

الجمهورية العربية السورية
وزارة التعليم العالي
جامعة دمشق
كلية الطب البشري

ليزر في جراحة **Diode** ليزر و **CO2** استطببات استخدام
الحنجرة
(دراسة مقارنة)

بحث علمي لنيل شهادة الدراسات العليا (الماجستير) في أمراض
الأذن والأنف والحنجرة وجراحة الرأس والعنق
أعد في قسم الأذن والأنف والحنجرة
في مشفى المواساة الجامعي
جامعة دمشق

برئاسة
الأستاذ الدكتور
عصام الأمين

بإشراف
الأستاذ الدكتور
محمد نبيل دندشلي

إعداد طالب الدراسات العليا
د. باسم خالد المصري

2013م

تصريح

أنا طالب الدراسات العليا الدكتور باسم المصري أقدم هذا البحث لنيل شهادة الماجستير في أمراض الأذن والأنف والحنجرة والرأس والعنق وجراحاتها, أصرح على مسؤوليتي الكاملة أن العمل المقدم في ما يلي من انتاجي بالكامل, وكل المعلومات المستقاة من مصادر أخرى فيه مسندة الى أصحابها بكل دقة, وإن الاقتباسات الحرفية من مصادر أخرى, إن وجدت, لا تتجاوز الحجم الأدنى الضروري للاقتباس, ومبيّنة بوضوح بحصرها بين علامتي تنصيص (<<....>>) ومسندة صراحة الى مصادرها .

فهرس المحتويات:

القسم النظري: المبحث الأول:لمحة تاريخية (16-17-18-19).....	صفحة 5
المبحث الثاني: العلوم الأساسية ذات الصلة:	
الفصل الأول: جنين الحنجرة(4-5).....	صفحة 6
الفصل الثاني:تشریح الحنجرة(6-7-8-9).....	صفحة 7
الفصل الثالث: تشریح الصوت(14-15).....	صفحة 21
الفصل الرابع: فيزيولوجيا الحنجرة وأساسيات إنتاج الصوت(10-11-12-13).....	صفحة 26
الفصل الخامس: فيزياء الليزر(33-36).....	صفحة 36
المبحث الثالث:مقاربة المريض المصاب بأفة حنجرية.....	صفحة 51
المبحث الرابع:الليزر وجراحة الرأس والعنق	
الفصل الأول: الأدوات والوسائل(من 20حتى 30).....	صفحة 54
الفصل الثاني:التخدير(37-38-39).....	صفحة 60
الفصل الثالث:التكنيك الجراحي(من 40حتى 55).....	صفحة 64
الفصل الرابع:أنماط أمان الليزر(1-2).....	صفحة 68
الفصل الخامس: التطبيقات النوعية لليزر بالرأس والعنق(3).....	صفحة 74
المبحث الخامس:استطيات الليزر في طب الحنجرة	
الفصل الأول:مبادئ عامة.....	صفحة 80
الفصل الثاني:لمحة عامة عن أمراض الحنجرة التي تعالج بالليزر(56-57).....	صفحة 85
الفصل الثالث:داء الأورام الحليمية التنفسية الناكسة(58).....	صفحة 99
الفصل الرابع:جراحة تبديل طبقة الصوت(31-32).....	صفحة 106
الفصل الخامس:دور الليزر بتدبير أورام الحنجرة الخبيثة(59-60).....	صفحة 107
الفصل السادس:الوصايا العشرة لنجاح جراحة الحنجرة بمساعدة الليزر.....	صفحة 117
القسم العملي	صفحة 119

من 1حتى 15 من كتاب(Otolaryngology-Basic Science chapter14-42-44-45)

من 16 حتى 60 من كتاب (Principal and Practice of LASER in Otorhinolaryngology chapter1-2-5-6-7-8)

القسم النظري

المبحث الأول

لمحة تاريخية:

1945: استعمل Gerd Meyer ضوء الشمس لعلاج انفصال الشبكية وأورام العين

1958: أول استعمال لليزر بالجراحة Schawlow (تخثير الشبكية)

1960: اختراع أول ليزر مرئي (ياقوت ليزر) من قبل Maiman Theodore في مركز أبحاث Hughes وكان ضوء أحمر مرئي استمر لثواني فقط.

1965: أول استخدام لـ CO_2 ليزر Patel et al

1966: دراسات مخبرية لـ CO_2 ليزر 20 واط في جراحة الكبد عند الكلاب Yahr and Strully

1967: تطبيق الليزر في جراحة الحنجرة المجهرية على الجثث Jako

1968: طور Polany الذراع البصري لايصال أشعة الليزر للأهداف البعيدة

1972: بدأ التطبيق السريري لليزر حيث صدر أول تقرير لاستخدام CO_2 ليزر على 12 مريض من قبل
Jako و Strong

بعد التطور الصناعي السريع تطورت تقنيات الليزر Polany و Simpson ووجدت أنواع جديدة منه: أرغون-
KTP (بوتاسيوم- تيتانيوم- فوسفات) - CO_2 - ND-YAG (نيوديميوم: باتريوم- ألمنيوم- غارنيت) إيربيوم
(YAG) - هولوميوم (YAG) - ثوليوم هولوميوم كروميوم (YAG: THC) - Q-Switched (YAG)
الياقوت- كانديلا - الاسكندري- بخار: الذهب- النحاس- الزئبق- الصباغي النابض- أكزيمر Tunable - هولوميوم-
ديود- ليزرات الالكترود الحر- الياقوت (Q-Switched) ولكل من الانواع سابقة الذكر صفات فريدة تمت
دراستها في تطبيقات نوعية.

في العقد الأخير أصبح من الممكن استخدام الليزر في العيادة.

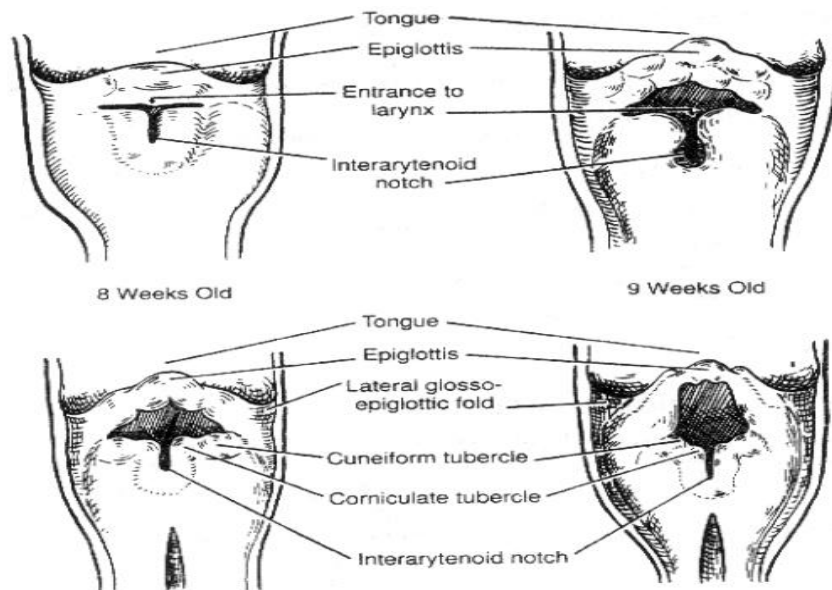
الفصل الأول: جنين الحنجرة

تشتق الحنجرة إلى حد كبير من الأقواس الغلصمية الرابع إلى السادس، بنمو متوافق مع التطور الرأسي الذيلي، حيث ينشأ الغضروف الدرقي الأكثر علوية من القوس الرابع، وينشأ الغضروف الحلقي الأكثر ذيلية من القوس السادس. أما الأصل الغلصمي الدقيق للغضاريف الطرجهالي، القريني، والاسفيني فهو أقل وضوحاً. و ربما يعود ذلك لغياب أو التنكس السريع للقوس الغلصمية الخامسة أثناء التطور.

خلافًا لغيرها من الأقواس، لا تشاهد القوس الخامسة بشكل واضح، وبالتالي فإن مشتقاتها غير معروفة. ومن المثير للاهتمام أن نلاحظ أن المزمار هو الخط الفاصل بين التعصيب الحسي من العصب الحنجري العلوي و العصب الحنجري الراجع. ولأن هذه الأعصاب تقوم بتعصيب القوس الرابعة (المبهم) والقوس الخامسة - السادسة (الشوكي اللاحق)، فمن الممكن أن البنى المتطورة في منطقة الطيات الصوتية (والتي تمثل الحدود التشريحية بين الأقواس الرابع والسادس) تمثل بقايا القوس الخامسة المتراجعة. وبالتالي فمن الممكن أن يكون كل من المخروط المرن، والغضاريف الطرجهالي و القريني و الاسفيني عناصر مشتقة من القوس الخامسة.

يتطور لسان المزمار عند الثدييات في وقت لاحق من التبارز الغلصمي السفلي، ولا يبدو أنه ينشأ من الأقواس الغلصمية.

خلال الأسبوع 5 - 7 تكون لمعة الحنجرة مصمتة، يعاد تشكيل اللمعة بيضية الشكل بالاسبوع التاسع. ينجم عن فشل إعادة التقني انسداد او تضيق في الحنجرة.



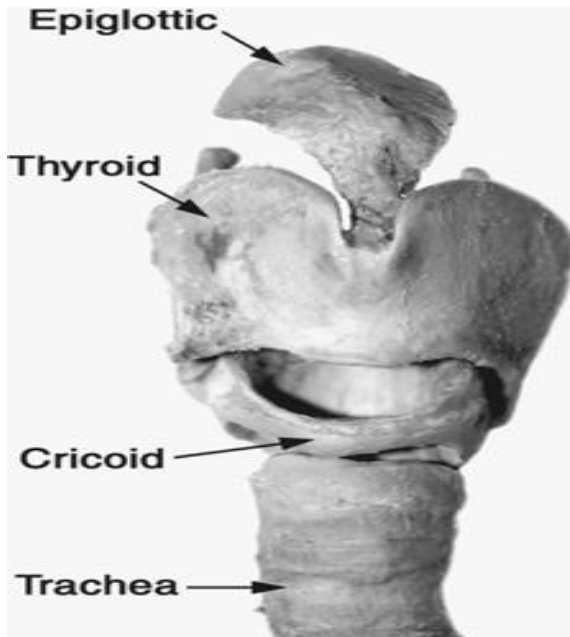
الفصل الثاني: تشريح الحنجرة:

تتكون الحنجرة من تسعة غضاريف: ثلاثة مفردة (الدرقي، الحلقي، ولسان المزمار)، وستة مزدوجة (الطرجهالي، القريني، والاسفيني). وعلى الرغم من أن العظم اللامي لا يشكل جزءاً من الحنجرة من الناحية التشريحية، إلا أنه يشارك في حركتها.

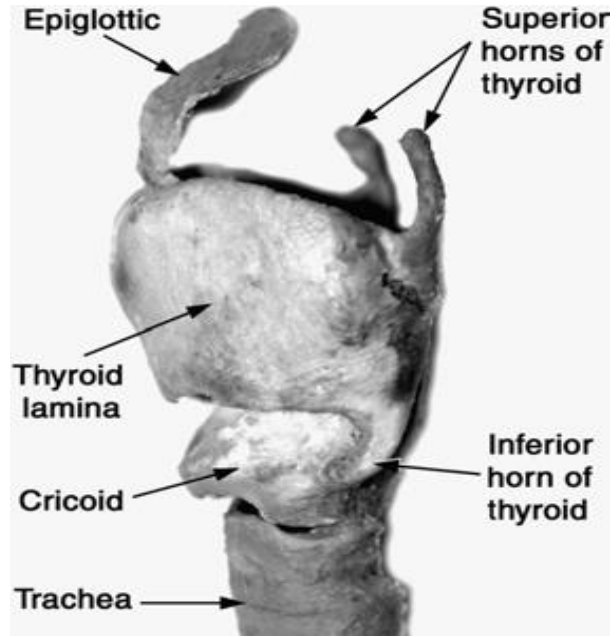
تتوضع الحنجرة في العنق، ويتمادى محورها الطويل عمودياً مع الرغامى. وتتمفصل مع العظم اللامي في الأمام والأعلى، وتثبت على الجدران العضلية للبلعوم ظهرياً، وتتصل سفلياً مع الرغامى. تتواصل لمعة الحنجرة مع حيز البلعوم الحنجري علوياً وظهرياً، ولمعة الرغامى سفلياً. يتكون الهيكل الحنجري من ثلاثة غضاريف مفردة (لسان المزمار، الدرقي، والحلقي)، وثلاثة غضاريف مزدوجة (الطرجهالي، القريني، والاسفيني). وترتبط الغضاريف إلى بعضها البعض، وإلى العظم اللامي بالأعلى، والرغامى بالأسفل، بواسطة مفاصل زليلية، والأربطة، والأغشية، والعضلات.

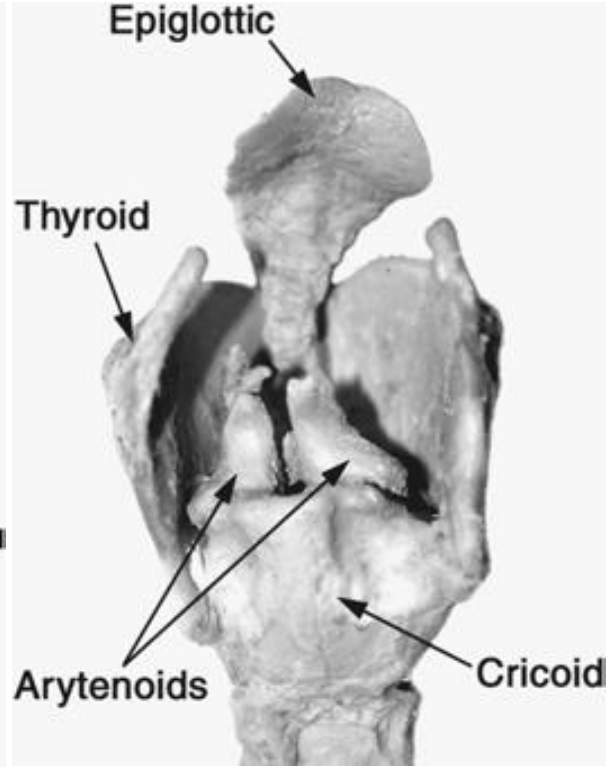
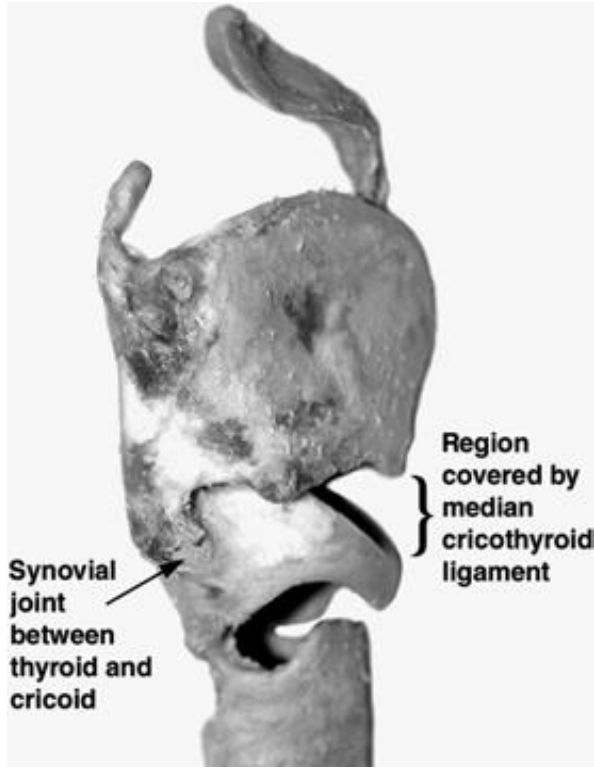
لسان المزمار هو الغضروف الأعلى (الرأسي)، بينما الحلقي هو الغضروف الأدنى (الذيلي). يتكون الوجه البطني (الأمامي) في معظمه من الغضروف الدرقي، إضافة إلى لسان المزمار بالأعلى والحلقي بالأسفل. ويتألف الوجه الظهري (الخلفي) بمعظمه من الغضروف الحلقي (الغضروف الدرقي غير مكتمل ظهرياً). يقع الغضروفان الطرجهاليان والغضروف القريني للأعلى مباشرة من الغضروف الحلقي وهي مرئية من الناحية الظهرية. وتقع الغضاريف الاسفينية للأعلى أيضاً من الغضروف الحلقي ولكنها تتواجد للوحشي والبطني قليلاً من الغضاريف الطرجهالية وللأنسي من الغضروف الدرقي المتراكب خارجياً. قد تتواجد غضاريف أخرى إضافية بنسب مختلفة. وغالباً ما يشار إليها باسم غضاريف لوشكا Luschka ويمكن أن تشمل القمحي (في الأربطة الدرقيّة اللامية الجانبية)، وبين الطرجهاليين، ويتواجد أحياناً غضروف صغير في الرباط الصوتي للطيّات الصوتية.

منظر بطني للحنجرة



منظر جانبي للحنجرة





منظر جانبي أيمن للحنجرة. يلاحظ أن المفصل الحلقي الدريقي الزليلي والمنطقة حوله مغطاة بالرباط الحلقي الدريقي الناصف.

منظر ظهري للحنجرة. لاحظ أن الغضروف الطرجهالي الأيمن يقترب ويميل للخلف وأن الغضاريف الاسفينية والقريني غير متواجدة على الطرجهالي الأيمن.

تتكون كل من غضاريف لسان المزمار، القريني، الاسفيني، والجزء العلوي للغضروف الطرجهالي من غضروف ليفي مرن وبالتالي لا تتكلس مع التقدم في السن. في حين أن الغضروف الدريقي، والحلقي، و الجزء السفلي من الغضروف الطرجهالي أكثر صلابة بسبب طبيعتها الزجاجية، وقد تتكلس مع تقدم العمر.

يتوضع غضروف لسان المزمار على الخط الناصف، وهو الغضروف الأعلى في الحنجرة. ويسمى الغضروف ولغافاته مجتمعة بالفلكة. وهو مصطلح يشير إلى التوضع فوق المزمار (أو فوق مستوى الطيات الصوتية)، يتمتع غضروف لسان المزمار بدرجة عالية من المرونة نظراً لتكوينه الغني بالألياف المرنة، و يسهل شكله الانطواء الميكانيكي للخلف. وترتكز قاعدته الضيقة الشبيهة بالسويقة إلى الوجهين البطني والمقابل للمعة من الغضروف الدريقي بواسطة الرباط الدريقي الفلكي. يزداد عرض لسان المزمار مع امتداده علوياً فوق مستوى العظم اللامي ليتوسع على شكل "ورقة". و في كثير من الأحيان يتزوى ظهرياً، بحيث يتجه سطحه المقابل للمعة سفلياً نحو الفتحة الرغامية. يثبت الرباط الفلكي اللامي (والذي يكون على هيئة عضلة في بعض الحيوانات) غضروف لسان المزمار إلى العظم اللامي. عند الأطفال حديثي الولادة يتراكب لسان المزمار على الحنك الرخو و يتبارز في البلعوم الأنفي، وبالتالي ينتقل تيار الهواء مباشرة بين تجويف الأنف والرئتين. وبهذه الوضعية، يمكن للسان المزمار أن يساعد أيضاً في حماية مدخل الحنجرة. يحول لسان المزمار دون دخول الطعام والسوائل المباشر إلى الحنجرة. يأخذ سطحه الذروي (والذي يواجه

جوف الفم) شكل مقدمة القارب، ويتشكل أخطوده الناصف من الطية اللسانية الفلكية المتوسطة (والتي تمتد بين لسان المزمار واللسان). و يساعد هذا الشكل عند الرضع على تحويل السوائل القادمة وإعادة توجيه تدفق المواد الغذائية إلى القنوات الجانبية اليمنى واليسرى (الجيوب الكثرية)، والتي تسير حول مدخل الحنجرة لتعود وتلتقي ظهرياً وذليلاً في المريء. على الرغم من أن هذه الوظائف ضرورية للرضع ، إلا أن لسان المزمار عند البالغين يفقد الكثير من أهميته الوظيفية نتيجة لعوامل تتعلق بالتوضع السفلي للحنجرة في العنق (انظر المناقشة لاحقاً). وبالتالي لسان المزمار عند البالغين غير ضروري للتنفس والحماية أثناء البلع أو التصويت.

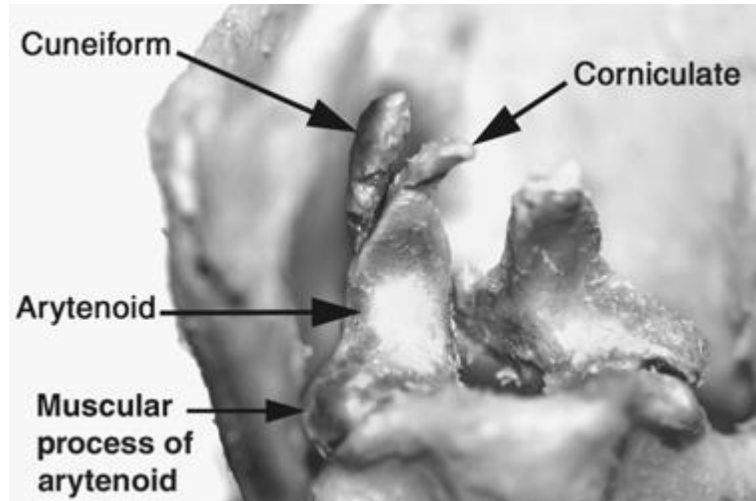
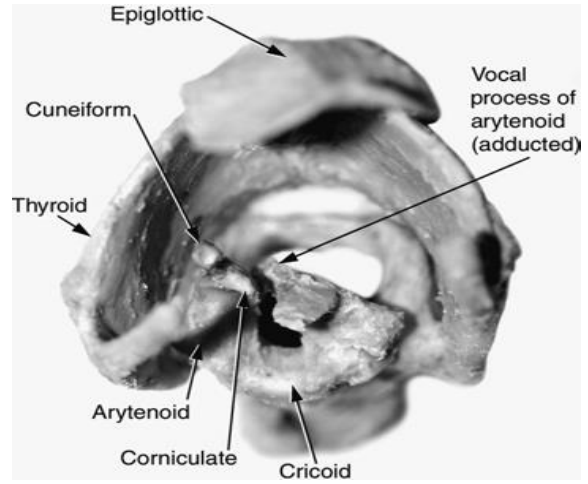
الغضروف الدرقي **thyroid cartilage** (وهو مصطلح مشتق من الكلمة اليونانية **thyreos** ، وتعني "درع") أكبر غضروف في الحنجرة. ويغطي الجانب البطني من مجرى الهواء الحنجري. يلتقي وجهه الأيسر والأيمن (الصفحتان) في الخط الناصف البطني سفلياً ولكن ينفصلان في الأعلى لتشكيل (الثلمة الدرقية). وتتبارز النقطة الأكثر علوية من الالتحام نحو الأمام وتسمى البارزة الحنجرية (تفاحة آدم). هذا البروز مرئي تحت الجلد في العنق وعادة ما يكون أكبر عند الذكور بعد البلوغ. لا تلتحم الصفحتان اليمنى واليسرى للغضروف الدرقي ظهرياً. وبدلاً من ذلك، تمتلك كل صفيحة زوج من البروزات (القرون **cornea**) على حافتها الظهرية : يتجه أحدهما نحو الأعلى (القرون العلوي) ويمتد الآخر سفلياً (القرون السفلي). تثبت الحافة العلوية للغضروف الدرقي إلى العظم اللامي عبر الغشاء الدرقي اللامي. تتسمك الحواف الخلفية من هذا الغشاء لتشكيل الرباط الدرقي اللامي بكل جهة. يمتد هذا الرباط من القرن العلوي للدرقي إلى الحافة الظهرية للقرن الكبير لللامي وغالباً ما يحتوي على غضروف صغير مدور (الغضروف القمحي أو غضروف لوشكا **Luschka**). تثبت القرنان السفليان للغضروف الدرقي إلى الوجه الوحشي الظهري للغضروف الحلقي في كل جهة عبر مفاصل زلالية. تسمح الحركة على مستوى هذا المفصل للغضروف الدرقي بالدوران البطني والظهري حول محور معترض (أيسر أو أيمن) بالنسبة للغضروف الحلقي (أو العكس بالعكس، حيث يمكن للمفصل أن يسمح للحلقي بالاقتراب أو الانفصال عن الغضروف الدرقي بجوانبه البطنية). يعمل الرباط الحلقي الدرقي الناصف على تثبيت الأمامي للغضاريف الدرقي والحلقي. يتمتع هذا الرباط بأهمية خاصة كونه يشكل موضع البضع الحلقي الدرقي الإسعافي لتأمين فتحة مؤقتة للتغلب على انسداد الطريق الهوائي أعلاه .

يشكل الغضروف الحلقي **cricoid cartilage** (وهو مصطلح مشتق من الكلمة اليونانية **krikos** ، وتعني "عصابة") حلقة كاملة. وهو عريض ظهرياً وأضيق بطنياً ، مثل حلقة الخاتم. ويمتد الجزء العريض الظهري (الصفيحة) علوياً فوق مستوى الجزء البطني. تحول هذه الميزة دون الاختراق العميق للأداة المستخدمة في البضع الحلقي الدرقي الإسعافي وتشكيل ناسور مريئي رضي . تثبت الغضروف الحلقي سفلياً إلى الحلقة الرغامية الأولى بواسطة الرباط الحلقي الرغامي. تحمل الحافة العلوية لصفيحة الحلقي زوج من الغضاريف الطرجهالية يتم فصل كل منهما بمفصل زليلي يقع على الأوجه الجانبية للمنطقة الظهرية لصفيحة الحلقي.

يأخذ زوج الغضاريف الطرجهالية arytenoid cartilages (وهو مصطلح مشتق من الكلمة اليونانية arytaia ، وتعني "مغرفة") شكلاً رباعي الاسطح مثل (الهرم)، تتجه ذروته للأعلى وتثبت قاعدته على الغضروف الحلقي. ويمتلك الطرجهالي امتداداً جانبياً يسمى النتوء العضلي و بروز بطني يدعى النتوء الصوتي .

يدعم النتوء الصوتي الرباط الصوتي، والذي بدوره ، يدعم الحافة الأنسية للطيبة الصوتية (سيناقش ذلك لاحقاً). يعد الغضروفان الطرجهاليان المكون الأكثر حركة في الحنجرة. يوفر المفصل الزليلي الحلقي الطرجهالي الكبير ثلاثة أنواع من الحركات: الانزلاق على المحور الظهري البطني، الانزلاق في المحور الأفقي (أنسي-وحشي)، والدوران حول المحور الرأسي الذيلي . تؤثر هذه الحركات على أوضاع النتوء الصوتي، وبالتالي على الطيات الصوتية المرتبطة به.

منظر علوي للحنجرة. لاحظ أنه تم تقريب الغضروف الطرجهالي الأيمن وإمالة للخلف وأن الغضاريف الاسفينية والقريني غير موجودة في الطرجهالي الأيمن.



منظر ظهري مكبر للغضاريف الطرجهالي، القريني، الاسفيني. لاحظ أنه تم تقريب الغضروف الطرجهالي الأيمن وإمالة للخلف وأن الغضاريف الاسفينية والقريني غير موجودة على الطرجهالي الأيمن

الطيأت والأغشية الحنجرية:

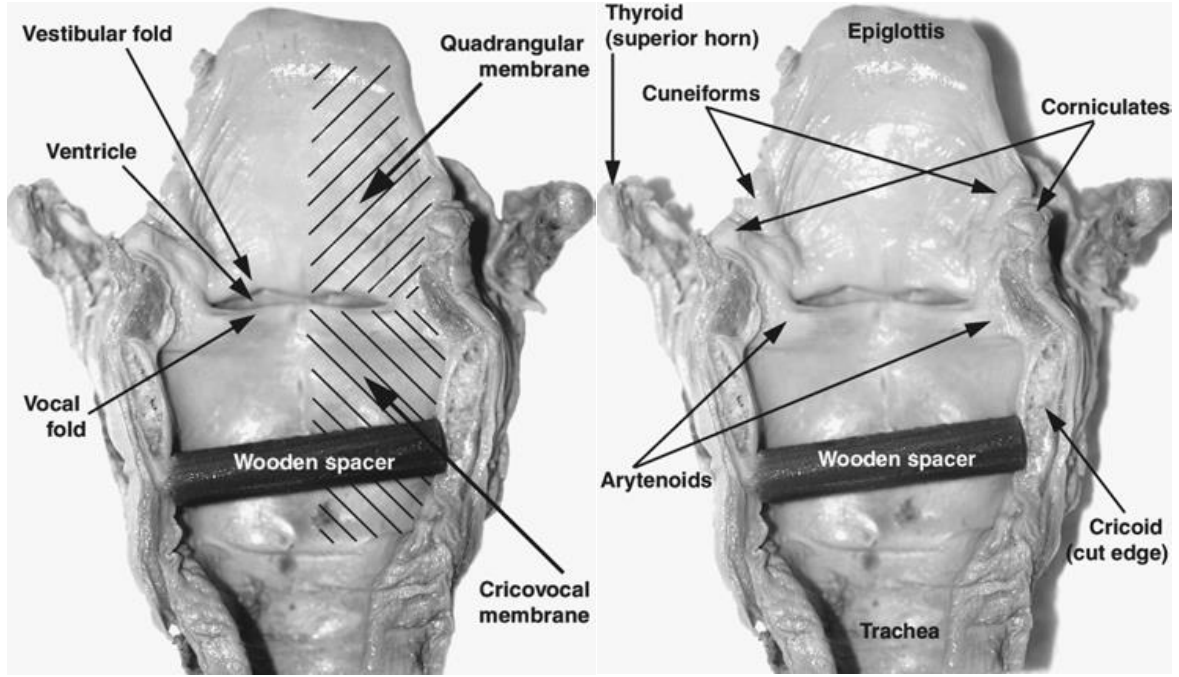
ترتبط الأجزاء الغضروفية و العظمية للحنجرة مع بعضها بواسطة الطيأت المخاطية ، الأربطة، والأغشية. الغشاء الدرقي اللامي عبارة عن غشاء ليفي مرن عريض، و يشار اليه أحياناً على انه رباط . وهو يمتد من الحافة السفلية للعظم اللامي إلى الحافة العلوية للغضروف الدرقي، وتمر عبره الأوعية والأعصاب الحنجرية العلوية إلى الحنجرة.

تغطي الطيأتان الطرجهاليتان الفلكتيتان اليسرى واليمنى السطوح الوحشية للغضاريف الطرجهالي و القريني و الاسفيني ولسان المزمار، والتي يمكن مشاهدة حوافها تحت الغشاء المخاطي للطيأت. تحدد الحواف العلوية لهذه الطيأت الفتحة المؤدية للمعة الحنجرة. تتوضع الجيوب الكمثرية (قناة الطعام الوحشية) وحشي كل طية طرجهالية فلكية. يتم منع المواد الغذائية أو السوائل العابرة على طول هذا الطريق من الدخول إلى الحنجرة بواسطة الطية الطرجهالية الفلكية (والتي تشكل الجدار الأنسي للجيب الكمثري) والجدار الوحشي الذي يحمي مدخل الحنجرة. تساهم الطيأت الطرجهالية الفلكية في تشكيل كم دائري جنباً إلى جنب مع الغضاريف ، ويمتلك هذا الكم فجوة على الخط الناصف الظهري تسمى الثلمة بين الطرجهالية. وبالتالي يعد الجدار السفلي لهذا الوجه الظهري المنطقة الأكثر عرضة لتسلل الطعام أو السوائل إلى الحنجرة، وخاصة من القلس المعدي المريئي أو الارتجاع.

ييطان الوجه الداخلي للحنجرة بواسطة غشاء ليفي مرن. ويبدأ هذا الغشاء، الذي يتوضع تحت المخاطية مباشرة، علوياً كنسيج ممتد من الغضاريف الفلكي و الطرجهالي وينتهي سفلياً في الغضروف الحلقي. الغشاء الليفي المرن متناظر في الجانبين ، ويقسم بكل جهة الى جزء علوي يسمى الغشاء المربع، وجزء سفلي يدعى الغشاء الصوتي الحلقي .

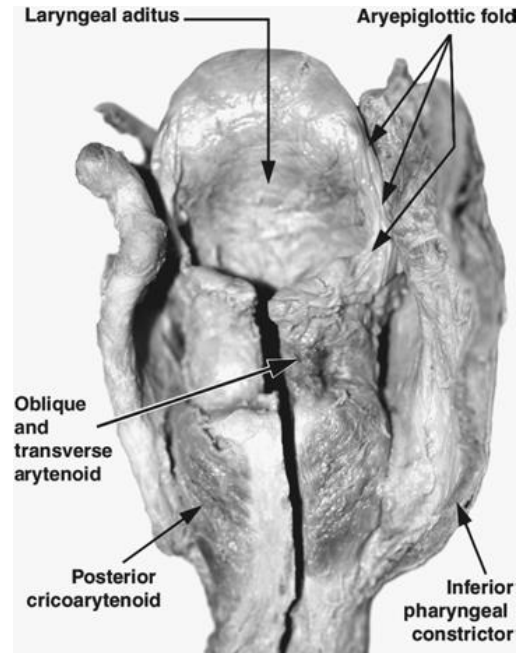
ينفصل الغشاءان المربع والصوتي الحلقي بواسطة بطين الحنجرة. تدعم الحواف العلوية من الغشاء المربع الطية الطرجهالية الفلكية.

ينتهي الحد السفلي للغشاء المربع كحافة حرة، تدعى الطية الدهليزية (يشار إليها أحياناً باسم "الحبل الصوتي الكاذب")، والتي تتبارز للأنسي داخل لمعة الحنجرة. تحتوي هذه الطية على الرباط الدهليزي، والذي يمتد من الأمام للخلف بين الغضاريف الطرجهالي و الدرقي. وتسمى الفوهة بين الحواف الأنسية للطيأت الدهليزية بالمشق الدهليزي rima vestibuli. وظيفة الطيأت الدهليزية غير واضحة، و قد تساعد في محاولة إغلاق الحنجرة ، ولكن لا يبدو أنها تساهم بشكل مباشر في التصويت. ويبدو أن الطية الدهليزية ذات هامش حركة محدود. قد تعود هذه الحركة المحدودة لارتباطها الداني على جسم الطرجهال.



لمعة الحنجرة. تم قطع الحنجرة ظهرياً على طول الخط الناصف عبر الغضروف الحلقى، وقلبت حواف القطع للوحشي (تم وضع مبدع خشبي لفتح اللمعة). حدود الغضاريف الحنجرية (لسان المزمار، الاسفينية، القريني، والطرجهالي) مرئية تحت الطية طرجهالية لسان المزمارية. يشاهد القرنان العلويان للغضروف الدرقي في الوحشي.

منظر ظهري لعضلات الحنجرة الخارجية والداخلية. (ملاحظة: تم قطع الحنجرة ظهرياً على طول الخط الناصف. ، ولكن مازالت حواف القطع قريبة من بعضها بحيث لمعة الحنجرة غير مرئية). تمت إزالة الغشاء المخاطي من الناحية الظهرية، وكشف العضلات الحلقية ، الطرجهالية المائلة، PCA الطرجهالية الخلفية والطرجهالية المعترضة. تمت الإشارة أيضاً إلى حافة قطع المعصرة البلعومية السفلية. يلاحظ أيضاً مدخل الحنجرة، المحدود جانبياً بواسطة الطية الطرجهالية الفلكية.



تتشكل الحافة الحرة للطية الدهليزية من تحويف الجراب المتوضع للوحشي والذي يدعى ببطين الحنجرة أو الجيب الحنجري. يبدأ البطين للأسفل من الحافة الحرة للطية الدهليزية ، ثم يتوسع وحشياً. و يمكن أحيانا أن يمتد للأمام والأعلى لتشكيل كيبس كبير تحت الطية. يفرز البطينان طبقة من المخاط على السطوح العلوية للطيات الصوتية. وقد اقترح أنها تلعب دور جوف رنان في التصويت ولكنه لا يزال هذا الدور غير واضح.

يحتوي الغشاء الحلقي الصوتي على الرباط الحلقي الدرقي الوحشي. يمتد هذا الرباط من الأمام للخلف بين الغضروفين الطرجهالي و الدرقي ، ويمتد سفلياً على طول الحافة العلوية للغضروف الحلقي. ويشكل في الأعلى بنية سمكية تعرف باسم الرباط الصوتي. يمتد الرباط الصوتي من الأمام للخلف بين النتوء الصوتي للغضروف الطرجهالي والخط الناصف، والسطح المقابل للمعة من الغضروف الدرقي. على الرغم من أنه يمكن مبالغة أو تقريب الأربطة الصوتية ظهرياً (عن طريق عمل العضلات على الطرجهال)، تبقى المرتكزات البطنية مثبتة بشكل دائم مجاورة لبعضها البعض في ارتباطها إلى الغضروف الدرقي. تعتبر بعض المراجع الرباط الحلقي الدرقي الناصف كجزء من الغشاء الصوتي الحلقي. يطلق في بعض الأحيان على الغشاء الحلقي الصوتي والأربطة المرافقة له مصطلح المخروط المرن. تنقلب هذه الأربطة للأنسي لدعم طية نسيجية تتبارز داخل لمعة الحنجرة تعرف باسم الطية الصوتية(والتي يشار إليها أحيانا باسم "الحبل الصوتي الحقيقي").

الطيات الصوتية عبارة عن زوج من التبارزات الأنسية من جدران تحويف الحنجرة والتي يمكن لها أن تتقابل على الخط الناصف لتسد تحويف الحنجرة. ووظائفها الأساسية حماية مجرى الهواء وتنظيم تدفق الهواء عبر الحنجرة. تتحكم الطيات الصوتية بوظائف الشهيق/ الزفير، والتصويت، منع الاستنشاق أثناء البلع ، الحفاظ على الضغط داخل الصدر / داخل البطن، وتثبيت الأضلاع . وهي مدعومة من النتوء الصوتي للغضروف الطرجهالي ظهرياً، والغشاء الصوتي الحلقي اللففي المرن المحتوي على أربطة المخروط المرن (الرباط الصوتي إنسياً، الرباط الحلقي الدرقي الوحشي سفلياً، والرباط الحلقي الدرقي الناصف في الأمام). تحتوي الطية الصوتية على العضلة الصوتية ، والتي تمتد موازية للحافة الوحشية للرباط الصوتي. تبدو الطية الصوتية بلون أبيض عندما ينظر إليها من الأعلى، ويرجع ذلك إلى اللون الأبيض للرباط نفسه، إضافة إلى أن هناك بعض الأوعية الدموية على سطح الطية. يتناقض هذا المظهر الأبيض بشدة مع اللون الوردي للطية الدهليزية ، مما يسهل التمييز بينهما بتنظير الحنجرة. يمكن أن تظهر الطيات الصوتية الملتهبة بلون وردي، وذلك نظراً لتوسع الأوعية القليلة الموجودة داخل الطبقة السطحية من الصفيحة الخاصة. وتسمى الفتحة والمسافة الفاصلة بين الطيات الصوتية بالمشق المزماري rima glottidis. ويطلق على الطيات الصوتية بالمستوى العرضي مصطلح المزمار glottis. ويطلق على المنطقة أعلى من هذا المستوى مصطلح فوق المزمار supraglottic ، في حين تسمى المنطقة تحت هذا المستوى تحت المزمار subglottic.

جوف الحنجرة:

تقسم الطيات الدهليزية والصوتية تجويف الحنجرة الى ثلاثة مناطق. يفصل مستوى الطيات الدهليزية بين المنطقتين العلوية والمتوسطة ، في حين يفصل مستوى الطيات الصوتية أو المزمار بين المنطقتين المتوسطة والسفلى. ويطلق على الجزء العلوي من هذا الجوف بدهليز الحنجرة. يتحدد دهليز الحنجرة بطنياً بالسطح الخلفي الطويل للسان المزمار ، وظهرها بواسطة الجدار السفلي للغشاء المخاطي بين الطرجهاليين ، ووحشياً بالسطوح الأنسية من الغشاء المربع للطيات الطرجهالية الفلكية. يتكون الجزء الأوسط لجوف الحنجرة من أحياز البطينين الحنجريين المتقابلين، والتي تتوضع بين البروزات الأنسية للطيات الدهليزية والصوتية المتقابلة. يسمى الجزء السفلي من جوف الحنجرة بالحيز تحت المزماري أو تحت المزمار. يمتد الحيز تحت المزمار سفلياً حتى الوصل الحلقي الرغامي ويدعم محيطياً بواسطة الطبيعة الدائرية للغضروف الحلقي.

ويسمى المدخل إلى جوف الحنجرة بمدخل الحنجرة laryngeal aditus. تصل هذه الفتحة دهليز الحنجرة من الجهة العلوية الخلفية مع حيز البلعوم الحنجري. تتحدد حافة الفتحة بطنياً بواسطة لسان المزمار، ووحشياً بواسطة الطيات الطرجهالية الفلكية، وظهرها بواسطة الطية المخاطية المعترضة بين الغضاريف الطرجهالية. يمتد الوجه البطني للأعلى أكثر من الوجه الظهري نظراً للفرق الكبير بين لسان المزمار الطويل والغضاريف الطرجهالية القصيرة. ، تتواصل اللمعة تحت المزمارية لجوف الحنجرة سفلياً مع لمعة الرغامي، وهناك انتقال سلس بين بطانة الغضروف الحلقي والرغامي، في ما يعرف بالغشاء الحلقي الرغامي.

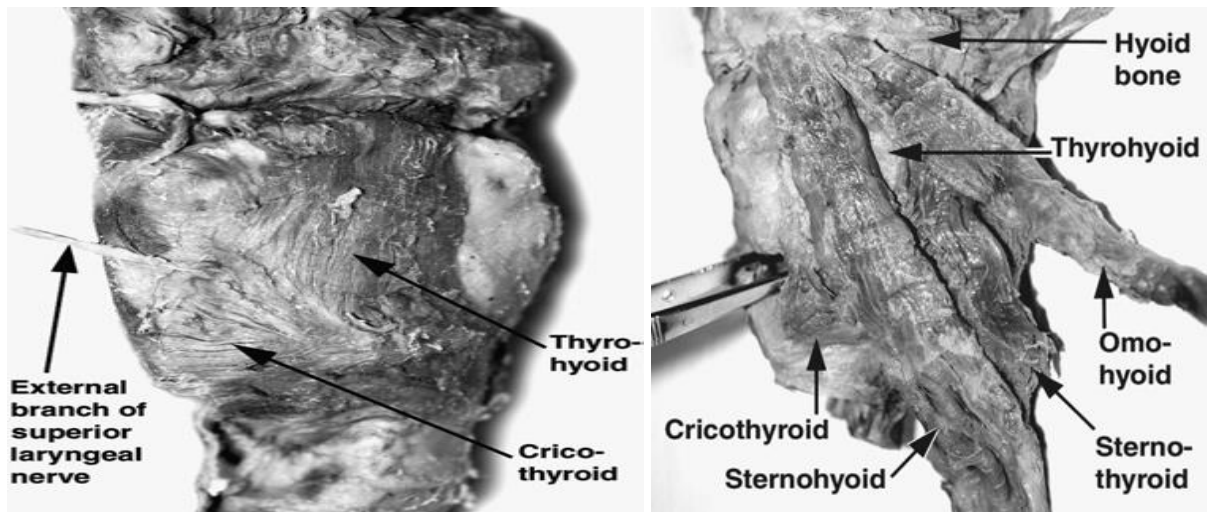
العضلات الحنجرية:

عضلات الحنجرة الخارجية عبارة عن أزواج متقابلة مسؤولة عن الحركات الإجمالية للعضو بأكمله. وتشمل العضلات الخارجية التي تثبت مباشرة إلى الحنجرة كل من : القصبة الدرقية، الدرقية اللامية، والمعصرة البلعومية السفلية. تمتد القصبة الدرقية باتجاه علوي سفلي لترتبط بين الوجه الأمامي الجانبي لصفحة الدرقى والقص. وتقلص هذه العضلة يخفض الحنجرة. تتوضع العضلة الدرقية اللامية بنفس مستوى العضلة القصبة الدرقية، لكنها تتركز للأعلى والأنسي منها على صفحة الدرقى. وتمتد للأعلى لتثبت على العظم اللامي. تقلص العضلة الدرقية اللامية يقارب بين الحنجرة والعظم اللامي. تتركز المعصرة البلعومية السفلية بطنياً على طول الأوجه الجانبية للغضاريف الدرقى والحلقي، وتسير أليافها ظهرياً وعلوياً لتتصل مع ألياف الجانب المقابل في الرءاء المتوسط الخلفي للبلعوم. العضلة العاصرة السفلية أعرض في الخلف من الأمام. تتجه الألياف العلوية بشكل مائل ، وتمتد للأعلى فوق (خارجياً بالنسبة ل) الوجه الخلفي من المعصرة الوسطى لترتكز في نهاية المطاف عن طريق الرءاء إلى المعصرة البلعومية العلوية ومن ثم قاعدة الجمجمة. تجدر الإشارة إلى أن هذا هو الارتباط المباشر الوحيد بين الحنجرة والجمجمة. تقلص الألياف العلوية من المعصرة السفلية يرفع الحنجرة للأعلى. تلتحم الألياف السفلية للمعصرة السفلية أفقياً لتتصل في الأسفل مع المريء. وتعتبر هذه الألياف في بعض الأحيان عضلة مستقلة تسمى العضلة الحلقية البلعومية كونها تعمل بشكل مستقل كعضلة عاصرة تتحكم بفتح المريء.

