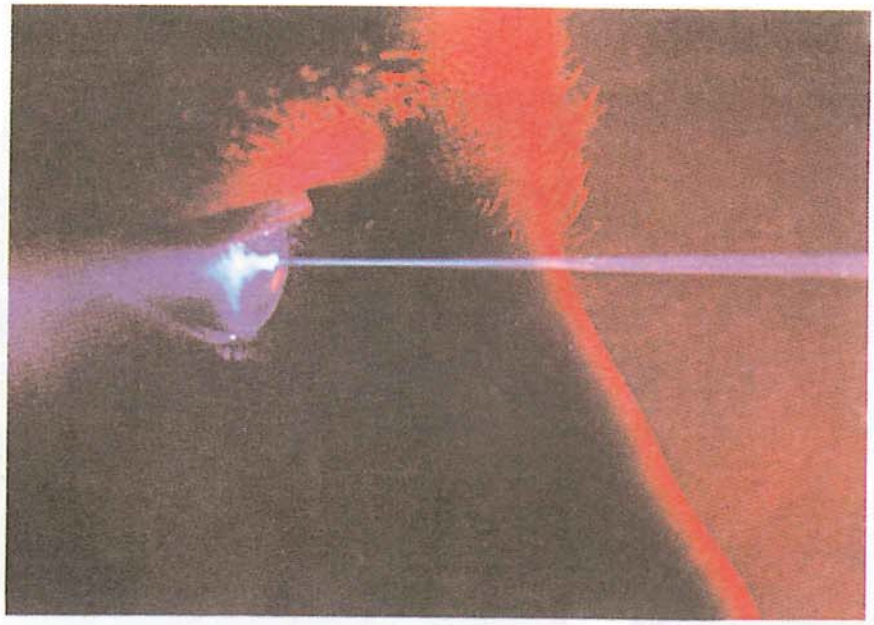
ومن ناحية أخرى استعمال الليزر مع عقار حساس لضوئه مثل مشتقة الهميتوبورفرين H.P.D والذي كما أسلفنا يسمى العلاج بديناميكية الضوء PDT يخضع لبحوث وتجارب مكثفة منها الإستفادة من ظاهرة الفلورة المصاحبة لهذا العقار عند تعريضه إلى تردد ليزري معين يتيح المجال إلى تشخيص دقيق للخلايا السرطانية في بداية مراحله بالإضافة إلى تمكين المناظير المختلفة من الوصول بهذه الطريقة إلى الأعضاء الداخلية للجسم بسهولة وسرعة .

ومن ناحية أخرى استخدام المضادات الحيوية « مونوكلونل Monoclonal» وأشعة الليزر يعتبران أسلحة دقيقة للحرب ضد الأورام الخبيثة ، حيث تصنع المضادات الحيوية وحيدة المستعمرة Monoclonal خاصة لنوع السرطان وعند تحميلها بالعقار الحساس لضوء الليزر والإستفادة من قابليتها على الإلتصاق بالخلايا السرطانية فقط تزيد من كفاءة هذه التقنية في امتصاص أشعة الليزر من قبل الخلايا الخبيثة دون المساس بالخلايا السليمة ، وتجرب هذه الطرق المميزة حالياً ودلائل نجاحها تدعو للتفاؤل .

بحوث أخرى :

تأخذ البحوث الأخرى سمتين أساسين الأولى : إيجاد ليزرات أخرى للاستعمال الطبي وتطوير الليزرات الحالية لتواكب تطبيقات أوسع ، ورفع كفاءة الأدوات المساعدة الأخرى ، وعلى سبيل المثال إنتاج ليزر الالكترونات الحرة Free Electron Laser وإمكانية تطبيقه على المرضى بالإضافة إلى إنتاج ليزرات أخرى لتطبيقها على مرضى الحبل الشوكي Spinal Cord ومن ناحية أخرى تطوير الألياف الزجاجية لنقل أشعة ليزر غاز ثاني أكسيد الكربون والواقعة في المنطقة تحت الحمراء في الطيف .

ثانياً : المزيد من تطبيقات الليزر الطبية ومنها قياس التدفق الدموي في الشعيرات الدقيقة Flow Cytohetry ودراسة الاختلافات الرئيسة بين خلايا القلب النابضة باستمرار والخلايا الأخرى ، وبالتالي إمكان تقويم النبضات القلبية المضطربة سواء كانت خلقية أو مستجدة .



ليزر غاز الأرجون المستخدم بصورة واسعة في طب العيون

الليزرات الطبية :

منذ بزوغ عصر الليزر والإستخدامات الطبية لازالت تستعين بالعديد من أنواعه ولازالت الحاجة ماسة للمزيد . وكانت البداية في استعمال ليزر الياقوت الصناعي Ruby Laser ذي اللون الأحمر القاني وطاقته نبضية التدفق . وحالياً تستعمل أنواع عديدة وتصنف حسب قدرتها الخارجة وطول موجتها ومدة طاقة الإنبعاث ، أي مستمرة التدفق C.W. أو نبضية Pulse ، والجدول المرفق يوضح الأنواع المستخدمة بكثرة .

ومن الليزرات الأخرى التي دخلت حيز التطبيقات ليزر الاكسايمر Excimer Laser ، ليزر بخار الذهب Gold Vapor Laser ، وليزر بخار النحاس Copper Vapor Laser وليزرات انصاف الموصلات Ga-As-Laser ، وغيرها .

ولكل هذه الأنواع تطبيقات مميزة لما لها من خواص مختلفة في الطول الموجي والطاقة وطبيعة الإنبعاث لتوافق طبيعة العمل المطلوب . . مثلاً اختيار ليزر الياج يستطاع نقله بواسطة الألياف الزجاجية مما يتيح مرونة الحركة وسهولة العمل وبالمقارنة فإن شعاع ليزر ثاني أوكسيد الكاربون لم يتم نقله حتى الآن بواسطة الألياف الزجاجية مما يجعله أكثر صعوبة في الأول والعنصر الثاني في الإختيار هو الدقة ولكون شعاع الياج وغاز ثاني أوكسيد الكربون كلاهما غير مرئي يستخدم معهما ليزر الهليوم نيون الأحمر لغرض التوجيه والسيطرة . ومن الناحية الأخرى الليزرات المرئية أي الواقعة في الجزء المرئي من الطيف لا حاجة لها لليزر آخر للتوجيه . .

أنواع الليزرات المستخدمة في الطب

اسم الليزر	نوع الليزر	طول الموجة (نانومتر)	لون الاشعاع
ليزر غاز الارجون	مستمر	٤٥٠ ـ ٥٢٠	مرئي أخضر مائل للزرقة
ليزر ثاني أكسيد الكربون	مستمر	١٠,٦٠٠	غير مرئي تحت الحمراء
ليزر بلورات النايدوميوم/ياج	نبضي	١,٠٦٠	غير مرئي تحت الحمراء
ليزر الصبغات السائلة	مستمر/نبضي		المنطقة من فوق البنفسجية إلى تحت الحمراء
ليزر غاز الهليوم ـ نيون	مستمر	٦٣٣	أحمـر
ليزر بلورات الياقوت	نبضي	٦٩٤	أحمـر