هناك أزواج إضافية من العضلات الخارجية لا تتركز مباشرة إلى الحنجرة ولكنها تشارك في تحريك الحنجرة عن طريق التحكم في تحركات جدران البلعوم المرتكزة عليها أو تغيير وضعية العظم اللامي (المرتبط مع الحنجرة بالأسفل). تشمل هذه العضلات المعصرة البلعومية الوسطى، الإبرية البلعومية، والحنكية البلعومية (التي ترفع جدران البلعوم)، الإبرية اللامية، اللامية اللسانية، الذقنية اللامية، الضرسية اللامية، وذات البطنين (التي ترفع اللامي)، و الكتفية اللامية والقصبية اللامية (التي تخفض اللامي).

تتحد العديد من عضلات الحنجرة الخارجية واللامية بالاتجاه العمودي لتظهر كشرائط طويلة ورقيقة. وتدعى بالعضلات الشريطية "strap" muscles وتعصب من قبل العروة الرقبية (ألياف صادرة جسدية عامة من C1، C2، C3)، وتشمل القصية الدرقية، القصية اللامية، الدرقية اللامية، الكتفية اللامية، والذقنية اللامية. تعصب العضلات الخارجية المتبقية بواسطة العصب مثلث التوائم (الضرسية اللامية و البطن الأمامي لذات البطنين)، والعصب الوجهي (الإبرية اللامية و البطن الخلفي لذات البطنين)، و العصب اللساني البلعومي (الإبرية البلعومية)، والعصب تحت اللسان (اللامية اللسانية). وتعصب الحنكية البلعومية والمعصرات من قبل "الضفيرة البلعومية"، التي تضم ألياف من الأعصاب اللساني البلعومي، المبهم، والقسم الشوكي لللاحق.

تتركز العضلات الداخلية للحنجرة إلى غضاريف الحنجرة فقط. هذه العضلات مسؤولة عن حركات معينة لغضاريف الحنجرة والطيات. تعمل معظم العضلات الداخلية على حماية الحنجرة عن طريق تضيق مدخل الحنجرة وإغلاق المشق المزماري (الفرجة بين الطيات الصوتية). وهذا يذكرنا بالوظيفة الوقائية الأصلية لهذه العضلات في المراحل الباكرة من التطور. يوحى اصطفاها المحيطي حول مدخل الحنجرة بأنها تعمل بانسجام كمعصرة لتضيق الفتحة الشبيهة بالصمام و لتفصل المجمع الهوائي عن البلعوم. هناك ثلاث عضلات تعمل على تنظيم مدخل الحنجرة وهي: الطرجهالية المائلة، الطرجهالية الفلكية، والدرقية الفلكية. بينما هناك ست عضلات تسيطر على المشق المزماري وهي: الحلقة الطرجهالية الخلفية، الحلقة الطرجهالية الوحشية، الطرجهالية المعتزضة، الدرقية الطرجهالية، الصوتية، والحلقية الدرقية. كل هذه العضلات عبارة عن أزواج متقابلة، باستثناء الطرجهالية المعتزضة، والتي تمتد خلفاً عبر الخط الناصف بين الجانبين الأيسر والأيمن.

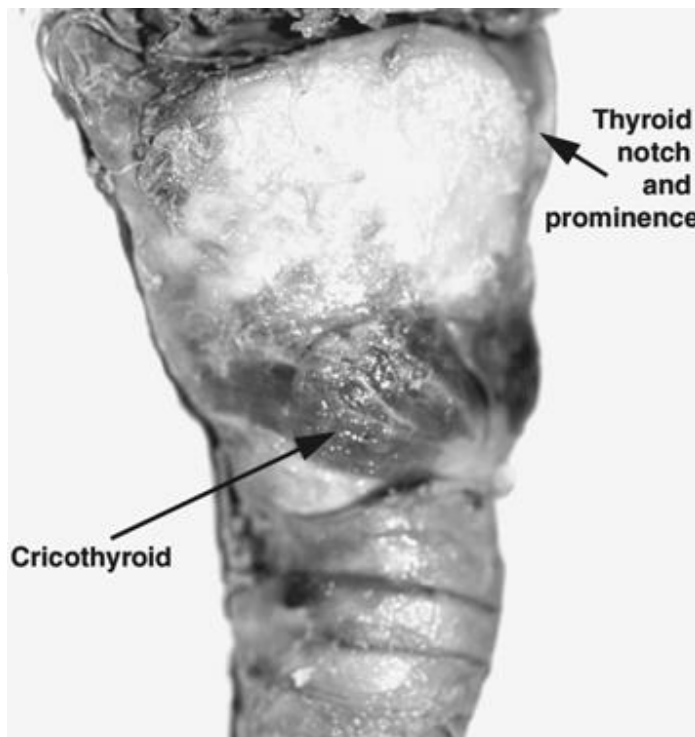


يتم تباعد الطيات الصوتية عبر زوج واحد من العضلات فقط وهو: العضلة الحلقية الطرجهالية الخلفية. تنشأ هذه العضلات على طول الصفيحة الظهرية للغضروف الحلقي وترتكز على الجانب الوحشي من النتوء العضلي لكل طرجهال . يسحب تقلص العضلتين الحلقيتين الطرجهاليتين الخلفيتين النتوء العضلي ظهرياً، مما يتسبب بالتدوير الوحشي للنتوءين الصوتيين لتنتفح بذلك لمعة الحنجرة.

تقوم عضلات الحنجرة المتبقية باغلاق الحنجرة. حيث تعمل غالبيتها على الغضاريف الطرجهالية، والتي بدورها، تسيطر على حركات الطيات الطرجهالية الفلكية والصوتية. ويتم تقريب الطيات الصوتية بواسطة العضلات الحلقية الطرجهالية الجانبية. تنشأ هذه العضلات من الحواف الجانبية للغضروف الحلقي وترتكز على الوجه الوحشي لكل نتوء عضلي طرجهالي . يشد تقلص الحلقية الطرجهالية الجانبية النتوء العضلي للطرجهاليين وحشياً ، ويتسبب بالتالي بالدوران الأنسي لكل نتوء صوتي تجاه بعضهما البعض. ترتكز العضلتان الطرجهالية المعترضة (بين الطرجهالية) والطرجهالية المائلة ظهرياً بين الغضاريف الطرجهالية . وتتجه الطرجهالية المعترضة بالحوار الأفقي يسار- يمين، و تتقاطع الطرجهاليتان المائلتان مع بعضها البعض بشكل X. تتواسط هذه العضلات تقابل الطيات الصوتية على الخط الناصف وذلك بتقريب الغضاريف الطرجهالية . تلتحم العضلة الطرجهالية الفلكية مع الطرجهالية المائلة لتبدو بشكل خط مائل على طول الطية الطرجهالية الفلكية. وتعمل على تضيق مدخل الحنجرة عبر تقريب الطيات الطرجهالية الفلكية وتقريب لسان المزمار إلى الطرجهاليين. ترتكز العضلة الدرقية الطرجهالية بين الوجه البطني للطرجهاليين والخط الناصف الظهري على الوجه المقابل للمعة الغضروف الدريقي. تعمل هذه العضلات على إرخاء الطيات الصوتية عن طريق سحب الطرجهالي للأمام، ولكنها تعمل أيضاً على تقريب الطيات الصوتية عبر تدوير الطرجهاليين إنسياً. وتعتبر العضلة الصوتية في بعض الأحيان جزءاً من الدرقية الطرجهالية. تمتد كل عضلة صوتية بمحاذاة الجانب الوحشي للرباط الصوتي وتعمل على تقصير الطيات الصوتية (تشدهما بطنياً)، وتعتبر في بعض الأحيان العضلة الدرقية الفلكية امتداداً للعضلة الدرقية الطرجهالية ضمن الطيات الطرجهالية الفلكية . ترتكز هذه العضلات بين لسان المزمار والغضروف الدريقي. قد يسبب تقلص العضلات الدرقية الفلكية خفض لسان المزمار، إلا أنها يمكن أن تعمل على الطيات الطرجهالية الفلكية لتسبب توسع مدخل الحنجرة.

لا ترتكز العضلة الحلقية الدرقية على الغضروف الطرجهالي، وبالتالي يمكن أن تعمل بشكل غير مباشر فقط على الطيات الصوتية. وتتوضع على طول الأوجه الجانبية للغضروف الحلقي، وتسير أليافها بطنياً ظهرياً. تتكون كل عضلة حلقية درقية من بطنين يتوضعان بشكل مجاور لبعضهما البعض باتجاه علوي سفلي. ينشأ كلا البطنين أمامياً بالقرب من الخط الناصف للحلقي. يرتكز البطن العلوي في الأعلى على السطح السفلي المنحني لصفيحة الدريقي. في حين يرتكز البطن السفلي ظهرياً على الوجه الأمامي للقرن السفلي للغضروف الدريقي . يعمل بطن العضلة الحلقية الدرقية على تقريب الغضاريف الدريقي والحلقي بطنياً تجاه بعضهما البعض عن طريق الحركة الدورانية على مستوى المفصل الحلقي الدريقي الزليلي . تسبب هذه الحركة توتراً في الطيات الصوتية و ذلك بسبب تمطط الاتصال بين الغضاريف الطرجهالية (التي تثبت على الحلقي)، و الغضروف الدريقي. و من غير الواضح ما إذا كان يتم سحب الوجه البطني للغضروف الدريقي سفلياً، أو يتم سحب الوجه البطني من الغضروف الحلقي علوياً.

لكن التأثير النهائي هو نفسه: زيادة المسافة بين المركز البطني للطيات الصوتية على الغضروف الدرقي، والمركز الظهري على الغضاريف الطرجهالية .



منظر جانبي أيمن للحنجرة، مع استئصال جميع العضلات باستثناء الحلقية الدرقية. تمت الإشارة إلى الثلمة والبارزة الدرقية في هذه الحنجرة العائدة لأنثى. البارزة الدرقية أكثر وضوحاً في حنجرة الذكر البالغ.

تروية الحنجرة:

تتروى الحنجرة بواسطة الشريانين الدرقيين العلوي والسفلي. يتفرع الشريان الدرقي العلوي من الشريان السباتي الظاهر أما الشريان الدرقي السفلي فهو فرع من الجذع الدرقي الرقي من الشريان تحت الترقوة. يتم العود الوريدي للحنجرة بواسطة الأوردة الدرقية العلوي والمتوسط والتي تنضم إلى الوريد الوداجي الباطن، والوريد الدرقي السفلي والذي يصب في الوريد العضدي الرأسي الأيسر. يتم التصريف اللمفاوي وحشياً إلى العقد اللمفاوية الرقبية العميقة و العقد جانب الرغامى، وأمامياً إلى العقد اللمفاوية أمام الحنجرة وأمام الرغامى.

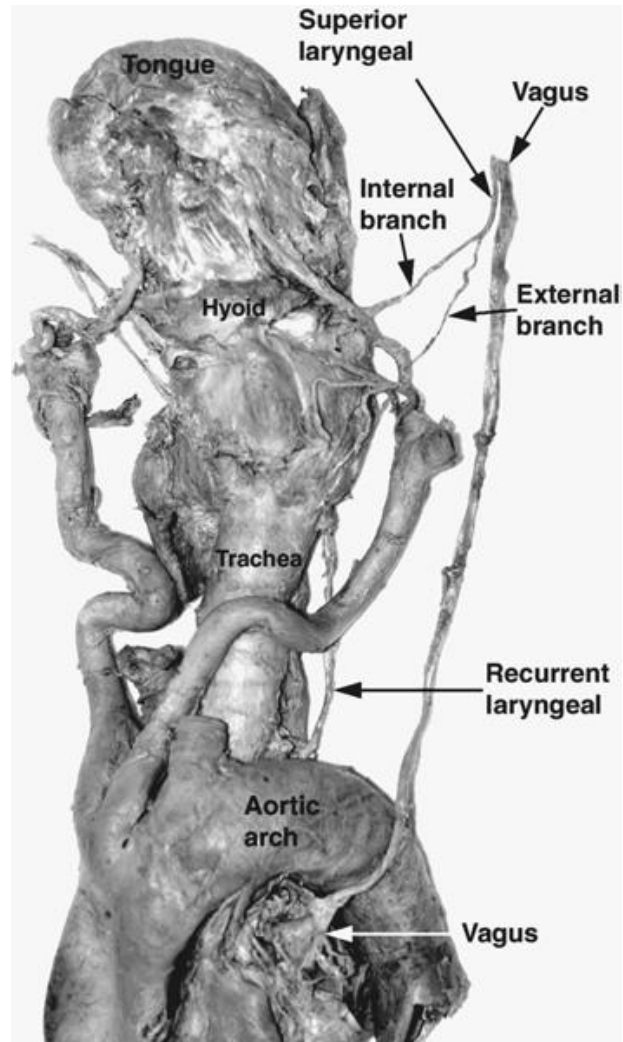
تعصيب الحنجرة:

تتعصب الحنجرة بواسطة الفرعين الباطن والظاهر للعصب الحنجري العلوي، والعصب الحنجري الراجع، وألياف ودية. يتفرع العصب الحنجري العلوي من المبهم [العصب القحفي العاشر (CN) X]. يحمل الفرع الباطن للعصب الحنجري العلوي أليافاً حسية وتعصباً ذاتياً للحنجرة فوق المزمار. وتتكون الألياف الحسية من ألياف واردة عامة إلى الجزء العلوي من جوف الحنجرة، بما في ذلك السطح العلوي للطيات الصوتية، ولسان المزمار. كما يحمل معه ألياف واردة حشوية خاصة ذوقية إلى لسان المزمار.

ويتكون التعصيب الذاتي من ألياف صادرة حشوية عامة (ألياف نظيرة ودية قبل عقدية) من نواة المبهم الظهرية. الفرع الخارجي للعصب الحنجري العلوي عصب محرك ويحمل ألياف صادرة حشوية خاصة إلى العضلة الحلقية الدرقية فقط.

العصب الحنجري الرابع فرع من فروع العصب المبهم. يحمل ألياف واردة (حسية) حشوية عامة من المنطقة تحت المزمار، و ألياف صادرة (محركة) حشوية خاصة من النواة الغامضة لجميع عضلات الحنجرة باستثناء الحلقية الدرقية. تشتق الألياف المحركة من الجزء القحفي للعصب الشوكي اللاحق (العصب القحفي الحادي عشر CN XI). وتنقل هذه الألياف الحركية عبر العصب المبهم، وتتوزع على الحنجرة عن طريق الفرع الحنجري الرابع من العصب المبهم.

منظر بطني للحنجرة مع الأوعية الدموية والأعصاب المحيطة بها. ويلاحظ اتصال الحنجرة مع العظم اللامي واللسان علوياً ، ومع الرغامى سفلياً . لاحظ فرعي العصب المبهم: الحنجري العلوي و الحنجري الرابع . ينقسم العصب الحنجري العلوي الى فرع باطن (حسي) وفرع خارجي (محرك للعضلة الحلقية الدرقية). يسير المبهم الأيسر مجاوراً لقوس الأبهر، ويمر الفرع الحنجري الرابع الأيسر تحت قوس الأبهر مجاوراً للرباط الشرياني. تمت إزالة الغدة الدرقية من الجانب الأيسر للحنجرة للكشف عن مسار العصب الحنجري الرابع الأيسر على جانبي الرغامى.



تموضع الحنجرة:

يختلف موضع الحنجرة في الفترة ما بين الولادة وحتى سن البلوغ. في البشر حديثي الولادة، تتوضع الحنجرة بشكل مرتفع جداً في العنق، بحيث تكون ذروة لسان المزمار متماسة مع الحنك الرخو وداخله في البلعوم الأنفي. وتبقى بهذا الموضع المرتفع حتى عمر 1 إلى 2 سنة. يسمح التموضع المرتفع للجانب البطني من لسان المزمار بالتماس مع الحنك الرخو والتراكب على سطحه الظهري. يوفر هذا التماس طريقاً مباشراً لتوجيه الهواء المستنشق من الأنف إلى الرغامى. كما يفيد اتصال الحنك الرخو مع لسان المزمار في تحويل الأطعمة أو السوائل من الفم بممرات جانبية حول الحنجرة في طريقها إلى المريء. وبالنتيجة يؤمن التموضع المرتفع وجود فاصل كبير بين الجهازين التنفسي و الهضمي ، مما يسهل التنفس المتزامن عن طريق الأنف بشكل أعظمي عند ابتلاع السوائل.

يحد التموضع المرتفع للحنجرة من تشكيل بعض أصوات العلة الأساسية. ولا يمكن للأطفال الرضع توليد المجموعة الكاملة من الأصوات المطلوبة لأحرف العلة في الكلام الناضج، وذلك لأن الحنجرة العالية تحد من طول القناة الصوتية لديهم (أي تحد من مناطق الجهاز التنفسي المشاركة في إنتاج الكلام). يعد الحيز فوق الحنجري الواسع (الذي يشمل البلعوم الفموي في البالغين) عنصراً ضرورياً في الجهاز الصوتي و إنتاج الكلام. حيث يعمل بمثابة مرشحة ومرنان ، وبالتالي فهو مسؤول الى حد كبير عن تعديل التواترات الأساسية التي تنتجها الطيات الصوتية لتوليد مجموعة كاملة من أصوات الكلام. ولأن هندسة الجهاز الصوتي تحدد خصائص حروف العلة الكلامية ، فإن الحنجرة المرتفعة تكبّل إلى حد كبير هذه القدرة. وبالإضافة إلى ذلك، التموضع المرتفع للحنجرة يربطها إلى اللسان الذي يتوضع بالكامل داخل جوف الفم. لا يستطيع اللسان المتوضع داخل الفم بشكل تام أن يسهم في تعديل الجدار الأمامي للبلعوم، الأمر الذي يقوم به الجزء الخلفي من اللسان في البالغين. و بالتالي يحد الجزء البلعومي المقيّد من الحيز فوق الحنجري من قدرة الجهاز الصوتي على تعديل أصوات الكلام عند الرضع.

لا يقتصر التموضع المرتفع للحنجرة على البشر حديثي الولادة والرضع. بل هو في الواقع نمط واسع الانتشار بين الثدييات الأرضية. يسمح فصل الجهازين التنفسي و الهضمي إلى سبيلين بالقيام بوظائف التنفس والبلع في وقت واحد. وهذا مهم بشكل خاص في الثدييات كبيرة الحجم حيث يمكنها أن تستخدم الجهاز التنفسي للشم (للكشف عن رائحة حيوان مفترس)، أثناء تناولها لطعامها. وعلى الرغم من أن الموضع المرتفع للحنجرة يؤمن حماية للجهاز التنفسي أثناء البلع، إلا أنه يحد بشدة من مجال الأصوات التي يمكن إنتاجها. لذا يتوجب على معظم الثدييات أن تبدل من شكل تجاويف الفم والأنف لتعديل الأصوات الحنجرية. وقد طورت بعض الأنواع خزانات هوائية متخصصة ، مثل الأكياس الهوائية الأنفية أو الحنجرية (وهذه الأخيرة مماثلة للبطينين الحنجريين في البشر)، للتعويض عن حيز البلعوم الفموي المحدود أو غير الموجود.

تبدأ الحنجرة بالهبوط بعد السنة الثانية من العمر ، لتصل إلى موضعها النهائي قبل سن البلوغ. في هذا الوضع المنخفض، لا يمكن للحنجرة التماس مع الحنك الرخو أو الاتصال المباشر مع البلعوم الأنفي. بالتزامن مع هذا الهبوط، ينزل الجزء الخلفي من اللسان أيضاً لتشكيل الجدار الأمامي للبلعوم فوق الحنجرة. يخلق نزول الحنجرة حيز جديد دائم بين الحنجرة والبلعوم الأنفي . ويقع هذا

الحيز، المسمى بالبلعوم الفموي، للخلف مباشرة من جوف الفم. يتقاطع السيلان التنفسي والهضمي في الحيز فوق الحنجري المتوسع كون الحنجرة النازلة لا يمكنها إغلاق البلعوم الأنفي. ونتيجة لهذا التقاطع، فإنه لم يعد من الممكن التنفس والبلع بنفس الوقت تقريباً. وهكذا، وعلى الرغم من أن البالغين لا يزالون معتادين على التنفس عبر الأنف ، إلا أن الاتصال الفموي يسمح بالتنفس عن طريق الفم.

نزول الحنجرة يعني أن الجهاز التنفسي بحاجة لحماية أكبر أثناء البلع لأن الطعام يمر إلى حد كبير مباشرة فوق مدخل الحنجرة. وتتحقق تلك الحماية بشكل رئيسي عن طريق رفع الحنجرة وثنيتها على مستوى المفصل الحلقي الدرقي. يعمل هذا الانتشاء أو "الطي" على إمالة الغضاريف الطرجهالي و القريني بالاتجاه العلوي البطني لتقريب لسان المزمار ، وبالتالي إغلاق مدخل الحنجرة بشكل شبه تام. بنفس الوقت ، تقوم عضلات الحنجرة الداخلية بتقريب الطيات الصوتية، وتعمل بالتالي كمعصرة لإغلاق المدخل إلى الحنجرة والرغامى المتوضعتين بالأسفل. وأصبح لسان المزمار بنية غير وظيفية الى حد كبير (حيث أن وظيفته الرئيسية تمكين الأطفال حديثي الولادة والرضع من إنشاء مجرى هوائي مباشر بين البلعوم الأنفي والحنجرة). أما دور الفلكة عند البالغين فهو دور ثانوي في حماية مدخل الحنجرة أثناء البلع وذلك بانطوائه فوق مسار اللقمة الطعامية.

يؤهب التوضع المنخفض للحنجرة عند البالغين للاختناق نتيجة لخسارة الفاصل بين السيلين التنفسي والهضمي. قد يصاب المرء بالاختناق إذا دخلت اللقمة الطعامية بطريق الخطأ إلى مدخل الحنجرة أثناء البلع وانحبست هناك. و من المساوئ الأخرى لتلاقي السيلين سهولة استنشاق المواد المتقيأة إلى الحنجرة والرغامى لتصل إلى الرئتين. يخلق الموضع المنخفض للحنجرة ، حفرة وظيفية (على مدخل الحنجرة) الموجودة في جدار البلعوم الأمامي للأسفل مباشرة من اللسان. إن هذا الموضع المنخفض، جنباً إلى جنب مع جدار الحنجرة الخلفي المنخفض نسبياً ، يجعل من مدخل الحنجرة عرضة للأذية من القيء أو القلس المعدي المريئي.

على الرغم من أن نزول الحنجرة يزيد من خطر أذية الجهاز التنفسي، إلا أنه يوفر أيضاً مكوناً ضرورياً لتعديل الكلام وتشكيل حروف العلة: وذلك بما يحققه من توسع كبير للسيل الصوتي . يمكن استخدام جدران البلعوم لتغيير شكل السيل الصوتي، وذلك بسبب الحركة الكبيرة للجزء الخلفي من اللسان بشكل خاص والذي يحتل الآن جزءاً كبيراً من الجدار الأمامي للبلعوم. وبالنتيجة يعد التعديل البلعومي للأصوات المنتجة في الطيات الصوتية أكبر بكثير من ذلك الحاصل عند حديثي الولادة والرضع، أو عند أي من الثدييات غير البشرية. في الحقيقة ، يسهم هبوط الحنجرة الفريد من نوعه مع التوسع الناتج في البلعوم في إعطائنا القدرة التشريرية على إنتاج كلام منطوق واضح تماماً.

الفصل الثالث: تشريح الصوت:

إن تشريح الصوت يختلف عن تشريح الحنجرة، حيث تؤثر عملياً معظم أجهزة الجسم على الصوت.

وللحصول على نتائج مثالية بأي علاج صوتي لابد من الانتباه لكامل النظام المنتج للصوت بالجسم وليس الحافة المهتزة للحبل الصوتي فقط.

تشريح الطيات الصوتية:

تعد الحافة المهتزة للطية الصوتية الجزء الأكثر أهمية فيها كونها تحدد سعة الاهتزاز، وهي بنية طبقية معقدة فريدة من نوعها عند البشر وتتكون من 5 طبقات نسجية:

1-البشرة: وهي بشرة شائكة مطبقة رقيقة على حافة الطية حيث منطقة التماس بين الحبلين وهي تشبه الحفظة بعض الشيء وتساعد الطية باكتساب شكلها، ومن المعروف عن البشرة الشائكة أنها مقاومة للرضوض المتكررة على عكس البشرة المهدبة التنفسية والتي تتواجد على السطوح العلوية والسفلية من الطية الصوتية. وإن البشرة تتصل مع الطبقة السطحية للصفیحة الخاصة عبر غشاء قاعدي معقد جداً.

__ أما الصفیحة الخاصة فهي طبقة متواصلة ذات كثافة متفاوتة تقسم لثلاثة أقسام حسب نسبة الألياف والخلايا في كل طبقة

2-الطبقة السطحية للصفیحة الخاصة: وتعرف بحيز رينكه Reinke,s Space وهي طبقة رخوة تحوي القليل من ألياف الكولاجين (تثبت الغشاء المخاطي مع الطبقات الأعمق من الصفیحة الخاصة) و القليل جداً من الخلايا المصورة لليف.

3-الطبقة المتوسطة للصفیحة الخاصة: وتتكون بشكل أساسي من ألياف مرنة وخلايا مصورة لليف أكثر من السابقة.

4--الطبقة العميقة للصفیحة الخاصة: وهي الأكثر سماكة، وتتكون من الياف كولاجين مرتبة بشكل متوازي، وغنية بمصورات الليف.

__ إن الطبقتان المتوسطة والعميقة معاً تشكلان ما يسمى الرباط الصوتي والمتوضع مباشرة تحت حيز رينكه

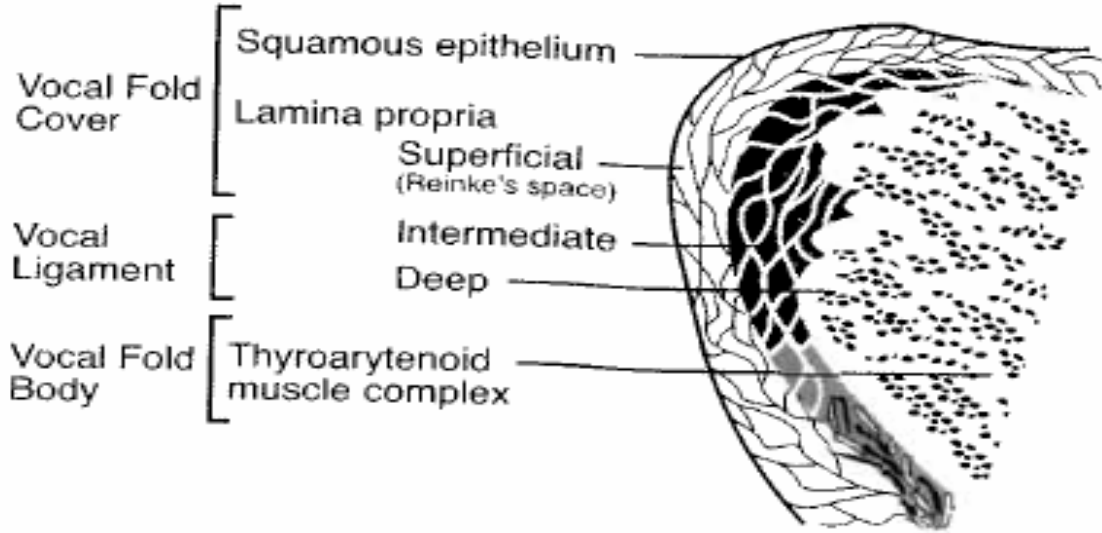
5-العضلة الصوتية: وتشكل جسم الطية الصوتية وهي جزء من البطن الأنسي للعضلة الدرقية الطرجهالية

-ان التقسيم السابق لطبقات الطية هو تقسيم نسيجي بحت، ولكن هناك تقسيم آخر يسمى وظيفي وهو أهم صراحة كونه ناجم عن كون مختلف الطبقات الخمس سابقة الذكر تملك صفات ميكانيكية مختلفة مما يقسم الطية لثلاثة أجزاء:

1- الغطاء: ويتكون من البشرة وحيز رينكه

2- المنطقة الانتقالية أو الرباط الصوتي: ويتكون من الطبقتين المتوسطة والعميقة للصفیحة الخاصة.

3- الجسم: وتكونه العضلة الصوتية.



تتمتع الطية الصوتية، عبر تحولها التدريجي في الكثافة والبنية ، بمرونة كبيرة في الحواف بينما تثبت هذه الطية إلى عضلات وأربطة الحنجرة. لا تتكرر هذه البنية المطبقة وراء حافة الطية الصوتية. تتواجد للأعلى والأسفل من حافة الطية الصوتية غدد لعابية صغيرة تعمل على إفراز اللعاب للمساعدة في تزليق الطيات الصوتية. يتكون السطح العلوي للطية من ظهارة تنفسية ، والقليل من الغدد اللعابية ، و العضلة الدرقية الطرجهالية . على السطح السفلي للطيات الصوتية ، يندخل الرباط الصوتي بالمخروط المرن . ترتكز ألياف المخروط المرن بشكل مباشر على الغشاء المخاطي للحنجرة تحت المزمار.

يعمل كل من وتر الملتقى الأمامي والبقعة الصفراء الخلفية على تثبيت الطيات الصوتية في موضعها بارتكازها على النتوء الصوتي للطرجهال. و تتكون من ألياف الكولاجين والألياف المرنة المنتشرة و هي استمرار للرباط الصوتي. وترتكز هذه إلى وتر الملتقى الأمامي؛ والنتوء الصوتي يجعل هذه المنطقة أقل غنى بالألياف من الطبقة السطحية للصفیحة الخاصة. الأجزاء الأمامية والخلفية من الطيات الصوتية ذات صفیحة خاصة أرق بالمقارنة مع القسم الغشائي الناصف ، كما أنها أكثر صلابة و بالتالي تهتز بشكل أقل. تسمح البنية المطبقة على طول الطيات الصوتية باهتزاز الطيات الصوتية وكأنها جبل قفز مثبت في الأمام والخلف ، ولكنه يهتز بشكل حر من الأعلى للأسفل ومن الوحشي للأنسي.

رسم تخطيطي للطبقات المختلفة في الطيات الصوتية
بمقطع الكليبي.

فائدة عملية:

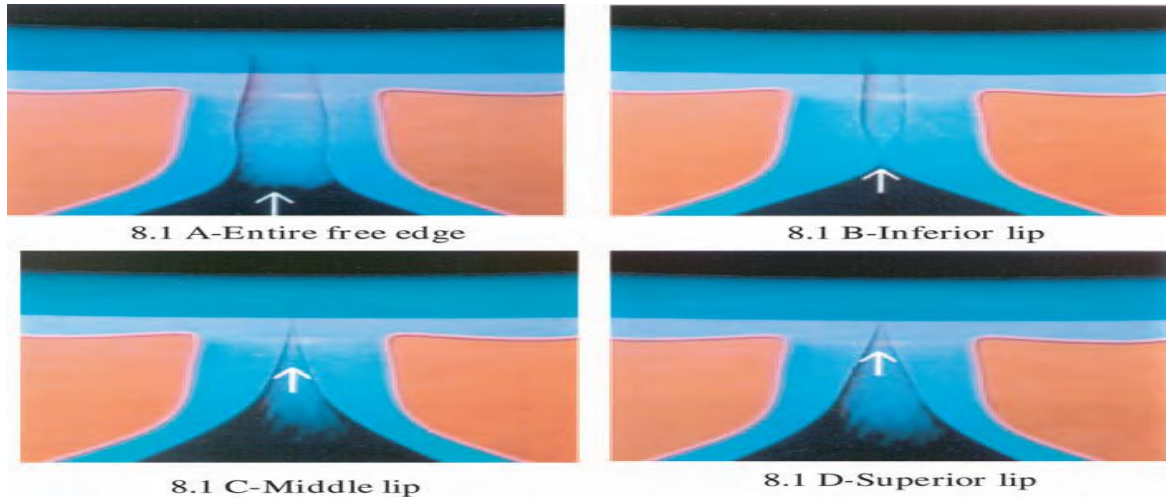
بما أن الخلايا المصورة لليف مسؤولة بشكل كبير عن تشكيل الندبات والتي أكثر ما تتشكل بالمنطقة الانتقالية والجسم، وبما أن كينونات مرضية مختلفة تصيب طبقات مختلفة من الطية: لذا يجب التعامل بتأني جراحياً مع الآفات في منطقة الغطاء (عقيدات- كيسات- معظم البوليبيات.....) ودون رض الطبقات المتوسطة والعميقة وذلك لتقليل تكاثر مصورات الليف

قدر الامكان وما يترتب عن ذلك من تشكل التصاقات او ندبات. وهذا هو الاعتبار الاساسي وراء تطور الجراحة الصوتية المجهرية الحديثة.

التشريح الشكلي الدقيق للطية الصوتية:

يوصف التشريح الشكلي العادي للطية الصوتية بأن له سطحين: علوي وسفلي تفصل بينهما حافة حرة.

ولكن هذه الحافة الحرة بعيدة كل البعد عن كونها مجرد حافة بسيطة، لأن التشريح الحيوي للطيات أظهر أن هذه الحافة الحرة عبارة عن بنية ثلاثية الأبعاد ولها ثلاث حواف متميزة: علوية ومتوسطة وسفلية.



- إن استئصال الشفة العلوية للحافة الحرة للحبل خلال الجراحة يجعل الاهتزاز الميكانيكي يمر من الشفة السفلية للمتوسطة ويشفى الصوت بعد 2-6 أسابيع من الجراحة.

- أما استئصال كلاً من الشفتين العلوية والمتوسطة للحافة الحرة بنفس الوقت يجعل شفاء الاهتزاز يستغرق وقتاً أطول، ولن يشفى الصوت هنا إلا بعد 4-6 أسابيع من الجراحة.

- وعند استئصال الشفاه الثلاث للحافة الحرة تطول مدة الشفاء حتى 8 أسابيع أو أكثر، مع خطورة كبيرة لتشكيل ندبة دائمة، والأسوأ من ذلك أن الندبة المتشكلة قد تنسحب للدخل ضمن مادة الطية الصوتية مشكّلة ثلم يسمى *sulcus vocalis*

ولتجنب جميع ما سبق ينصح دوماً بترك شريط سليم من البشرة خاصة عند تقشير كامل الحبل الصوتي.

الأجهزة المشاركة بإنتاج الصوت:

1- السبيل الصوتي فوق المزمار: ويتألف من: الحنجرة فوق المزمار-اللسان-الشفتين-الحنك-البلعوم-جوف الأنف والجيوب.

وهذه العناصر تقدم نوعية للصوت الناتج بمستوى الحبال كونها تلعب دور حجرات الرنين.

وإن أي تبدل ولو كان صغيراً في هيئة هذه البنى قد يسبب تبديلاً جوهرياً في نوعية الصوت، وإن الكلام مفرط الأنفية و ناقص الأنفية المرافق لشق الحنك وضخامة الناميات على التوالي هي خير أمثلة عن ذلك.

2- الصدر والرئتين والشجرة الرغامية القصصية: حيث تقدم الرئتان الطاقة اللازمة لإنتاج الصوت من خلال جريان هوائي ثابت يمر بين الحبال.

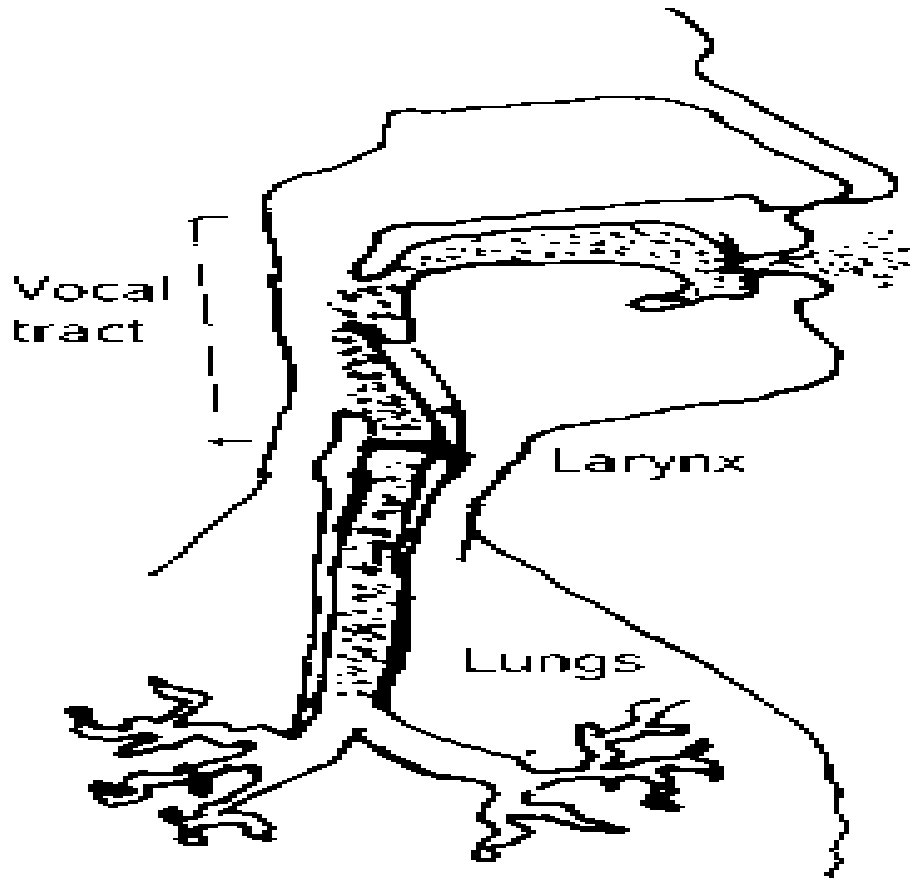
ويعتقد البعض أن المغنون يمتلكون صدوراً كبيرة أو أن السعة الرئوية الكلية أكبر عندهم، ولكن الحقيقة أن المغني المحترف يتعلم استخدام نسبة مئوية أعلى من الهواء في رئتيه عبر إنقاص الحجم الباقي وبالتالي تزداد الكفاءة التنفسية لديه.

3- البطن: تسمى عضلات البطن بالجهاز الداعم لصوت الغناء فهي وبمشاركة الحجاب الحاجز المولد الأساسي لقوة الزفير. وتدريب هذه العضلات أمر جوهري بالغناء. ويجب على الطبيب عند تقييم مريض العجز الصوتي أن يضع دوماً وظيفة البطن في حسابه.

4- الجهاز العضلي الهيكلي: إن وضعية الجسم وحالة العضلات الهيكلية تؤثر على الصوت، فارتخاء العضلات ونقص المقوية يقلل من فاعلية عضلات البطن ويضعفها مما يسبب للصوت.

5- الجهاز العصبي: فهو يتواسط عبر ضبط العضلات. وفي بعض الأحيان قد يكون اضطراب أصغري بالصوت العلامة الأولى لمرض عصبي خطير.

6- الحالة النفسية: وتلعب دور مباشر من خلال تأثيرها على الجهاز العصبي الذاتي الذي يتحكم بإفراز المخاطيات وعوامل حساسة أخرى في إنتاج الصوت. ودوماً يجب التفكير بالحالة النفسية للمريض ليس بالحنجرة فقط وإنما في كل أنحاء الجسم.



الفصل الرابع: فيزيولوجيا الحنجرة:

الحنجرة عضوٌ متحرك متعدد الوظائف. إن موقعها الحساس في البلعوم عند تقاطع فتحات الأنف والفم والراغامي والمريء يجعلها بالضرورة تشارك في وظيفة العديد من الأجهزة ، بما في ذلك الجهاز التنفسي / الصوتي والجهاز الهضمي. ربما لا يوجد عضو في الجسم يلعب دوراً مركزياً كالحنجرة، والتي تؤثر بموقعها وتفاعلها مع غيرها من الأعضاء تأثيراً عميقاً في مجموعة كبيرة ومتنوعة من الفعاليات الحيوية .

تعد القدرة على تنظيم تدفق الهواء المبدأ الأساسي المشترك لجميع وظائف الحنجرة تقريباً. تمثل الحنجرة في الواقع صمام معقد تطور بالأساس من مجرد معصرة بسيطة وظيفتها الأصلية الحماية فقط: . بإغلاق الاتصال بين المجمع الغازي (الذي يتطور لاحقاً إلى الرئتين) و الجهاز الهضمي. لا تزال الوظيفة الوقائية واحدة من أهم وظائف الحنجرة البشرية. يعد انغلاق الصمام الحنجري جنباً إلى جنب مع الحركات الموضعية الإجمالية للحنجرة ضروريان للتحكم في حركات البلع وتوفير حماية الجهاز التنفسي من الاستنشاق العرضي للأجسام الأجنبية ، وخاصة من الجهاز الهضمي.

تمنع الحنجرة المغلقة تدفق الهواء وهذا بدوره ضروري لرفع الضغط داخل الصدر. يسهم الزفير القسري بمواجهة صمام الحنجرة المغلق في تكوين الضغط اللازم للسعال أو العطس. كما يساعد إغلاق الحنجرة الجهاز العضلي وذلك بتثبيت الهيكل العظمي الصدري. تصبح حركات الأضلاع محدودة عندما يتم تثبيت حجم الهواء المحبوس داخل الرئتين. يمكن للصدر أن يعمل كقاعدة صلبة للعضلات المستخدمة خلال حركات الجذع أو الطرف العلوي. يؤثر إغلاق الحنجرة أيضاً على المناطق الهضمية السفلية والبولية التناسلية. حيث أن الحفاظ على ضغط ثابت داخل الصدر يثبت الحجاب الحاجز وبالتالي يجعل الجدار العلوي لجوف البطن صلباً ، وهذا بدوره يسمح بتقلص عضلات البطن مما يسبب ارتفاعاً في الضغط داخل البطن (الدفع الجهدي، "الحزق"، أو مناورة فالسالفا) ، مما يساعد على دفع المحتوى للأسفل (كما يحدث عند تفرغ الأعضاء الجوفاء أثناء التغوط ، التبول القسري ، أو الولادة).

وقد تطورت الحنجرة البشرية لتقوم بوظائف أخرى غير وظيفتها الأساسية الوقائية ، وعلى رأسها السيطرة الدقيقة على تدفق الهواء. ويتم تحقيق ذلك عبر تنظيم قطر الفتحة الحنجرية، والتغيرات الطفيفة في طول وتوتر العناصر المهتزة من الصمام (الطيّات الصوتية المقترنة).تطورت وظيفة التصويت الحنجري (وخاصة في إنتاج الكلام) لاحقاً وذلك بالاعتماد على الدور الوقائي الأصلي للحنجرة ، لكنها تعد واحدة من أهم السمات التي تميز البشر عن الحيوانات.

المستقبلات الحسية في الحنجرة:

تشعر الحنجرة ، بصفتها الحامية لمجرى الهواء، في مجموعة واسعة من المنعكسات ذات التأثيرات الفيزيولوجية الهامة. تتحرض المنعكسات الحنجرية الكيماوية بتماس المواد الكيميائية مع مخاطية الحنجرة، وتشمل هذه المنعكسات توقف التنفس، والبلع ،

وارتفاع ضغط الدم، والتبدلات في مقاومة الأوعية الدموية المحيطية. وقد تؤدي هذه المنعكسات إلى عواقب مميتة. تحتوي الحنجرة أيضاً على مجموعة متنوعة من المستقبلات الميكانيكية في العضلات والمفاصل، ذات التأثير الهام على وظيفة الحنجرة. ويمكن تقسيم هذه المستقبلات الميكانيكية إلى مجموعتين. تتكون المجموعة الأولى من مستقبلات اللمس، والتي تعمل على تحديد الأجسام الغريبة في الطريق الهوائي وتعديل الصوت. وتتألف المجموعة الثانية من المستقبلات الميكانيكية التي تستجيب لتدفق الهواء، تغيرات الضغط عبر الجدار، والمستقبلات البلعومية. ويبدو أنها تلعب دوراً في السيطرة الانعكاسية على التنفس. أخيراً، هناك مستقبلات حس عميق تعمل بمثابة مستقبلات مغزل العضلات.

مبادئ أساسية في التصويت:

يعد المزمار مكان انتاج النغمة الصوتية. يمر الهواء من خلال الطيات الصوتية، والتي تنفتح وتغلق بالتناوب بواسطة نسيج غشائي بحيث يتم تقطيع تيار الهواء القادم من الصدر إلى نبضات مفردة تعمل على هز الطيات الصوتية.

تشكل الطيات الصوتية مجموعة من الأجسام المهتزة حيث تتكون من نسيج مرن غشائي قابل للتغيير شكله بواسطة تيار الهواء. ومن الأمثلة على الأنسجة المهتزة التي تغبر من شكلها بتيار الهواء المار : الشفاه أثناء العزف على الآلات النفخية والطيات الصوتية أثناء الغناء. إن الضغط اللازم لاهتزاز الطيات الصوتية منخفض، على عكس الأجسام المصنوعة من مواد مهتزة قاسية غير مطواعة، مثل القصب والأوتار. لا تحتاج الطيات الصوتية سوى القليل من الضغط الرئوي للتغلب على المقاومة التي تحملها هذه الطيات. ولا يتجاوز هذا الضغط في الحنجرة البشرية 4 سم من الماء. وهذا ما يجعل من التصويت عملية سهلة تتم بضغوط منخفضة في الحالة الطبيعية. ولكن عند حدوث إمرضية ما في التصويت تبرز الحاجة لبذل جهد أكبر في توليد ضغوط مرتفعة لإنتاج الصوت.

ترافق تطور الحنجرة البشرية مع تغيرات ملحوظة في نسبة الحنجرة الغشائية إلى الحنجرة الغضروفية. بحيث يكون القسم الغشائي من الحنجرة هو الغالب عند البالغين ويحتل الثلثين الأماميين من المزمار. ما يعطي ميزتان لإنتاج الصوت: الأولى، تعمل الطيات الصوتية كألجنة غشائية كبيرة يمكن لتيار الهواء المار أن يغير من شكلها وتوضعها وتوترها. ويمكن تغيير وضع الطيات الغشائية الكبيرة عبر تعديل الفتحة بين الحبال الصوتية وذلك عن طريق التحكم الإرادي بالعضلات. تسمح الطية الغشائية الأطول بتمايز أفضل لارتكاز العضلات على الرباط الصوتي، مما يؤمن قدر أكبر من السرعة والاعتمادية. الثانية، تميل الحنجرة للنزول تدريجياً مع تقدم العمر ما يعطي طول أكثر للسبيل الصوتي الرنان. يتمتع السبيل الرنان الطويل والقابل للتعديل بمزايا الأنابيب القصيرة الصلبة. وهذا يجعل السبيل الصوتي أداة مثالية للتعديل. و تسمح هذه التعديلات بتضخيم تواترات معينة بشكل انتقائي وجعل الأصوات ذات طيف واسع من النغمات في كل من الكلام والغناء. وهكذا نرى التبدلات التطورية في السبيل الصوتي والتي تمكنه من الأداء الأمثل للاتصال الصوتي.

علم الصوت وسلسلة إنتاج الكلام:

يعتمد التواصل بشكل كبير على الأفكار المعبر عنها بالخطاب. في الحالة الطبيعية يتم إنتاج الكلام دون جهد كما في الحديث على الهاتف والمكالمات الشخصية. تعطي الأفكار وجودة النغمات أثناء التعبير الصوتي صورة عن شخصية الفرد وكيونته. مما لا شك فيه أنه مع تزايد أهمية أجهزة الكمبيوتر والتكنولوجيا ، فإن الآلات ستعمل في المستقبل بالأوامر الصوتية.

يعد التصويت و إنتاج الكلام النتيجة النهائية للصياغات اللغوية في الدماغ وسبله الحركية التالية لتصل الأوامر إلى عضلات الحجاب الحاجز والحنجرة واللسان والشفيتين . تنسق النبضات العصبية كمية من الضغط البطني المناسب لدفع الهواء عبر الحنجرة، في حين تعمل الطيات الصوتية على تحويل هذا التيار، حيث تمتاز لتغير تدفق الهواء من التيار المباشر الثابت (DC) الى التيار المتناوب (AC). إذ أن الاهتزاز السريع في الطيات الصوتية يقطع تيار الهواء الثابت إلى العديد من النفخات الهوائية المفردة الصغيرة في البلعوم. وبالتالي تخلق الحنجرة تغييرات آنية في ضغط الهواء المار نتيجة الانضغاط والخلخلة السريعين للتيار الهوائي ،. وتسمى هذه التبدلات في ضغط الصوت بموجة الصوت. تولد الموجات الصوتية في المزمار أثناء اهتزاز الطيات الصوتية .

تنتشر موجة الصوت من حنجرة المتكلم إلى أذن المستمع. تخضع الموجة الصوتية المنتقلة عبر السبيل الصوتي عند الإنسان لمزيد من التضخيم والتخميد بواسطة الحنجرة فوق المزمار والبلعوم وجوف الفم والشفاه. يقوم السبيل الصوتي بالتعديل على الصوت المزماري لإنتاج الصوت النهائي. وهكذا يمكن أن ينظر إلى إنتاج الصوت على شكل سلسلة من التفاعلات الميكانيكية و الحركية الهوائية و الصوتية الهوائية التي تنتج الصوت عبر الطيات الصوتية وتضخمه من خلال الحجرات الصوتية الفرعية فوق المزمار. يمكن تقسيم آلية التصويت إلى ثلاثة أنظمة فرعية : المصدر (الرئتين والحجاب الحاجز، والبطن)، والتحويل (الحنجرة والطيات الصوتية) وترشيح وتضخيم الصوت (السبيل المرنان في البلعوم وجوف الفم والشفيتين، وغيرها). التحدي التشخيصي لأخصائي الأذن و الأنف والحنجرة عندما يواجه مريض مع خلل بالتصويت واضطراب بالكلام هو تمييز مستوى الإصابة في الأنظمة الفرعية المختلفة عبر الأمراض أو الفيزيولوجيا المرضية. وبعد تحديد النظام الفرعي المصاب يتم إجراء المزيد من التحريات لتقييم الأمراض باستخدام أجهزة القياس والفحص السريري. في كثير من الأحيان، قد تكون الإصابة على أكثر من مستوى في النظم الفرعية الثلاث السابقة. وسوف تناقش كل منها على حدة.

1- التنفس، التصويت، وتدفق الهواء التصويتي:

إن الرئتين هما مصدر الطاقة لإنتاج الصوت. تتكون العضلات اللازمة لدفع التيار الهوائي من عضلات الصدر والحجاب الحاجز، والعضلات خارج الصدرية التي تثبت الصدر إلى الهيكل العظمي. يعد كل من الضغط الرئوي و احتياطي الهواء الرئوي أمراً أساسياً في التصويت. قد تؤدي الإصابة العصبية إلى سوء في التنسيق بين أنظمة التنفس والتصويت كما في صدمات الرأس،

السكتة الدماغية، وأمراض العضلات (الوهن العضلي الوخيم). تعد مخططات التنفس مقاييس جيدة لوظائف الرئة وينبغي أن تستخدم كجزء من اختبار وظيفة التصويت ، وبشكل خاص عند الاشتباه بوجود خلل وظيفي في الرئة. و مع ذلك، لا يقاس تدفق الهواء التصويتي مباشرة عن طريق اختبارات وظائف الرئة. هناك العديد من الطرق المتاحة لقياس تدفق الهواء التصويتي ولكنها لا تستخدم عادة.

يعد تقييم حركية الجهاز التنفسي ذو قيمة خاصة في علم التربية والدراسات على الصوت غير الطبيعي. كما أن التنفس العميق والتناسق بين التنفس و التصويت أمران حاسمان في الاسترخاء العميق و الغناء دون توتر وشد عضلي. يمكن لسوء استخدام الرئتين أن يؤدي إلى اضطرابات وظيفية في المرضى ذوي الحناجر والرئات الطبيعية مما يؤدي إلى خلل التصويت. وهناك نمط شائع من خلل التصويت الوظيفي يشاهد بكثرة من أطباء الأذنية وهو خلل التصويت التوتري العضلي. وكثير من مرضى خلل التصويت الوظيفي لديهم خلل في حركية الجهاز التنفسي والتناسق التصويتي. يعد فهم آلية التنفس والدعم التنفسي للصوت حجر الأساس في إعادة تأهيل مريض خلل التصويت الوظيفي.

2- اهتزاز الطيات:

التصويت هو خلق للصوت المزماري بواسطة اهتزاز المزمار. تعمل الطيات الصوتية كمحول لتدفع الهواء من تيار مباشر إلى متردد. يعد تغير تيار التنفس الثابت في الرئتين إلى تيار متذبذب للغاية ذو تدفق متناوب أحد الآليات الرئيسية في الطيات الصوتية لتوليد الصوت المزماري. الطيات الصوتية الطبيعية قادرة على إنتاج أنماط اهتزازية مختلفة ذات نطاق واسع . ويمكن إنجاز خطوات عملية اهتزاز الحبال الصوتية بما يلي: أولاً، تقوم الحبال الصوتية المتقاربة بزيادة الضغط تحت المزمار المتولد عن الرئتين حتى يصل لضغط عتبة التصويت ، ثانياً ، يدفع الضغط تحت المزمار الطيات الصوتية ويباعد بينها مغبراً من شكل الأغشية المرنة للطيات الصوتية ، ثالثاً ، يخلق الانطلاق المفاجئ لتيار الهواء عند تباعد الطيات الصوتية جانباً دفقاً من الجريان الهوائي يعبر المزمار بسرعات عالية ، رابعاً ، يقلل تحرر الهواء من الضغط تحت المزمار مما يسمح بالارتداد المرن للطيات الصوتية إلى وضعية التقريب السابقة وإغلاق الطريق الهوائي ، خامساً، تعمل الطيات الصوتية المتقاربة على رفع الضغط تحت المزمار للسماح ببدء الدورة من جديد. وتكرر هذه الدورة مئات المرات في الثانية الواحدة على نحو شبه دوري. ويسهم كل من الضغط تحت المزمار، درجة تقارب الطيات الصوتية ، و معدل تدفق الهواء في تحديد السعة والتواتر. وهناك علاقة مباشرة بين تواتر اهتزاز الطيات الصوتية و التواتر الأساسي للطيف الصوتي . كما ترتبط سعة اهتزاز الطية الصوتية بعلو الصوت وتؤثر على الطيف السمعي للصوت المزماري.

هناك الكثير من القوى المؤثرة في اهتزاز الطيات الصوتية. تنص نظرية التصويت ل فان دن بيرغ Van den Berg (النظرية الحركية الهوائية والمرونة العضلية) على أن عملية التصويت تعتمد على التفاعل بين الصمام المرن و الضغط الهوائي وتدفق الهواء. وتشمل بعض المتغيرات المادية المهمة للاهتزاز: الطبيعة المرنة للطيات الصوتية ، والضغط تحت المزمار المؤدي لتباعد الطيات ،

لزوجة المخاط والقوى المرنة المتولدة عن تغير شكل النسيج ، وتأثير برنولي Bernoulli effect . وبالنتيجة يتم تحديد الاهتزازات الصوتية من حيث القوة والمقاومة والضغط والتخلخل والانضغاط والسرعة والمقاييس المادية الأخرى.

تشمل المتغيرات المحددة لتواتر وسعة الاهتزاز كل من : الضغط المحرك (الضغط تحت المزمار)، ولزوجة ومرونة الطيات الصوتية. تعمل هاتين القوتين بطريقة متعاكسة. إذ أن الضغط تحت المزمار يباعد بين الطيات الصوتية ، في حين أن اللزوجة والمرونة والقوى الحركية الهوائية تعمل على تقارب الطيتين الصوتيتين . تتأثر خصائص اللزوجة والمرونة للطيات الصوتية بعدد من المتغيرات المستقلة مثل طول الجسم الاهتزازي، كتلة الطية الصوتية، ومطاوعة الجسم المهتز. وهكذا تعمل قوى الطول والكتلة والتوتر على كل حبل صوتي أثناء اهتزاز الطيات الصوتية لتحديد التواتر، والسعة، ودورية اهتزاز الطيات الصوتية.

ضغط تدفق الهواء و تأثير برنولي: BERNOLLI EFFECT

يتأثر اهتزاز الطيات الصوتية بكل من طول مخاطية الطيات الصوتية وتأثير برنولي. ينص تأثير برنولي على أنه عند اندفاع التدفق الهوائي عبر منطقة ضيقة محدودة مثل المزمار، فإن الضغط عبر الفوهة المتضيقية يتناسب عكسياً مع سرعة التدفق. يجب أن يتدفق نفس الحجم من الهواء من خلال التضيق ، وبالتالي تحدث زيادة مفاجئة في السرعة الإجمالية للتدفق عبر المزمار. وبسبب هذا التضيق سيعبر كل من الضغط والسرعة الإجمالية للتدفق. يكون تيار الهواء القادم من الرغامى تحت ضغط كبير ليتحرك ، ولكن الانتقال من القطر الواسع للرغامى إلى منطقة المزمار الضيقة ينتج عنه سرعة وسطية للتدفق منخفضة في الرغامى ومرتفعة في المزمار. إن التضيق في منطقة الطيات الصوتية يعني أن نفس التدفق المار في الرغامى يجب أن يجتاز الطيات الصوتية المتضيقية بسرعة أكبر، وذلك للحفاظ على معدل التدفق نفسه. إن سرعة تدفق الهواء عبر الطيات الصوتية المتقاربة أكبر بكثير مما كانت عليه في الرغامى. ويخلق التدفق المار من خلال فتحة ضيقة وبسرعة عالية مدروج ضغط سلبي عبر الجدار يتناسب مع سرعة التدفق. وهكذا، يؤثر هذا الضغط السلبي عبر الجدار في منطقة الطيات الصوتية الضيقة على الأنسجة المكونة للسبيل الصوتي. يدعى تأثير هذا الضغط السلبي عبر الجدار بالنسبة إلى السرعة العالية للتدفق عبر التضيق بتأثير برنولي. وسيعمل تأثير برنولي على معاكسة الضغط الإيجابي المحرك تحت المزمار من خلال الضغط السلبي. و يميل هذا الضغط السلبي إلى الانهيار بمنطقة التضيق الأعظمي . وطبقاً لهذه النظرية ، كلما كان التدفق المار من خلال أنبوب ذو منطقة متضيقية أسرع كلما بذلت المزيد من القوى الانخماصية في الجزء الأكثر تضيقاً من الأنبوب. ونظراً لكون الطيات الصوتية مرنة وقابلة لتغيير شكلها ، فإن التدفق سيخمسها وذلك بسحبها نحو الداخل حتى توقف التدفق. وعندما يتوقف التدفق سيهبط كل من سرعة التدفق عبر الفوهة والضغط السلبي عبر الجدار الى نقطة الصفر. يتراكم ضغط التيار الهوائي ليصبح القوة المهيمنة التي تعمل الآن لفتح السبيل الصوتي وذلك بالمباعدة بين الطيات الصوتية . يعمل الضغط تحت المزمار على مباعدة الطيات الصوتية عن بعضها حتى عودة مرور التدفق عبر الطيات الصوتية . تتكرر عند هذه النقطة دورة تأثير برنولي و الانخماص المرتبط بالتدفق. ومع التوازن بين الضغط الثابت تحت المزمار ومرونة الطيات الصوتية ، يمكن الحفاظ على هذا الاهتزاز المستمر في حالة من شبه الدورية. و يستمر هذا الاهتزاز حتى : (1) توقف التنفس أو فقدان الدعم التنفسي ، (2) انفتاح وتباعد الطيات الصوتية ، و (3) فقدان توتر الطيات الصوتية. ويمكن

للمرء أن يرى أنه وفقاً لنظرية المرونة العضلية والحركية الهوائية للتصويت ، يقع التحديد الفعلي لتكوين وتوتر الجهاز الصوتي تحت السيطرة الإرادية ، ولكن اهتزاز الطيات الصوتية عملية منفصلة تنجم عن التكامل بين ضغط الهواء تحت المزمار و تأثير برنولي. وسوف نناقش تأثير العوامل التالية (الكتلة النسيجية ، والصلابة ، والمرونة) على اهتزاز الطيات الصوتية.

تعد الصلابة والمرونة من الخصائص الأساسية للأجسام الاهتزازية الغشائية المكونة من أنسجة حيوية. والطيات الصوتية لديها صلابة تجعلها تميل إلى مقاومة تغيير شكلها بواسطة الضغط. وحالما تغير شكلها، يقال أن الطيات الصوتية لديها مرونة ارتدادية تعمل كقوة ارتجاعية تحاول إعادة الطية الصوتية المتبدلة إلى شكلها الأصلي. وبهذا تمتلك الطيات الصوتية خاصيتين : الصلابة وهي مقاومة الأنسجة لتغيير شكلها ، والتوتر الذي يعبر عن القوى المرنة الارتدادية التي ستحاول إعادة الطيات الصوتية الى وضعها الأساسي فور تغيير شكلها. تنتج الطيات الصوتية ذات القدرة على التغيير الكبير في الطول والتوتر والصلابة مجموعة متنوعة من التواترات الأساسية بشدات مختلفة وذلك بالحالة الاهتزازية الطبيعية.

تختلف الطيات الصوتية في المطاوعة والكتلة. يمتلك القسم الغشائي الناصف المطاوعة الأكبر في الطيات الصوتية. يكون الرباط الصوتي قريباً للغاية من سطح البشرة عند الارتكاز الأمامي للرباط الصوتي والارتكاز الخلفي على النتوء الصوتي . تفقد الطيات الصوتية بنيتها المطبقة عند انفصالها في اللحم البقعية الأمامية والخلفية. عادة ما تكون الطيات الصوتية متساوية في الطول والتوتر والكتلة وتحت الطيات الصوتيتين المقترنتان بنفس التواتر. وبالنسبة يهتز الزوجان الاهتزازيان المقترنتان ذوا الخواص الحيوية المتشابهة بنفس السعة والتواتر. يخضع الزوجان الاهتزازيان المقترنتان لنفس الضغوط إذا كانت الطيات الصوتية متشابهة في الخواص النسيجية ، وسيكون لهما بالتالي نفس الكتلة والطول والتوتر والمطاوعة والمرونة. وهكذا فإن الزوجان الاهتزازيان المقترنتان سوف يعملان بالتزامن ويكون لهما خواص اهتزازية متشابهة. وسينعكس أي اضطراب في جريان وصلابة وكتلة الأنسجة بوجود فرق ملحوظ في التناسق والسعة والتواتر والدورية.

دور الغشاء المخاطي:

لقد درسنا آلية تأثير الضغط والقوى المرنة على خلق اهتزازات مستقرة مستدامة ذاتياً. لكن يعد الغشاء المخاطي اللين الرخو للطيات الصوتية أساسياً في اهتزاز الطيات الصوتية . فكلما كان الغشاء المخاطي أكثر مرونة ورخاوة كلما زادت حركته تحت تأثير المرونة العضلية والحركية الهوائية على مدى الدورة الاهتزازية المزمارية. ولذلك تعد الحركة الواسعة للغشاء المخاطي أحد الشروط الهامة لسهولة بدء التصويت واستدامة الإنتاج الصوتي. يجب أن يتمتع الغشاء المخاطي بحرية الحركة بالإضافة الى المرونة الكبيرة . وتترجم حرية حركة الغشاء المخاطي ببعض الزيادة في الغشاء المخاطي. تعتمد حركية الأنسجة على مستوى الطيات الصوتية على الصلابة والزيادة في الغشاء المخاطي. كما تعتبر الزيادة في الغشاء المخاطي ومرونة الغشاء المخاطي للطيات الصوتية عاملاً حاسماً في الجراحة الصوتية المجهرية. تعد اللزوجة والحركة المتعرجة للغشاء المخاطي في الهواء عاملاً حاسماً في سهولة اهتزاز الحبال الصوتية. يميل الهواء المار فوق الأسطح المخاطية الرطبة إلى خلق جريان من النموذج الصفحي أكثر من الهواء الجاف المار على غشاء

مخاطي جاف. يؤدي مرور الهواء الجاف على السطوح الجافة غير المنتظمة لخلق دوامات من التدفق المضطرب. يزيد نموذج التدفق المضطرب عبر الطيات الصوتية من المقاومة المزمارية ويرفع الجهد المطلوب للتصويت. وهذا عامل مهم كثيراً ما تحمل دراسة تأثيره على فيزيولوجيا التصويت. وقد أطلق على هذا العامل مصطلح علم الجريان عبر الغشاء المخاطي من قبل Isshiki في العام 1989 . وتبرز أهمية رطوبة الغشاء المخاطي لإنتاج الصوت في حالة صعوبة التحدث عندما يكون الشخص متوتراً ولديه جفاف في الفم.

يمكن إدراك التقلب الكبير في الاهتزاز الطبيعي للحبال الصوتية بواسطة التصوير فائق السرعة أو الفحوص النظرية الحركية بالفيديو (stroboscopic video examinations) للطيات الصوتية. الطيات الصوتية قادرة على الاهتزاز مع وبدون التماس مع الطية المقابلة. كما أنها قادرة على الاهتزاز بتواترات كبيرة من خلال التغيير في السماكة والطول. تصنف الأنماط الصوتية الاهتزازية في ثلاثة اعتبارات أساسية: القدرة الصوتية (نموذج اهتزاز الطية) ، العلاوة ، والتواتر.

إن اهتزاز الطيات الصوتية ذو مسار اهليلجي الشكل. ويمكن تشبيه حركته بحركة جبل القفز. يبدأ انفتاح المزمار في الهامش السفلي أو شفة الطيات الصوتية عبر تغير شكل النسيج. ويشكل هذا الاضطراب المخاطي البدئي، والذي ينتشر رأسياً على شكل اضطراب في موجة المخاطية متحركاً عبر السطح المدور للطية الصوتية ، كما يتحرك أفقياً عبر السطح العلوي للطيات الصوتية. ويمكن ملاحظة هذا بسهولة بواسطة التنظير الحركي stroboscopy. ويعتقد أن اضطراب المخاطية والموجة المخاطية الناتجة يملكان أهمية كبيرة في تحديد الموجة الصوتية المتولدة في الطيات الصوتية.

ويتجلى مسار اهتزاز الحبال الصوتية اهليلجي الشكل بالانفتاح عند الشفة السفلية من الطيات الصوتية قبل الشفة العليا. وبمثل هذا تباين الطور العمودي الطبيعي بين الشفة العليا والسفلى للطيات الصوتية. ففي الوقت الذي تنفتح فيه الشفة العليا بالحد الأقصى تنغلق الشفة السفلى . يتزايد هذا الفرق في الطور بين الشفة العليا والسفلى عند إصدار صوت أعلى شدة. يعد تباين الطور العمودي الطبيعي مؤشراً على ليونة الغشاء المخاطي ويتمتع بأهمية سريرية. قد يعاني مرضى خلل التصويت من خسارة تباين الطور العمودي الطبيعي بين الشفة العليا والسفلى للطيات الصوتية. قد تكون آفات الشفة السفلى من الطية الصوتية غير مرئية للفاحص ما لم يكن هناك تأخر زائد في الطور العمودي وذلك بالطلب من المريض أن يصدر صوتاً عالياً . تجعل هذه المناورة الشفة السفلى مرئية بينما الشفة العليا لا تزال مفتوحة.

إن البنية الطبقة الفريدة من نوعها للطيات الصوتية البشرية هي الأساس في قدراتها الاهتزازية. وقد تحدث العديد من المؤلفين، بما في ذلك هيرانو Hirano (1981) و Gray ، عن الخصائص النسيجية للطية الصوتية (انظر فصل تشرح الصوت).

يحدث اهتزاز الطيات الصوتية بشكل رئيسي على غلاف الطيات الصوتية ويرتكز على جسم الطية الصوتية. وقد دعت هذه بنظرية غلاف الجسم في اهتزاز الطية الصوتية.

3- الرنين والنطق:

يعمل السبيل الصوتي على تضخيم الصوت المزماري الأساسي. تساعد خصائص الرنين في السبيل الصوتي على تضخيم تواترات أساسية معينة وتحميد أخرى. ويعد السبيل الصوتي مرناً واسع المجال.

حيث يمكن الاستفادة من التنوع الكبير في حجم و نوع النسيج والمطاوعة والقدرة على التغيير في الخواص الرنينية للتكيف بسرعة مع التغيرات في التواتر الأساسي لتضخيم الصوت. يتمتع السبيل المرنان بقدرة واسعة على تضخيم التواترات بسبب بنيته اللينة وسهولة تغيير هيئته . هذا يجعل من السبيل المرنان مرناً و ليس مكبر حاد للصوت. وكقاعدة عامة، فإن المرنانات الأصغر حجماً تضخم التواترات العالية بشكل أفضل. يمتلك السبيل الصوتي العديد من التواترات الرنانة وذلك تبعاً لارتفاع الحنجرة واللسان، الشفاه، وشكل الحنك. ويعد إنتاج أحرف العلة المختلفة أحد الأمثلة على قدرة السبيل المرنان على تغيير مصدر الصوت المزماري .

يحتاج المطربين قضاء سنوات عديدة لاتقان التشكيل الديناميكي المركب للسبيل الصوتية عندهم للتضخيم الانتقائي للعديد من التواترات الأساسية لإبصال صوتهم وتجاوز الصوت الذي تنتجه الفرقة الموسيقية. اصطلاح على تسمية الخواص الرنينية لهذه القدرة المميزة في المغنين على إبراز صوتهم فوق صوت الفرقة الموسيقية بـ "الأنغام الكلامية للمغني" "singer's formant". وهو تضخيم انتقائي لـ F3 (النغمة الكلامية 3)، المتمركزة على التواتر 3000 هرتز.

التواتر الأساسي للصوت:

إن التواتر الأساسي لاهتزاز الطيات الصوتية هو معدل اهتزاز الطيات الصوتية، والتي تهتز لتحويل تيار الهواء القادم من الرئتين إلى نبضات متميزة. يخلق التواتر الأساسي لاهتزاز الحبال الصوتية صوتاً بالتواتر الذي يتم إدراكه كنغمة محددة. وكثيراً ما يستخدم مصطلح اوكتاف (octave) عند الحديث عن النغمة. وتشير النغمة الموسيقية الأعلى بـ 1 أوكتاف إلى أن تواترها أكبر بضعفين من التواتر السابق. وهكذا، في شخص ذي تواتر أساسي 100 هرتز، سيكون التواتر الأعلى باوكتاف واحد هو 200 هرتز. والشخص ذو التواتر الأساسي الأدنى 200 ، سيكون التواتر الأعلى باوكتاف واحد هو 400 هرتز. إن التواتر الوسطي لاهتزاز الحبال الصوتية عند الرجال أقل منه عند النساء. تهتز حناجر الذكور بتواتر ما بين 100 و 200 هرتز أثناء الكلام، في حين أن حناجر الإناث عادة ما تكون أعلى باوكتاف واحد (200-400 هرتز). تستطيع الحنجرة توليد نطاقات أكبر بكثير من الاهتزازات الصوتية أثناء الغناء. يمكن أن تنتج التواترات المنخفضة بمستوى 60 هرتز من قبل المغنين جهيري الصوت ، في حين أن التواترات الأساسية الأكبر من 1000 هيرتز يمكن أن تنتج من قبل مغني السوبرانو. عادة ما يكون النطاق المفيد لدى البالغ الطبيعي بين 2-2.5 أوكتاف. ويمكن اختبار ذلك بمخطط التصويت.

تتأثر مقدرة الطيات الصوتية على تنظيم التواتر الأساسي للاهتزاز بثلاثة عوامل مترابطة ترابطاً وثيقاً: طول الطية الصوتية، والكتلة ، والتوتر. على الرغم من أن طول الحبال الصوتية وكتلتها يتحددان بالجنس والعمر والتطور الطبيعي، إلا أن التكيف الرئيسي لهذه العوامل في الكلام اليومي يتم بواسطة التغييرات التي تحدثها عضلات الحنجرة الداخلية والخارجية. تسمح زيادة توتر الطيات

الصوتية باهتزاز جزء أقصر وأنحف من الطيات الصوتية. هذا بدوره سيزيد التوتر. تعمل العضلة الحلقية الدرقية على تمطيط الطيات الصوتية و حدوث زيادة كبيرة في توتر الحبال الصوتية. وهكذا فإن العضلات الحلقية الدرقية تؤدي لتطويل الطيات الصوتية، وزيادة توترها و صلابتها. إن ترقق الطيات الصوتية سيغير أيضاً من كتلة الطيات الصوتية. تؤدي الكتلة الأرق والأصغر للطيات الصوتية إلى الاهتزاز بتواتر أساسي أعلى من اهتزاز الطية الأكبر و الأثخن . إن كتلة الطيات الصوتية أطول وأكثر سمكاً في الذكور مما يؤدي لتواتر أساسي أقل لديهم. قد تتغير كتلة الطيات الصوتية بواسطة التوتر الانتقائي للعضلة الصوتية والعضلة الحلقية الدرقية. عندما ترتخي العضلات الحلقية الدرقية وتقلص العضلات الدرقية الطرجهالية ، فإن الطيات الصوتية تقصر وتصبح أكثر سمكاً. ستصبح الطيات الصوتية السمكية ذات كتلة أكبر وتهتز بتواتر أساسي أقل ، مما يؤدي إلى تبدل التوتر لدى الشخص نفسه.

عندما تتطاول الطيات الصوتية بتأثير عمل العضلة الحلقية الدرقية ، تحدث أيضاً زيادة في التوتر و الصلابة ، وهذا يترافق مع زيادة في ترقق الطيات الصوتية. تعاوض زيادة الصلابة ونقص الكتلة عن الطول المتزايد للطيات الصوتية، بحيث يكون التأثير النهائي لتقلص العضلة الحلقية الدرقية هو ارتفاع النغمة .

الفيزيولوجيا المرضية لخلل التصويت:

يبدأ فحص مريض خلل التصويت بالفحص العام لأجهزة المريض التنفسي والعصبي والمفصلي. وفي حال كون هذه الأجهزة طبيعية أو شبه طبيعية، يتم التركيز بعد ذلك على تحليل الظواهر الميكانيكية لإنتاج الصوت. وأهم العوامل التي يجب أخذها بعين الاعتبار هي : الضغط تحت المزمار غير الطبيعي ، والتكوين المزماري غير الطبيعي ، وتندب وصلابة حواف الطيات الصوتية ، عدم وجود مرونة في الغشاء المخاطي للسماح بانزلاق الغلاف الصوتي على جسم الطية الصوتية، والتغير في كتلة أو توتر الطيات الصوتية. وستتم مناقشة كل منها بالتفصيل.

تعزى عادة شذوذات الضغط تحت المزمار دون وجود تشوه في الحنجرة إلى الاضطرابات العصبية أو العضلية أو الوظيفية. ومن الأمثلة على ذلك الصوت الخافت في المرضى الذين يعانون من داء باركنسون، والوهن العضلي الوخيم، و خلل التصويت في اضطراب التحويل. يمكن أن تؤدي أمراض الجهاز التنفسي مثل الداء الانسدادي الرئوي المزمن (COPD) إلى انخفاض السعة الرئوية والضغط تحت المزمار.

غالباً ما يحدث لدى مرضى خلل التصويت إغلاق غير كامل للطيات الصوتية. ويمكن تحري ذلك بشكل دقيق بالتنظير الحركي stroboscopy أو تنظير الحنجرة. قد يكون الإغلاق الناقص للطيات الصوتية ناجماً عن ورم ، أو تنشؤ حميد أو شلل الحبل الصوتي أو ضمور العضلة الصوتية

في حال حدوث تسرب كبير لتيار الهواء عبر الحنجرة، سيكون الصوت خافتاً ولاهث. و يؤدي أيضاً تسرب الهواء عبر فتحة إلى ضجيج مضطرب ينجم عن التدفق غير المتبدل. ويمتاز التدفق المضطرب بطاقة عشوائية عالية التوتر . وتنعكس هذه النتائج في

مخطط الطيف الصوتي الذي يبدو مشوهاً ويفتقر للأنغام الكلامية المنفصلة. ويتجلى ذلك بالإدراك الحسي لصوت خشن أو لاهث. يؤدي التقريب غير التام للطيات الصوتية لفقدان القدرة على الاهتزاز بشكل دوري. إضافة إلى الفشل في إنتاج مصدر صوت مزماري واضح وغني بالإيقاعات. يتكون الصوت المبجوح من ضجيج لادوري عشوائي ناتج عن اضطراب تدفق الهواء. يعزى الإغلاق غير التام للطيات الصوتية لأسباب بدئية أو ثانوية. ومن الأمثلة على الأسباب البدئية : شلل الحبل الصوتي مع فجوة كبيرة وخلل التصويت بوضعية الانحناء. قد تكون عيوب إغلاق الحبال الصوتية الثانوية نتيجة لآفات الكتلية التي تمنع إغلاق الطيات الصوتية.

يتم تنظيم التوتر المزماري خلال التصويت بحيث يكون محكم الإغلاق ويسمح باهتزاز الطيات الصوتية. ويكون حجم الفجوة المزمارية في حده الأدنى. إن وضعية الطيات الصوتية ما قبل التصويت تؤدي إلى وجود فجوة صغيرة وتعد كبيرة بما يكفي ليتم إغلاقها بواسطة اهتزاز الطيات الصوتية. تؤدي الفجوة الكبيرة جداً في الوضعية ما قبل التصويت إلى إنتاج صوت لاهث ، في حين يؤدي الإغلاق المزماري الشديد لصوت أجش أو متوتر. وعند الحاجة لضغط عالي تحت المزمار لجعل الطيات الصوتية تهتز ، فإن الصوت الناتج سيكون متوتر ومضغوط.

تعد شدو ذات صلابة وكتلة الغشاء المخاطي للطيات الصوتية من الأسباب الشائعة لخلل التصويت. عندما تكون كتلة الطيات الصوتية كبيرة جداً فإنها قد لا تتمكن من الاهتزاز دون وجود ضغط مفرط تحت المزمار. عادة ما تؤدي الكتلة الصغيرة جداً للطيات الصوتية والمشاركة في مرضى تقشير الحبال إلى أن تكون الطيات الصوتية صلبة جداً أو لديها القليل من المطاوعة لتهتز. يعد تندب الطيات الصوتية بعد الجراحة سبباً شائعاً لصعوبة التصويت. حيث تكون الندبة قاسية ، وتفتقر إلى الطبقة الرخوة السطحية للصفحة الخاصة. تحتاج الطيات الصوتية الصلبة لضغط مرتفع تحت المزمار حتى تهتز. تؤدي عدم مطاوعة الطيات الصوتية إلى سعة اهتزازية صغيرة للغشاء المخاطي. وغالبا ما تنعدم موجة المخاطية. يتجلى غياب السعة و موجة الغشاء المخاطي في الطيات الصوتية المتندبة أو الصلبة بالاهتزاز غير المتناظر مقارنة مع الغشاء المخاطي الصوتي الطبيعي. ويمكن تحري ذلك بالتنظير الحركي stroboscopy.

يعد اختلال التوازن في كتلة أو توتر الطيات الصوتية سبباً آخر للصوت غير الطبيعي. يلاحظ اختلال توازن توتر الطيات الصوتية في مرضى شلل الحبال الجزئي وفي المرضى الذين يعانون من صلابة أو وذمة وحيدة الجانب في الطيات الصوتية. وعندما يحدث هذا، فإن إحدى الطيتين الصوتيتين ستقود الأخرى عند تباعد الطيات أثناء الاهتزاز . وهذا ما يؤدي لدورة اهتزازية مزمارية تحتوي على طور التحول بين الطيات. والنتيجة النهائية لتأخر الطور بين الطيات الصوتية خسارة فعالية المزمار في تحويل تدفق الهواء . تؤدي مثل هذه الخسارة في تحويل التدفق والفعالية إلى خلل تصويت خفي ولكن مهم .

الفصل الخامس: فيزياء الليزر:

مقدمة:

إن كلمة LASER هي اختصار لـ Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation أي تضخيم الضوء بتحفيز البث الشعاعي.

إن مفاهيم توليد الليزر تطورت اعتماداً على الميكانيك الكمي (الكوانتي) والنظرية الذرية (اينشتاين).

وبالتالي تعبير ليزر ليس اسم جهاز لكنه يصف حدثية إنتاج وتضخيم الضوء. واسم الجهاز الذي يحدث به الليزر هو الجوف البصري وهو انبوب يحوي وسط ليزر فعال قد يكون غاز CO₂ أو سائل (أصبغة) أو بللورة (ياقوت).

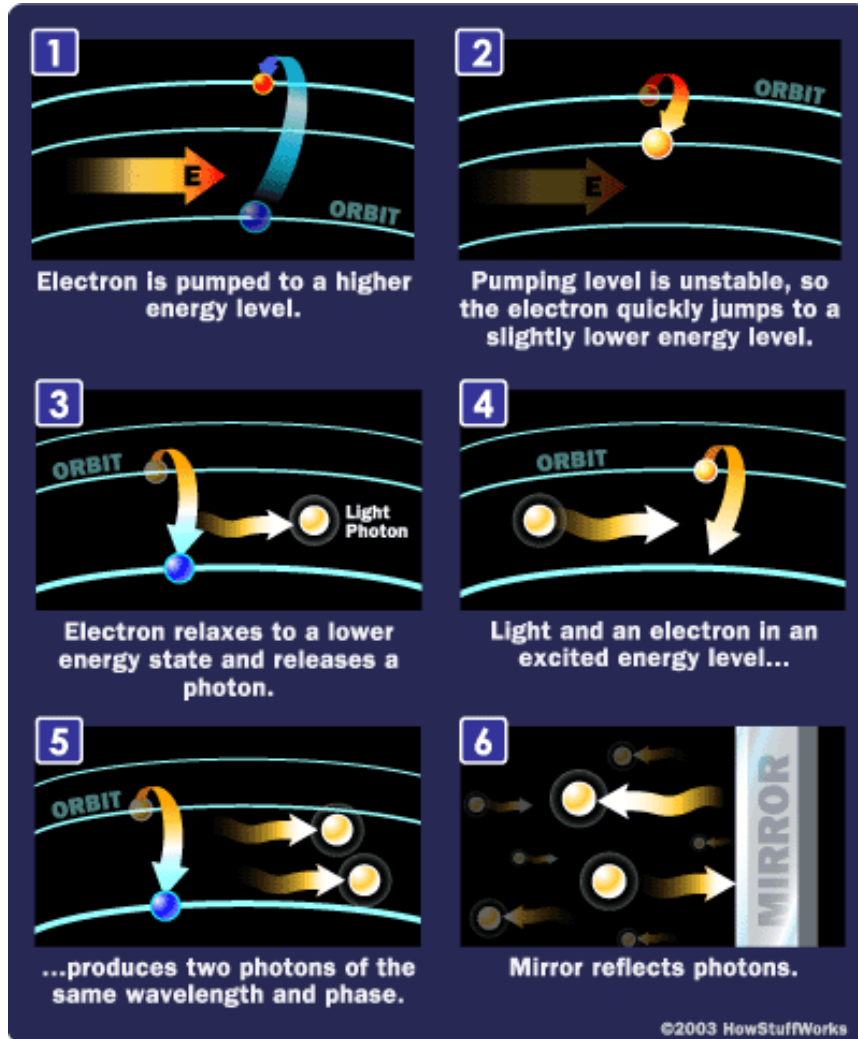
آلية إنتاج الليزر:

إن الحدثيات الذرية مسؤولة عن إنتاج ضوء الليزر حيث تحوي الذرة نواة كثيفة تتحرك الإلكترونات حولها في مدارات تكون عادة بحالة استقرار وهنا تشغل الإلكترونات مستوى طاقة أدنى. ويمكن للإلكترونات المدارية تغيير مدارها لمستوى آخر (أعلى) ويحدث هذا بامتصاص طاقة من مصدر خارجي والتي قد تكون ضوء (فوتونات) أو شحنة الكترونية أو عبر بعض الوسائل الأخرى وبالتالي تصعد الإلكترونات مدار أعلى وتسمى الذرة مثارة في هذه الحالة أي بحالة غير مستقرة.

جميع المواد بالحالة الطبيعية تكون بأقل مستوى طاقة ممكن. وكذلك الإلكترونات غير المستقرة لا تستطيع البقاء في المدار الأعلى غير المستقر وتميل للانحدار لمدار أدنى أكثر استقراراً. وبهذه الآلية تفقد المادة طاقة خارجية بشكل حزم طاقة أو فوتونات. ومقدار الطاقة المفقودة عبر الإلكترونات تساوي الفرق بين الحالة المثارة والمستقرة للإلكترون وهذا قد يحدث بشكل عفوي وعشوائي (يسمى بث عفوي للإشعاع وهو مضطرب عادة) وإذا حدث بالطيف المرئي يعطي ضوء طبيعي غير مترابط والبث العفوي أيضاً قد يحدث بالجزء فوق البنفسجي أو تحت الأحمر للطيف غير المرئي.

-افترض اينشتاين أن الفوتون المتحرر من الذرة المثارة قد يتداخل مع ذرة أخرى مثارة وبشكل مشابه مما يجعل الذرة الثانية تخرج فوتونها والذي يكون مطابق بشكل كبير للفوتون الأول وهذه الظاهرة تسمى البث المحرض وبهذا البث يتضاعف عدد الفوتونات من 1 إلى 2 والفوتونان لهما نفس اتجاه الحركة ونفس الطول الموجة. وكذلك الفوتونان تثيران ذرتان أخرتان وتجعلهم يفقدون فوتونات أيضاً. وحالياً أصبح لدينا أربع فوتونات لها نفس الخصائص تماماً للفوتون الأصلي. وأخيراً وبتكرار هذه الحدثية المحرزة تنتج فوتونات بشكل منتظم مما يشبه كتيبة عسكرية تمشي في نسق عسكري. وبما أن المزيد من الطاقة يضخ بشكل مستمر بما

يشير العديد من ذرات إضافية حتى الوصول لما يسمى حالة انقلاب المجموعة والتي تعني أن الذرات بحالة إثارة أكثر من الذرات بالحالة القاعدية.



مبدأ جهاز الليزر:

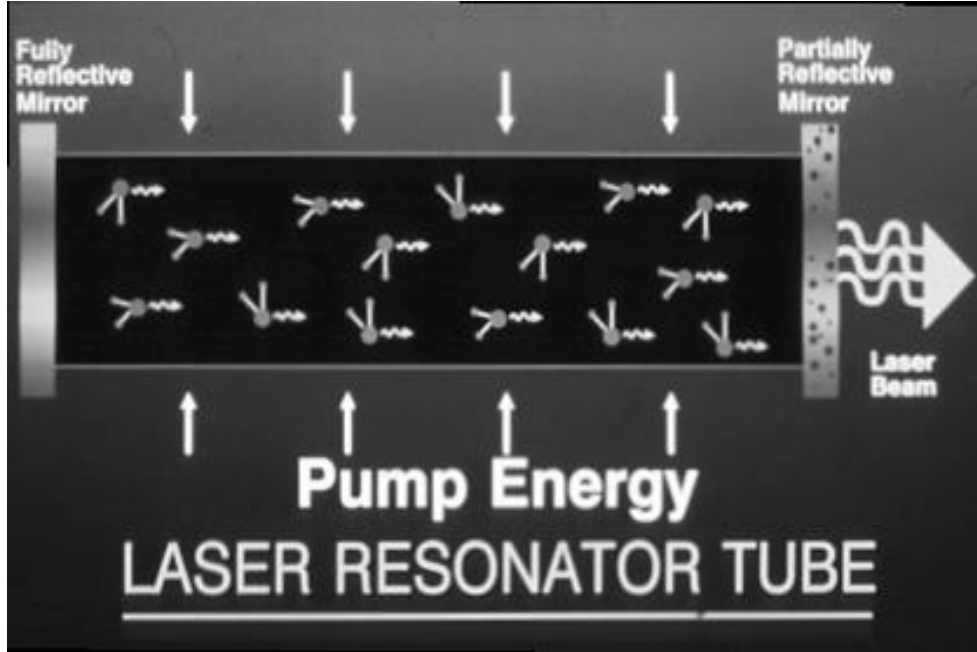
إن ذرات الليزر موجودة ضمن وسط الليزر (قد يكون بأي من الحالات الثلاثة للمادة) والموجود ضمن حجرة بصرية رنانة مع مرآيا متوازية وذات نهايات متواجهة بالداخل. وبأحد نهايات الحجرة توجد مرآة عاكسة جزئياً مما يسمح للطاقة بالقفز من فتحة أنبوب الليزر.

لذا ما نحتاجه لبدء حديثة بث الليزر: منبع طاقة خارجي (أو مضخة) تستخدم لتحريض ذرات وسط الليزر. وهذا المنبع قد يكون بشكل مصباح بطارية أو قوس الكتروني أو ليزر آخر (مثل YAG ليزر).

وبالإضافة للطاقة الخارجية هناك طاقة داخلية تنشأ بالبث العفوي وتشارك في شلال البث المحرض عندما تتصادم مع ذرات أخرى ضمن وسط الليزر وهذا يعطي شكل من تضخيم الطاقة.

إن الطاقة المتحررة من أنبوب الليزر تمر باتجاهات عشوائية وقد تنعكس بين مرآتين مما يزيد الحديثة التضخيمية.

وكما ذكرنا: لكي يحدث بث لطاقة الليزر لابد أن تكون أكثر من نصف ذرات وسط الليزر بحالة تحريض حيث يحدث هنا انقلاب بالمجموع وبث الليزر.



الفرق بين الضوء العادي وضوء الليزر:

إن الضوء العادي يتبعثر و يتباعد بكل الاتجاهات من مصدره مما ينقص شدته بعيداً عن المنبع. ويشكل العديد من أطوال الموجات (يسمى طيف الحزمة) على عكس ضوء الليزر والذي ينتج حزمة بتشتت قليل جداً والتي تحافظ على الاتجاه وتبقى عالية الشدة لمسافة طويلة.

وعموماً يتميز الليزر عن الضوء العادي في 3 صفات: الترابط Coherent - وحدة الاصطباغ Monochromatic - الإيزاء Collimated (التوازي).



خصائص ضوء الليزر:

1- إن حادثة انعكاس وبث موجات الضوء المتحركة جيئةً وذهاباً بين مرآيا حجرة الليزر سوف يجعلها تتلاقى بالصدى أخيراً مما ينتج ضوء مترابط أي جميع الموجات بنفس الطور. ويستفاد من هذه الظاهرة في تفتيت حصيات الحالب. لكن لا بد من القول أن هذه الظاهرة لا تستمر طويلاً وتزول بعد بضع مليمتترات من مرور الحزمة بالنسيج

2- إن الطاقة وحيدة الاصطباغ يعني طاقة بنفس طول الموجة وهي تعتمد على محتوى وسط الليزر وبالتالي الليزرزات المختلفة تبث أطوال موجات مختلفة. وعموماً طاقة الليزر- قد تكون في طيف الضوء المرئي (أرغون) أو غير المرئي (CO2 ليزر). إن وحدة الاصطباغ تسمح بامتصاص انتقائي لليزر من قبل مكونات نسيجية محددة وهي خاصة هامة في المعالجة الضوئية الحركية.

ولأن السبيل الهوائي الهضمي مبطن بمخاطية غنية بالماء و CO2 ليزر يمتص أعظمياً من الماء مما جعله الأهم بين ليزرات الرأس والعنق.

3- إن الضوء الخارج عبر نهاية المرآة العاكسة جزئياً سوف يصبح مصوّب Collimated لأن كل الموجات تمر بشكل موازي للمنبع وبمساعدة العدسات يمكن تركيز هذا الضوء إلى بقعة صغيرة (أقل من 400 ميكرون) عبر حرف أو توهين الحزمة مما يعطي حزمة كثيفة جداً من الطاقة ضمن هذه البقعة. ولكن الحزمة الصادرة لا تبقى متوازية طويلاً وتبدأ بالتباعد بزاوية 15-20 درجة.

إن الصفات الفريدة سابقة الذكر لطاقة الليزر تسمح بتركيزها على هدف صغير, وإن التحكم بالتأثير الحيوي لليزر يكون من خلال تغيير كثافة الطاقة أو معدل توصيل الحزمة.

آلية تأثير الليزر على الخلية:

عندما تثير حزمة الليزر النسيج ترتفع درجة الحرارة ويغلي الماء داخل وخارج الخلية وتمدد الخلية بسبب تشكل البخار ومن ثم تنفجر وتحرر محتوياتها كبخار ودخان. والتطبيق اللاحق والمتكرر لليزر يسبب فقد أكبر بالنسيج طبقة طبقة وهذا يزيد عمق استئصال النسيج. وبعد انحاز العمق المطلوب وإيقاف التعرض للحزمة توجد بقايا طبقة من التبختر غير قابلة للسبر، والمقدار الحاصل من فقد النسيج هو دمج للنسيج المتبخر والمتخثر.

من أجل استئصال ناجح للنسيج يجب أن تكون الطاقة الواصلة ذات تركيز كافٍ لرفع حرارة الماء حتى 100 درجة C. أما إذا تحركت الحزمة بسرعة على سطح النسيج قد لا تكون الطاقة كافية لتبخير النسيج (إن حركة الحزمة تحت سيطرة الجراح بشكل تام وتحدد عمق الجراحة).

والجدول التالي يبين العلاقة بين درجة الحرارة والتأثير الحاصل:

درجة الحرارة	التغير المرئي	التأثير الحيوي
أكثر من 100 درجة	دخان	تبخير (حرق)
100-90	تجدد	تجفيف
90-65	ابيضاض (لون رمادي)	تصميم
65-60	شحوب	تخثير
60-37	لا يوجد	تسخين/لحام

متغيرات الليزر:

بالجراحة التقليدية تكون الطاقة محتواة بالشفرة ويمكن زيادة استئصال النسيج بزيادة الضغط أو تحريك الشفرة على النسيج، أما الطاقة المحتواة بحزمة الليزر يتم ضبطها بتعديل قياساتها بالجهاز . ويوجد بشكل عام 3 متغيرات: القدرة-الطاقة-مدة التعرض).

- **power (القدرة)** وهو معدل الطاقة الواصلة ويقاس بالواط (الطاقة بالواط = الطاقة بالجول/الزمن بالثواني).

- **energy (الطاقة)** وتقاس بالجول وتقيس العمل المجرى عبر الحزمة (الطاقة بالجول = الطاقة بالواط*الزمن بالثواني).

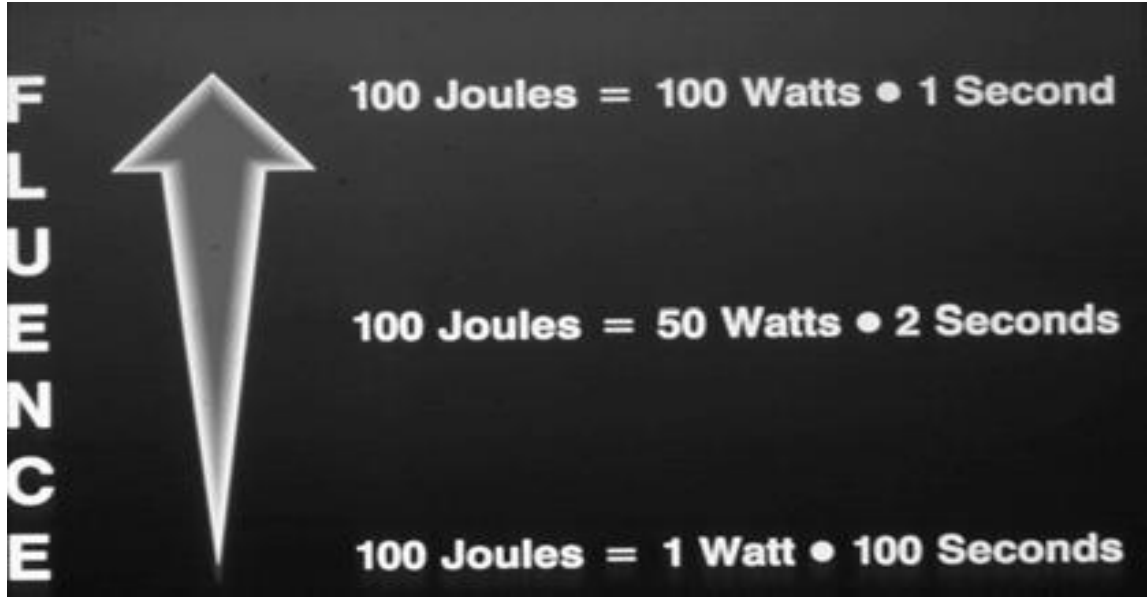
- **المدة:** مدة تطبيق الحزمة وتقاس بالثواني أو أجزاء منها.

وبالإضافة لما سبق هناك متغيران هامان هما:

1- **تألق الإشعاع:** حزمة الليزر هي مقدار مركّز بشدة من الطاقة في منطقة صغيرة. إن الطاقة ضمن منطقة ما تسمى تألق الإشعاع أو كثافة الطاقة. وهي تقاس بالواط على سم² وتحسب بتقسيم طاقة الحزمة على منطقة المقطع العرضي (قطر بقعة الليزر) لذا قد يكون للحزمة طاقة 10 واط ومنطقة 1 سم² مما يعني إشعاع 10 واط/سم² وبالمقابل نفس ال 10 واط على 1 ملم² يكون له إشعاع كبير جداً من كثافة الطاقة يصل حتى 1000 واط/سم².

إن مفهوم قدرة الليزر بالواط مختلف تماماً عن تألق الإشعاع بال واط/سم² مثال:

لاستئصال نسيج ما ينصح بمقدار 10 واط وهذا له نصف الدور فقط أما النصف الثاني موجود في قياس البقعة وذلك لحساب تألق الإشعاع.



إن الحزمة المتوازية تحافظ على تألق الإشعاع لمسافة طويلة من فتحة الليزر لأن التباعد قليل جداً ولكن بالمقابل الحزمة الخارجة من ذروة الليف البصري سوف تتباعد بسرعة و يحدد تألق إشعاعها بالمسافة بين ذروة الليف والنسيج الهدف. إن مقدار تألق الإشعاع سوف يحدد تأثير حزمة الليزر على نسيج خاص. أي أن تألق عالي سوف ييخر النسيج أما التألق المنخفض سوف يخره.

2- قطر الحزمة: إن كثافة الطاقة على تناسب عكسي مع مربع قطر البقعة. أي عند اعطاء مقدار من الطاقة فإن انقاص قياس البقعة سوف يزيد تركيز الطاقة فوق كامل منطقة البقعة. بالممارسة السريرية إن شدة قطع عالية جداً يمكن الحصول عليها بطاقة قليلة نسبياً بانقاص قياس البقعة.

الأنماط المختلفة من الليزر:

يسمى الليزر حسب مادة الليزر التي يحتويها بالوسط الفعال ويوجد 4 أنماط للمواد : صلب – غاز – سائل – نصف ناقل.

1. Nd:Yag ليزر يحوي مادة صلبة هي بلورات اتريوم المنيوم غارنيت والتي تعمل كمضيف لشوارد نيوديميوم.
2. ليزر الغاز : يستعمل غاز واحد أو أكثر (و هو الأشيع) و أشيعها ليزر هليوم نيون والذي يحوي خليط من هذين الغازين في وسطه ويث موجة 632 ن م بالطيف الاحمر المرئي و أكثر ما يستعمل كمؤشر أو موجه لحزمة ليزر آخر غير مرئي.
3. الليزرات الصباغية : تستخدم أصبغة عضوية في وسط الليزر وتتصف بقابليتها للضبط اعتماداً على نخط الصباغ المستخدم وتركيزه.

4. **ليزرات أنصاف النواقل** : لها طبقتان من مادة نصف ناقلة ملفوفة مع بعضها وهي تبث بطاقة صغيرة يمكن تنظيمها لتقسيم طاقة فعالة للاستخدام السريري ورغم هذا التركيب فهي صغيرة جداً بالحجم ومحمولة ورخيصة. أفضل مثال عنها هو ليزر غالسيوم- ارسنيد-ديود مع بث وسطي 840 ن م.

والجدول التالي يوضح صفات أغلب أنواع الليزر المستخدم بالجراحة:

<u>Laser type</u>	<u>Wavelength</u>	<u>Power/energy</u>	<u>Duration</u>	<u>Beam delivery</u>
Argon	488, 515 nm	3-10 W	0.1-10 sec	fibre optic
CO2	10.6 μ m	10-60 W	0.1-10 sec	articulated arm/waveguide
CO2 (superpulse)	10.6 μ m	250 W peak	200 μ sec	articulated arm/waveguide
Dye (flash lamp-pumped)	577, 585 nm	15 J	400 μ sec	fibre optic
Excimer (argon fluoride)	193 nm	0.1 J	20 nsec	direct
Gallium arsenide	850 nm	50 mW-60 W	continuous or pulsed	fibre optic
HeNe	633 nm	1 mW	continuous	fibre optic
Ho:YAG	2.1 μ m	2 J	300 μ sec	fibre optic
KTP	532 nm	15 W	quasi-continuous	fibre optic
Nd:YAG	1064 nm	100 W	continuous	fibre optic
Q-switched Nd:YAG	1064 nm	20 mJ	10 nsec	fibre optic
Ruby	694 nm	3 J	1 μ sec, 25 nsec	fibre optic
Erbium YAG	2.94 μ m	0.05-1.0 J	100-300 msec	fibre optic

وستحدث هنا ببعض التفصيل عن ليزر الكربون وليزر ديود ، وذلك لصلتهما المباشرة بموضوع البحث:

ليزر CO2: يبث موجة بطول 10.6 ميكرون قرب المنطقة تحت الحمراء غير المرئية. إن ليزر HeNe الأحمر المرئي يتراكم بشكل دقيق مع حزمة CO2 ويعمل كحزمة موجهة لها.

يبقى CO_2 الليزر الأهم بأغلب الحقول الطبية بما فيها الرأس والعنق بسبب خصائصه الممتازة بالقطع مع أذية قليلة جداً للنسج المجاورة، وهو لا يحتاج أي متطلبات الكترونية خاصة ويعمل عبر التغذية الالكترونية القياسية.

أن الملحق المجهري الخاص به يسمح بإيصال متحد المحور للطاقة لجراحة الليزر مع مجهر العمليات مما يزيد من تطبيقاته السريرية.

ومن الابتكارات التقنية الأخرى فيه ما يسمى **super pulse**

حيث تم تعديل CO_2 ليزر لا يوصل ذرى من الطاقة أعلى من متوسط طاقته وبهذه التقنية يمكن توصيل طاقته بنبضات بدلاً من حزمة مستمرة. تواتر النبضات هنا أقل من 1000 بالثانية ومع **Ultra pulse** يمكن تحريض حزمة CO_2 بالأمواج الراديوية RF وهذا يعطي نمط عالي التواتر جداً. إن حرارة النسج ترتفع خلال النبضة وتتبع بتبريد بين النبضات. لذا من الممكن استخدام نبضة عالية الطاقة لعدة مئات من الواط. (الطاقة الوسطية لا تزداد ولكن بالحقيقة تنقص) وبالتالي امتصاص و قطع النسج يزداد مع انتشار حراري جانبي قليل جداً.

ديود ليزر: هو جهاز الكتروني نصف ناقل ينتج ضوء ليزر عبر التحريض الالكتروني لأنساق من ديودات ليزرية.

الجهاز صغير و محمول وفعالاً لا يحتاج صيانة.

تطبيقاته في ENT: يث موجة 810 ن م وهو مفيد بامتصاص كل من الماء والصبغ. الطاقة تعبر عبر ليف بصري ويمكن أن تستخدم بنمط قرب تماس أو نمط تماس. في نمط التماس عندما يلمس الليف النسج فإن ذروته تسخن وتعمل تأثير حراري لإجراء الشق والاستئصال والتبخير مع إرقاء جيد.

الأذية الحرارية الجانبية يقال أنها تتراوح بين 300-600 ميكرون اعتماداً على مستوى الطاقة المستخدمة.

في نمط قرب التماس (أو النمط حر الحزمة): يحمل الليف على مسافة قريبة من النسج.

الحزمة تمتص جيداً من قبل الميلانين مما يخلق حرارة عالية على سطح النسج ويسبب تبخير سريع مع تخثير مستوطن.

تفاعل الليزر مع الأنسجة:

تعتمد تأثيرات الليزر على الأنسجة على عدة عوامل أو متغيرات وهي:

أ - وسط الليزر الفعال في انبوب الليزر.

ب - نظام التوصيل.

ج - متغيرات الحزمة.

د- كثافة الطاقة على النسيج.

هـ- خصائص امتصاص النسيج. و- المهارة الجراحية.

وبسبب تنوع هذه المتغيرات نرى أن التأثيرات على الأنسجة قابلة للمقارنة بقوة حسب أنواع الليزر.

أ-وسط الليزر الفعال في انبوب الليزر: هو عامل هام جداً في ضوء الليزر حيث إن إثارته تسبب بث لإشعاع وحيد الاصطباغ وذو طول موجة نقي. وامتصاص طول الموجة نوعي من الأنسجة. لذا بالأنسجة الغنية بالماء هناك امتصاص عالي جداً ل CO2 .

وحمة قرية النبذ والأورام الوعائية تحوي الكثير من الهيموغلوبين وهي تحتاج طول موجة مناسب للهيموغلوبين مثل ليزر KTP وارغون. إن ليزر nd:yag مع اختراقه العميق وتبعثره العالي يجعله مفيداً بالأورام الوعائية الكبيرة.

ب-نظام التوصيل: يمكن توصيل الحزمة للنسيج الهدف بعدة طرق ومن الهام معرفته أن طريقة توصيل الطاقة قد تغير من قياساتها.

1-الذراع المتفصل: Articulated arm تمر الحزمة الصادرة من فتحة الليزر بأنبوب معدني مجوف يسمى الذراع المتفصل ويتكون من عدة أنابيب تتمفصل مع بعضها بمفاصل متحركة. المفاصل تحوي مرايا داخلية تعكس حزمة الليزر مما يعطي ارتصاف ممتاز وتمر الحزمة للأسفل حتى مركز الذراع وتنبعث من النهاية البعيدة لها وهنا تصبح الحزمة عريضة وتقل كثافة طاقتها. لذا لا بد من تركيز الحزمة من خلال المرور عبر عدسة لتركيزها في بقعة بؤرية مع كثافة طاقة عالية.

يمكن توصيل الحزمة من الذراع لموقع العملية بوصل الذراع سواء بالمجهر أو قبضة أو دليل الموجة.

2-التوصيل بالمجهر: Micromanipulator delivery و يحتوي مجموعة عدسات مع مرآة عاكسة، ويتصل بقبضة التي بدورها تتصل بالمجهر. وتتصل النهاية البعيدة للذراع مع ال Micromanipulator. يمسك الجراح القبضة مثل ريشة الرسام ويناور بالحزمة على الموقع الجراحي. المرآة العاكسة تعطي عدة أطوال بؤرية ومن الضروري التأكد أن الطول البؤري لل Micromanipulator وللمجهر نفسه وعندما يحدث ذلك تبدو الحزمة مركزة على الهدف عبر المجهر.

3-القبضة : Handpiece delivery تحوي مجموعة مرايا وعدسات لتركيز الحزمة على نقطة ثابتة على بعد 2سم من انبعاث الحزمة بالنهاية البعيدة.

4-التوصيل بالليف البصري: Optical fibre delivery إن قدرة بعض أطوال طول الموجة للمرور عبر ليف بصري مرن يعطيها أهمية مناسبة في نظام التوصيل التنظيري. يمكن تمرير الليف عبر قناة الخزعة بالمنظار اليفي المرن مما يسمح بإيصال الليزر للأعضاء الداخلية بتقنية قليلة الغزو.

نقل الليف ينجز بسهولة لأطوال الموجات بين 250-2500 ن م ولطاقة حتى 10 كيلو واط.

ضمن الليف يوجد اسفين عالي مشعر الانكسار محاط بقميص زجاجي رفيع (أو بوليمير) منخفض مشعر الانكسار. يمر إشعاع الليزر على طول الاسفين بالانكسار الداخلي على الحد الفاصل بين الاسفين والقميص ، والضيق ضمن الليف قليل ما لم يتم ثنيه بشكل قوي, يكون الضيق أكثر عندما تدخل حزمة الليزر وتخرج من الليف. ولإقران الحزمة لليف من الضروري وضعه بدقة في مكانه لأن الاسفين قد يكون بقطر 100 ميكرون فقط وبحال كان التراصف قليل فإن النهاية المقترنة لليف قد تتأذى وهنا يجب الاهتمام بشكل خاص بالعدسة الموجودة على النهاية المقترنة حيث أي أذية فيها تقلل الانتقال. بعض الحزم قد تنكسر للخلف نحو الجهاز وقد تؤذيها لذا يوجد درع للوقاية من ذلك. لذلك عند وجود ضعف بطاقة الحزمة عبر الليف يجب فحص كامل نظام الليف بما فيه الذروة والعدسة على النهاية المقترنة والدرع.

أغلب أنواع الليزر مثل yag و ktp و ديود مع استثناء هام ل co2 قابلة للنقل بالألياف البصرية المرنة مع اسفين بقطر 200 او 400 او 600 ميكرون.

إن الطاقة الصادرة عن النهاية البعيدة لليف تركز أعظمياً في بقعة صغيرة لكن وبالعكس الحزمة المترية فإن الحزمة المنبعثة تتشعب 15-20 درجة وقطر البقعة يزداد تدريجياً مما ينقص كثافة الطاقة نسبياً. كذلك فإن كثافة الطاقة على النسيج تعتمد كثيراً على بعده عن ذروة الليف لذا عند الحاجة لتبخير أكبر يجب أن تكون الذروة قريبة من الهدف، وبالمقابل طاقة أقل للإرقاء يمكن تحقيقها بسحب الذروة قليلاً بعيداً عن النسيج.

إن ذروة الليف قد تحترق بنهايتها أو في جانبها وبالتالي قد تتآكل وهنا فقد تمتص الطاقة وتسخن. عندما تكون الذروة بتماس مع النسيج يكون تبثر الطاقة أصغري أو معدوم وأي تأثيرات نسجية تكون ناجمة عن نقل الحرارة بين الذروة والنسيج وهذا مشابه للعلاج بالإنفاز الحراري. أما في نمط قرب التماس فإن التأثيرات النسجية محكومة بالكامل بمتغيرات الحزمة. وبناء على ما سبق يعمل الليف البصري بنمط التماس أو نمط قرب التماس:

نمط التماس: contact mode عندما تكون الذروة بتماس مباشر مع النسيج فإن بعضاً منه يلصق بالذروة وهنا عبور الطاقة غير ناجم عن امتصاص انتقائي وإنما بالنقل الحراري عبر طبقات النسيج وبالتالي يوجد زيادة واضحة بالمنطقة المتخشرة.

بالحقيقة يحدث توصيل طاقة ديود ليزر بهذه الطريقة عبر حرق ذروة الليف للنسيج

مثال: زيادة المنطقة المتخشرة مفيد بالإرقاء عند استخدام ديود ليزر بجراحة القرينات مع العلم أن زيادة منطقة التخشير يزيد الاستجابة الالتهابية مع امكانية تدمير كبير بالنسيج وبالتالي حدوث نزف ثانوي.

وخلال الاستخدام قد تتلوث ذروة الليف بحطام النسيج التي يمكن أن تمتص بعض طاقة الليزر وهذا يعني قلة وصول الليزر للهدف وكذلك قد ترتفع حرارة ذروة الليف و تؤدي الليف وللوقاية من ذلك يجب تبريد الليف سواء بوضعه بسائل أو باستخدام هواء مضغوط مبرد.

نمط قرب التماس: near contact: وهنا تكون ذروة الليف على بعد 1-2 مم من الهدف وتتم الحزمة عبر الهواء وبالتالي خصائص امتصاص طول الموجة تتحكم بالتأثيرات النسيجية.

مثال: في نسيج وعائي مثل القرينات باستخدام حزمة ktp التي تمتص بقوة من النسيج الحاوية على هيموغلوبين في القرين مثل الأوعية الدموية مما يسمح بتبخير وانكماش القرين بدون نزف.

5- دليل الموجة المجوف (صلب أو مرن): Rigid and flexible hollow waveguides: لا يمكن ل co2 ليزر العبور بليف بصري مرن لذا لا يمكن استخدامه بالبنى العميقة ضمن أجواف وهذه المشكلة دفعت لايجاد دليل الموجة وهو قناة معدنية مجوفة مبطنه من الداخل بسيراميك أو مادة شديدة الانعكاس . إن الدليل صغير القطر يمكن استعماله مع المناظير 0 إن رؤية ساحة الجراحة محدود بعض الشيء بسبب دليل الموجة لكنه يقدم بديل جيد لا يصلح الطاقة للأجواف الضيقة.

ج- متغيرات الحزمة: إن قياس البقعة يحدد كثافة الطاقة لأي طاقة معطاة لذا ومن أجل قطع أعظمي نحتاج الطاقة الاعلى مع قياس بقعة أصغري لعدة مئات من الميكرون, وبما أن الطاقة الاعظمية تتركز بالنقطة البؤرية للحزمة لذا يجب جعل الحزمة مركزة على الهدف قدر الامكان، ولكن الحزمة غير المركزة مفيدة أيضا عند الحاجة لكثافة أقل كما في الإرقاء

د- كثافة الطاقة على النسيج: كما ذكرنا فإن كثافة الطاقة هي الطاقة الموزعة على المقطع العرضي للحزمة (واط /سم²) وهي تحدد معدل استئصال النسيج. يجب أن تكون الحزمة عمودية على الهدف وهذا يجعل البقعة دائرية أما التنبيه المماسي يعطي بقعة بيضوية وينقص كثافة الطاقة.

هـ- خصائص امتصاص النسيج: أغلب النسيج غير متجانسة بالحالة الطبيعية وكذلك فإن المحتوى الوعائي قد يختلف بسبب الالتهاب المزمن أو وجود مواد متخثرة .

النسيج الودمي يحوي ماء أكثر (كما في القرين السفلي التحسسي المتضخم) بينما الودمة اللمفاوية الصلبة بعد التشعيع فقيرة جداً بالماء لذلك فإن الليزر قد يسبب تأثيرات نسيجية متباينة في بعض الحالات المرضية.

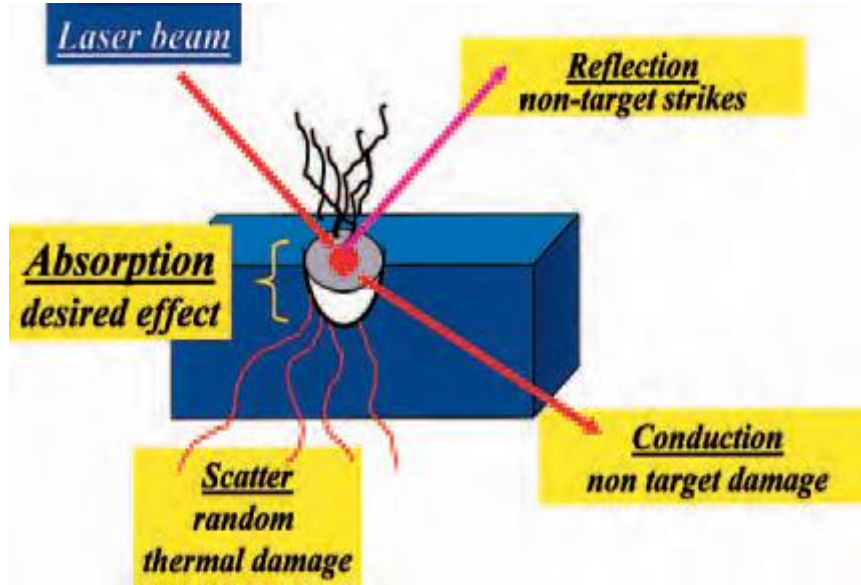
و- المهارة الجراحية: كما في أي جراحة يعتمد الليزر على المهارة ويوجد العديد من التعليمات منها: (عمق الاختراق يقل إذا تحركت حزمة الليزر بسرعة على سطح النسيج , الحركة البطيئة للحزمة تعني تعرض أكبر للنسيج الهدف واختراق أعمق.

إن الجراح الخبير سوف يستخدم العديد من المتغيرات مع بعضها حسب خبرته للوصول للنتيجة المرجوة.

ز-التأثيرات النسيجية : رغم وجود أنواع مختلفة من الليزر إلا أنها تشترك جميعاً بالتأثيرات النسيجية.

إن الطاقة في حزمة ليزر قد تكون بشكل إشعاع: حراري أو ضوئي صوتي أو ميكانيكي.

ولكن التأثيرات الحرارية هي المستخدمة بالجراحة عادة.

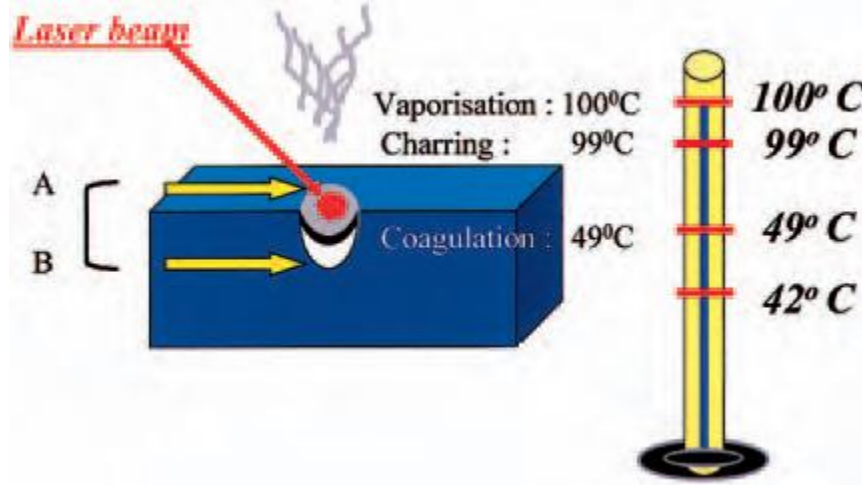


1. الانعكاس : كلما زاد الامتصاص يقل الانعكاس. ويزداد الانعكاس بوجود أدوات جراحية معدنية وشدة الانعكاس لها علاقة بتحدب أو تقعر سطح الانعكاس و بالممارسة فإن الانعكاس يقلل التأثير النسيجي وقد تسبب الحزمة المنعكسة أذية بعيدة عن النسيج الهدف وقد تحرق أنبوب التخديرهنا تبرز أهمية إجراءات الوقاية.

في جراحة الحنجرة التنظيرية قد تنعكس الحزمة عن الوجه الداخلي للمنظار و تنحرف بقعة الليزر عن النسيج وتقل كثافة الطاقة لذا من الهام التأكد خلال تنظير الحنجرة (خاصة بوجود لمعة ضيقة) أن البقعة على النسيج آتية مباشرة من الحزمة وليست منعكسة عن جدار المنظار.

2. الامتصاص: كل الانسجة عدا العظم تحوي الماء بشكل مسيطر و كون موجة CO2 تمتص بقوة من الماء مما يفسر استخدامه الواسع بالجراحة. وبعد الماء بالأهمية تأتي الأصبغة وتسمى حامل اللون وهي تبدي امتصاص عالي للضوء المرئي والإشعاع قرب تحت الأحمر. مثال: في جراحة الركابة هناك جدل حول أن أرغون ليزر المستخدم على الصفيحة القدمية قد يسبب امتصاص عامل بالشريط الوعائي مما قد يسبب صمم حسي عصبي. إن وجود الدم بالساحة يقلل قدرة الليزر على القطع لأن الدم سوف يمتص جزء من الطاقة .

3. التأثيرات الضوئية الحرارية: ولها عدة مكونات: عند ارتفاع الحرارة ل 55 تحدث أذية غير عكوسة بمسخ البروتين وتحترق وعند استمرار التعرض يحدث تنخر حروري وتحترق. وبعد ذلك يغلي الماء داخل وخارج الخلوي بدرجة 100 ويتشكل بخار الماء ثم تنفجر الخلية ويترد الحطام الخلوي خارجاً بالقوة وعند استمرار التعرض ترتفع الحرارة بسرعة ويحدث تفحم عند حرارة 350 (كفتحة البركان) وعند استمرار ارتفاع الحرارة بعدها يحدث التوهج.



يعرف مدى الامتصاص أنه عمق النسيج الذي يمتص الليزر بشكل كامل عبره. خلال عبور حزمة الليزر عبر نسيج فإن تألق الإشعاع ينقص بشكل أسّي لذا بالممارسة فإن طول الامتصاص عادة هو المسافة حيث ينقص تألق الإشعاع إلى جزء من تألق الإشعاع والعديد من المؤلفين يعتبرون ذلك $1/e$ أو 10% (e هي أس اللوغارتم العادي و $2.718 = e$) بناءً على ذلك فإن طول الامتصاص هو المسافة حيث تألق الإشعاع أقل أو يساوي ثلث أو عشر المستوى على سطح النسيج. إن كامل مدى الامتصاص تحمل تأثير الليزر والتأثير أكبر على السطح أما النسيج خلف مدى الامتصاص قد يتأثر بالنقل الحراري ويمكن تمثيل ذلك بوضوح على بياض البيضة.

4. التأثيرات الصوتية (الميكانيكية): وذلك باستخدام حزمة ذات طاقة عالية تتركز على منطقة صغيرة لمدة قصيرة جداً. تستخدم هذه الخاصة في تفتيت الحصيات.

5. الاستئصال الضوئي: حزمة ليزر في المنطقة تحت البنفسجية تستخدم لقطع الروابط الجزيئية بدون تأثيرات حرورية وهي تقنية دقيقة جداً بالقرنية.

6. التأثيرات الضوئية الكيماوية: إن التعرض المديد لكثافة طاقة منخفضة لا يسبب ارتكاس ضوئي حراري ولكن ربما ضوئي كيماوي وهذا يحدث عندما يناسب طول موجة الليزر خصائص امتصاص بعض السلاسل الكيماوية الموجودة ضمن النسيج وأكبر مثال على ذلك هو المعالجة الضوئية الحركية .

7. النقل: يسبب انتشار الحرارة بكل الاتجاهات وهذه الطاقة المنتقلة قد تسبب تنخر حروري وتخثر في سرير العمل مما يترتب عليه أذية غير عكوسة لبني هامة قريبة. لذا من الضروري التأكد أن عمق الأذى الحراري بالحد الأدنى ويمكن تحقيق ذلك بعدة طرق أهمها: - **superpuls** بطاقة منخفضة (تعرض متقطع مع فترات تبريد) وينصح بها بأي جراحة على الحافة الحرة للحبل الصوتي.

8. التبثر: بعض الطاقة تخضع لانعكاسات داخلية متعددة ضمن النسيج وتبثر عشوائيا وتسخن النسيج. أكثر شي **YAG** (يسبب أذية حرارية عميقة) .

9. التخثر: الليزر يقطع ويحتر. يحدث التخثر بسبب مسخ البروتين في النسيج.

إذا كان الهدف الأساسي للجراحة استئصال النسيج بشكل نظيف قدر الإمكان يكون التخثر تأثير جانبي غير مرغوب كما في الجراحة الصوتية حيث الحفاظ على بني الحبل الصوتي هو الشيء الأهم. لكن التخثر ضروري أحياناً كما في جراحة سرطان اللسان.

إن امتداد منطقة التخثر يعتمد على العوامل التالية :

أ- طول الموجة

ب- خاصية الاسترخاء الحروري للنسيج (الأنسجة الصلبة تحفظ الحرارة مدة أطول من النسيج الودمية ولكن الامتصاص أبطأ وزمن الاسترخاء الحروري أطول وبالتالي عمق التخثر أكبر)

ج- زمن التعرض (التعرض المستمر يزيد زمن الاسترخاء مما يزيد التوصيل للعمق وبالتالي يزيد منطقة التخثر اما التعرض المتقطع بالعكس)

د- كثافة الطاقة العالية (تسبب توصيل اعلى)

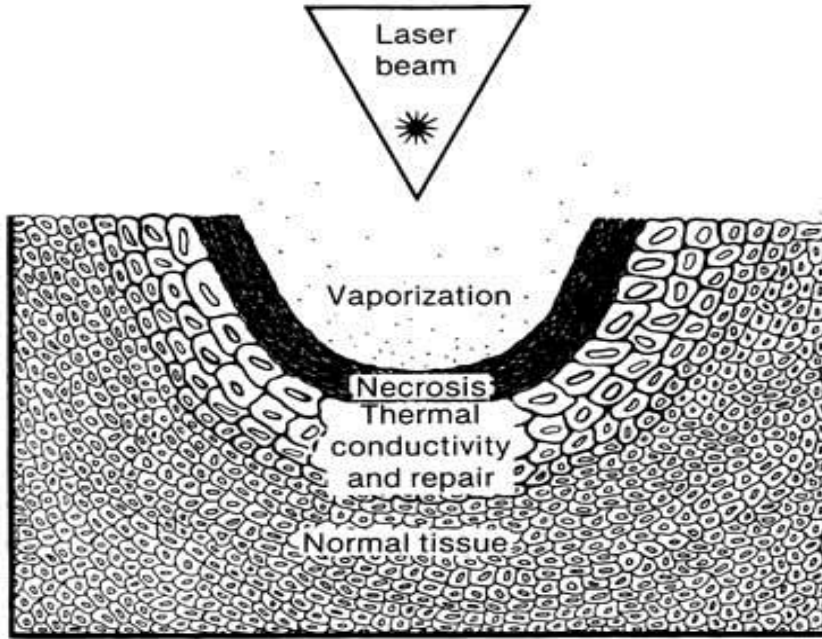
هـ- اللطف بالعمل (الحركة البطيئة لليزر على السطح تسبب زيادة عمق التخثر)

و- القطع :إن القطع والتخثر حادثان متعاكستان بشكل مباشر حيث أن القاطع الفعّال يكون مخثر ضعيف لأنه يصرف معظم طاقته بالقطع مع مقدار قليل من التوصيل والتخثر

ز- الحرق أو التفحم (وهو دوماً أثر غير مرغوب): بعد ان يجف الماء بالحرارة يحدث التفحم خلف نقطة الغليان (التي هي نفس نقطة القطع) وارتفاع الحرارة مع زيادة منطقة التخثر وارتفاع الحرارة تتوهج الجزيئات المتفحمة وتحرز الحزمة عبرها وتسخن أكثر وهذه الجسيمات قد تتطاير وتؤدي البنى المجاورة، إن وجود طبقة ولو كانت رقيقة من الدم يزيد التفحم لذا من الضروري

دوماً إزالة الدم قدر الإمكان وتنظيف التفحم إن حدث بحامل القطن أو الممص علماً أن هذا الحطام يضيّع الطاقة ويبطئ العمل

ح- التدفق: وهو مقدار الطاقة الممتصة بمنطقة ما في حجم نسيجي صغير وتأتي من الطاقة المتبعثرة من الليزر ضمن النسيج يقاس بالواط/سم² ويختلف عن تألق الإشعاع أنه يحوي الأشعة المبعثرة في حجم نسيجي من كل الجهات.



تصنيف الليزر حسب الخطورة:

تصنف جميع أنواع الليزر ضمن أربع صفوف، وتزداد الخطورة من الصف الأول حتى الرابع وهو الأخطر. علماً أن معظم الليزر الجراحية تقع ضمن الصف الرابع.

المبحث الثالث

مقاربة المريض المصاب بآفة حنجرية:

القصة :

إن المريض المصاب بمرض في الحنجرة أو البلعوم الحنجري غالباً ما يشكو من واحد أو أكثر من الأعراض التالية :
البحّة - السعال - عسرة البلع - حس وجود كتلة أو امتلاء أو انتفاخ - حس وجود جسم أجنبي .
وهناك قائمة من الأسئلة التوجيهية التي تساعد الفاحص في أخذ القصة المرضية بشكل جيد ولكل عرض من الأعراض السابقة مجموعة من الأسئلة :

البحّة:

نسأل المريض عن :

1. المدة : (أسابيع - شهور - سنوات)
2. هل كانت البداية مفاجئة أم متدرجة ؟
3. هل البحة متقطعة أم مستمرة ؟
4. هل فقد الصوت بالكامل في أي وقت ؟ وإذا كان الجواب نعم فكم دام فقد الصوت ؟
5. هل سبقت البحة برشح عام أو بألم بالبلعوم ؟
6. هل حدث للمريض بحة قبل الآن ؟ متى حدثت ؟ وكم دامت ؟
7. هل هناك أي أنزعاج أو عدم ارتياح في منطقة الحنجرة ؟
8. هل هناك أي ألم يتعلق باستخدام الصوت ؟ هل هناك ضيق تنفس مرافق للبحّة ؟
9. هل هناك قصة تناول مفرط للكحول أو قصة تدخين ؟

حس وجود كتلة أو امتلاء أو انتفاخ :

نسأل المريض عن :

1. المدة
2. الموضع
3. هل هذا الإحساس مستمر وثابت أم متقطع
4. هل يوجد ألم وإن كان الجواب نعم فهل يوجد ألم راجع : كألم الأذن ؟
5. هل هناك صعوبة حقيقية في البلع أو التنفس ؟
6. هل المريض عصبي أو متوجس من السرطان ؟

عسرة البلع :

نسأل المريض عن :

1. المدة (أسابيع - أشهر - سنوات)
2. هل صعوبة البلع متزايدة (متروية) ؟

3. هل لدى المريض أي ألم مرافق ؟
4. كيف يستطيع المريض بلع الطعام العادي بشكل جيد (أن أمكن) ؟ هل الانسداد يزداد عند تناول الأطعمة السائلة أم الصلبة ؟
5. أين يبدو على المريض موضع الانسداد ؟ (بحيث يشير المريض إلى مستواه) .
6. هل هناك أي قلس أو عودة للمواد الغذائية ؟ إذا كان الجواب نعم ، هل هناك أي رائحة ؟
7. هل هناك فقد وزن ؟ وما هو المقدار وخلال كم من الوقت .

السعال:

نسأل المريض عن :

1. مدة السعال (أسابيع - أشهر - سنوات)
 2. في أي جزء من الحلق يبدو أن السعال قد بدأ .
 3. ماذا يخرج أثناء السعال ؟
 4. هل هناك حالات معينة يزداد فيها السعال (كالتعرض للهواء البارد ، أو الدخان أو الغبار أو أي من المهيجات أو المخثرات الأخرى) ؟ هل يسوء السعال ليلاً عند الاستلقاء أو أثناء التمرين ؟
 5. هل هناك فقد وزن لدى المريض ؟ وما هو مقداره وخلال كم من الوقت ؟
 6. هل هناك أي نقص في الشهية أو نقص في القوة والنشاط ؟
 7. هل يترافق السعال بنفث دم ؟
 8. هل هناك قصة تدخين ؟
- *إن إجراء فيديو ستروبوكوب هو أمر إجباري قبل أي جراحة صوتية، ليس فقط لأنه يظهر تأثير الآفة على اهتزاز الحبل وإنما لإظهار المكونات المعاوضة بالحبل الآخر وفي الحبال الكاذبة. حيث أن ضعف الحبل الصوتي قد يحرض ضخامة معاوضة بالحبل الكاذب بنفس الجهة.

وكذلك يقدم معلومات هامة للجراح للحفاظ على بقايا الجزء المهتز من الحبل ، حيث إن وجود انغلاق اهتزازي جزئي بالحبل قد يقترح امتداد الآفة ضمن نسج أعمق.

التنظير الصوتي: Phonoscopy

التنظير الصوتي يشير إلى الرؤية بالستروبوسكوب للحبلين الصوتيين أثناء الاهتزازات. ويعتبر الإجراء الأساسي بين اختبارات الوظيفة التصويتية. تعتمد هذه التقنية على مبدأ إضاءة جسم يهتز بومضات ضوئية تواترها أقل قليلاً أو أكثر قليلاً من التواتر الذي يهتز به الجسم، مما يجعل الجسم يبدو وكأنه بحالة توقف تام أو أنه يتحرك بحركة بطيئة. التنظير الحنجري الترددي المتلفز أو التنظير الترددي الرقمي يعطي صورة عن اهتزاز الحبل الصوتي الوسطي خلال عدة دورات اهتزازية والصورة الأكثر تفصيلاً يتم الحصول عليها عبر منظار صلب عبر الفم بزاوية 80 أو 90 درجة ومن بين المعلومات الأساسية التي يزود بها التنظير الصوتي:

- 1- يحدد موقع الآفة التصويتية مع الربط بالموجودات السمعية.

- 2- يعطي قيم التواتر الأساسية.
- 3- يظهر تناظر اهتزازات الحبل الصوتي.
- 4- يظهر شكل انغلاق المزمار.
- 5- يظهر الانزياح الأفقي للحبلين الصوتيين.
- 6- يوضح مظهر وعمل الشفتين التصويتيتين العليا والسفلى.
- 7- يظهر نمط وطبيعة إغلاق المزمار.
- 8- توضح طبيعة الموجة الاهتزازية المخاطية (بما في ذلك وجود أو غياب الأجزاء أو القطع غير الحركية) وبمقارنته مع الفحص التقليدي فإن التنظير الصوتي يزيد بشكل مهم دقة التشخيص وبالتالي يمهد لخيارات علاجية أكثر فعالية.

الفصل الأول: الأدوات والوسائل

مقدمة: تتضمن جراحة الليزر استخدام ادوات معقدة تحوي:

جهاز الليزر- نظام توصيل الحزمة (ليف بصري أو مع مجهر)-جهاز سحب الدخان.

وبشكل عام معظم الأدوات المستخدمة هنا تعتمد على المصص مع الانتباه دوماً لتقنية التخدير المستخدمة.

جهاز الليزر : ليزر CO_2 هو الخيار الأول بين جميع أنواع الليزر لقطع الأنسجة في جميع المواقع التشريحية في الرأس والعنق، وهو المثالي في جراحة الحنجرة بسبب خاصته الفريدة بإحداث أذية حرورية قليلة . ولكن ضعف خصائصه المرفقة وعدم مروره بالألياف البصرية يجعله غير مناسب في جراحات الانف.

إن حماية انبوب التخدير اجباري هنا و من الضروري كذلك حماية الشفاه والاسنان خاصة خلال جراحة الحنجرة التنظيرية.

وهناك ليزرات أخرى منافسة لليزر CO_2 منذ سنوات ولا بد من وجود أحدها على الأقل بشكل مرافق لليزر CO_2 وهي : -
KTP - HO:Yag ديود ليزر.

الوصف : لوحة التحكم لجهاز الليزر تحوي أزرار ضبط الطاقة الناتجة ومدة التعرض

(العمر الوسطي لليزر الكربون 5-10 سنوات) ويجب ان يخضع الجهاز لمعايرة دورية حيث من الممكن تقنياً قياس نتائج الطاقة الفعلية ومقارنته بالطاقة النظرية(قياس كثافة الطاقة ضمن البقعة البؤرية).

الليزر كأداة جراحية:

إن الطول النوعي لموجة الليزر ستحدد بدقة خصائصه كمشروط أو أداة إرقاء.

-عندما يستخدم كمشروط نعتد على دقته في قطع النسيج مع أقل انتشار حراري وأذية النسيج المجاورة وبهذه الحالة يجب أن تكون طاقة الليزر كثيفة ومركزة بشدة وتمتص بشكل كامل تقريباً على السطح, إن ليزر CO_2 مثالي كمشروط جراحي بسبب امتصاصه العالي من النسيج الحاوية على الماء وكذلك السطح المعرض لليزر يتبخّر سطحياً مما يسمح برؤية النسيج كطبقات (وهذا مشابه للمشرط العادي أو المخثر الكهربائي), لكنه أقل فعالية بالإرقاء (خاصة بوجود أوعية عابرة لبقعة الليزر).

ونتيجة: ليزر CO2 جهاز عالي الطاقة ييخر النسيج بدقة أعظمية مع مقدار قليل من التفحم والأذية الحرارية المحيطية.

-وبالمقابل ND :YAG ليزر يعبر الماء مع توهين قليل وأكثر ما يمتص بشكل انتقائي عبر النسيج المصطبغ فهو يخترق النسيج بشكل أعمق مما يسبب أذية حرارية أعمق والرؤية أقل من CO2 ليزر لذا فهو أقل دقة عند استخدامه كمشروط لكنه أفضل ليزر يستخدم في الإرقاء. ولأن تنخر النسيج قد يحدث هنا بشكل أكبر مما هو مرئي لذا يتطلب تطبيق مبادئ الأمان بجدية.

-أما بعض أنواع الليزر المرئي (ديود-أرغون- KTP) تمتص بشكل انتقائي من الهيموغلوبين والنسيج المصطبغة لذا دقتها كمشروط وخصائصها المرفئة تقع تقريباً بين CO2 و ND :YAG

بالإضافة للخصائص الفيزيائية سابقة الذكر لليزر يمكن التحكم بالتفاعل النسيجي من خلال:

1. الطاقة.
2. حجم البقعة.
3. زمن تطبيق حزمة الليزر.

<u>الرقاء</u>	<u>الدقة(القطع)</u>	
+	++++	CO2
++	++	ديود/أرغون/KTP
++++	+	YAG

(علاقة نوع الليزر والتأثير على النسيج)

1. **الطاقة:** وهي أقل قياس قابل للتغيير خلال جلسة العلاج وبشكل عام عند استخدام الليزر كمشروط يجب استعمال حالة الطاقة الأكثر أماناً، حيث أنه باستعمال منظومة الطاقة المناسبة فإن أغلب النسيج يتبخّر بشكل مثالي تاركاً شق نظيف مع تفحم أصغري وأذية حرارية أصغرية.

ولكن عند استخدام الليزر بقصد اللحام welding (الشرايح المجهرية- مفاغرة الأوعية- الجراحة المجهرية) يجب استعمال طاقة قليلة جداً (مللي واط) للسماح للتخثر الضوئي والتشرد أن يكون الأثر النسيجي المسيطر.

2. **حجم البقعة وشدة الطاقة:** بما أن كل طاقة الليزر تتركز في منطقة تماس الحزمة فإن تبديل حجم البقعة سوف ينشر نفس المقدار من الطاقة التي يعطيها الجهاز (بالواط) فوق سطح أكبر أو أصغر (سم²) مما ينقص أو يزيد شدة الطاقة والتي تسمى تألق الإشعاع (واط/سم²) كما شرحنا سابقاً.

إن هذا التبدل بشدة الطاقة يمكن إنجازه بالتحكم بقطر البقعة باستخدام العدسات (النقطة البؤرية للعدسة) للحصول على شدة الطاقة الأكبر (قياس البقعة الأصغر) أو إنقاص شدة الطاقة (حجم بقعة أكبر).

يمكن كذلك إنقاص حجم البقعة الكلي بالتنبيه المماسي Tangential للأنسجة حيث يقع جزء فقط من البقعة على النسيج والجزء الباقي على شاشة مثلجة توضع قرب النسيج الهدف. ويمكن بذلك إنقاص قياس البقعة الفعال لأقل من 100 ميكرون. وهذه التقنية مفيدة جداً بالمراحل الأخيرة من استئصال النسيج المرضي عن الحافة الحرة للجل.

3. **زمن العلاج والتدفق:** على الرغم من أهمية المقدار الكلي للطاقة وتألق الإشعاع فإن معدل التوصيل يعتبر أهم عامل حاسم قابل للتغيير ويحدد التأثير البيولوجي النهائي لليزر.

التدفق: هو معدل توصيل الطاقة بالليزر، حيث مع طاقة محددة وحجم بقعة محدد يمكن للجراح تغيير زمن التعرض لإنجاز النتيجة المرجوة. ويحسب التدفق من شدة الطاقة مضروبة بالزمن ويقاس بالواط (wx s/cm²) والجل (J/cm²).

وعند إعطاء أي مقدار كلي من الطاقة (لأي تطبيق) فإن معدل الطاقة الواصلة أو التدفق سيعطي التأثير البيولوجي الأكبر.

وإن التحكم بالتدفق بالممارسة العملية أصعب القضايا والتي تتطلب تدريباً وإشرافاً وخبرة.

على سبيل المثال توصيل 100 جول من الطاقة يمكن إنجازه بطريقتين: إما 25 واط/سم² لـ 4 ثواني أو 100 واط/سم² لثانية واحدة مع اختلاف كبير بالتأثير الحيوي بين الحالتين.

إن أغلب التأثيرات الضارة بالنسج لليزر تحدث بسبب قلة خبرة الجراح والذي يستعمل مقدار غير مؤثر من الطاقة علاوة عن زمن تعرض طويل. وهذا يخلق درجة أكبر من الأذية الحرارية وذلك لنفس الدرجة من قطع النسيج والتي يمكن إنجازه بطاقة أعلى مع زمن تعرض أقصر وهذه النتائج تتجلى بتفحم زائد وتدمير النسج المجاورة واختلاطات تندب النسيج.

لذلك عند استخدام الليزر بغرض القص أو القطع يجب دوماً على الجراح استعمال مستوى التدفق الأعلى والذي يكون الجراح مرتاحاً له.

إن التدفق الواصل للنسيج يمكن تعديله باستعمال الليزر- بنمط توصيل نبضي بدلاً من النمط المستمر.

والخلاصة: التأثير المرقى: شدة قليلة لفترة طويلة ودون تركيز الحزمة (10 واط*10 ثواني)

التأثير المقاطع: شدة عالية لفترة قصيرة بحزمة مركزة (25 واط*4 ثواني)

حماية العين: أذية العين هي ثاني أخطر تأثير لليزر بعد احتراق انبوب التخدير وهي تعتمد على عدة عوامل:

أ- طول الموجة: انسجة العين تمتص الليزر بالموجة البعيدة عن تحت الحمراء (مثل ليزر CO₂) بشكل كامل بعمق 100 ميكرون تقريباً مما يسبب حروق قرنية أما الليزر ذو الموجة قرب تحت الحمراء و المرئية (مثل ND:yag -KTP -ديود ليزر) قد تعبر العين و تصل الشبكية مسببة عمى.

ب- تعرض مباشر أو غير مباشر: التعرض غير المباشر سببه الانعكاس على الادوات وهو أقل خطورة من التعرض المباشر

ج- تصنيف الليزر: كما ذكرنا سابقاً تصنف جميع أجهزة الليزر ضمن 4 درجات و جميع ليزرات الرأس و العنق هي درجة 4 (عدا ليزر هيليوم) وهي أخطر الدرجات.

د- نظام التوصيل: في ليزر الكربون لا حاجة لحماية العين باستخدام الحزمة متحدة المركز بالمجهر لأن عدساته تحمي العين أما باستخدام القبضة ونظم التوصيل الأخرى فهو اجباري.

الأدوات المخصصة لليزر:

يجب أن تحوي في تركيبها قنية ممص في عمود جانبي على كامل طولها لسحب مستمر للغبار وفي ليزر الألياف نحتاج قناة اضافية لليف قطرها أكبر بقليل منه ويجب ان تكون جميع الأدوات غامقة أو مطلية باللون الأسود لتقليل الانعكاس (لكن ومع التعقيم المتكرر قد تفقد طلاءها الأسود وقد لا تحمي بشكل واقعي). ودوماً نحتاج مخثر وحيد القطب موصول بالأداة مسبقاً لإلقاء الأوعية بقطر أكبر من 2/1 ملم, ودكات مبللة بأدريناالين 1/100000 مفيدة للسيطرة على النز.

اكسسوارات الليزر:

أ- نظام بث الليزر: موجات مستمرة أو نبضية أو فوق نبضية.

النمط المستمر يسبب تسخين النسيج المجاورة اما النبضي يقلل التأثيرات الحرارية وفوق النبضي يحدث طاقة عالية جدا بين 400-500 واط بكل ذروة تستمر لنانو من الثانية مع تبريد النسيج بين فترات الراحة ويحقق

قطع بدون تفحم مع حماية النسيج العميقة المجاورة (باستخدام تأثير البالوعة الحرارية للنسيج المجاور وجريان الدم أثناء الفواصل بين النبضات). إن ليزر Q-Switched يعتمد على هذه التقنية لإحداث انفجارات من بث الليزر كنبضات تستمر لنانو ثانية. وهذا الليزر أكثر ما يفيد بإحداث تحكم دقيق بسطح القطع وهذه الخاصة مهمة عند استخدام الليزر بإعادة تسطيق الجلد (إزالة الندبات).

إن الجراح المبتدئ سوف يستخدم عادة نمط التوصيل النبضي حسب طلب أستاذه ليشعر بتحكم أكبر في توصيل الطاقة.

ب-ماسحات فلاش Flash Scanner : وهي عبارة عن برمجيات تم تطويرها لنشر طاقة الليزر بشكل أكثر انتظاماً فوق المنطقة الهدف. وهي بشكل أساسي حزمة ليزر متحركة ضمن منطقة محددة, تحدث باستخدام مرأتين متوازيتين تقريباً وتدوران بشكل سريع.

باستخدام هذه التقنية يمكن لطاقة الليزر أن تنتشر بشكل منتظم فوق منطقة بقطر 3 ملم خلال 1 ميلي ثانية. وبشكل مشابه فإن طاقة الليزر قد تقسم لنبضات بسرعة فوق منطقة محددة محدثة تأثيراً مشابهاً .

منها نمط متعاقب يزيل طبقات متتالية بسماكة من 0.15 مم حتى 50 ميكرون واختراق حراري اقل من 150 ميكرون

وهناك نمط يوجه الحزمة بشكل خطي مستقيم أو مائل

ونمط يقوم بتوجيه الشق ويحدد طوله وعمقه: وهذا أكثر دقة مع توفير للوقت.

ج-الوصل مع المجهر : يقدم حزمة بقطر 250 ميكرون لمسافة عمل 350 مم .

د-القبضة: لها أطوال مختلفة وأحسنها 225 مم ويختلف شكلها حسب مكان الجراحة.

هـ-دليل الموجه : مع قناة معدنية مرنة بأشكال وزوايا مختلفة.

و-الوصل مع منظار القصبات: لجراحة الرغامى والقصبات بالليزر.

أدوات خاصة بمواقع مختلفة: إن الادوات المثالية لجراح ما قد لا تكون كذلك بالنسبة لجراح آخر. وعموماً في جميع أدوات الليزر لا بد من توافر صفتين: وجود قناة ممص - نهاية غير عاكسة.

الأدوات في جراحة الحنجرة: إن الآفات التي تحتاج جراحة صوتية تكون صغيرة عادة والإجراء الجراحي قصير و لا ينتج الكثير من الدخان.

يمكن انجاز الجراحة الصوتية باستخدام منظار الحنجرة التقليدي مع قناة شفط وكذلك النزف أصغري هنا و يمكن السيطرة عليه بدكات مبللة بالأدرينالين بتماس منطقة النزف لعدة ثوان. في الآفات السليمة الضخمة والمتبارزة (كما استئصال الحبل بالتنظير أو استئصال الطرجهال) من الضروري وجود ساحة واسعة لذلك تم تطوير منظار حنجرة خاص ذو نهاية قريبة وبعيدة واسعة مما يحقق كشف ممتاز.

ودوماً وكحد أدنى وفي جميع الحالات : نحتاج منظارين حنجرة بالغين ومنظار أطفال(قد يكون مفيداً ليس للأطفال فقط وإنما للنساء والمرضى الذين لديهم صعوبة بكشف الحنجرة) مع عدة ملاقط مجهرية مجهزة بممص و مخثر وحيد القطب. وأدوات خاصة أخرى مثل بكرات الحبل Cord Rollers -ملاقط(بطول 22سم)- طاولة عمليات-مرايا حنجرة...ودوماً يجب توافر أدوات الجراحة التقليدية لإكمال العمل بحال تعطل الليزر.

الفصل الثاني: التحذير في جراحة الطريق الهوائي بالليزر

مقدمة: ما يهمنا في هذا السياق نقطتان:

أ-التنبيب:صعوباته عند هؤلاء المرضى وامكانية حجب الأنبوب لساحة الجراحة واحتمال احتراق الأنبوب(ولكل نقطة مما سبق الحلول المناسبة)

ب-اشتعال الطريق الهوائي.وسنشرح ببعض التفصيل الأفكار سابقة الذكر.

أولا-اشتعال الطريق الهوائي:

مصدر الاشتعال:هو الليزر وخاصة CO2 وأقل بالأنماط النبضية.

مواد الاشتعال:أهمها أنبوب التحذير-شاشات جافة-دكات-شانات-أنبوب أنفي معدي-قنية الخزغ-النسيج الهدف-سوائل الجراحة(كحول-استون.....)

المحيط الداعم للاشتعال:غازات التحذير وخاصة الأكسجين والنيتروجين ،أما النتروجين والهليوم فهي خاملة ولا تسبب ذلك.

الوقاية من الحريق:إما باستخدام أنبوب مقاوم لليزر أو حماية الأنبوب العادي أو حتى التحذير بدون أنبوب.

ثانيا-تنبيب الرغامي:

أ-حماية الأنبوب العادي:إما بتغطيته بشاشة مبللة بالسيروم أو بأغطية مخصصة لحماية الأنبوب أو استخدام أنبوب رغامي ثنائي الكم حيث الكم القاصي مملوء بالسالين ويساهم بحماية الطريق الهوائي عبر إخماد الحريق بالطريق الهوائي عند الثقب غير المقصود للأنبوب. أما الكم الداني يملأ بزرقه الميتلين المخففة للتحذير عند ثقب الكم, أو باستخدام أنابيب سيليكون مطاطية مطلية بمادة معدنية.

ب-أنبوب معدني بالكامل(مع أو بدون بالون) وهو الأفضل حماية.

ج- تقنيات تحذيرية خاصة:وهي بديل عن التحذير مع التنبيب وكلها تهدف للحصول على ساحة رؤية ممتازة دون أنبوب ونذكر منها:

1-التحذير بالتهوية النفثة عالية التواتر Jet Ventilation:وهي تعتمد على أثر فتوري حيث يحصل المريض على الأكسجين ضمن مزيج هواء الغرفة العادي وعبر قنية صغيرة توضع بالقسم الخلفي للحنجرة بين الطرجهاليين (قد توضع ضمن منظار الحنجرة)،وهي يدوية أو أوتوماتيكية.

وبما أن الزفير هنا يكون عبر الطريق الهوائي للمريض وليس عبر لمعة القنية الصغيرة لذا فهي ممنوعة بوجود انسداد بالطريق الهوائي لأنها قد تسبب رجحاً صدرية في هذه الحالة. وهنا يوجد أيضاً صعوبة أو استحالة بمراقبة الغازات التنفسية للمريض مما يشكل مأزقاً للمخدر يمكن التغلب عليه بمراقبة كفاية التهوية بشكل غير مباشر من خلال: إشباع الأكسجين المحيطي - مراقبة تمدد جدار الصدر - أو قياس غازات الدم الشرياني (تحتاج وقت طويل).

ومن أنواعها: أ- التهوية النفثة تحت المزمار

ب- التهوية النفثة عبر منظار الحنجرة أو القصبات

ج- التهوية النفثة عالية التواتر: ولها جهاز خاص. لكنها ممنوعة بوجود خطورة نزف غزير لأن الضغط النفث ينشر رذاذ من قطرات الدم قد تصل لعدسات المجهر أو المنظار مما يحدث غباشة ويشوش الرؤية.

2- تقنية إيقاف التنفس المتقطع: عندما يكون التنبيب ضرورياً

ولكن الأنبوب يعيق الجراحة (مثل آفات الملتقي الخلفي) يمكن استخدام هذه التقنية التي تعتمد على التناوب بين التهوية بضغط إيجابي متقطع وإيقاف التنفس. بعد إتمام تخدير مستقر مع إرخاء وتنبيب (يمكن استخدام أنبوب غير مخصص لليزر) وإشباع أكسجين 100% تتم إزالة التنبيب وإعادته تحت الرؤية المباشرة من قبل الجراح وتحت مراقبة المخدر. وهنا الوقت ثمين جداً ولا يجوز إضاعته حيث يعمل الجراح خلال مدة 1-2 دقيقة من إيقاف التنفس ثم يتوقف 3-4 دقائق خلال التهوية. ودوماً نراقب إشباع الأكسجين الذي يجب أن يبقى أكثر من 90%.

هذا الاجراء آمن ومريح بوجود فريق مدرب عليه.

3- التخدير دون تنبيب: إما بتقنية التنفس العفوي بالتخدير الوريدي أو التهوية بالدرع الخارجية.

التنفس العفوي بالتخدير الوريدي: أفضل ما تجرى عند الأطفال حيث قطر الطريق الهوائي صغير لديهم، وهي تساعد بتسهيل العملية مع حركة أصغرية للحبال الصوتية. ويمر الأكسجين هنا ضمن مزيج من الهواء العادي عبر البلعوم الأنفي أو قنية الخزع أو ذراع جانبي ضمن منظار الحنجرة. وقد يساعد التخدير الموضعي بالتشريب أو الحقن حول العصب الحنجري العلوي.

التهوية بالدرع الخارجية: بتطبيق ضغط سلبي متكرر على جدار الصدر الخارجي الأمامي عبر درع بلاستيكي خاص (له 4 قياسات) وهو يعمل كمولد ذبذبات عالي التواتر يعمل ككتلة فعالة تدفع الغاز بتواتر أعلى وحجوم مدية أقل مقارنة بالتهوية العادية أو النفثة. ولا ضرورة لإرخاء المريض هنا.

ولكن هذه الطريقة لم تنتشر بشكل واسع بعد كون هذا الجهاز غالي الثمن.

ثالثاً- عوامل الخطورة في التخدير:

1-عوامل الخطورة المتعلقة بالمريض: المريض الأنسب تخديرياً هنا هو شاب بالغ يجري الجراحة بسبب آفة صغيرة على الحبل الصوتي.

لكن أغلب المرضى هنا مسنين ولديهم أمراض تنفسية مرتبطة بالتدخين غالباً مع حالات مرضية أخرى مرتبطة بالعمر كنقص التروية القلبية خاصة مرضى السرطان.

ولكن كون جراحة الليزر سريعة نسبياً مع فترة شفاء دون اختلاطات فالتخدير عموماً آمن عند هذه المجموعة إلا بحال وجود انسداد بالطريق الهوائي عند مريض سرطان مع تشريح صعب بسبب الورم أو العلاج الشعاعي السابق فالخطورة أكبر هنا، ورغم ذلك تبقى الفائدة أكبر سواء بالعمليات الشافية أو الملطفة (تخفيف كتلة الورم) وأغلب العمليات جيدة التحمل لأنها تجري بسرعة مع نزف أصغري.

يجب تجنب جراحة الصوت خلال الدورة الشهرية وقبلها بيومين بسبب حدوث تعديلات بمظهر الحبال خاصة عند النساء المصابات بمتلازمة تبدل الصوت السابق للدورة.

إن تأمين الطريق الهوائي هو العنصر الأهم هنا مع الانتباه للطريقة الأفضل لتحقيق ذلك، فقد نقرر إجراء خزع رغامي انتقائي قبل العملية أو نجري تنبيب إن أمكن ونخفف كتلة الورم ومن ثم نقيم كفاية الطريق الهوائي بعد العملية وقبل إزالة التنبيب وهكذا قد نجيب المريض خزع الرغامي. وفي بعض الأحيان قد يسوء الطريق الهوائي بعد العملية بسبب الوذمة مما يضطرنا لإجراء خزع رغامي إسعافي.

- إن جراحة الليزر عند الأطفال قد تحتاج متطلبات خاصة والأفضل وجود مخدر أطفال.

2-مشاكل التخدير المتعلقة بالليزر: ذكرت سابقاً وأهمها صعوبة التنبيب.

3-اختلاطات التخدير الناجمة عن الليزر:

أ-تشنج الحنجرة: وهو مشكلة شائعة بعد أي مداخل على الطريق الهوائي العلوي ومنها جراحة الليزر وللوقاية من ذلك يجب تنظيف الحطام والمفرزات جيداً، واستخدام بخاخ ليدوكائين 4% أو 10%، وكذلك استخدام أكسجين رطب خلال مرحلة الشفاء.

ب-الزلة التنفسية: وقد تكون خفيفة ويكفي وضع المريض بوضعية الجلوس لإنقاصها. وقد تحدث أحياناً أعراض وعلامات انسداد الطريق الهوائي والسبب إما تشنج القصب أو الوذمة بعد جراحة طويلة الأمد أو بقاء دم أو مفرزات أو حطام بالطريق الهوائي وأحياناً بسبب انخماص حلقة رغامية بسبب أذية الليزر وحدوث ريح صدرية.

وفي هذه الحالة نطلب صورة صدر ونجري تنظير قصبات تشخيصي أو علاجي بأسرع ما يمكن مع تأمين مكان بالعناية المشددة.

4-احتراق الطريق الهوائي:

اختلاط قاتل يمكن الوقاية منه بأغلب الحالات باتباع إجراءات الأمان،ولكن عند حدوثه نتبع الخطوات التالية:

أ-إزالة جميع المواد المحترقة بأسرع ما يمكن(أنبوب_شاش....)

ب-إعادة تنبيب المريض والتهوية بأكسجين عالي التواتر

ج-تأمين مكان بالعناية المشددة

د-تدبير مشابه للحروق الاستنشاقية:علاج داعم مع سوائل وصادات وتنظير الطريق الهوائي

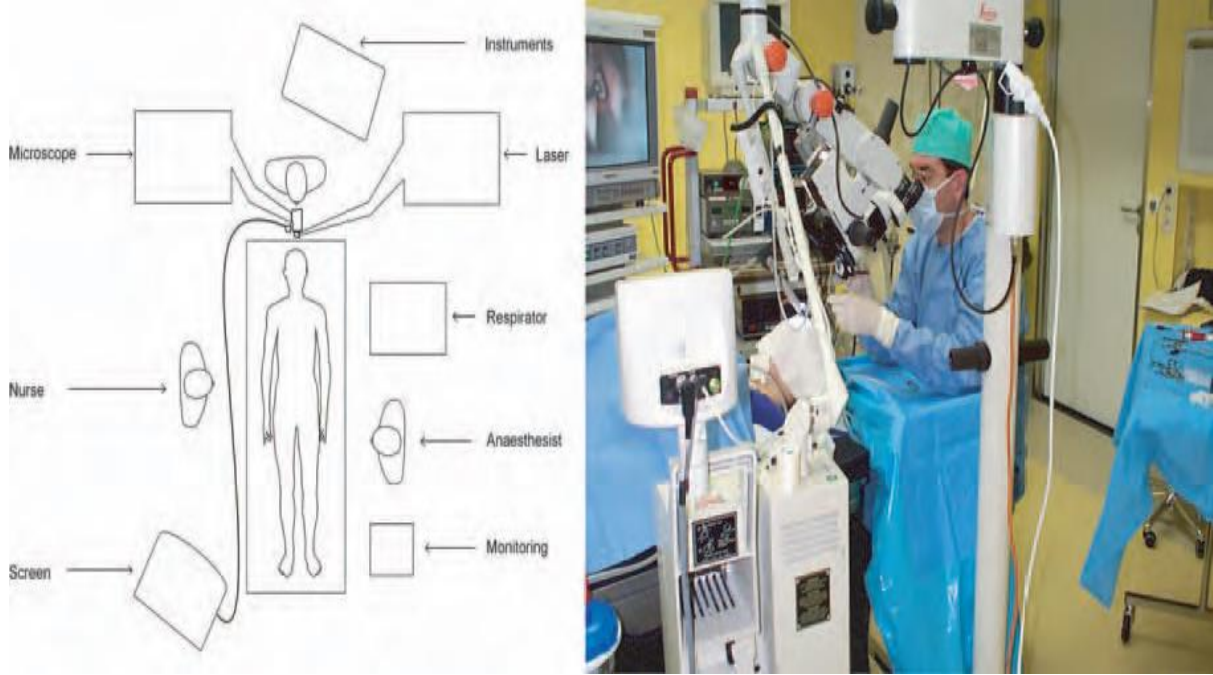
إن حدوث قصور تنفسي أوARDS باكر هي علامات إنذار سيء.

ودوماً الوقاية هي الأفضل،ليس فقط باختيار التقنيات والمواد المناسبة وإنما باحترام عالي جداً لقواعد استخدام الليزر.

الفصل الثالث: التكنيك الجراحي

تصميم غرفة العمليات في جراحة الليزر: وهذا هام لأنه يقلل كثيراً من الحوادث. يتم تنظيم الغرفة بالتعاون والتنسيق بين الجراح والمخدر والمرضة والتقني.

ففي جراحة الحنجرة: الترتيب هنا مشابه للجراحة المجهرية التقليدية حيث يوضع جهاز الليزر والمجهر بنفس جهة الجراح الذي يجب أن يرى لوحة الليزر. وكل من الممرضة والفني مسؤولان عن ضبط لوحة الليزر ويجب وجود ممرضة أخرى مساعدة. ودوماً تقليل عدد الكادر قدر الامكان يقلل من الحوادث.



كل غرفة عمليات يجب أن تحوي:

إشارات التحذير - لباس حماية العين - طفايات الحريق.

فريق الليزر: 1- جراح الليزر: يجب على الجراح قبل العملية تفحص أدواته والتأكد من اتساق حزمة الليزر وبحال وجود مشكلة فيها يؤجل العملية أو يقلبها إلى جراحة تقليدية. يجب وجود مخثر الكتروني وحيد أو ثنائي القطب و يجب التأكد من عدم وجود سوائل قابلة للاشتعال (كحول - استون - إيثيل كلوريد) وتجنب الشانات الورقية مع توفر شاشات مبللة لحماية الأنسجة غير الهدف وخلال استعمال الليزر يجب تجنب الأوكسجين النقي خاصة بوجود مواد قابلة للاشتعال ضمن الطريق الهوائي. ويجب الانتباه عند استخدام نبضات قوية من الليزر لحماية تحت المزمار و الرغامى بوضع دكات مبللة ضمنهما عبر ملقط مجهري.

2-مستشار حماية الليزر

3-ضابط أمان الليزر

4-مسؤول صيانة الليزر(لابد من صيانة الجهاز مرتين بالسنة على الأقل)

5- تقني الليزر:وهو مسؤول عن:

أ-يختبر سوء توضع حزمة الليزر قبل كل عملية:بالتأكد من توافق حزمة الكربون ليزر مع حزمة ليزر هيليوم نيون على قطعة خشب (اختبار الاشتعال).

ب-يعاين الألياف البصرية (بالنظر إليها و التأكد أن حزماتها كثيفة ودائرية)

ج- يحضر الجهاز ويعايره للاجراء المطلوب ويعمل مع الجراح لزيادة الطاقة أو إنقاصها وإغلاق وإشعال الجهاز.

-ومن الضروري تدريب الفريق من خلال دورات تدريبية مخصصة لذلك.

مميزات جراحة الليزر عن الجراحة التقليدية:

1-غياب التلقيم الراجع : الجراحة بحزمة ليزر حرة أو حزمة منقولة بليف محمول بوضع قرب تماس تختلف عن الاجراء التقليدي بالمشروط بعدم وجود تلقيم راجع حسي ليد الجراح لذا من الضروري دوماً خلال العملية وبشكل متكرر تقييم السير الجراحي بالجلس المباشر أو بالجلس بالادوات.

2- تحديد موضع الهدف : باستخدام المجهر قد يكون تحريك رأس المريض أسهل من جلب الهدف للساحة عبر تحريك المجهر .

3- تقنية اليد الثالثة:إذا كان الهدف على حافة منظار الحنجرة يمكن جعله بوسط الساحة بتطبيق ضغط لطيف على هيكل الحنجرة من الخارج عبر المساعد،وبحال العملية طويلة وتجنباً لإزعاج المساعد يمكن تحقيق ذلك عبر تطبيق شريط لاصق على العنق.

4-تحريض غير الهدف:لذا من الضروري في جراحة الليزر تغطية وجه المريض بشاشات مبللة وحماية عيناه كذلك،وتستخدم قطنات مبللة لتغطية المناطق المجاورة مع الانتباه لترطيبها أو تبديلها فهي تحف مع الوقت وقد تحترق إن جفت.

يمكن تحقيق الحماية بأي أداة معدنية (ملقط أو ممص) عبر إعاقه الحزمة،ولكن هذه الطريقة غير مرغوبة كون المعدن يسخن مع الوقت وقد يسبب حروق،وكذلك قد يحدث انعكاس عليه.

5- **سحب الدخان:** دوماً يجب شفط الدخان لأنه يعيق الرؤية وقد يسبب أضراراً صحية لكل من الكادر الجراحي والمريض.

6- **عمق التبخير:** ولا يقدر فقط بالزوال المرئي الحاصل للنسيج عند تبخيره، حيث يحدث أيضاً فقد متأخر بالنسيج ناجم عن الأذية الحرارية.

7- **التفحم:** وينجم عن التبخير غير الفعال. مع العلم أن النسيج المتفحم يمتص الطاقة ويسخن لدرجة حرارة عالية مما قد يسبب توهج أو أذية أكثر عمقاً. لذا من الضروري إزالة أي نسيج متفحم وبشكل متكرر بالملص أو عبر حامل قطن.

8- **تمطيط النسيج (التبعد):** كما بالجراحة التقليدية يزداد تأثير الليزر عندما يكون النسيج ممطط قبل التبخير.

تبخير أم استئصال؟

التبخير: يمكن أن يستخدم الليزر لقطع النسيج عبر تبخيره طبقة تلو الأخرى. وإن التبخير أمر جوهري وهو التأثير الأكثر أهمية في التطبيقات السريرية لليزر.

خلال التعرض الأول ترتفع الحرارة الى 100 مئوية وتتبخر طبقة من النسيج وبالتعرض المستمر يحدث نفس الشيء على الطبقة التالية وهكذا.... لذلك فإن زيادة الطاقة لا تسبب قطع أعمق ولكن تسبب فقط زيادة في معدل تبخير الطبقات، وبما كانت سرعة التبخير عالية بسبب مستوى طاقة عالي فإن الحزمة سوف تصل للنسيج غير الهدق بسرعة أكبر وقد تؤذيه بالخطأ قبل التمكن من إيقاف التعرض. ومن الهام ملاحظته أن المحتوى المائي للطبقة التالية يختلف عن الطبقة الأولى لأن النسيج معرض لحرارة مسبقاً وماؤه أقل مما يجعل قطع الطبقات التالية يزداد صعوبة.

إن زيادة الطاقة خلف مستوى التبخير لن يزيد فعالية التبخير وإنما يزيد فقط من الطاقة مما يسبب أذية حرارية أكبر وراء التبخير المرئي.

عند مستوى الاتصال بين النسيج المرضي والطبيعي يجب تخفيف الطاقة خاصة إذا كانت الآفة صغيرة وذلك تجنباً لأذية النسيج الطبيعي.

الاستئصال: يمكن بالليزر استئصال نسيج عبر تبخير خط شق رفيع ويمكن كذلك رفع شريحة وهذا يسمح بتسليخ عقيدة عن النسيج العميقة الطبيعية وإجراء فحص نسيجي لها.

تدبير النزف:

يمكن السيطرة على النز الحفيف بدكة مبللة بمضاد احتقان أو ادرينالين 1/100000 أو عبر ضربات مماسية من الليزر بطاقة منخفضة وبجزمة غير مركزة. أما بالنزف الأهم أو الأوعية الأكبر من 2/1 ملم لا بد من كيه بالمخثر الكهربائي.

خلال استئصال الطرجهال بالليزر قد تسبب فروع الشريان الطرجهالي الخلفي نزف هام،ولكن يمكن السيطرة عليه بأغلب الأحيان بالضغط الموضعي بدكة مبللة بالادرينالين وأحياناً نحتاج التخثير الكهربائي ومن النادر جداً أن نضطر للربط الخارجي.

تنظيف الجرح:

قبل نهاية العملية يجب تنظيف الجرح بحامل قطن رطب وإزالة أي حطام أو تفحم وكذلك التأكد من عدم وجود أي نزف.

مراحل الالتئام:

يمكن تقسيم الالتئام بعد جراحة الحنجرة المجهرية إلى أربعة أطوار:

الطور الأول: الفترة التالية مباشرة للعمل الجراحي وتستمر 5-14 يوماً، وفيها تجب الراحة الصوتية التامة مع ترطيب المخاطيات. يحصل الالتئام عادة بين غطاء الحبل الصوتي والرباط الصوتي. في الحالات التي تتطلب استئصالاً زائداً للمخاطية يحدث الالتئام بالمقصد الثاني.

الطور الثاني: الفترة بين 1-2 أسبوع، وهي مرحلة تأهيل الصوت التي تحدث تحت إشراف وتوجيه معالج كلامي. يتم إجراء تصوير للحبال الصوتية بواسطة الستروبوسكوب عادة بعد الأسبوع الثاني أو الثالث حيث يتم تقييم مطاوعة الحبل الصوتي والموجة المخاطية. تبدأ هذه المرحلة باستخدام تدريجي للصوت، حيث يمكن أن يتحدث المريض في اليوم الأول لمدة 5 دقائق ثم تضاعف مدة التصويت كل يوم حتى يعود المريض لمعدل الكلام الطبيعي لديه وهذا ما يحدث عادة مع نهاية الأسبوع الثالث إلى الرابع من الجراحة. إذا تسبب استخدام الصوت بأي ألم، يطلب من المريض إنقاص كمية الكلام والاتصال مع الطبيب.

الطور الثالث: وهي الفترة ما بين 2-3 أشهر بعد الجراحة، حيث يستمر التأهيل الكلامي مع معالج كلامي.

الطور الرابع: الفترة بين 3-24 شهراً حيث يعود المريض للفعالية الصوتية الاحترافية ويتابع بفحص دوري خلال هذه الفترة لتقييم استمرار التحسن وملاحظة أي نكس ممكن.

الفصل الرابع: أخطاء أمان الليزر

تثقيف المريض Education.

يجب عدم الاستخفاف باحتمال حدوث كارثة أو اللجوء للقضاء عند استخدام الليزر الطبي سواء من الشخص عدم الخبرة أو المهمل في العيادة أو في غرفة العمليات. ومن الضروري تثقيف كل عضو من الفريق الجراحي وكذلك المريض الذي يجب أن يفهم الفوائد النوعية لليزر عن التنقيتات الأخرى وأنه يجب ألا يستخدم ما لم تكن هذه الفوائد موثقة جيداً بالتجارب السريرية ومراجعات الزملاء. وكذلك يجب أن يفهم المريض المخاطر المرافقة لاستعمال الليزر واحتمال أذية أماكن بعيدة عن ساحة العمل الجراحي. هذه المعلومات يجب أن تكون متضمنة بالموافقة المستنيرة.

دليل الأمان المعتمد:

في عام 1998 أول ما أجملت معايير الأمان لاستخدام الليزر في الطب من قبل معايير المعهد العالي الأمريكي ANSI عبر التقرير المسمى (أمان الليزر في بيئة العناية الطبية) و تضمن المعيار على ضوابط إجرائية وإدارية ضرورية لتحقيق الأمان للمريض والطبيب العامل بالليزر واعتمدت كدليل لمساعدة المصنّع والمستهلك وعموم الناس.

على الرغم أن تقرير ANSI حدد المعايير الحالية للعناية والاستعمال الآمن لليزر فإن تطبيقه اختياري ما لم يكن مطلوباً من قبل منظمات خاصة.

الضوابط الإدارية تتضمن تأسيس لجنة سلامة الليزر وتوظيف عامل أمان ليزر. إن لجنة سلامة الليزر تتضمن بشكل عام مجموعة متعددة الاختصاصات تحتوي أطباء - ممرضات - مهندسين طبيين - إداريي المشفى والذين يجتمعون بمواعيد منتظمة لتحديد وتنفيذ قياسات الحماية الكافية مقابل الأذىات المحدثة بالليزر ويقدمون التدريب أثناء الخدمة لتدبير الكوارث الناجمة عن الليزر (حرائق - حروق - انفجارات).

إن الإجراءات المعتمدة يجب أن تنفذ وتراقب من قبل اللجنة لكل من الأطباء وفريق التخدير والممرضات وفريق الدعم التقني وغيرهم.

البرامج التثقيفية يجب أن تستمر 16-20 ساعة شهرياً على الأقل مع تكريس 50% من الوقت على الأقل لنقل التجربة المقترحة كالحل الأدنى المطلوب للاعتماد.

يجب أن يتضمن البرنامج التعرض لكل أطوال الموجة النوعية للطاقة التي سوف تستخدم كتدريب شامل في كل مظاهر الليزر الفيزيائية. وعند إدخال طول موجة جديد من الليزر يجب التدريب عليه.

موظف أمان الليزر يجب أن يكفل استمرار مراقبة وتنفيذ قواعد أمان الليزر والاعتمادات المطلوبة.

أي اختلاطات أو مشاكل متعلقة بالليزر يجب توثيقها وإبلاغ اللجنة عنها لمراقبتها وتصحيحها بشكل ملائم.

وإن تركيب أجهزة ليزر جديدة تتطلب معاينة من قبل موظف أمان الليزر بالاتصال مع المصنّع والمهندس مع تقييم الاعتبارات الأخرى مثل المخاطر الالكترونية، مخاطر الاحتراق والانفجار، مخاطر تعرض العين، تفريغ دخان الليزر وإمكانية اشتعال عوامل التخدير والأغطية الجراحية.

في الواقع إن معدل حدوث الأذىات الخطيرة المتعلقة بالليزر في المعاهد التابعة لـ **ANSI** بقي منخفضاً بشكل مدهش بالرغم من زيادة استعمال الليزر في مختلف الاختصاصات الجراحية. وقوع الحوادث أثناء جراحة الليزر دائماً تقريباً متعلق بخرق قواعد الأمان وحوادث جراحية. إن مساعد الطبيب أو الكادر التمريضي بالعيادة يجب أن يستلم مسبقاً أوراق اعتماد الليزر ويخضع لتدريب بأمان الليزر ويأخذ شهادات قبل أن يساعد الطبيب في إجراءات الليزر.

كل العاملون يجب أن يتلقوا تدريب أثناء الخدمة من صاحب المصنع لليزر النوعي المستخدم في العيادة.

اعتبارات الأمان العامة في العيادة أو غرفة العمليات؛

يجب أن تكون غرفة العمليات بحجم كافٍ للسماح بانتشار كافٍ للحرارة من وحدة الليزر وللسماح بمساحة كافية حول المريض لتحقيق حركة كافية للذراع و ألياف الليزر.

مع ضرورة وجود تمديدات كهربائية وتمديدات مياه ضمن مخطط البناء توضع مكانها قبل تركيب الليزر في العيادة، وهذا يتطلب التشاور مع المهندس أو الكهربائي ليضمن وجود فواصل ودارات كامنة والوقاية من الحريق. كاشف الدخان وطفائيات الحريق يجب أن تكون موجودة بكل الأوقات ويجب أن تختبر بشكل منتظم كل فترة للتأكد من جاهزيتها.

في حال خلل وظيفة الليزر يجب توافر أدوات الجراحة التقليدية والإرقاء بشكل مسبق. وحدة الكي الكهربائي يجب أن تكون موجودة دوماً وكذلك نترات الفضة لضبط النزف الصغير. ولتجنب مخاطر حدوث الحريق كل السوائل سريعة الاشتعال (كلوريد اتيل - الكحول - اسيتون) يجب إزالتها من غرفة العلاج عند استخدام الليزر.

الأغطية اللاصقة غير القابلة للاشتعال والمناشف المشبعة بالماء يجب أن تستخدم لحماية كلاً من المريض وأنبوب دارة التخدير.

وبحال اشتعال الأنبوب داخل الرغامى يجب أن يكون منظار القصبات متوفر مسبقاً لإستعادة الطريق الهوائي بعد الإزالة السريعة لأنبوب التخدير وكذلك لفحص الشجرة الرغامية القصيبة بحثاً عن الأذى الحرارية وأذى الدخان. ويجب توافر كل أساسيات دعم الحياة والأدوات الإسعافية.

ولأن الليزر قد يسبب حرق ضمن الطريق الهوائي وضمن غرفة العمليات يجب أخذ احتياطات نوعية لتجنب مخاطر الحريق.

التحكم بنوعية الليزر وشروط التصنيع:

إن الـ FDA (جمعية الغذاء والدواء الأمريكية) نظمت وبقوة تطوير وإدخال الأجهزة الطبية. جميع أجهزة الليزر المصنوعة في أمريكا يجب أن تطابق جميع قواعد الأمان والمنصوص بها من قبل مركز الأجهزة وهو قسم من FDA. هذه القواعد تصنف كل ليزر من خلال الطاقة وطول الموجة وتحدد متطلباته الإلكترونية والميكانيكية.

صانع الليزر يجب أن يصنف جهازه عبر واحد من أربع أصناف من المخاطر اعتماداً على نمط ونتاج الطاقة. وكل تصنيف يتضمن على معايير أمان عملية نوعية، كل أنواع الليزر يجب أن تطابق المعايير الحكومية النوعية للصنف والحاجة لحماية العين.

أغلب الليزرز الطبية باستثناء الديود ليزر منخفض الطاقة والليزرز المستخدمة لأغراض أخرى (هليوم نيون ليزر) تقع في الصنف 4 وهذا الصنف ينطوي على مخاطر مباشرة أو غير مباشرة وقد يسبب حروق جلدية ومخاطر الاحتراق.

ومن المستحسن ارتداء نظارات الأمان من الليزر الملائمة للمجال الطيفي كامل وقت تشغيل الليزر.

كل أجهزة الليزر يجب أن تحوي مفتاح تحويل التشابك أو ميزة الإغلاق لضمان استعمالها من الشخص الكفء فقط، معظم الليزرز لها مفتاح تشغيل رئيسي يضبط التحويل، المفتاح قابل للإزالة ولا يمكن لليزر أن يعمل عند إزالة المفتاح.

يجب دوماً اختبار جهاز الليزر للوظيفة الملائمة وبمحالة ليزر CO2 يجب أن تكون كلاً من حزمة التصويب وحزمة العلاج متقاربة بشكل معقول ويمكن اختبارها على خافض لسان رطب، بحال وجود أي شك حول ضبط وظيفة الليزر يجب تأجيل العملية أو استعمال أدوات الجراحة التقليدية حتى يتم إصلاحه. الليزرز الطبية يجب إصلاحها أو صيانتها مرة على الأقل كل 6 أشهر لضمان نتاج هادف وتوافق مقبول.

علامات التحذير بالليزر وأطراف التعقيم:

إن حزمة الليزر المركزة يمكن أن تعبر الغرفة مع مقدار قليل من التوهين مسببة أذية عينية هامة لذا من الهام أن تكون نوافذ غرفة العمليات معتمدة وكذلك يجب إغلاق الأبواب كامل فترة العملية لحماية الأشخاص خارج غرفة العمليات.

إن ANSI صادقت على ضرورة التحذير لنوع الليزر وطاقته وطول الموجة من خلال تعليق لافتة بخط واضح خارج غرفة العمليات ومن المثالي أن يكتب عليها ("يستعمل الليزر) كلوحة ضوئية أو فلاش أحمر وذلك لضمان ارتداء نظارات الأمان المناسبة.

إن علامة تحذير الليزر تعلق مثالياً على باب الغرفة بشرط لاصق مناسب يسمح بلصقها ونزعها دون أذية الطلاء.

وبحال الباب معدني تفيد قطعة مغناطيس خلف اللوحة لتثبيتها. ويجب وجود نظارات حماية في صندوق خارج الغرفة وذلك كي يرتديها الزوار قبل دخول العملية بحال لم يحضروا منذ بدايتها.

إن استعمال نظارات الأمان إجباري عند استعمال دليل الموجة والألياف البصرية والمنظار البصري والمجهر.

فقط باستخدام طاقة CO2 فإن العدسات ضمن المجهر تكون كافية للوقاية من أذية القرنية.

إن أفضل وقاية مقابل ضربات الليزر غير المقصودة من المنطقة الهدف تكون بالتنسيق بين أنماط التشغيل والانتظار. وأي توقف في نشاط الليزر يجب أن يتبع مباشرة بإغلاق مفتاح التشغيل.

يجب وجود مساعد للجراح دوماً لتشغيل الليزر وإغلاقه مؤقتاً بين الضربات.

على سبيل المثال: عند العمل على جوف الفم أو الأنف يجب أن يوقف الليزر مؤقتاً حالما دواسة القدم لم تضغط لفترة طويلة وقبل استخراج قبضة الليزر أو الليف من المنطقة المعالجة.

علاوة على ذلك عندما يكون الليزر في نمط الانتظار فإن عدم تمييز القطعة القدمية للليزر عن دواسة المخثر وحيد أو ثنائي القطب لن تسبب أي ضرر.

حماية العين والجلد:

إن أذية العين سواء بالقرنية (ساد بؤري) أو الشبكية (بقعة عمياء أو عمى مستمر) قد تحدث بسبب صدمة مباشرة من حزمة الليزر أو بسبب صدمة من حزمة منعكسة.

وإن نوعية الإصابات تعتمد بشكل كامل على طول موجة الليزر وشدة طاقة الحزمة.

إن النظارات الواقية والمخصصة لكل طول موجة يجب أن تكون متوفرة لكل من المريض والجراح وأي شخص في غرفة العمليات.

ويجب أن تحوي النظارة على سواتر جانبية للوقاية من الضربات الجانبية وأن تكون ANSI موافقة عليها بوجود ختم عن طول الموجة والشدة البصرية على إطار النظارة.

على الرغم أن نظارات الحماية أساسية لحماية العين إلا أن العدسات الملونة بشدة والمستعملة بالليزرات المرئية وتحت الحمراء القريبة قد تحجب ساحة العملية سواء بالإضاءة غير الكافية أو تحريف اللون. لذا على الجراح أن يتحمل هذا الضعف بالرؤية ولا يطمع بإزالة النظارات لتحسين الرؤية.

إن أي من الليزرزات المرئية أو تحت الحمراء القريبة المتوفرة حالياً والقادرة على ضخ حزمة ليزر مؤثرة وضمن إطار زمني قصير جداً فإن منعكس الطرف لن يؤثر بالوقاية من أذية الشبكية غير العكوسة.

وكذلك إجباري حماية عيون المريض من الليزر وعلاوة عن ارتداء النظارات يجب أن تبقى عيون المريض مغلقة خلال استعمال الليزر مع حماية إضافية باستخدام شاشات مبللة بالسالين عندما يكون ذلك ممكناً.

إن حروق جلد الوجه تشكل ثاني أشيع اختلاط ويحدث عندما يكون الجلد محمي بشكل غير كافٍ وحزمة الليزر خاطئة التوجه سواء بخطأ من المستخدم أو بسبب الانعكاس عن الأدوات المعدنية في ساحة الجراحة.

وإن استعمال شاش ثنائي الطبقة مع اسفنج مشرب بالسالين وشانات: مناسب للمريض تحت التخدير العام. ولكن بحال استخدام الليزر في العيادة في مريض صاحي نادراً ما يستخدم ذلك. لذلك من الهام جداً هنا أن يبقى المريض ساكن وهادئ بشكل كامل خلال الإجراء على سبيل المثال:

تدوير الرأس بسرعة خلال الليزر ضمن الفم قد يسبب حرق بالوجه أو الشفة.

لذا من الهام تثقيف المريض بشكل حذر مع شرح بالفيديو عن العملية (وهذا يبرز أهمية عمل الفريق).

المخاطر الحيوية لتطاير غبار الليزر والحاجة للاحتياطات العالمية: Laser Plume : Biohazard

على الرغم من إقرار القواعد الصارمة المتعلقة بحماية العين من قبل العديد من المؤسسات, يوجد أيضاً بعض الأبحاث عن الوقاية من استنشاق الدخان خلال جراحة الليزر.

هناك قلق متزايد بالمجتمعات الطبية حول تأثير الدخان الضار المتطاير خلال جراحة الليزر والذي يسبب مشاكل صحية عند المريض والكادر الطبي, المركب المتطاير من ليزر CO₂ يحتوي ذرات يتراوح حجمها من 0,10 إلى 0,80 ميكرون. هذه الذرات صغيرة جداً بحيث لا يمكن تنقيتها بشكل فعال عبر الكمامة ويوجد أيضاً كمادات جراحية ليزرية تحقق تنقية أكبر. ولكن بعض الدراسات المستقلة أظهرت أن هذه الكمامات ليست أفضل من الكمامات التقليدية.

عدة دراسات أظهرت أن دخان الليزر يحوي العديد من الغازات والهيدروكربونات والتي تكون سامة وربما مولدة للطفرات أو مسرطنة.

كذلك عزلت الجزيئات الجرثومية والفيروسية والتي قد تبقى قابلة للحياة أكثر من 72 ساعة.

وبالإضافة لكونه قد يحجب ساحة الجراحة أو قد يعكس الحزمة فإن الدخان قد يخرش العين.

الجزيئات المستنشقة من دخان الليزر تقع ضمن الحجم المسمى "الغبار المؤذي للرئة" و التي تمر للأجزاء المحيطية من البارانشيم الرئوي.

استنشاق دخان الليزر قد يسبب: غثيان عابر- نقص أكسجة- انخفاض آليات الدفاع الرئوي- التهاب طريق هوائي لاحق. من المحتمل أن التعرض المطول المتكرر لغبار الليزر غير القابل للتنقية قد يسبب أو يفاقم الأمراض الرئوية أو بشكل أشيع يسبب ما يسمى مرض الرئة السوداء.

DNA الفيروس الحي بما فيه الباييليوما- فيروسات التهاب الكبد- HIV يمكن عزلها من الهواء الجوي لغبار الليزر وقد تكون خابجة- لذلك غبار الليزر يجب علاجه كما أي سائل بالجسم الذي قد يحوي عضويات محمولة بالدم, وكذلك يجب إعداد احتياطات شاملة باستخدام فلاتر شفط الدخان.

تفريغ الدخان:

أفضل طريقة لتقليل مخاطر استنشاق الدخان خلال جراحة الليزر بضمان إخلاء كافٍ للدخان من موضع نشوئه وهذا سيقى من نشوء جزئيات محمولة بالهواء ويمنع الاستنشاق المباشر من الجراح أو المساعد أو المريض.

يجب أن يحوي كلاً من قبضة الليزر وفتح الأنف وحوامل ألياف الليزر وخوافض اللسان المعدنية (وضمن تصميم خاص) في تركيبها على أفنية لشفط الدخان وبحال عدم استعمال أي من هذه الأدوات يجب سحب الدخان بمص يوضع مكان العمل دون التداخل مع حزمة الليزر.

يجب أن تكون الأدوات متصلة عبر أنابيب إلى جسيم هوائي عالي التأثير (HEPA) وهي مفرغات دخان الليزر والتي تكون قادرة على إزالة 99% من كل الجزيئات بقطر 0,1 ميكرون. وللحصول على فعالية عالية والوقاية من سوء الوظيفة يجب تبديل الغلاف حسب توصيات المصنع وعدم سحب الدم أو المفرزات مطلقاً بأنبوب شفط الدخان.

عند العمل على الطريق الهوائي العلوي عند مريض صاحي يجب تنسيق الليزر مع التنفس كي يأخذ تبخر الأنسجة مكانه بينما المريض بحالة الزفير وهذا سوف يدفع الدخان نحو فتحة التفريغ في أدوات الليزر وبقي من استنشاق الدخان.

ومن الأساسي وجود تهوية كافية بالغرفة ويجب تبديل وتنقية هواء الغرفة حسب المقاييس الوصفية.

إن الحرارة الناشئة عن الليزر (وخاصة في غرفة عمليات صغيرة) تحتاج إلى المزيد من المراوح وكذلك HEPA حر منقي للهواء.

أفنية وثقوب التهوية يجب وضعها بشكل ملائم لكروسي العلاج أو الطاولة لزيادة شفط الدخان.

الفصل الخامس: التطبيقات النوعية لليزر بالرأس والعنق

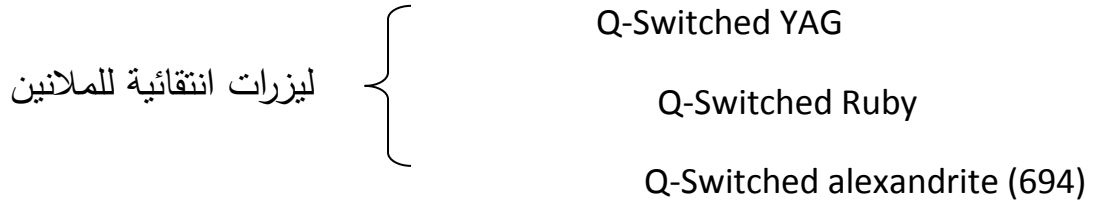
التطبيقات الجلدية:

علاج الجلد بالليزر يمكن إجراؤه بالعيادة تحت التخدير الموضعي مع وجود العديد من التقنيات الجديدة.

في محاولة لتحسين نتائج العلاج الأولي لآفات الجلد الوعائية (توسع الشعريات - وحة قرية النبذ والأورام الوعائية - الاصطباعات الوريدية) تطورت الليزرات النبضية مع حاملات لون (أطياف ممتصة للصبغ) أكثر نوعية لتحل محل: KTP - أرغون - ND: YAG والتي تسبب عادة تندب أو نقص تصبغ.

الليزرات الجلدية ذات طول الموجة الأصغر (577-585 نانو متر) (flash lamp pumped-dye, copper vapor) تطورت من خلال الضرورة لعلاج آفات الجلد الوعائية. هذه الليزرات النبضية تسمح بإيصال فوري للطاقة مع ذروة أعلى والشكل النبضي ينقص الانتشار الحراري وأذية النسيج والتي قد تحدث بتأثير البالوعة الحرارية للدوران بين النبضات.

وحديثاً تم إدخال جيل من الليزر قادر على توصيل شدة عالية ودفعات طاقة قصيرة تستطيع العبور عبر البشرة مع أذية سطحية أصغر وتسمح لطول موجة أكثر انتقائية بالامتصاص من قبل إما الملانين (694 نانو متر) أو أوكسي هيمو غلوبين (585 نانو متر). إن



أما Candela flash lamp excited dye (585) فهو انتقائي للهيموغلوبين.

هذه الليزرات الانتقائية الجديدة أحدثت تحسن واضح بعلاج مختلف آفات الجلد السطحية مع انقاص التندب ونقص التصبغ، وهذه المشاكل كانت تصادف أحياناً بالماضي مع KTP وأرغون ليزر. أيضاً العديد من آفات الجلد المصطبغة يمكن شفاؤها أو تخفيفها بالليزر، أما الآفات المشتبهة أو الناكسة مازال من الأفضل علاجها بالاستئصال الحذر.

إن استخدام الليزر لإعادة تسطیح الجلد أصبح جزء مهم في الجراحة التجميلية ويجري روتينياً من قبل أطباء الجلدية، وجراحي التجميل وجراحي الوجه،

بتقسيم الليزر لنبضات وتركيز حزمة الليزر على منطقة محددة من الجلد ليتمكن لطاقة الليزر أن تصل بشكل عالي الطاقة نسبياً لفترات قصيرة من الوقت, وهذا يسمح بتبخير القسم السطحي بدون تفحم أو أذية حرارية. إن الدقة بقطع النسيج السطحي يمكن إنجازها حالياً بدرجة من الدقة لم يمكن الوصول لها سابقاً.

كذلك التقشير الكيميائي (Chemical peel) تزداد شعبيته في إعادة شباب الجلد, ويمكن حالياً التحكم بشكل أكبر بالعمق المفضل لإعادة التسطح عندما يضاف ليزر CO2 للتقشير.

يمكن استخدام ليزر CO2 في تقشير البشرة والأدمة بإحداث تبخير سطحي لتجديد الجلد المتأذي بالشمس ولقطع التجمعات السطحية الثابتة (السكونية).

أما التجمعات الديناميكية أو طيات الجلد المتشكلة بالعضلات أو تعابير الوجه لا يمكن علاجها بالليزر وإنما يمكن ذلك بحقن الذايفان الوشقي أو قص العضلات الانتقائي أو إجراءات شد الوجه.

يستعمل ليزر CO2 لإنقاص الجدره الكبيرة وكذلك ندبات العد الخفيفة والمتوسطة وكذلك إعادة تسطح مناطق الجلد الأخرى مثل:

ندبات رضية- التقران الشمسي المصطبغ - الأورام الصفرة- الورم الوعائي العنكبوتي والأورام الوعائية والسليمة الأخرى.

علاج قيمة الأنف بالليزر وبشكل خاص التشوهات بسبب الغدد الدهنية بالأنف لاقت أيضاً بعض النجاح.

التطبيقات الحنجرية والرغامية القصبية:

استعمال الليزر في جراحات الرأس والعنق أول ما أجري أوائل 1960م من قبل JAKO و STRONG وقدم أداة فريدة لجراحة عقيمة قليلة النزف بدون لمس في جراحة الحنجرة.

تدبير داء الأورام الحليمية الناكسة- العنش- التضيق والندبات- توسع الشعريات أفضل ما يعالج بإشراك تقنيات الجراحة المجهرية التقليدية مع الليزر.

ولكن شعبية الليزر بتدبير آفات الحبل الصوتي السليمة أصبحت قليلة مبدئياً بسبب تراكم الأدلة عن تندب العضلة الصوتية وصلابة الحبل الصوتي لكن حديثاً نظام العدسات ذو التركيز البقعي المجهرية وتطبيق الشريحة المجهرية وتقنيات لحام المخاطية بالأجهزة قليلة الطاقة (ميلي واط) صقلت استخدام الليزر في الجراحة الصوتية.

أيضاً يوجد استمرار بالجدال حول علاقته بنوعية الصوت بعد الجراحة.

استخدام الليزر في المراحل الباكرة لسرطان الحنجرة مرحب به ويضيف بعد جديد للإجراءات المحافظة على الحنجرة والعلاج الشعاعي البدئي.

في العديد من الحالات يمكن لاستئصال سرطان الحنجرة السطحي بالليزر عبر الفم أن يكون شافياً مع نسبة المراضة الأقل من أي خيار علاجي آخر.

كذلك يفيد الليزر في تخفيف الكتلة في الأورام السادة بالحنجرة والقصبات.

عادة يستخدم ليزر CO2 بالحنجرة وتحت المزمار أما ND: YAG ليزر يستخدم في آفات القصبات.

يمكن استخدام ليزر nd:yag مع ليف يمر عبر منظار القصبات المرنة.

التطبيقات في جوف الفم والبلعوم الفموي:

أورام اللسان والشفة وأرض الفم والحنك واللوزات يمكن استئصالها مع إرقاء ممتاز باستخدام ليزر CO2 . وإن عدم وجود تنبيه للعضلات والذي نصادفه بالمخثر الكهربائي قد يفيد بالسيطرة على حواف أورام اللسان.

ولأن الأوعية الكبيرة في جوف الفم لا يمكن السيطرة عليها بليزر CO2 يجب أن يكون المخثر الكهربائي متوافراً دوماً.

من أجل التلطيف بالأورام الكبيرة جداً غير القابلة للاستئصال فإن ND: YAG قد يسرع تنخر الورم ويساعد بتخفيف كتلة الأورام السادة أو السيطرة على النزف من سرير الورم.

استعمال ليزر CO2 في قطع سطح اللوزة قد يكون مفيد جداً بالسيطرة أو تقليل تجميع الطعام في خبايا اللوزة العميقة ويمكن إجراؤه بالعيادة تحت التخدير الموضعي.

تصنيع اللهاة والحنك بمساعدة الليزر، أصبح من الإجراءات الشائعة بالعيادة لتدبير الشخير المألوف والحالات الخفيفة من OSA.

جراحة الأنف والجيوب بمساعدة الليزر:

إنقاص حجم القرين السفلي بالليزر أكثر ما يفيد بإدخال ليف الليزر ضمن القرين وتحت المخاطية مما يسبب تندب وانكماش بالقرين السفلي الساد.

استخدام ND: YAG و CO2 و KTP وديود ليزر تستعمل جميعها مع نتائج جيدة قصيرة الأمد ومتغيرة على المدى البعيد بالراحة من انسداد الطريق الهوائي الأنفي.

لكن تحدث وذمة هامة وبسرعة بعد الجراحة ولاحقاً تنخر نسيجي مما يتطلب تنضير تنظيري بعد عدة أسابيع.

تبخير البوليبيات الأنفية الصغيرة والتنشؤات الوعائية والالتصاقات Synechea تنجز بسهولة بليزر CO2 يمرر بدليل موجة وبارشاد تنظيري.

أحياناً المهاميز الغضروفية الحاجزية السادة يمكن تبخيرها بالليزر.

YAG ND: ليزر قد يكون علاج فعال للرعاف الناكس خاصة الناجم عن توسع الشعريات أو آفات وعائية أخرى مثل الحبيوم التقيحي.

جراحة الجيوب بمساعدة الليزر محدودة بعدم قدرة أغلب أنواع الليزر على قطع العظم.

ليزر (YAG: HO) هليوم YAG قد يكون واعداً في جراحة الجيوب لأنه يمكن أن يمر عبر ليف مرن وسوف يقطع العظم.

ولكن أمانه بالقرب من الحجاج والدماغ لم يدرس بشكل كافٍ بعد والتندب على المدى الطويل قد يحد من استعماله.

بالوقت الحالي أغلب تطبيقات الليزر في جراحة الجيوب محدودة بقطع القرينات.

التطبيقات الأذنية:

إن أرغون و KTP و CO2 ليزر فعالة جداً في جراحة الركابة- تثبيت العظيومات- تصلب الطبل وحل الندبة.

تطبيق الليزر بالأذن الوسطى يمكن إيصاله عبر المجهر أو عبر الألياف المحمولة باليد حسب طول الموجة المستخدم.

الفائدة النهائية لجراحة الأذن الوسطى بالليزر ما تزال قيد الدراسة ولكنها واعدة بمستقبل باهر.

منظار ألياف مرنة قليل الغزو يمرر عبر خزع غشاء الطبل وأحياناً يشرك مع ألياف ليزرية مصغرة لجراحة الأذن الوسطى بدون خزع الغشاء.

خزع غشاء الطبل بالليزر إجراء سريع وبدون ألم تقريباً مفيد بتدبير التهاب الأذن الوسطى مع انصباب عند البالغين مع استجابة ضعيفة للعلاج الدوائي, وإن حجم الثقب المجرى سيحدد المدة اللازمة للشفاء.

المعالجة الضوئية الحركية:

إن المعالجة الضوئية ليست تعبير جديد حيث يتعرض للشمس كان يستخدم عند المصريين القدماء للعديد من أمراض الجلد. واستعملها المعاصر بعلاج اليرقان عند الوليد أمر مثبت.

بعد إدخال العوامل الجهازية المحسنة ضوئياً (مشتقات هيماتوبورفيرين) كطريقة لعلاج الأورام السطحية، أصبح الليزر منبع الضوء الرئيسي للتحريض الموضعي.

عندما يمر ضوء الليزر عبر الألياف البصرية أو المنظار قد يصل بعيداً ضمن اللعنة للسطوح البشرية موصلاً ضوء كثيف وحيد الاصطباغ ذو امتصاص انتقائي عبر الأورام السطحية.

العديد من الأصبغة الدوائية والعديد من العناصر الخلوية الداخلية تمتص الضوء وتخضع لتفاعلات كيميائية طويلة مما يسبب تدمير النسيج . وآلية موت الورم لم تشرح بشكل كامل بعد ولكن غالباً متعددة العوامل و تتضمن: الأكسدة المباشرة- تبدل الفعالية الأنزيمية- نشوء جذور حرة داخلية أو تنخر البطانة الوعائية مما يسبب خثار بالدوران المجهرى.

جميع العوامل المحسنة ضمن الوريد وبسبب طبيعتها غير الانتقائية تسبب سمية جهازية وخاصة بشكل حساسية ضوئية جلدية وذلك لفترات متغيرة من الوقت بعد الحقن.

ولذلك من الضروري الحماية الكافية للجلد والعين من كل أنواع الضوء الطبيعية والصناعية لأكثر من 6 أسابيع.

وهذا الاحتياط المرهق والمقيد للحياة يمكن تحسينه بعض الشيء بتطوير ليزرات صبغية جديدة أكثر انتقائية تمتص وتبقى بالنسيج الورمي المهدف وتستقلب بسهولة وتزال بسرعة من النسيج غير الورمي.

أكثر ما تنجح المعالجة الضوئية الحركية بعلاج الأورام البشرية السطحية: بولية تناسلية- السبل المعدية المعوية. وكذلك الجلد وأورام الرأس والعين. وأكثر أورام الخنجرة وجوف الفم بالمراحل الباكرة قد تشفى بهذه المعالجة. بسبب تأثير الأشعة غير المؤينة على النسيج يمكن تطبيقها تكراراً للحصول على الفائدة العظمى.

طول موجة الليزر المثالية وقياس الجرعات تحتاج دراسات أكثر وليست كل الأورام متشابهة بالاستجابة.

المعالجة الضوئية الحركية مفيدة كذلك كعلاج مرافق بحالات العلاج متعدد الأساليب لأورام الرأس والعنق وكذلك العلاج الملطف للأورام المتقدمة وغير القابلة للاستئصال.

علاج الأورام الحليمية بالحنجرة بهذا العلاج أمر مثير جداً مع بعض التقارير عن حدوث شفاء حيث التأثيرات غير المرغوبة لليزر هنا بإحداث ندبة تحت المخاطية وعنش فإن المعالجة الضوئية تسمح بالحفاظ على النسيج الطبيعي وإعادة التطبيق, مما يجعلها الخيار العلاجي المثالي لهذا المرض.

الأورام المتوضعة سطحياً بالسبيل الهضمي التنفسي العلوي يمكن علاجها جيداً بعد قبط واحتجاز العوامل المحسنة ضوئياً.

إن الإضاءة بالليزر يمكن إعادة لها للحصول على التأثير الأعظمي في تنخر الورم مع حد أدنى من التهاب النسيج الموضعي.

المعوقات الرئيسية للمعالجة الضوئية الحركية تتضمن: الحاجة للامتناع الكلي عن التعرض للضوء المحيط لفترة زمنية مطولة بعد العلاج بسبب الحساسية الجلدية- محدودية اختراق الضوء للأورام الغازية بالعمق- محسسات ضوئية أقل سمية.

الإجراءات المتوسطة بالليزر والمسموح إجراؤها بالعيادة:

1. LAUP (تضييع الحنك واللهاة بالليزر).

2. LAST (الجراحة ضمن الأنف المساعدة بالليزر).

3. LAELS (جراحة الحنجرة المجهرية المساعدة بالليزر).

4. CTOLAM (خزغ غشاء الطبل المساعد بالليزر).

5. إزالة الندبات والشعر بمساعدة الليزر.

وهذه الإجراءات تلقى قبولاً كبيراً من قبل الأطباء ويزداد إجراؤها بشكل دراماتيكي.

المبحث الخامس

استطبابات الليزر في طب الحنجرة

الفصل الأول: مبادئ عامة

مقدمة:

- تصنف الحداثيات المرضية التي تصيب الحنجرة إما بالاعتماد على مظهرها السريري أو حسب الموقع التشريحي أو كما سوف نقوم بتصنيفها هنا حسب المظاهر الفريدة للتدبير بالليزر.
- من الأفضل استعمال تعبير الجراحة المساعدة بالليزر بدلاً من تعبير جراحة الليزر لأنه من المفروض على من يرغب بدخول عالم الليزر أن يتقن أولاً مبادئ جراحة الحنجرة المجهرية التنظيرية ثم يدرس الليزر بعد ذلك.
- إن الهدف الأول في جراحة الحبل الصوتي هو الحفاظ على الرباط الصوتي وأفضل ما يتحقق ذلك بنمط Super Puls بتعرض متقطع لمدة 0,1 ثانية أو أقل بطاقة قليلة 2-3 واط وقياس بقعة 250 ميكرون على مسافة عمل 350 ملم. وهذه القياسات تحقق قطع أعظمي مع اختراق قليل العمق مع حرق قليل وتميز واضح للأنسجة المرضية عن السليمة.
- أما بالآفات الخبيثة نستعمل الليزر بنمط مستمر لأن انتشار الطاقة للنسج الأعمق لا يسئ للنتائج الصوتية فضلاً عن دوره المساعد بالإرقاء وإزالة أي ارتشاح لمفاوي ورمي وكذلك تقصير زمن العملية.
- ينصح البعض لتقليل الأذية الحرارية الناجمة عن نقل الطاقة باستخدام شاشات مبللة بماء مثلج بتماس الحبال الصوتية لثواني قبل ضربات الليزر.
- وإن تقليل الأذية الحرارية يعني استجابة النهائية بالحد الأدنى بعد العملية مما يعني شفاء سلس.
- في الجراحات الشديدة (كما في ورم حليمي ضخيم) لا يسبب الليزر وذمة هامة بعد العملية مما يقلل الحاجة لأي خزع رغامي سواء اسعافي أو انتقائي.
- إن استخدام الحزمة الحرة في ليزر CO2 يقدم ساحة واسعة وذلك لعدم الحاجة لقبضة حاملة للحزمة.
- إن المخدر المختص بالليزر يملك العديد من المهارات والمناورات لمساعدة الجراح كونه عضو فعال مكمل لفريق الليزر.
- هناك مشاكل تقنية تحدد القدرة على تنظير الحنجرة المباشر مما يلغي العملية بالكامل أحياناً ومن هذه المشاكل نذكر: الفصال- القسط- الرقبة القصيرة- الفقم- البدانة.

-إن التخدير العام مفضل دوماً في جراحة الحنجرة كون التقييم التصويقي قبل العملية يظهر وجود اضطراب لكنه لا يحدد بدقة طبيعة وامتداد هذا الاضطراب . أما جس الآفة بأداة ما تحت التخدير العام يعطي التقييم الدقيق. ودوماً يجب قلب الحبال وتفحص منطقة تحت المزمار.

-يفيد المنظار 70 درجة ومن خلال تدويره غير الحبال بإظهار أي آفة تحت المزمار أو بالرغامي العلوية. وهذا أيضاً يحتاج تخديراً عاماً.

استطبابات جراحة الحنجرة بالليزر:

1-اضطرابات تصويقية:ضمن هذه المجموعة تكون بحه الصوت هي العرض الرئيسي،ومن هذه الاضطرابات:عسرة التصويت الوظيفية البطينية-عقيدات صوتية-بوليب-وذمة رينكه-الشق الصوتي-كيسة بشروية-أعناش وجسور مخاطية.وتدير هذه الحالات يحتاج انتبهاً خاصاً وذلك للحفاظ على آلية التصويت.

2-الكيسات والأورام السليمة:وتتضمن أورام بشروية أو عظمية أو غضروفية أو عصبية المنشأ.وكذلك الحالات المكتسبة مثل كيسات تنكسية أو قيلات حنجرية.وبالإضافة لبحه الصوت فقد نجد انسداد بالطريق الهوائي أيضاً.

من الممكن هنا الاستئصال من داخل الحنجرة بالليزر ولكن نحتاج أحياناً مداخلات تقليدية بمدخل خارجي خاصة بالحالات الناكسة.

تصنف الأورام الحليمية ضمن هذه المجموعة ولكن الأفضل اعتبارها كينونة منفصلة لأنها تميل لإصابة الأطفال علاوة عن سيرها العدواني ونكسها المتكرر.

3-الآفات العصبية العضلية:وأهمها شلل التبعيد ثنائي الجانب والذي يسبب زلة تنفسية حادة أو مزمنة.إن التدبير التنظيري بالليزر لهذه الحالة يعتبر حالياً الخيار الأول كونه يقدم التوازن الأمثل بين طريق هوائي كافٍ وتصويت مقبول.

4-الرضوض المزمنة والحالات الالتهابية:وتتضمن الأشكال المختلفة من التهاب الحنجرة المزمن مثل التشنج والطلوان وغيرها،والرضوض الأصغرية المسببة لنزف لاحتمال إحداثها لتندب قد يؤثر على التصويت.

5-سرطان الحنجرة:إن دور الليزر هنا موضوع خلافي يستدعي النقاش(سوف يذكر لاحقاً).

استراتيجية العلاج:

إن كلاً من جراحة الحنجرة المجهرية والعلاج الصوتي متلازمان معاً ففي بعض الحالات يكون العلاج الصوتي هو الأساس ولا تستطب الجراحة إلا بحال فشله أو بحال النكس،وفي حالات أخرى يكون العلاج الجراحي هو الأساس والذي يجب أن يتبعه

شوط علاج صوتي أيضاً. فأغلب حالات العقيدات الصوتية شافية بالعلاج الصوتي وكذلك الشق الصوتي الصغير أو التندب أو التهاب الحبل الصوتي. على عكس وذمة رينكه والشق الصوتي الكبير والكيسات حيث التدبير الأولي جراحي.

الاختيار بين الأدوات الباردة (التقليدية) والليزر:

يرى البعض أن الجراح الخبير بالأدوات الباردة يحقق نتائج ممتازة بالليزر.

في بعض الآفات مثل العقيدات والبوليبيات الودمية والكيسات الاحتباسية والبشرية ليس لليزر أي ميزة إضافية عن الأدوات الباردة. ولكن البعض يفضل الليزر في بعض الحالات مثل: البوليبيات المزمنة و وذمة رينكه والشقوق الصوتية.

التكنيك الجراحي في جراحة الحنجرة بمساعدة الليزر:

توجد تقنيتان مختلفتان هما: الاستئصال أو التسليخ

الاستئصال: وهو مستطب بحال العقيدات والبوليبيات والشق الصوتي الصغير والجسور المخاطية والكيسات الاحتباسية والبشرية والحبيوم.

بعد مسك الآفة بملقط Bouchayer وسحبها للأنسي نحدد المستوى بينها وبين الرباط الصوتي ونستعمل الليزر بالنمط النبضي لتبخير الألياف المتمططة في هذا المستوى الفاصل.

الشق والتسليخ: وهو مفضل في: وذمة رينكه والشق الصوتي الكبير والتندب.

- في وذمة رينكه: لا بد بالبداية من تخثير الأوعية الدموية المجهرية على السطح العلوي للحبل الصوتي ثم نشق المخاطية قريباً من الآفة على طول الوجه العلوي ابتداءً من النتوء الصوتي وحتى مسافة 2-3 ملم قبل الملتقى الأمامي، وبمجرد إتمام الشق نسحب الحافة الحرة للحبل نحو الخط الناصف ونشفط المادة الجيلاتينية ثم نرد الشريحة المجهرية ونقص أي زيادة بالمخاطية لضمان أفضل تطابق لحافتي الشق بشرط بقاء شريط مخاطي سليم 2-3 ملم قرب الملتقى الأمامي. ومن الممكن إجراء العملية على الجانبين بنفس الوقت.

- في حالة الشق الصوتي أو التندب: نبدأ الشق على الحافة العلوية الوحشية للآفة ونمسك الحافة الداخلية للشق الصوتي بملقط Bouchayer ونجري تسليخ حذر على طول البشرة لفصلها عن الرباط الصوتي حتى الوصول للوجه السفلي للحبل الصوتي.

وفي النهاية نستخدم قطرات من الغراء الفبريني (مازال موضع التحريب) لتغطية مكان الاستئصال أو نرد الشريحة المجهرية إن كانت موجودة.

-قد يفيد حقن السالين عميقاً من الآفة لجعلها متبازرة مما يساعد باستئصالها كما بالطلوان والشق الصوتي، وبحال بقي ضياع مادي مكان الآفة لا بد من تعويضه بحقن شحم أو كولاجين.

-إن الآفات التي تصيب كلا الحبلين بالثلث الأمامي منهما يجب عدم التداخل عليها بنفس الوقت وإنما على مراحل لتجنب حدوث عنش أو التصاق، أما الآفات ثنائية الجانب بالثلث الأوسط والخلفي للحبال يمكن استئصالها معاً وفي مرحلة واحدة.

استئصال الحبل بالليزر: Cordectomy ويجرى عادة بالخباثات. نستعمل هنا حزمة الليزر عمودياً على الأنسجة. وقد نضطر أحياناً لاستئصال الطية البطينية أولاً لتأمين الكشف اللازم.

ويبدأ التبخير من مسافة 2 ملم أمام الملتقى الخلفي ويتقدم أمامياً لينتهي قبل 2 ملم من الملتقى الأمامي، ونسلخ الحبل الحقيقي عن النتوء الصوتي للطرحهال بتبخير النسج أفقياً ووحشياً. أما الامتداد الوحشي يحدده نمط الاستئصال المستطب (5 أنماط ستذكر لاحقاً). والخزعة المجمدة إجبارية هنا لضمان تنظيف كامل للورم.

استئصال الطرحهال بالتنظير: نجري شق على المخاطية المغطية للطرحهال قرب ذروته حتى النتوء الصوتي ونحافظ على شريحة مخاطية ما أمكن وبذلك يمكن استئصال الجزء الأنسي أو كامل الطرحهال إما بتبخير أو تسليخ الغضروف. ففي حال كانت الشرائح المخاطية مرفوعة جيداً لكشف منطقة المفصل الطرحهالي الحلقي يمكن كشف النتوء الصوتي والعضلي والرباط الحلقي الطرحهالي الخلفي وبقطع الرباط الأخير يمكن خلع الغضروف بأداة لها زاوية 90 ومن ثم استئصاله بالملقط، ومن ثم إزالة أي بقايا مخاطية بالملقط أو بالليزر.

إن تبخير كامل الغضروف أو الثلاث أرباع الأنسية منه هو بديل معقول عن العملية السابقة.

وكبدل عن استئصال الطرحهال يمكن استئصال إسفيني مثلثي من العضلة الصوتية إلى الوحشي مباشرة من النتوء الصوتي لتسهيل التباعد للوحشي، أو بدل ذلك يمكن وضع خيط حول القسم الغشائي للحبل وعبر الغضروف الدرقي وشد الاثنين معاً على الغضروف عبر شق بجلد العنق أو فوق زر بالعنق والذي يبقى مكانه ل 3 أسابيع على الأقل.

العناية بعد العملية:

إن الراحة الصوتية المطلقة لعدة أيام بعد العملية هي أمر جوهري، وتختلف مدتها حسب المرض وامتداد العملية ومطاوعة المريض.

أما العلاج الدوائي يتضمن بخاخ ستيروئيد وصادات فموية لمدة 8-10 أيام.

وبعد ذلك يستأنف المريض التصويت بإشراف المعالج الكلامي.

المتابعة بعد العملية:

إن مدة الشفاء تتعلق مباشرة بامتداد العملية حيث التسليخ الواسع يحتاج مدة أطول لشفاء الاهتزاز. ففي وذمة رينكه يحتاج 3-4 أسابيع، أما في الشق الصوتي يحتاج 3-4 أشهر كي يتحسن الاهتزاز والذي لا يعود طبيعياً إن كان الشق كبيراً.

إن فترة المتابعة الأصغر هي 3 أشهر في وذمة رينكه والبوليب والكيسات الاحتباسية والبشروية، و4 أشهر للشق الصوتي الصغير، و5 أشهر بالتندب والشق الكبير، و6 أشهر بالعقيدات الصوتية.

العلاج الصوتي:

إن الفشل بتحقيق تحسن وظيفي أو تشريحي بعد المعالجة الصوتية بأشد درجاتها من خلال معالج خبير هو شرط مسبق لأي عملية على الحنجرة سواء تقليدية أو بالليزر.

وهو أمر جوهري بعد الجراحة وتختلف مدته حسب شدة الجراحة وخصوصية المريض. فالشق الصوتي قد يتطلب معالجة صوتية لأكثر من 6 أشهر بعد العملية وذلك لكبح فرط الحركة المعاوض الموجود عند المريض قبل العملية.

النتائج الصوتية:

لا يمكن بأي طريقة تحقيق استعادة تشريحية وفيزيولوجية كاملة للحبل الصوتي، لذا من الهام شرح النتائج الصوتية للمريض قبل الجراحة لضمان مطاوئته لإعادة التأهيل الصوتي.

قد يعود الصوت للطبيعي بعد جراحة العقيدات والبوليبات والكيسات والشق الصوتي الصغير ووجود أي درجة من عسرة التصويت يمكن إصلاحها بالمعالجة الصوتية.

بعد جراحة وذمة رينكه يتحسن لحن الصوت خاصة عند النساء وعند المريض غير المدخن.

بعد جراحة الشق الصوتي الكبير ينقص التعب الصوتي و يتحسن مظهر الصوت لكنه لا يعود للطبيعي.

الفصل الثاني: لمحة عامة عن أمراض الحنجرة التي تعالج بالليزر

عسرة التصويت الوظيفية بالطية البطينية:

وتسمى أيضاً توتر عضلة كوفمان أو عسرة تصويت نط ثاني.

يحدث اضطراب التصويت هنا بسبب فرط تقلص جانبي فوق المزمار يصيب الطيات البطينية (القسم العلوي للعضلة الدرقية الطرجهالية)

تقسم عسرة التصويت هنا إلى: أولية مجهولة السبب ،أو ثانوية تنجم عن آفة عضوية أو حركية.

وبغض النظر عن السبب فالعلاج الأولي لهذه الحالة هو بالعلاج الكلامي

ولكن وعند فشل الأخير قد نضطر للجراحة وذلك باستئصال الطيتان البطينيتان بمساعدة الليزر، ومن الحكمة هنا وقبل الجراحة تقييم النتيجة الجراحية من خلال حقن الديفان الوشقي ضمن الحبال الكاذبة.

تتضمن الجراحة استئصال كامل الحبلين الكاذبين، ولا يعود التصويت حتى الشفاء الكامل وتكون بشرة جديدة فوق المنطقة المستأصلة. علماً أن استعمال الصوت باكراً بعد العملية هنا قد يؤهب لتشكل حبيوم.

الآفات النضحية exudate في حيز رينكه:

إن تعبير نضحي يشير للعديد من الآفات السليمة المكتسبة والتي تحدث ضمن القسم السطحي للصفحة الخاصة أي في حيز رينكه. ويوجد 3 كينونات عيانية هي: العقيدات-البوليبيات-وذمة رينكه.

لكن التبدلات النضحية مشتركة بين جميع الحالات وقد تتضمن: وذمة-توسعات وعائية-نزوف منتشرة-تليف.

إن التظاهر السريري لكل حالة يعتمد على العامل المسبب وعلى مرحلة الحدثة المرضية وقت المراجعة.

1-العقيدات الصوتية:

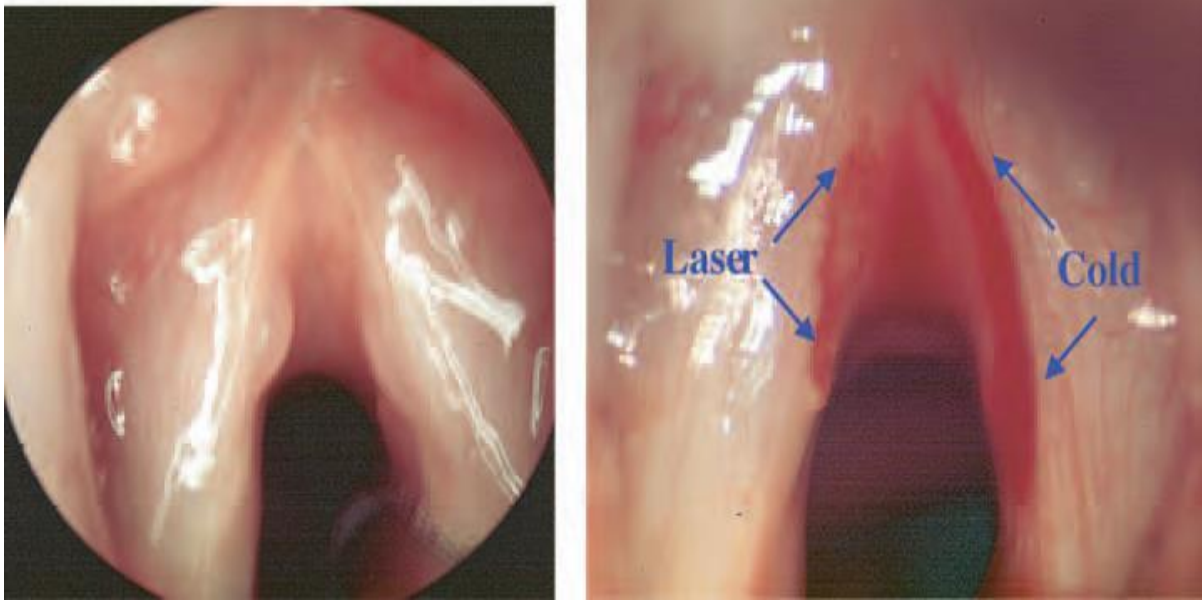
ثنائية الجانب عادة وتتوضع مكان الاهتزاز الأعظمي للحبل أي عند التقاء الثلث الأمامي بالثلثين الخلفيين أو في منتصف المسافة بين الملتقى الأمامي والنتوء الصوتي للطرجهال، وإن أثر برنولي أي جذب الحنجرة للداخل خلال الاهتزاز (النظرية الهوائية الحركية العضلية المرنة) تفسر حدوثها في هذا المكان بالذات. وإن قوة تصادم الحبال تسبب حدوث وذمة موضعة تحت المخاطية بالبداية وتتعضى فيما بعد لتشكل عقيدة ناضجة.

أشيع عند الأطفال أما عند البالغين فهي أشيع عند النساء (90%) خاصة بالأعمار الفعالة من 20-50 سنة خاصة عند المرضى الذين يستخدمون صوتهم مهنيًا (مدرسين - مطيرين - باعة جوالين...).

تترافق العقيدات الصوتية في 20% من الحالات مع ثلم صوتي.

إن تدبير العقيدات الليفية الصلبة المتعضية أو الودمية الليفية عند البالغين هو بالاستئصال الجراحي مع الانتباه لضرورة الراحة الصوتية 8-10 أيام بعد الجراحة، علماً أنه بالعقيدات المتعضية لا يمكن الوصول لنتائج مرضية إلا بالمشاركة الحكيمة بين الجراحة والعلاج الكلامي لضمان تحقيق استخدام صحيح للصوت، ولابد من التشاور مع المريض حول ذلك قبل الجراحة.

أما عند الأطفال فلا ينصح بالجراحة أبداً إلا بالحالات الناكسة وبعد فشل التحسن على العلاج الكلامي وبأشد درجاته الممكنة.



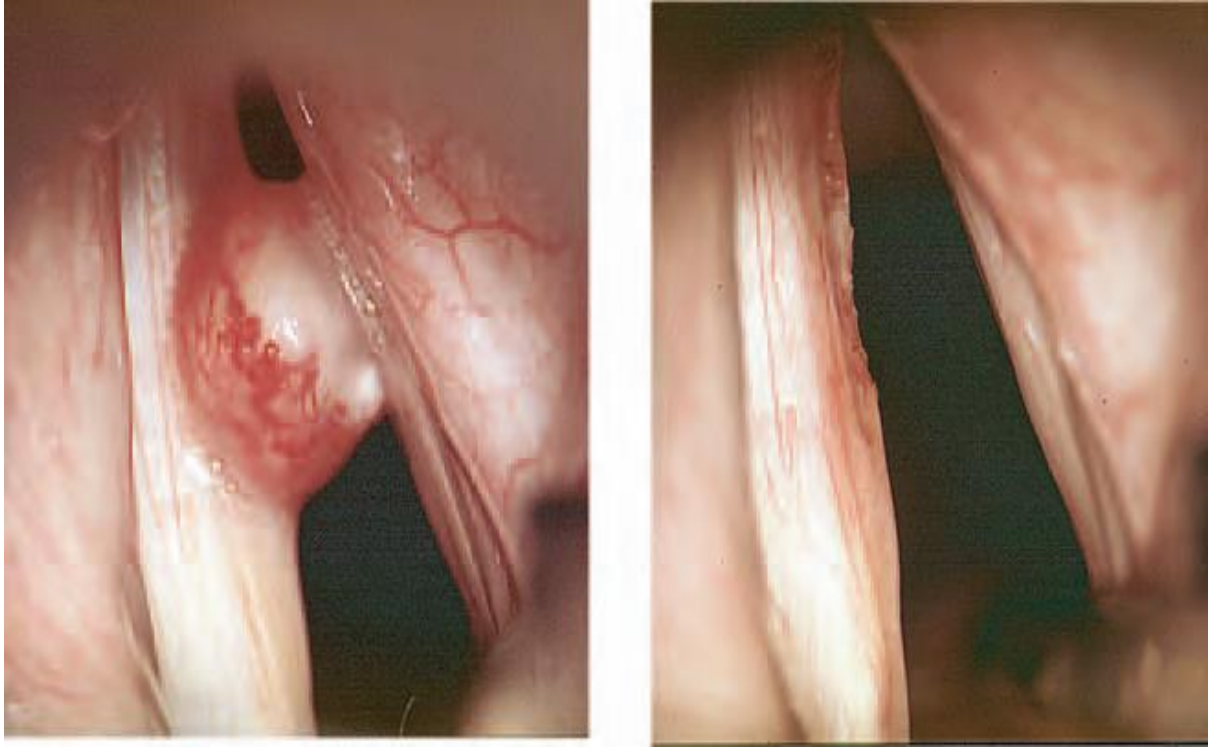
عقيدات صوتية

2- بوليب الحبل الصوتي:

أشيع عند الذكور بعمر 20-50 سنة ويظهر بعدة أشكال وبحجوم مختلفة. وأسبابه متنوعة: منها:

سوء استخدام الصوت - الرض الصوتي الحاد - التعرض لمخثرات تنفسية - الأرج - الانتانات التنفسية العلوية المتكررة - التدخين - الكحول - أمراض الغدد الصم - وجود ثلم صوتي.

إن العلاج الأساسي لهذه الحالة هو الاستئصال الجراحي بالجراحة المجهرية مع راحة صوتية وشروط علاج صوتي بعد العملية. لكن هذا الكورس قصير عادة لأن طبيعة سوء الوظيفة في هذه الآفة غير هامة عادة.



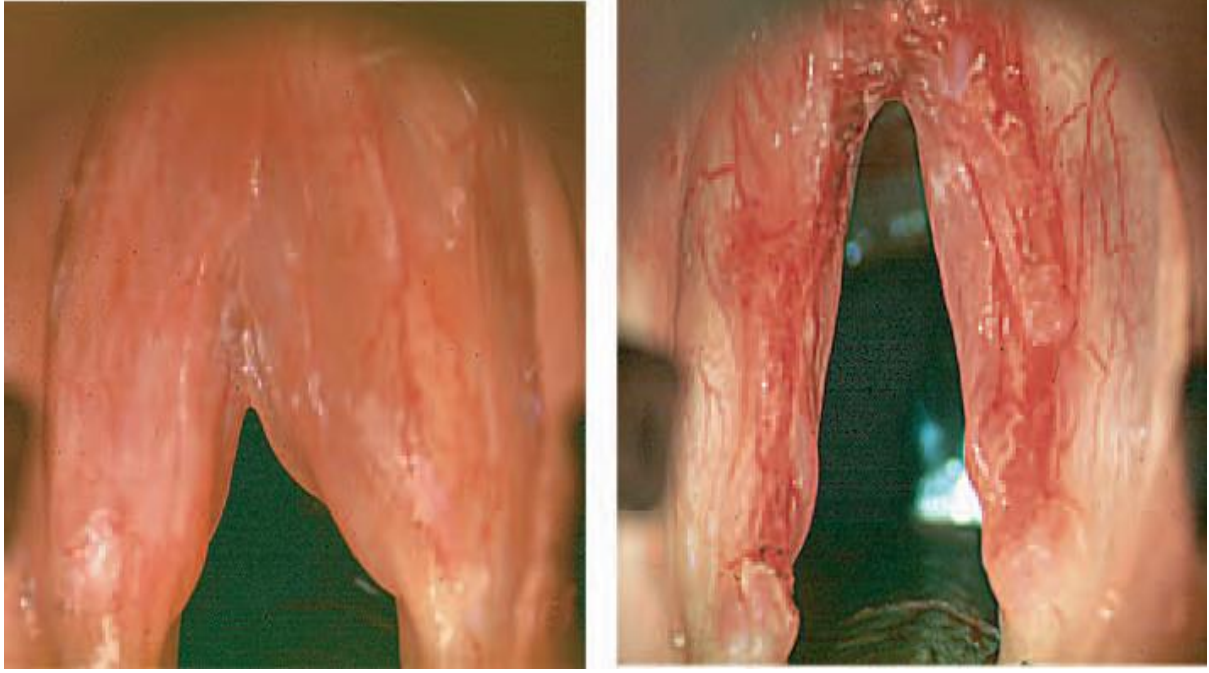
بوليب حبل أيسر

3-وذمة رينكه:

وهي تجمع هام لسائل نضحي ضمن حيز رينكه مع تليف ضمن كامل الحبل الصوتي.

لها العديد من الأسماء بالأدب الطبي: التهاب الحبل البوليبي-التهاب الحنجرة البوليبي-التهاب الحنجرة الودمي العضلي الكاذب... المرض ثنائي الجانب عادة وأشيع عند الذكور المدخنين ذوي الشخصيات الانفعالية الحماسية، ويعطي مظهر النقانق خلال تنظير الحنجرة

نجري الجراحة على الجانبين معاً مع الانتباه لضرورة ترك 1-2 ملم من المخاطية عند الملتقى الأمامي كي لا يحدث التصاق. والمعالجة الكلامية بعد الجراحة لا غنى عنها وهي مطولة جداً وتحتاج الكثير من الجهد. ويعود الصوت مقبولاً بعد 3-4 أسابيع.



وذمة رينكة

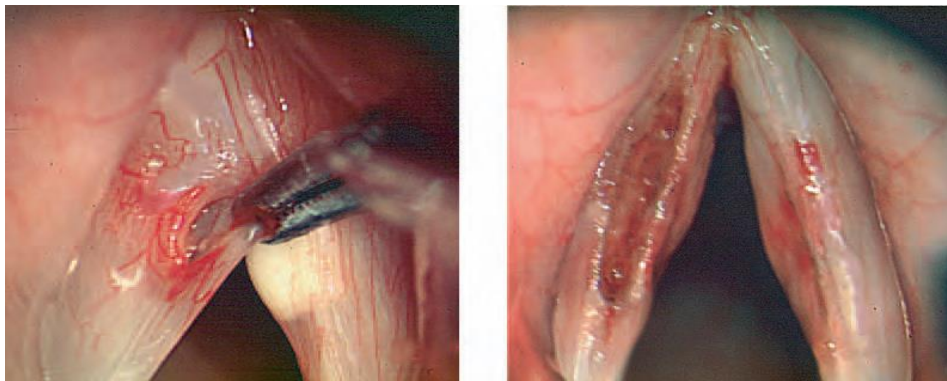
كيسات الحبل الصوتي:

ولها نوعان: احتباسية أو بشروية.

الكيسة الاحتباسية: سببها انسداد قناة غدة مخاطية ضمن الحبل بعد التهاب أو بسبب رضوض مجهرية متكررة

أما **الكيسة البشرية:** فهي كيسة حقيقية ذات جدار من بشرة شائكة مطبقة ومملوءة بمادة بيضاء سمكية ناجمة عن توسف البشرة وتحتوي بللورات كولسترولية

إن علاج الكيسات هو بالاستئصال بالجراحة المجهرية مع الانتباه لأهمية استئصال كامل جدار الكيسة لتقليل النكس، وكذلك استئصال أي آفة مرافقة بنفس الوقت.



كيسة احتباسية بالحبل الأيسر



كيسة بشروية

الثلم الصوتي: Sulcus :

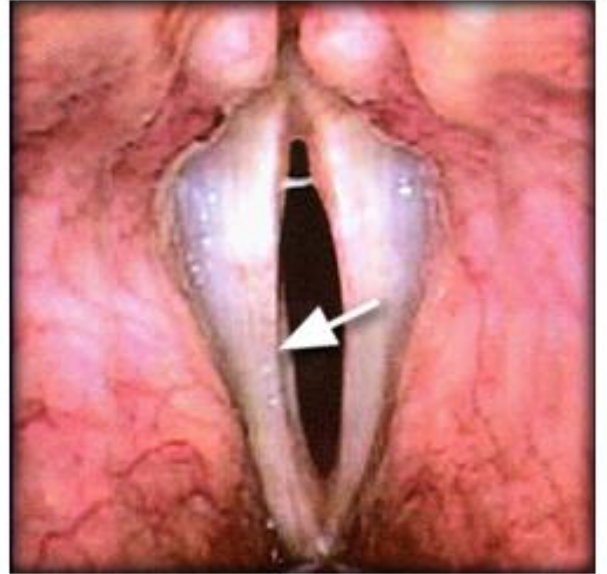
وله نوعان: **الثلم الصغير** وينجم عن فقد جزء من جدار كيسة بالحبل الصوتي حيث يبقى جزء صغير منها ملتصقاً بالحبل. وهناك نوع آخر يسمى: **Vergeture**: وهو يعني أخدود **Groov** بالفرنسية وهو يشبه اضطراب جلدي بنفس الاسم: حيث يشبه الحبل شكل حز البرتقال. وهو ثنائي الجانب عادة، ويبدو فراغ المزمار بشكل المغزل. ومخاطية الحبل الصوتي في قاعدة الثلم ضامرة بشدة وملتصقة بالرباط الصوتي، والسطح الملتصق مختلف الحجم ولكنه يتضمن عادة كامل الحبل الصوتي. وإذا كانت ألياف الرباط الصوتي تحت المخاطية الضامرة مكشوفة فإن الألياف العضلية سوف تلتصق بالمخاطية.

إن تشخيص الثلم الصوتي خاصة الصغير صعب جداً حيث يراجع المريض ببحّة صوت وبتنظير الحنجرة قد لا نشاهد شيئاً، ولا يمكن رؤية الثلم إلا بالفحص تحت المجهر.

علاج الثلم جراحي دوماً لاستئصاله مع ضرورة الانتباه لوجود آفات مرافقة واستئصالها وهذه كثيراً ما تصادف، مع علاج كلامي مشدد بعد الجراحة.



تلم كاذب



تلم حقيقي

الجسر المخاطي:

وسببه ثقبين بالأعلى والأسفل في كيسة بشرية ويكون الجسر بين هذين الثقبين وهو دوماً ثخين ومفرط التقرن.

التهاب الحبل الصوتي:

وسببه توسع الأوعية الدموية المجهرية على السطح العلوي للحبل الصوتي، حيث يتظاهر بمناطق دائرية حمراء متوسعة وتسبب ارتفاع بالظاهرة.

وهذا الاضطراب قد يكون مفرد وسببه سوء استخدام الصوت. ولكن الأشيع أن يكون مرافقاً لآفات أخرى خاصة الكيسات البشرية والتلم الصوتي ويكون التهاب الحبل في هذه الحالة كافة حارسة Sentinel.

الرضوض المزمنة:

1- الورم الدموي:

إن الرضوض الصوتية الحادة بوجود عوامل خطورة أخرى مثل: التدخين-تناول الأدوية المضادة للتخثر-الالتهاب الأروحي-..... قد تسبب نزف تحت المخاطية يصيب كامل الحبل.

ويتظاهر ببدء مفاجئ لعسرة تصويت وألم تصويت ويتنظير الحنجرة نشاهد حبل أحمر متوذم.

العلاج الأساسي محافظ هنا عبر الراحة الصوتية وبحال لم يزول الورم الدموي عفوياً خلال بضعة أيام ينصح ببزله وذلك لتجنب تشكل كيسة ضمن الحبل الصوتي، وتتضمن الجراحة شق على الوجه العلوي للحبل وسحب الدم المتجمع ضمن حيز رينكه.

2-التقرح والحبيوم:

وسببها أذيات كاشطة للبشرة ومحطمة للغشاء القاعدي، ومن الأذيات المسببة:

سوء استخدام الصوت-القلس البلعومي الحنجري-التنبيب المديد-وبحالات نادرة جداً قد يحدث حبيوم كارتكاس لجسم أجنبي بعد حقن التفلون. وأكثر ما تحدث هذه الآفات على التواء الصوتي للطرجهال.

العلاج بالحالات الخفيفة التي تتظاهر ببحة دون زلة تنفسية أو عسرة بلع هو علاج محافظ: صادات -مضادات الحموضة-ارذاذ ستيرويد

أما بالحالات الشديدة فلا غنى عن الجراحة رغم النكس العالي بعدها لأن استئصال الحبيوم قد يسبب تعري الغضروف الطرجهالي وكذلك بسبب استمرار العامل المؤهب مثل القلس.

3-التندب:

ويصيب حيز رينكه والرباط الصوتي، ومن أسبابه التنبيب الرغامي أو التهاب الحنجرة الشديد مع تفرح الظهارة وقد يكون من عقاييل جراحة الحبل الصوتي من أجل عسر تنسج أو سرطانة بالمكان. العرض الأساسي هو عسرة التصويت، وبالستروبوسكوب نجد موجات مخاطية واهتزازات غير متناظرة السعة.

إن تدبير هذه الحالة صعب جداً حيث يتم تسليخ البشرة وإزالتها ولا بد من تعويض الضياع الحاصل بحقن الكولاجين أو الشحم لاستعادة مادة الحبل الصوتي.

إن نتائج العلاج غير مرضية أبداً ولا بد من إعلام المريض بذلك قبل العملية، والفائدة العظمى لا تظهر قبل 4-5 أشهر بعد العملية، واستعادة الحبل بالكامل غير ممكنة بأغلب الحالات ولكن الجراحة قد تحسن الصوت عبر تحسن إغلاق المزمار وإنقاص التعب الصوتي.

العلاج الصوتي منصوح به بشدة هنا لإصلاح التقلص الارتكاسي المفرط فوق المزمار.

4-الخلع الجزئي بالغضروف الطرجهالي:

يترافق بخلع بالغضروف القريني ويسبب ألم وعدم ارتياح خلال البلع والكلام.

إن استئصال الغضروف القريني ضمن الجزء العلوي للغضروف الطرجهالي عبر ليزر CO2 هو إجراء سهل مع تحسن ملحوظ بالأعراض.

الآفات العصبية العضلية:

إن عدم حركية الحبال ثنائي الجانب قد يكون ناجماً عن شلل بالعصب الحنجري الراجع أو تثبيت المفصل الطرجهالي الحلقي. علماً أن التدبير مختلف تماماً في كل حالة.

إن التدبير الجراحي التنظيري هو الخيار الأفضل عند البالغين أما عند الأطفال فالمدخل الخارجي بشق الدريقي هو المفضل لأن الكشف محدود بالتنظير بسبب صغر بني الحنجرة.

من الخيارات الجراحية التنظيرية نذكر:

1- استئصال الطرجهال التام بمساعدة ليزر CO2

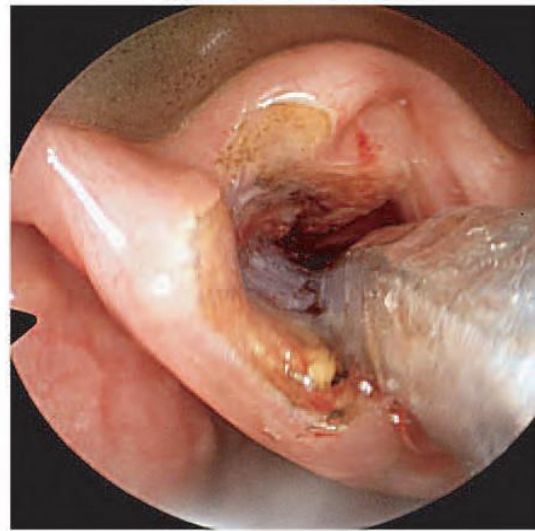
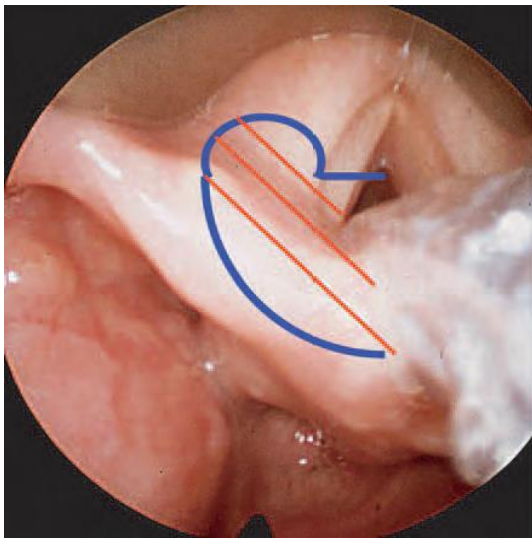
2- استئصال الطرجهال تحت التام

3- استئصال الطرجهال الأصغري ثنائي الجانب

4- استئصال الطرجهال مع الحفاظ على مخاطيته

5- استئصال القسم الخلفي للحبل الصوتي (خزغ معترض)

6- بضع الوتر Tenotomy (قطع الارتكازات الرباطية للعضلات الدرقية الطرجهالية وبين الطرجهالين)



استئصال طرجهال تحت تام

مقارنة بين خزع الحبل واستئصال الطرجهال:

حتى تاريخه لا يوجد فرق هام بين استئصال القسم الخلفي للحبل واستئصال الطرجهال من حيث النتائج التنفسية والصوتية. لكن خزع الحبل أسهل وأسرع وأكثر فعالية على المدى القصير.

ويجربى عادة على كلا الحبلين وكثيراً ما نحتاج عملية ثانية بسبب التليف مكان الشق.

أما استئصال الطرجهال فهو إجراء صعب ويحتاج وقت أطول ولكن نتائجه أكثر ثباتاً .

وبغض النظر عن الإجراء المتبع فإن المتابعة بعد العملية هادئة وخالية من الأحداث، وفي المرضى المخزوعين يجب التفكير بإزالة القنية أبكر ما يمكن بعد شفاء مكان العملية.

يمكن استعادة البلع باكراً بالصباح التالي للعملية لكن بلع السوائل قد يكون صعباً بعض الشيء بعد استئصال الطرجهال التام.

وكلما تحسن الطريق الهوائي أكثر تكون نوعية الصوت أسوأ. لذا هدف الجراحة هو تقديم طريق هوائي كافى يسمح للمريض بممارسة نشاطاته اليومية (مشي- صعود الدرج- سباحة...) دون ضيق نفس، ولكن ذلك قد لا يكون كافياً للفعاليات المجهدة (لعب تنس-جري....) والوصول للحالة الأخيرة من تحسن النفس تعني صوت قليل العلو ولكن يكفي لمحادثة هاتفية أو شخص لشخص.

داء الأورام الحليمية التنفسية الناكسة:

وهو أشيع ورم سليم بالحنجرة، ونظراً لأهمية هذا المرض سنخصص فصل خاص له للحديث بالتفصيل عنه.

أمراض الحنجرة الخلقية:

1- تلين الحنجرة:

صرير حنجري خلقي ناجم عن درجات متفاوتة من انخماص النسيج الرخوة فوق المزمار خلال الشهيق، ويعتقد أنه ناجم عن عيب بالنضج العصبي العضلي.

بالفحص بالمنظار المرن نلاحظ قصر بالطيات الطرجهالية الفلكية مع مخاطية زائدة رخوة فوق وبين الطرجهالين مع لسان مزمار مطوي على نفسه وبشل الأوميغا.

بالحالات الخفيفة يكون الصرير هو العرض الوحيد مع نمو طبيعي للطفل، وبالحالات المتوسطة الشدة تحدث صعوبات تغذوية وفشل نمو وانتانات تنفسية متكررة، أما بالحالات الشديدة تحدث هجمات من زرقة نوبية ونقص أكسجة وتوقف التنفس.

أغلب الحالات الخفيفة والمتوسطة تشفى عفوياً ويكفي علاج دوائي بمضادات القلس هنا.

أما بالحالات الناكسة والشديدة فالعلاج جراحي وبأسرع ما يمكن بالحالات الشديدة جداً

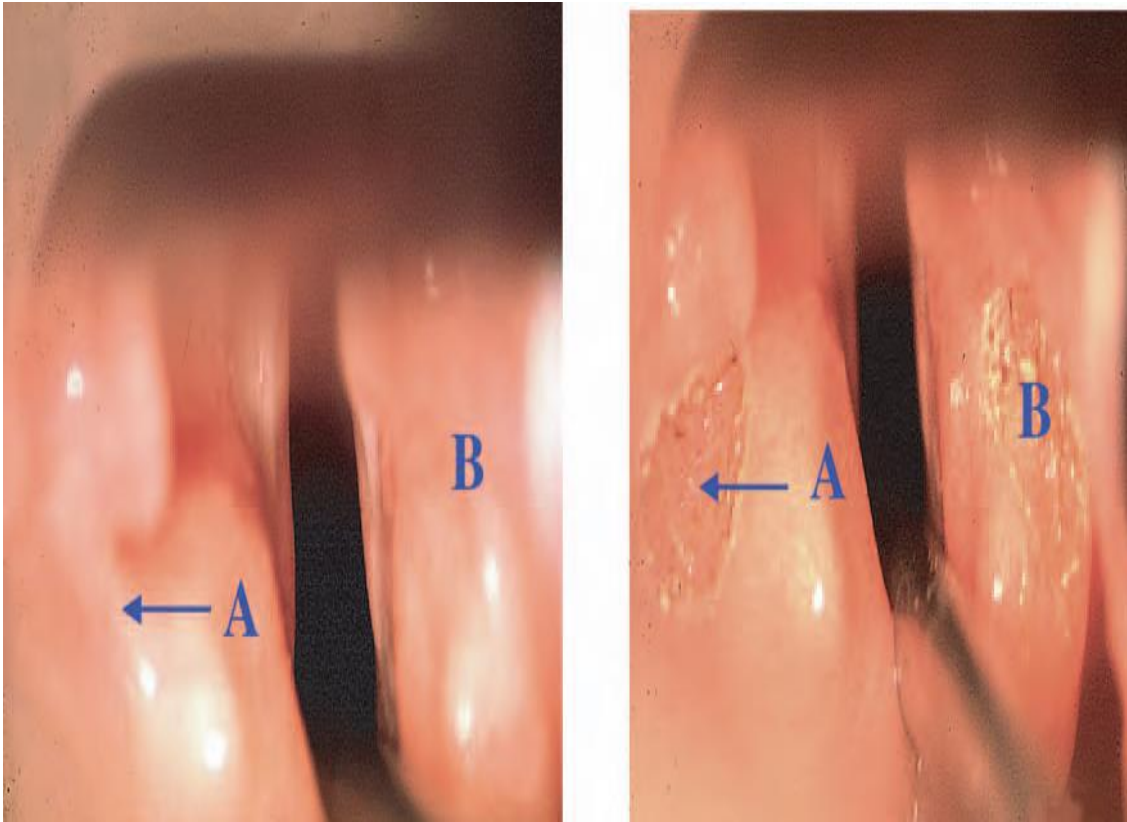
إن ليزر CO₂ مثالي (لأنه بدون نزف) هنا فبعد التخدير العام نتأكد من مكان الانخماص بوضع رأس الممص تحت المزمار مما يظهر انخماص النسيج الرخوة فوق المزمار، ومن ثم نستأصل أو نبخر بالليزر الطيات الطرجهالية الفلكية واي مخاطية زائدة فوق الطرجهالين والحواف الحرة للفلكة.

يتم تبخير الطيات حتى مستوى الحبال الكاذبة مع الانتباه عند استئصال مخاطية الطرجهال لعدم تعرية الغضروف لأن ذلك قد يسبب التهاب أو قسط بالمفصل لاحقاً

ويمكن استخدام ليزرات الألياف هنا مثل ليزر KTP وديود، ولكنها تسبب احتراق أعمق نسبياً.

إن نتائج الجراحة مذهلة حيث يحدث تحسن مباشر بالصيرير ويتحسن النمو وتقل الانتانات التنفسية على المدى البعيد.

لكن نتائج الجراحة أقل وضوحاً بوجود اضطرابات مرافقة مثل تلين الرغامى أو تضيق تحت المزمار أو ربو تحسسي.



تلين الحنجرة

2- الورم الدموي تحت المزمار:

من أشيع الأورام السليمة عند الأطفال يتوضع عادة في منطقة الحلقي، وقد يكون الحلقي نفسه مصاباً بدرجات متفاوتة الشدة.

يظهر على المنظار الليفي المرن ككتلة بلون كرزى تسد لمعة تحت المزمار بدرجات متفاوتة.

إن هدف الجراحة بليزر CO2 هو استعادة طريق هوائي مفيد عبر إحداث انكماش بالورم، أما الاستئصال الكامل للورم غير مطلوب وذلك لاحتمال ارتشاح الغضروف الحلقي، علماً أن الليزر لا يثبط أو ينقص تواتر الهجمات الالتهابية المرافقة ولكن ينقص من شدتها ويساعد بإنقاص الحاجة للستيروئيدات وكذلك الحاجة للتنبيب.

نجري الجراحة تحت التخدير العام بتقنية التهوية النفثة أو إيقاف التنفس، وقد يكون التنبيب مفيداً بإنقاص حجم الآفة بالانضغاط.

إن ليزر KTP و yag تسبب أذية حرارية أعمق من ليزر CO2 الذي يبقى هو الخيار الأمثل هنا لكن تبقى فائدة ملحوظة من ليزرات الألياف بإيصال الطاقة لمكان الآفة دون تعريض الحبال لأذية حرورية غير ضرورية.

يسبب الليزر ابيضاض ثم انكماش لاحق مهم بالورم ثم تفحم، علماً أنه بالآفات الكبيرة قد لا يكون الليزر بالتنظير ممكناً ونحتاج جراحة مفتوحة هنا.

من الصعب الوصول للوجه السفلي للحبال ولتحت المزمار بالحزمة الحرة لCO2 حتى بتدوير الحبال للأعلى والوحشي، وهنا ليزرات الألياف مفيدة شريطة استخدام طاقة قليلة لتجنب أذية حرورية أعمق.

3- الكيسات المخاطية الخلقية:

تتوضع عادة بالزائدة البطينية وقد تحوي نسيج غضروفي أحياناً. تظهر عند الولادة وتتضخم بشكل مفاجئ بسبب الانتان وتبرز عبر جدار البلعوم الحنجري مما قد يسبب انسداد لمعة فوق المزمار.

تعالج بالتوخيف بمساعدة ليزر CO2.

الالتصاقات والأعناش:

الأعناش الأمامية الخلقية سببها عيب يعود امتصاص الغشاء الظهاري حيث يكون مستوى المزمار غير ناضج والحبال الصوتية مشوهة.

وهي توجد عند الولادة وفقط المسببة لزلّة تنفسية حادة تحتاج لجراحة إسعافية وهي لا تكون عادة أكثر من غشاء رقيق من السهل تمزيقه بليزر CO2 أو بسكين منجلية مما يحل المشكلة التنفسية. والتخدير بالتهوية النفّاثة مفيد جداً هنا للحصول على ساحة واسعة كون الحنجرة صغيرة وساحة العمل ضيقة بالأصل بسبب العنش.

أما الأعناش المكتسبة تختلف بشخائنها وامتدادها العمودي وهنا الاستئصال البسيط غالباً ما ينكس ودوماً نحتاج وضع دعامة وقد يفيد التطعيم المخاطي أيضاً.

أما الأشرطة الليفية الأمامية تحدث بسبب أذية الملتقى الأمامي أو تبدل السطوح المتقابلة للجلال في منطقة الملتقى الأمامي.

إن الرضوض الخارجية المسببة لكسور بالحنجرة بعد حوادث السير قد تسبب التصاقات خلال شفاء النسيج الرخوة، ويمكن لهذه الالتصاقات أن تحدث في أي مكان من لمعة الحنجرة ولكن الملتقى الأمامي مصاب دوماً بسبب زاويته الحادة وتبدل تقابل السطوح المخاطية.

إن استئصال الأورام الخبيثة المرتشحة بالملتقى الأمامي والثلث الأمامي للجلال الصوتي مع امتداد للجلال المقابل أو أي امتداد لتحت المزمار سوف يسبب حدوث نسيج ندبي والتصاقات.

حبيوم واغتر قد يسبب التصاقات وتضييق بالمزمار وتحت المزمار ولكنه نادر كسبب عموماً.

إن الطبقي المحوري والتنظير أساسيان لتقييم تضيق الحنجرة والرغامى، والتصوير ثلاثي الأبعاد 3D مفيد جداً ويقدم تنظير واقعي.

فلسفة تدبير الأعناش والالتصاقات:

أساس التدبير هو استئصال النسيج الندبي ووضع دعامة للوقاية من النكس وقد اقترحت العديد من العمليات التنظيرية والمفتوحة ودعامات بأنواع مختلفة معدنية أو من السيلاستيك، تستخدم لأربع أسابيع على الأقل.

استطابات التدبير التنظيري:

- 1-التصاقات محدودة بالمزمار
- 2-حدوث التصاق بعد استئصال آفة خبيثة: ومن الأفضل هنا تأخير الجراحة لمدة 6 أشهر على الأقل لكشف أي نكس وفي جميع الحالات يجب أخذ خزعات للتشريح المرضي، علماً أن استعمال الشبكة قد يخفي النكس عند حدوثه.
- 3-بحال الأورام الحليمية: حيث حدوث التصاقات شائع جداً بسبب كثرة العمليات ومن الحكمة تأجيل التداخل الخارجي لما بعد البلوغ لاحتمال شفاء المرض عند البلوغ، ولكن قد يضطر لذلك قبل البلوغ بحال عدم كفاية الطريق الهوائي .
- 4-أحياناً قد يكون التدبير بالليزر ناجحاً بعد فشل عملية مفتوحة بالطريق الخارجي.

الالتصاقات الخلفية:

سببها الرضوض داخل الحنجرة بعد تنبيب راض أو مديد أو استخدام أنبوب دون كم.

ومن أسبابها أيضاً الرض الحزوري للعضلة بين الطرجهالين خلال استئصال الطرجهال بالليزر، وكذلك الحروق الاستنشاقية وحروق الكاويات.

إن النسيج الندبي الحاصل قد يحد من حركة المفصل الطرجهالي الحلقي والأعراض المتعلقة بذلك. تفيد شريحة الباب المسحور المجهرية في تدبير هذه الحالة وتتضمن رفع شريحة مخاطية ذات سويقة سفلية حتى أسفل مستوى الملتقى الخلفي ثم نستأصل النسيج الليفي المغطي للمفصل أو نبخره بليزر CO2 ونحس حركة المفصل ثم نرد الشريحة ونثبتها بالغراء الليفي.

إن عدم حركية المفصل قد تحدث بسبب وجود شرائط ليفية عند الطرجهال أو التواء الصوتي وهنا الاستئصال البسيط لهذه الشرائط دون رفع شريحة قد يعيد الحركة للمفصل.

الالتصاقات الحنجرية الرغامية:

وسببها حروق كيمائية أو حرارية، وأحياناً الإنتانات المنتشرة، وهناك أيضاً تضيقات مجهولة السبب. ليزر CO2 قد يكون كافياً لوحده لاستئصالها وقد نحتاج مداخلات أخرى معه.

التهاب الحنجرة المزمن مفرط التصنع:

هذا التعبير يتضمن العديد من الحالات السريرية منها: الطلوان الأبيض-التهاب الحنجرة الضخامي-التهاب الحنجرة الضخامي الأحمر-الطلوان الأحمر-الطلوان الأحمر المرقط.

إن الفحص السريري لوحده يثبت المظهر مفرط التصنع لكنه لا يميز بين فرط التصنع الحميد وعسر التنسج بدرجاته المختلفة والسرطانة بالمكان أو السرطانة الغازية.

حيث لا توجد علاقة بين وجود وشدة فرط التصنع ومعدل حدوث التحول الخبيث.

وبسبب ما ذكر من الإجباري استئصال كل هذه الآفات وبالكامل وتوجيهها وإرسالها للتشريح المرضي. لأن خزعة اقتلاعية بسيطة لواحدة أو عدة مناطق قد لا تعطي التقييم الدقيق لكامل الآفة مما يعيق التدبير الصحيح للآلية المرضية .

ومن الهام التدبير هنا بتقنيات الجراحة المجهرية وذلك للحفاظ على الوظيفة وعدم أذية البنى العميقة.

يحدد Super Puls بقطر بقعة 250 ميكرون وبعد بؤري 350 ملم بطاقة 2-3 واط وزمن 0,1 ثانية بنمط CO2 ليزر

منطقة التحتر الحزوري ل50 ميكرون فقط مما يقي من الأذية الحزورية للرباط الصوتي ولا يؤثر على دقة فحص التشريح المرضي .

إن استئصال كامل الآفة تشخيصي وعلاجي معاً والشفاء يحدث بإعادة تكون بشرة الرباط الصوتي.

إن تعبير تقشير الحبال لم يعد مقبولاً حيث أدخلت الجمعية الأوروبية لأمراض الحنجرة تسمية جديدة لاستئصال كامل البشرة هي

CORDECTOMY نمط أ.

إن استئصال الحبل تحت المخاطية يعتبر تشخيصي مبدئياً ولكن عندما يثبت نسيجياً أن المرض محدود بالبشرة دون إصابة حيز رينكه أو الرباط الصوتي يصبح هذا الإجراء علاجياً. وأي امتداد أعمق للمرض يتطلب تدبير جراحي أكبر بالأنماط المختلفة من **Cordectomies**. (انظر لاحقاً في فصل تدبير الأورام الخبيثة).

الفصل الثالث: داء الأورام الحليمية التنفسية النازلة

معدل الوقوع:

في الولايات المتحدة الأمريكية يحدث بنسبة 4,3 من كل 100 ألف طفل. وهو أشيع عند الطبقات الفقيرة.

هذا المرض هو ثاني أشيع سبب لعسرة التصويت عند الأطفال بعد العقيدات الصوتية. وأشيع ما يحدث بالحنجرة ولكنه قد يصيب كامل السبيل الهضمي التنفسي العلوي.

له غمطان: غمط شبابي عدواني يصيب عادة الأطفال بعمر 2-3 سنوات، وغمط البالغين وهو أقل شيوعاً ويحدث بعمر 20-40 سنة.

الأسباب:

الفيروس الحليمومي البشري HPV وخاصة الأنماط 6 و11 منه، أما الأنماط 16 و18 فهي الأندر ولكنها الأكثر ترافقاً مع التحول الخبيث. يصادف النمط 6 عادة بالقناة التناسلية، وإن النمطان 6 و11 مسؤولة عن حدوث الثآليل التناسلية. ومن المثبت حالياً العلاقة بين إنتان عنق الرحم عند الأم وحدوث الداء عند الأطفال، ولكن النمط الدقيق لانتقال المرض غير واضح بعد. أما عند البالغين ينتقل المرض بسبب تماس بولي تناسلي. علماً أن أمراض الجهاز المناعي من العوامل المؤهبة لهذا الداء.



النشوء المرضي:

أكثر ما تحدث الآفات في مناطق الاتصال بين البشرة الشائكة والمهدبة ككتلة ذات سويقة تشبه الاصبع ويتدرج لونها من الوردي الى الأبيض الشاحب.

إن فحص النسيج السليم حول الآفات يظهر وجود HPV مما يشرح سبب النكس الموضعي المتكرر ويؤكد أهمية تجنب الرض الجراحي للنسج السليمة المحيطة بالمرض لتقليل انتشاره.

السير السريري:

يتظاهر المرض بثالوث سريري شديد من :بحة-زلة-صرير.ومن الشائع تشخيص الهجمة الأولى من الزلة خطأً على أنها ربو أو التهاب حنجرة صريري أو حتى التهاب قصبات.

وإن 14% من الحالات عند الأطفال تحتاج لخزغ رغامي سواء عند المراجعة الأولى أو خلال سير المرض،ولكن يجب تجنب الخزغ قدر الامكان لأنه يؤهب لانزاع المرض بالرغامي وحول فوهة الخزغ ولكن عند الاضطرار له يجب التفكير بإزالة القنية بأسرع ما يمكن بعد استرجاع طريق هوائي كافي.

إن الانتشار خارج الحنجرة يقدر ب 3% عند الأطفال وأشيع الأماكن وبالتسلسل هي:

جوف الفم-الرغامي-القصبات.

قد يحدث تحول خبيث خاصة عند البالغين وبوجود عوامل مرافقة مؤهبة مثل:تدخين-علاج شعاعي.

وبشكل عام من المستحيل التنبؤ بسير المرض وتطوره.

التشخيص:

لأن هذا المرض قليل الشيوع نسبة للربو فإن بعض الحالات تبقى دون تشخيص حتى حدوث زلة تتطلب للأسف خزغ الرغامي.وعموماً يتظاهر المرض عند كبار الأطفال ببحة صوت أو صوت بكاء غير طبيعي عند الصغار منهم.وفي أغلب الحالات يمكن وضع التشخيص بالمنظار الليفي المرن،إلا بحال المريض غير المتعاون وصغار الأطفال لا بد من تنظير الحنجرة تحت التخدير العام.

العلاج:

إن شدة المرض ومعدل النكس والهدأة يختلف من مريض لآخر، وبعض الحالات تشخص عند مريض مخزوع في مركز آخر، وبعض الحالات الغازية بشدة قد تتطلب علاجات داعمة ومالها من فوائد وآثار جانبية. لذا من الحكمة أن يضع كل جراح خطته الخاصة بالتدبير ولكل حالة على حدة.

مشاورة الأهل:

إن التعاون بين الجراح والأهل أمر أساسي في نجاح التدبير لأن المرض يتطلب العديد من العمليات الجراحية، وعموماً يجب شرح هدف الجراحة بالكامل للأهل، مع الحصول على موافقة على احتمال خزع الرغامى خاصة قبل العملية الأولى، وكذلك نشرح للأهل عقايل الجراحة كتشكل الأعناش وتأثيراتها المحتملة.

إن طبيعة الصوت الحشن والحاجة لعمليات متكررة قد تؤثر على دخول الطفل للمدرسة لذا من الواجب شرح المتطلبات الخاصة لهؤلاء الأطفال على مسؤولي المدرسة.

اعتبارات تخديرية:

لا يوجد طريقة تخديرية أفضل من غيرها ولكن خبرة المخدر وعمر الطفل وشدة الحالة سوف تحدد الطريقة الأمثل. وعموماً من الضروري العمل المتعاون بين الجراح والمخدر. مع الانتباه بحال الآفات الرغامية القصبية والتي تتطلب تقييماً حذراً.

الشفاء بعد العملية:

إن إدخال ليزر CO2 غير من التدبير بعد العملية فهو إجراء غير مختلط حالياً. وبغض النظر عن ذلك يجب تأمين الترتيبات اللازمة من عناية تمريضية وغيرها وخاصة عند صغار الأطفال. والترطيب بعد الجراحة مفيد جداً.

التقييم الأولي:

لا بد من استخدام كافة المناظير الممكنة 0 و30 و70 درجة لتقييم امتداد الآفات للبطين وتحت المزمار والرغامى وكافة المناطق الممكنة. ودوماً من الضروري أخذ خزعة للإثبات.

استراتيجية العلاج:

استخدمت بالماضي العديد من التقنيات مثل القطع بالملاقط والمعالجة القرية والكي الكهربائي وكلها لم تعد مستخدمة اليوم إلا بحال عدم إمكانية إرسال المريض إلى مركز ليزر.

هدف العلاج هنا هو اقتلاع كامل للمرض مع المحافظة بشكل تام على البنى الطبيعية. ويجب أن تكون كل خطوة علاجية غير راضية قدر الإمكان لتقليل نشر المرض.

وبحال المرض المنتشر الشديد مع إصابة الملتقى الأمامي أو الخلفي يجب اقتصار العملية على قطع تحت تام يضمن استعادة طريق هوائي كافٍ. ومن الحكمة إخضاع المريض لعدة عمليات لضمان عدم انسداد الطريق الهوائي بدلاً من احتمال إحتياجه لخزغ رغامي.

التدبير بليزر CO2 :

لقد أثبت الليزر نفسه كونه العلاج الأمثل للأورام الحليمية ولكن تكمن سلبيته في علاج بعض المناطق الصعب الوصول إليها. لتطبيقه على الخنجرة يوصل ليزر CO2 للمجهر بقطر بقعة 250 ميكرون على مسافة بؤرية 350-400 ملم مع الانتباه لضرورة تعديل قياسات الليزر حسب مكان الآفة بالخنجرة.

إن مكان بدء العملية يختلف حسب الجراح حيث يفضل البعض البدء من فوق المزمار ويبدأ آخرون من المزمار.

وبالحالات الشديدة من المنطقي إجراء تقليل كتلة أول شئ وذلك لتأمين تهوية كافية بغض النظر عن الطريقة التخديرية المستعملة. وهذه الخطوة أكثر ما تكون ملحة بحال التخدير مع تهوية نفثة أو مع وقف التنفس. وما إن يتم إنجاز ذلك حتى تصبح العملية أكثر دقة.

وأكثر المناطق التي تحتاج دقة بالعمل: الحافة الحرة للجلال-الملتقى الأمامي والخلفي-تحت المزمار-المفصل الطرجهالي الحلقي.

ومن الهام احترام السطوح الفاصلة بين بنى التصويت الطبيعية والمرضية لتقليل الأذية بالانتشار الحراري.

من الأفضل استئصال الباييلوما على الحافة الحرة للجلال بدلاً من تبخيرها عبر تطبيق تقنيات الجراحة الصوتية، حيث نركّز الحزمة بطاقة 2-3 واط وزمن تعرض 0,1 ثانية بنمط Super Pulse.

أما الآفات في المناطق الأخرى غير الحافة الحرة وبعيداً عن بنى التصويت يكفي تبخيرها بالنمط المتواصل وإذا كان الليزر يضرب الباييلوما مباشرة يمكن استخدام طاقة حتى 30 واط. أما عند القطع على مخاطية الخنجرة يجب إنقاص الطاقة حتى 4-5 واط. أما قياس البقعة يمكن تعديله حسب حجم الخنجرة وأبعاد الساحة الجراحية.

إن القياسات سابقة الذكر هي للإرشاد فقط لأنه يوجد العديد من العوامل المؤثرة على التأثير المثالي للحزمة على النسيج المرضي والطبيعي مثل: نمط الليزر المستخدم-عمر الجهاز-خبرة الجراح، كلها تؤثر بالنتائج.

هناك ما يسمى SURGITOUCH وهو ماسح ضوئي يستخدم بحال وجود زلة تنفسية لتسريع العمل.

لتدبير الآفات بأماكن صعب الوصول لها قد يكون من الضروري استخدام ليزر يوصل بالألياف مثل ديود-KTP-الأجيال الجديدة من CO2. أما ليزر YAG فمن غير المنصوح به قرب الحبال لأن عمق تأثيره الحروري يصل حتى 4 ملم بالنمط الحر وتبعثر الطاقة كبير بنمط التماس.

بعض الليزرزات التجريبية مثل Eximer لا تزال قيد التجربة حالياً.

أما التخثير الجراحي الالكتروني بأرغون بلازما فلم يثبت أنه ذو قيمة أكبر من ليزر CO2.

النزف غير شائع خلال العملية وعند حدوثه يمكن السيطرة عليه بسهولة بدكة رطبة مبللة بادرينالين.

بعد انتهاء العملية يجب أن يكون سحب التنبيب بإشراف حذر من المخدر خاصة خلال العمليات الأولى حيث تكون الحالات أكثر شدة، لاحتمال تشنج الحنجرة. مع ضرورة المراقبة اللصيقة ولعدة ساعات بعد العملية. الترطيب هام جداً فهو يريح المريض وقد توصف ستيروئيدات حقناً بعد العملية.

التخرج من المشفى يعتمد على وضع المنزل وبعده عن المشفى وكذلك مدة وامتداد الجراحة.

متابعة الطفل:

المتابعة المنتظمة هامة جداً ويمكن تحقيقها بالعيادة اذا كان الطفل متعاون وإلا نحتاج تنظير مباشر تحت التخدير العام. ويجب تعليم الأهل على ملاحظة أي تبدل بالصوت أو ضعف بالنفس عند الطفل وهذا يستدعي مراجعة المشفى فوراً ودون موعد مسبق.

التدبير متعدد الطرائق:

يبقى الليزر هو العلاج الأحسن ولكن بعض الحالات الناكسة قد تتطلب علاجات مساعدة، إلا أن هذه العلاجات لا تزال موضع شك ونذكر منها:

1-الانترفيرون ألفا: وهو الأكثر فعالية ويعمل كمضاد انقسام ومعدّل مناعي ومضاد فيروسي، ويطبّق إما وريدياً أو حقن تحت الجلد أو فموياً أو بالحقن بشكل مباشر بالموضع المصاب. إن الانترفيرون لا يشفي من داء الأورام الحليمية ولكنه يقلل معدل النكس.

2-الريتينوئيد: وهي مشاهات لفيتامين A ومن المثبت عدم فائدتها.

3-اندول-3-كاربينول: وهو يثبط HPV عند الأرناب ولا يزال موضع دراسة عند البشر.

4-ريبافيرين وسيدوفوفير: (حقن ضمن الآفة): نتائجها غير ثابتة.

5-اسيكلوفير

6-ميتوتريكسات

7-5-فلورو-يوراسيل

8-المعالجة الضوئية الحركية:عبر حقن عامل محسس ضوئي بالوريد حيث يمتص ويحتبس انتقائياً بالورم الحليمي وعند تعرض النسيج المتحسس لأرغون ليزر تتحرر جذور حرة منه لها خاصية سامة للخلايا.وكذلك يعتقد أن هذه المعالجة تزيل البنى الشعرية المغذية للورم بتثبيط التأثير المنمي للأوعية.

النتائج الجراحية:

هذا المرض ناكس مع نمو آفات جديدة باستمرار عند بعض المرضى رغم التنظيف المنتظم.

قد يحدث النكس بالموقع الأصلي أو في مواقع جديدة .

وتكرار الجراحات من المؤكد أنه يسبب تندب بالحبال الصوتية وأحياناً التصاقات بالملتقى الأمامي،ويمكن التقليل من ذلك بتجنب استئصال الآفات من كلا الحبلين بنفس الوقت خاصة في أو بالقرب من الملتقى الأمامي .

انكشاف الغضروف قد يؤهب لتشكل حبيوم والتبخير تحت المزمار قد يسبب تضيقاً فيه.

ومجرد نكس المرض لعدة مرات يعني هذا أن DNA الفيروس كان قد خمج النسخ المجاورة مسبقاً وهنا لن يسبب الاستئصال الزائد شفاء أو هجوع طويل الأمد لذا يعتقد البعض أن الحالات الجديدة فقط يجب أن تخضع لتدبير جراحي شديد.علاوة على ذلك يسبب العلاج العنيف بالليزر للمرض الناكس بشكل متكرر سوف يسبب بالنهاية تندب كبير مع بحة مستمرة دون تقليله لمعدل النكس.

في بعض الحالات خاصة الناكسة بشدة تفضل الأدوات الباردة عن الليزر حيث يقال أنها لا تسبب أذية حرورية إضافية،وحديثاً تم إدخال أدوات فعالة يقال أنها تقلل التندب وربما نشر المرض.

الليزر أم الأدوات الباردة:؟؟؟:

من الضروري في هذه الأيام إشراك المريض في خطة العلاج من حيث شرح فوائد ومخاطر كل طريقة علاجية متاحة وترك القرار له.

إن طاقة عمل الليزر لها مكونين:تخطيط آني للنسيج بالتبخير مع فقد نسيجي متأخر بفعل الطاقة الحرارية ،أما الأدوات الباردة لها المكون الأول فقط أي استئصال مباشر للنسيج بعمل ميكانيكي.

تترافق جراحة الليزر بتشكيل غبار قد يحوي DNA الفيروس لكنه قلما يسبب الخمج، أما الأدوات قد تتلوث بفيروسات عيوشة أكثر ويمكن أن تنزوع وتسبب نشر المرض أو النكس.

الأدوات الباردة تسبب نزف غزير آني يحجب رؤية الآفة ويعيق استئصالها الدقيق.

العمل بالليزر ينقصه التقييم الراجع بالاحساس وهذا موجود بالأدوات إلا أنه لا يشكل مشكلة للجراح الخبير.

إن المشروط والمملقط لا تصل لدقة النقطة البؤرية لليزر ولكن بالمقابل البؤرة مركزة الطاقة قد تكون مؤذية بأيادي غير خبيرة.

يمكن عند توصيل الليزر بدون قبضة توفير ساحة عمل واسعة أكثر من الأدوات.

إن تخفيف الكتلة ينجز بشكل أسرع بالأدوات من الليزر وهذا العامل حاسم بحال انسداد الطريق الهوائي.

جراحة الليزر قد تسبب احتراق الطريق الهوائي وما يرافقه من مراضة ووفيات.

الخلاصة:

الورم الحليمي حالة جهازية مع ميل لإصابة الظهارة التنفسية ومن هنا سمي بداء الأورام الحليمية التنفسية الناكسة. والنكس لا ينجم بالضرورة عن الاستئصال غير الكافي وليس له علاقة بنمط الجراحة المتبع أو الأدوات المستخدمة.

استئصال الورم من لمعة الطريق الهوائي بالأدوات التقليدية قد يسبب تحرر نسيج حليمي عيوش قابل للانتشار مما يزيد النكس ونشر المرض وهذا يمكن تقليله بالتبخير بالليزر.

إن الاستئصال الدقيق للورم من المناطق القريبة من النسيج الطبيعي هو العامل الأهم للحفاظ على الوظيفة الصوتية.

الاستئصال بالليزر يحتمل إمكانية أذية حرارية أعمق وهذا غير موجود بالأدوات الباردة ولكن بالمقابل وعكس الأدوات تكون الجراحة بالليزر بدون نزف مما يحسن الرؤية ويسمح بتحديد دقيق للنسيج المرضي عن الطبيعي.

إن استراتيجية الجراح هي العامل الحاسم بالتدبير النهائي للمرض

يجب اعتبار دور العلاجات المساعدة في جميع حالات المرض المعند والناكس بشدة.

الفصل الرابع: جراحة تبديل طبقة الصوت

قد تكون هذه الجراحات مطلوبة عند مرضى تبديل الجنس.

هناك اربع متغيرات تنظّم طبقة الصوت وهي:

الكتلة السكونية للحبال-الكتلة المهتزة للحبال-طول وتوتر الحبال-الضغط تحت المزمار.

ودوماً لا بد بالبداية من العلاج الصوتي بأشد درجاته ونلجأ للجراحة فقط عند فشل الأخير.

رفع طبقة الصوت:

يمكن عبر الليزر تعديل قياسات الحبل . حيث نصنع شق موازي للحافة الحرة للحبل بليزر CO2 ونرفع شريحة ثم نستأصل بعض ألياف العضلة الطرجهالية الدرقية من الأمام للخلف. وهذه العملية تجرى على جانب واحد فقط وبحال لم يكن الصوت مرضياً يمكن إجراء عملية ثانية بعد 3 أشهر.

-قد يكون مفيداً هنا إحداث عنش صناعي بين الحبلين عند الملتقى الأمامي وذلك لتقصير طولهما مما يرفع طبقة الصوت، حيث نزيل بشرة الملتقى الأمامي ونخيّط كلا الحبلين معاً.

-وهناك تقنيات أخرى تستعمل الطريق المفتوح الخارجي ولكن نادراً ما نضطر لها حيث الليزر ضمن الحنجرة إجراء بسيط يسمح بشفاء سريع واختلاطات أقل.

-إن التواتر الأساسي للصوت قبل وبعد جراحة الليزر لتبديل طبقة الصوت يحدد فيما إذا كان الحبل الثاني بحاجة لجراحة أم لا والتي لا تجرى قبل 3 أشهر من العملية الأولى.

خفض طبقة الصوت:

إن حقن الكولاجين في جانب واحد يزيد الكتلة السكونية ويحقق نتائج مقبولة على المدى القصير، لكن النتائج غير مرضية على المدى البعيد ويوجد عمليات أخرى معقدة لتحقيق ذلك لا مكان لشرحها هنا.

الفصل الخامس: دور الليزر بتدبير أورام الحنجرة الخبيثة

مقدمة:

هناك تقارير متزايدة عن دور الليزر بتدبير سرطان المزمار Tis و T1 وبعض حالات T2 الباكرة، ولقد اقترحت الجمعية الأوروبية لأمراض الحنجرة عام 2000 تصنيفاً جديداً لتدبير سرطان الحنجرة بالتنظير ولاقى هذا التصنيف قبولاً كبيراً، ولكن موضوع نوعية الصوت بعد كل طريقة علاجية بقي موضوعاً خلافياً.

ولكن تبقى الخلافات الأكبر حول دور الليزر في سرطان المزمار المتقدم T3 و T4 وكذلك تدبير سرطان فوق المزمار وسرطان البلعوم الحنجري بالليزر لم يلقى قبولاً واسعاً بعد.

حسناً الليزر في تدبير الأورام الخبيثة:

- 1- إرقاء جيد خلال العملية
- 2- أذية حرورية سطحية لا تؤثر على التقييم التشريحي المرضي
- 3- وذمة أقل بكثير بعد العملية (يقلل الحاجة لخزغ الرغامى)
- 4- القلع على الغضروف أو بجانبه لا يسبب التهاب سمحاق الغضروف أو تنخره
- 5- سد الأوعية اللمفاوية الصغيرة مما يقلل انتشار النقائل خلال الجراحة
- 6- عودة سريعة للبلع (اليوم الثاني بعد العملية عادة)
- 7- مدة علاج أقصر مقارنة بالعلاج الشعاعي
- 8- مدة إقامة بالمشفى أقل
- 9- مراضة أقل
- 10- معدل شفاء من الورم قابل للمقارنة بالعلاج الشعاعي

اختيار نوع الليزر:

إن ليزر CO2 هو الأفضل وهو المفضل لأغلب الجراحين.

ولكن يمكن استخدام ليزر Nd:YAG و ktp وأرغون و Diode هنا.

ويمكن استخدام الليزر مع المعالجة الضوئية الحركية (خاصة بالآفات الصغيرة والسطحية)

اختيار المريض،

يمكن أن يتنفس مريض ورم الحنجرة بفتحة 4 ملم بغض النظر عن حجم الورم، ولكن عند مريض الانسداد الحاد يمكن لإنقاص كتلة الورم بالليزر أن يجنب المريض خزع الرغامى. ولكن تدبير بعض المرضى يحتاج درجة عالية من الخبرة لكل فريق الليزر، وفي الجراحة الانتقائية لابد من الاعتبارات التالية:

1- رأي المريض وأقاربه

2- العمر: إن جراحة الليزر ليست مضاد استطباب لدى المسنين بل هي بديل مفيد عن العلاج الشعاعي الطويل والشاق، كذلك لا ينصح بالأشعة عند الشباب بعمر أصغر من 40 سنة لأنها قد تحرض خباثات لاحقاً.

3- إمكانية كشف الورم: بحال عدم إمكانية كشف الحنجرة لأي سبب كان (قسط الفقار - قسط المفصل الصدغي الفكي - بدلة سننية كاملة....) لا يمكن إنجاز جراحة الليزر ولا أي نوع من الجراحة التنظيرية.

الاستئصال التنظيري للورم:

إن حجم الورم وموقعه التشريحي من العوامل الهامة لنجاح علاجه بالليزر تنظيرياً، حيث أن آفات تحت المزمار من الصعب جداً الوصول لها تنظيرياً

هناك طريقتان لاستئصال الورم تنظيرياً: (حسب الجراح)

1- استئصال الورم ككتلة واحدة En-bloc وإرساله للتشريح المرضي

2- استئصال طبقات أو شرائح من الورم بمرحلة واحدة أو على عدة مراحل: وهنا الوظيفة أحسن كونه يحافظ على التشريح الطبيعي.

إن الاختيار بين الطريقتين ممكن في السرطان الباكر T1 T2 أما في السرطان المتقدم T3 T4 حتماً سيكون الاستئصال على طبقات كون الاستئصال ككتلة واحدة محدود فيزيائياً هنا (لا يمر الورم عبر المنظار بسبب حجمه الكبير)

الفحص التشريحي المرضي:

من الضروري تقليل الأذية الحرارية عند استئصال الورم عن النسيج الطبيعي وهناك بعض ملحقات الليزر تضمن طبقة متأذية على حواف العينة المستأصلة لا تزيد عن 100 ميكرون، ويمكن تقليلها أكثر حتى 50 ميكرون بالنمط Super Puls .

الخزعة المجمدة: أثبتت الدراسات أنه بعد إتمام استئصال الورم وبأفضل الطرق يوجد معدل أكثر من 25% إيجابي بالخزعة المجمدة لعسر تنسج شديد أو سرطان مجهري، وهنا لابد من استئصال المزيد من النسيج حتى تصبح العينات التالية من موقع العملية سلبية من أي نسيج ورمي. ومن هنا لابد من إجراء الخزعة المجمدة روتينياً في كل الجراحات التنظيرية، ورغم أنه يطيل مدة العملية لكنه قد يجنبنا جراحات أخرى والتي تكون أصعب بسبب التندب وغياب المعالم التشريحية.

إن طريقة إجراء الخزعة المجمدة لا تختلف هنا عن الجراحة التقليدية ونستعمل ليزر بطاقة 2-3 واط لمدة 0.1 ثانية كنبضة مفردة بقطر حزمة 250 ميكرون وذلك لضمان حواف غير محروقة.

استئصال سرطان المزمار بالليزر تنظيرياً:

إن استئصال ورم T1 بالليزر مثبت حالياً وكذلك ورم T2 الباكر، والأوربيون ينصحون بإجرائه لكل حالات T2. التقارير قليلة حول استئصال ورم T3 بالليزر. وربما من البطولة علاج T4 بالليزر.

تمتد الحافة الحرة للجبال من الملتقى الأمامي حتى الملتقى الخلفي ومن السهل في أغلب الحالات الوصول لها بالتنظير المباشر، ولكن امتدادها الوحشي مروحي الشكل يغطيه الشريط البطيني. لذا لابد من استئصال الأخير بحال ضرورة كشف الوجه العلوي للحبل الحقيقي.

إن ثخانة النسيج الرخوة بالثلث الأمامي للحبل الحقيقي 2 ملم أما بالثلث المتوسط 9 ملم وبالثلث الخلفي 5 ملم. لذا أغلب الأورام تنتشر عبر الثلث الأوسط للحبل كونه الأغنى بالنسيج الرخوة.

خطوات العملية:

- مكان البداية غير مهم سواء من الأمام أو الخلف

- نستخدم الليزر بطاقة 7-8 واط بنمط نبضي وزمن تعرض مستمر مع حزمة قليلة التركيز وذلك لتأمين طبقة متخثرة تقلل الانتشار اللمفاوي وتحسين الارتقاء.

- ينصح بعدم تعريض كامل الحبل لليزر قبل أوانه لأن ذلك قد يعيق العملية بسبب توذم الأنسجة.

- يساعد ملقط مجهري مع ممص بكشف الحبل ومستوى التسليخ

-إن دكة رطبة موضوعة على ملقط تدفع ضمن مستوى التسليخ قد تكون مفيدة لمسح الفحم مباشرة ولتحديد مستوى النسيج

-مجرد تسليخ الطية البطينية لابد من حماية الحبل بشاشة رطبة

-النزف من الطرجهالي أو فروعه حسب Andrea هو نزف ينشأ من أوعية صغيرة مجهريه على طول الصفيحة الداخلية لصفحة الغضروف الدرقي أو قريباً من الملتقى الأمامي، وذكنا طريقة تديره سابقاً.

-بحال الحاجة لاستئصال كامل العضلة الصوتية لابد من كشف السمحاق الداخلي للدرقي ولتسهيل ذلك ندور منظار الحنجرة وحشياً 15-20 درجة عن محور الحنجرة.

-إن فصل العضلة الصوتية عن الغضروف الدرقي سهل بسبب وجود السمحاق هنا، على عكس الرباط الصوتي الذي يكون فصله صعب لعدم وجود سمحاق وبسبب وجود رباط Broyl بين الرباطين الصوتي والدهليزي.

-من الأفضل تغطية مكان الجراحة بالفيرين لتقليل الانتان وتشكل حبيوم ولدعم الشفاء.

المتابعة بعد العملية:

-العودة للطعام بعد 24-72 ساعة

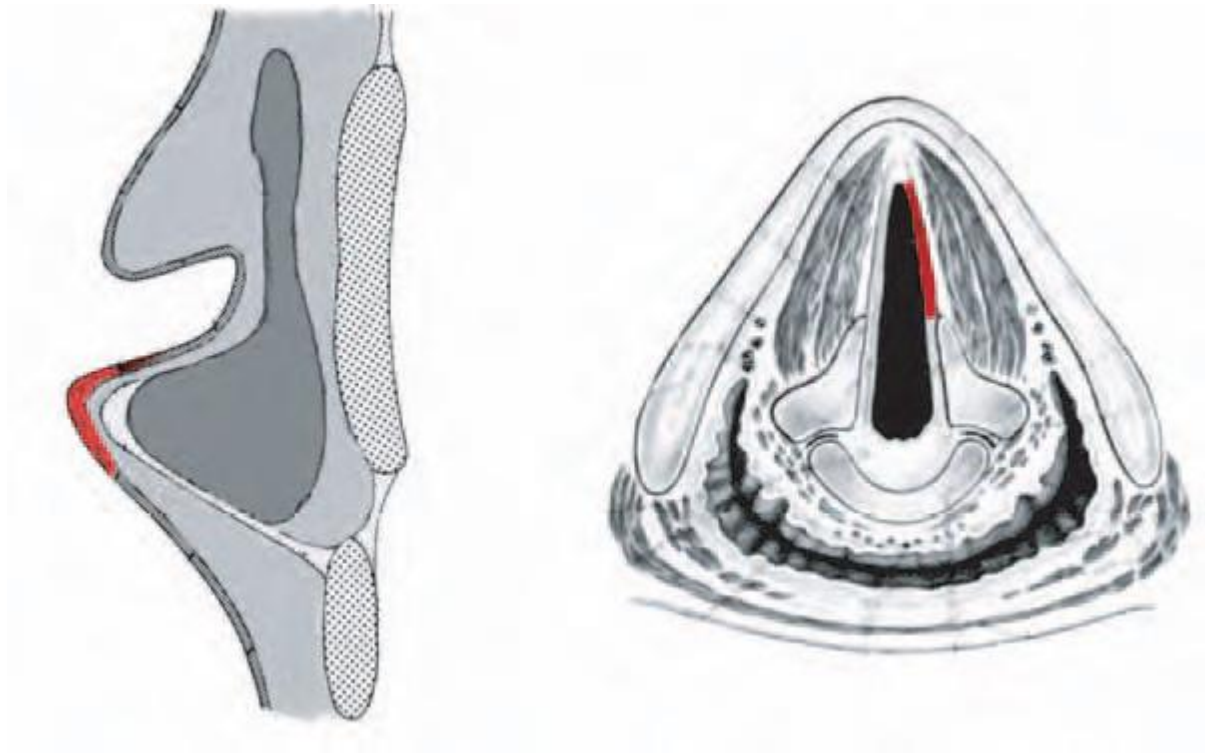
-صادات فموية وارذاذ ل 7-10 أيام

-علاج صوتي مجرد شفاء مكان العملية

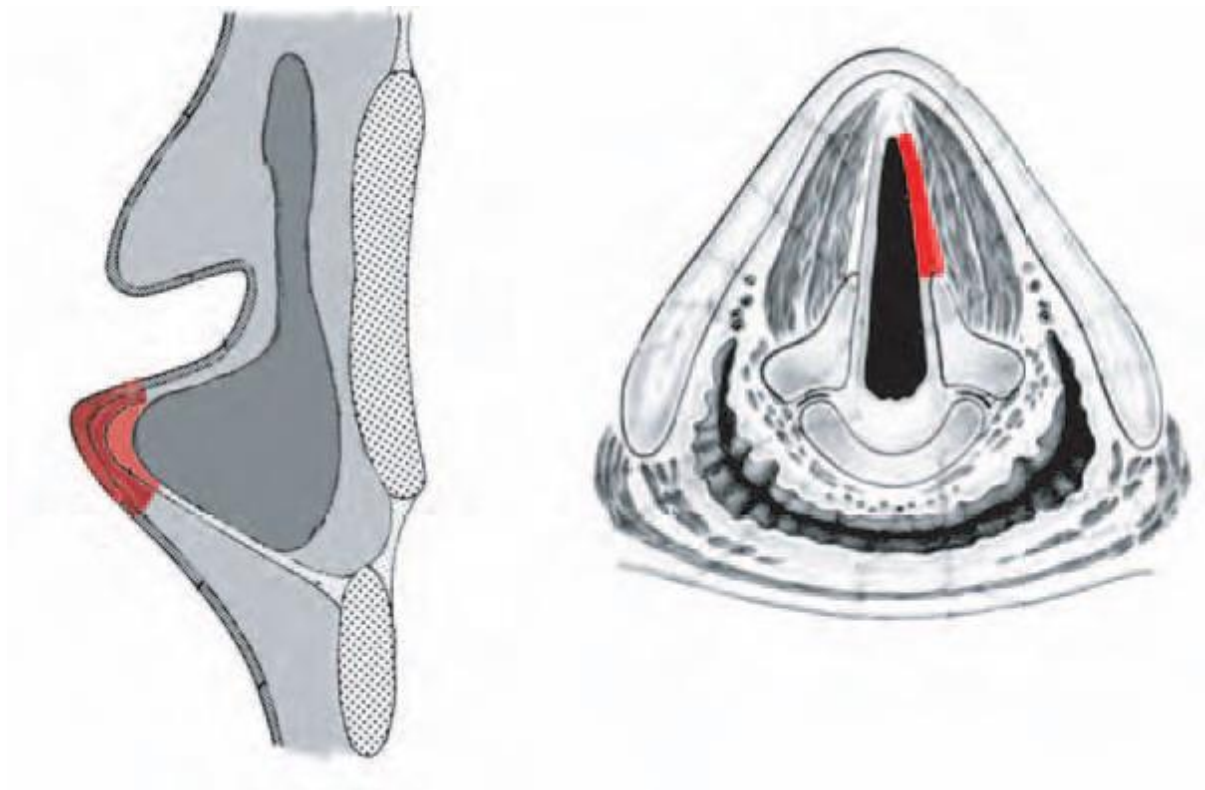
-قد يتشكل حبيوم خاصة عند تخريش الغضروف ويكون صغير عادة ولا يسبب مشاكل بالبلع أو التنفس ولا يحتاج سوى المراقبة حتى يشفى عفواً وتساعد الصادات والستيرويدات ومضادات القلس بتسريع ذلك. وينصح باستئصاله جراحياً فقط عندما يؤثر على وظيفة الحنجرة بسبب حجمه او إذا كان شكله يشبه الورم وأي شك بذلك يستدعي استئصاله فوراً لاحتمال ارتشاح ورم بحواف الاستئصال.

أنماط استئصال الحبل الصوتي: Cordectomy تصنيف الجمعية الأوروبية لأمراض الحنجرة:

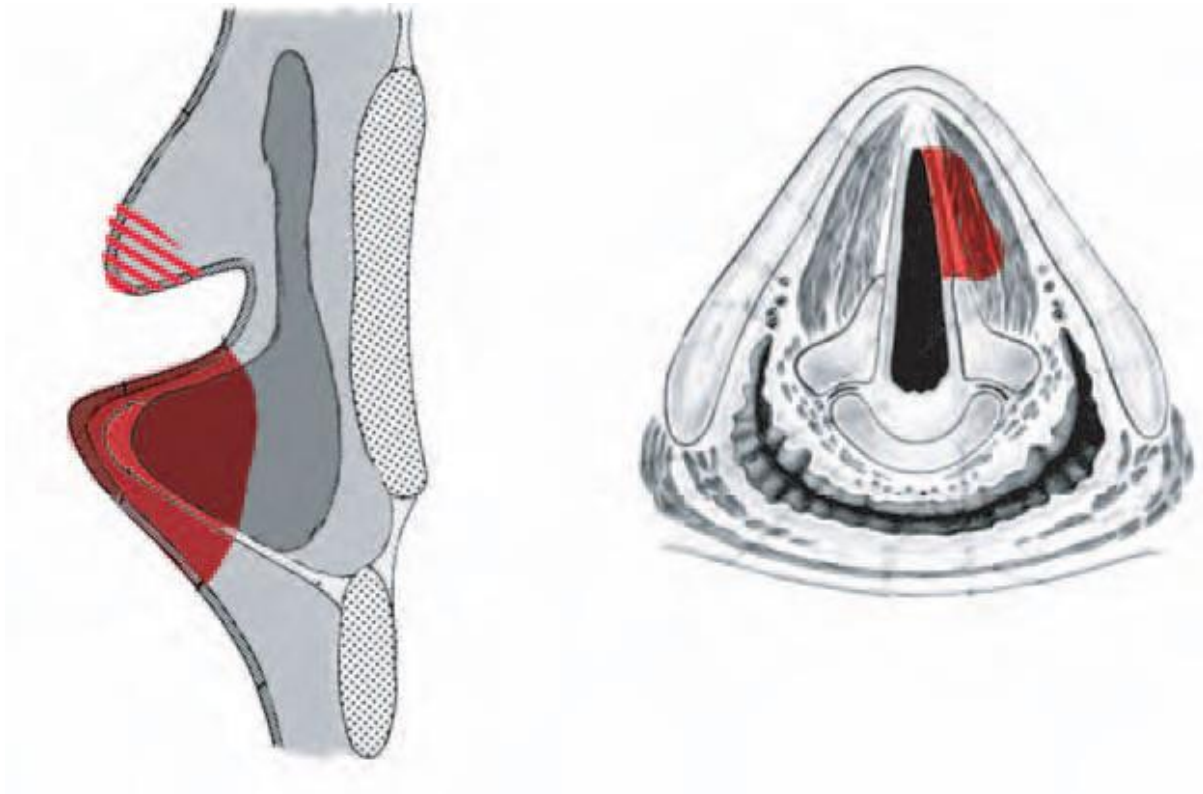
I-Subepithelial cordectomy: Resection of the vocal fold epithelium passing through the superficial layer of the lamina propria



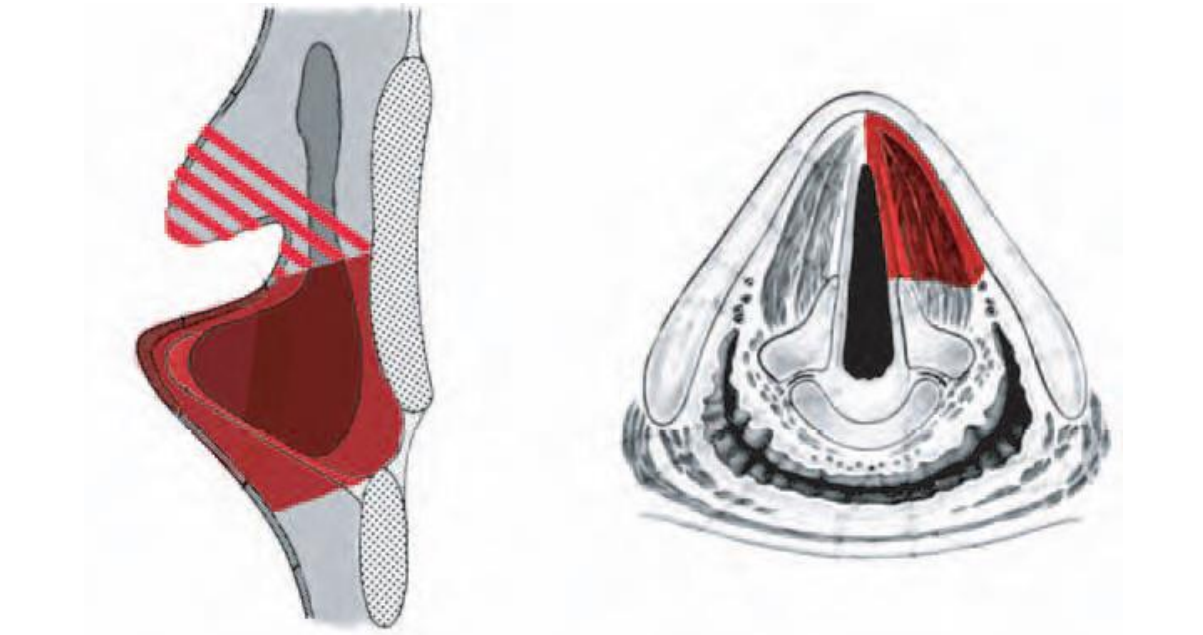
II- Subligamental cordectomy: Resection of the epithelium, Reinke's space and the vocal ligament



III- Transmuscular cordectomy: Resection of the vocal fold down through vocalis muscle

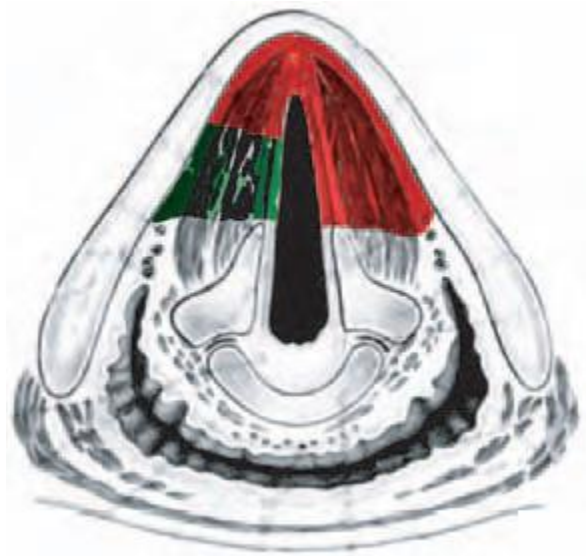


IV- Total cordectomy: Resection of the cord, which extends from the vocal process to the anterior commissure. The depth of the surgical margins reaches or includes the internal perichondrium of the thyroid ala

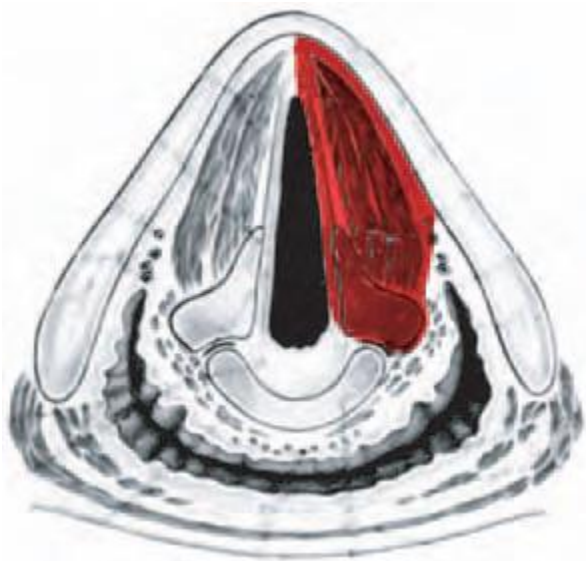


V- Extended total cordectomy :

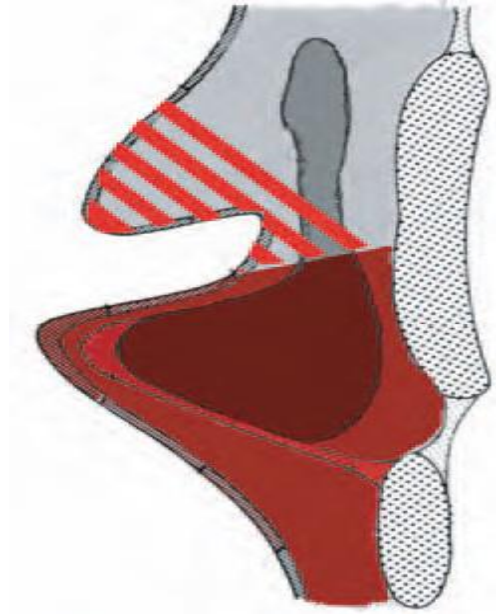
Va-Resection includes the contralateral vocal fold and the anterior commissure



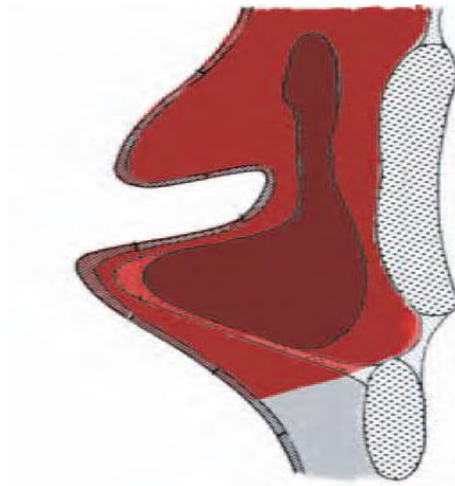
Vb- Resection includes the arytenoids



Vc- Resection includes the subglottis



Vd- Resection includes the ventricle and false cords



VI-Anterior commissurectomy: Resection of the anterior commissure with bilateral anterior cordectomy; may include the subglottic mucosa and the cricothyroid membrane

استئصال سرطان فوق المزمار بالليزر تنظيرياً؛

-أصعب من سرطان المزمار وقليل من الجراحين يرغبون به

-إن التصوير الطبقي المحوري لا يمكنه دوماً إثبات الامتداد العميق للورم إلى الحيز أمام لسان المزمار لذا يجب استئصال هذا الحيز

حتماً بكل الأورام تحت اللامي وبغض النظر عن موجودات الطبقي المحوري.

- أورام لسان المزمار فوق اللامي لا تنتشر للحيز أمام لسان المزمار على عكس الأورام تحت اللامي
- لأسباب تقنية تميل حزمة الليزر لضرب الورم مماسياً هنا وليس عمودياً مما يجعل القطع بالليزر أصعب في هذا الموقع
- من المعروف عن أورام البطين الحنجري أنها ذات انتشار متعدد البؤر، لذا استئصال أورام فوق المزمار يجب أن يشمل دوماً كامل الطية البطينية للوقاية من بقاء ورم بدئي ثاني

خطوات العملية:

- نستخدم الليزر بطاقة 7-8 واط بنمط نبضي وزمن تعرض مستمر مع حزمة قليلة التركيز وذلك لتأمين طبقة متخثرة تقلل الانتشار اللمفاوي ولتحسين الارقاء.
- نسلخ الفلحة عن اتصالها السفلي على الوهدة ويمكن استئصال كامل الفلحة أو جزءها العلوي فقط
- حسب التوجيه النظيري للحنجرة يمتد الشريان الحنجري العلوي تحت الطية البلعومية لسان المزمارية وقد يصاب هنا ويسبب نزف غزير جداً، لذا إذا شمل خط الاستئصال الطية البلعومية لسان المزمارية أو الطية الطرجهالية لسان المزمارية من المنصوح به تخثير المنطقة قبل استخدام الليزر وقد نضطر للربط أحياناً
- بعد استئصال الفلحة ينصح بعدم تقشير الرباط اللامي الفلكي قبل الأوان لأنه قد يسبب انسداد الفلحة ضمن الساحة ويعيق العمل
- إن توجيه الحيز أمام لسان المزمار مريك لذا الاستئصال النظيري لهذه المنطقة صعب ويحتاج جراح خبير متدرب.

أنماط استئصال فوق المزمار بالتنظير: تصنيف الجمعية الأوروبية لأمراض الحنجرة:

I- Limited excision:Excision of small superficial tumours anywhere on the supraglottis

II-Medial supraglottic laryngectomy with partial resection of the pre-epiglottic space :

a-Tumours of laryngeal surface of epiglottis located **above the hyoid** bone: resection includes the suprahyoid epiglottis

b-Tumours extending **below the hyoid**: resection includes a total epiglottectomy

III- Medial supraglottic laryngectomy with resection of the pre-epiglottic space :

a- Tumours ***extending to petiole*** of epiglottis: resection must include the pre-epiglottic space

b- Tumours of the infrahyoid epiglottis ***extending to the ventricular fold***: resection includes ventricular folds dissected from the thyroid cartila

IV- Lateral supraglottic laryngectomy :

a-Tumors of the threefolds' region: resection of free edge of the epiglottis, the aryepiglottic fold, the pharyngo-aryepiglottic fold and the ventricular fold

b- Tumour extending to arytenoids: resection includes the arytenoids and inner/medial or anterior wall of the pyriform fossa

السرطان المبكر،

وهو نمط غير اعتيادي من السرطانة الشائكة أكثر ما يصيب المزمار وقلمما يرتشح بالعمق أو يسبب نقائل مما يجعله مثالياً للاستئصال بالتنظير .

استطبابات أخرى لليزر في تدبير سرطان الحنجرة:

بغض النظر عن استخدامه بغرض الشفاء قد يساعد الليزر بتخفيف الأعراض وإنقاذ المريض عند وجود أورام كبيرة سادة للطريق الهوائي عبر إجراء ما يسمى ***Debulking*** أي تخفيف الكتلة سواء كعلاج ملطف للحالات الناكسة غير القابلة للشفاء أو كعلاج إسعافي لتجنب خزع الرغامى .

وفي هذا السياق كان ليزر Nd:YAG منصوص به لأن ليزر CO2 يستغرق وقت أطول ،ولكن بوجود المساحات الضوئية تم التغلب على هذه المشكلة حيث يمكن حالياً استئصال مقدار كبير من الأنسجة وبوقت قليل نسبياً

نستخدم هنا طاقة 25-30 واط وبنمط مستمر .

الفصل السادس: الوصايا العشرة لنجاح جراحة الحنجرة التنظيرية المجهرية بمساعدة

الليزر:

- 1- أغلب هؤلاء المرضى يراجعون ببحة صوت ويتوقعون وجود سرطان لديهم، لذا وبحال تشخيص آفة سليمة بالحنجرة لا يجوز إجراء أي تدخل جراحي إلا بموافقة مستنيرة كاملة للمريض.
- 2- في جميع الحالات لابد من كشف مثالي للطيات الصوتية والملتقى الأمامي مع وضع المنظار بطريقة تسمح برؤية كامل البنى المرضية والطبيعية المجاورة بوضوح.
- 3- لا تعالج أو تلمس الحافة الحرة للحنجرة إلا عند الضرورة وعند ذلك يجب التعامل معها بشكل لطيف جداً من قبل الجراح المؤهل لذلك.
- 4- استخدام طاقة الليزر بالنمط المستمر فقط على الوجه العلوي للحنجرة الصوتية.
- 5- يجب أن تكون زاوية حزمة الليزر مماسية على حافة الحنجرية الصوتية.
- 6- حركات حزمة الليزر يجب أن تكون لطيفة وناعمة.
- 7- حماية الحيز تحت المزمار بشاشة باردة يجب أن تبقى رطبة كامل فترة العملية.
- 8- لا تطبق طاقة الليزر على نسيج محروق.
- 9- أزل النسيج المحروق بدكة رطبة.
- 10- الراحة الصوتية المناسبة والعلاج الدوائي والصوتي يجب استخدامها بالتزامن مع وقبل وبعد الجراحة.

-----تم القسم النظري وبفضل من الله-----

القسم العملي

Abstract

خلفية البحث: Background

بوجود نوعين من الليزر co2 و diode في الشعبة الأذنية تهدف هذه الدراسة لمقارنة استخدام كل نوع منهما في جراحة الحنجرة المجهرية لتدبير آفات حنجرية مختلفة لمحاولة تفضيل نوع على الآخر في كل آفة على حدة

الطرائق: Methods

أجريت الدراسة على 57 مريض والذين شخّصوا بآفات حنجرية متنوعة (16 تضيقات وأعناش-13 سرطان مزمار باكر(مرحلة أولى)-10 بابيلوما حنجرة-10 شلل حبال-6 بوليب-مريض كيسة حنجرة-مريض عسرة تصويت بطينية) حيث تم تقسيم المرضى لمجموعتين: مجموعة كربون ليزر 27 مريض ومجموعة ديود ليزر 30 مريض ومن ثم أجريت المقارنة بين المرضى من المجموعتين خلال العمل الجراحي (من حيث متوسط مدته و حدوث النزف) وبعد العمل الجراحي بشهرين (من حيث معدل النكس و حدوث نسيج حبيبي وتشكل التصاقات) مع استثناء هام لمرضى سرطان المزمار والذين تمت متابعتهم بعد 6 أشهر من حيث النكس.

النتائج: Results

أشيع ما يستخدم الليزر بشكل عام في جراحة الحنجرة المجهرية لتدبير التضيقات والأعناش وسرطان المزمار الباكر وبا بيلوما الحنجرة وشلل الحبال الصوتية
استطبابات استخدام كربون ليزر وديود ليزر تكاد تكون متساوية في هذه الدراسة حيث استخدم كربون ليزر عند 47% من المرضى بينما استخدم ديود في 53%
مجموعة كربون ليزر أظهرت مدة عمل جراحي أقل ($p=0.014$)
وكذلك نسبة أقل لحدوث النسيج الحبيبي والالتصاقات بعد الجراحة بشهرين , حيث كانت قيمة p أقل او تساوي 0,05

كما وجدنا أنه لا تأثير لنوع الليزر المستخدم على نسبة النكس $p \leq 0,05$
إلا بحالة سرطان المزمار الباكر حيث وجد أن استخدام ديود ليزر يترافق مع معدل نكس أقل $p=0,03$

الخلاصة: Conclusion

كربون ليزر هو حجر الأساس في جراحة الحنجرة المجهرية بمساعدة الليزر حيث يقلل من زمن العمل الجراحي ومن النزف خلاله ويترافق باختلاطات أقل بعده
أما ديود ليزر فيبدو أنه يتفوق أو يضاهي كربون ليزر بحالة سرطان المزمار الباكر فقط.

البحث العملي :

أجريت الدراسة على 57 مريض من تاريخ 1-10-2011 ولغاية 31-12-2012

مكان الدراسة: الشعبة الأذنية في مشفى المواساة الجامعي

تصميم الدراسة: دراسة احصائية مقارنة تقديمية

الهدف من الدراسة:

- 1-تحديد نسب شيوع الآفات الحنجرية المراجعة لقسم الأذنية والتي يتم تدبيرها جراحياً بمساعدة الليزر
- 2-تسليط الضوء على نوعي الليزر الموجودان بالشعبة الأذنية co_2 و diode LASSER
- 3-إجراء مقارنة بين استطبابات استخدام كلا نوعي الليزر
- 4-إيضاح سلبيات وإيجابيات كل من نوعي الليزر ومحاولة الوصول لتحديد نوع الليزر الأفضل لكل آفة مرضية.

الطرائق والمواد:

تمت دراسة 57 مريض والمقبولين بالشعبة الأذنية بتشخيص آفة حنجرية تتطلب عمل جراحي تنظيري على الحنجرة بمساعدة الليزر مثل (تضيقات و أعناش-بابيلوما-شلل حبال-سرطان مزمار باكر-بوليب)

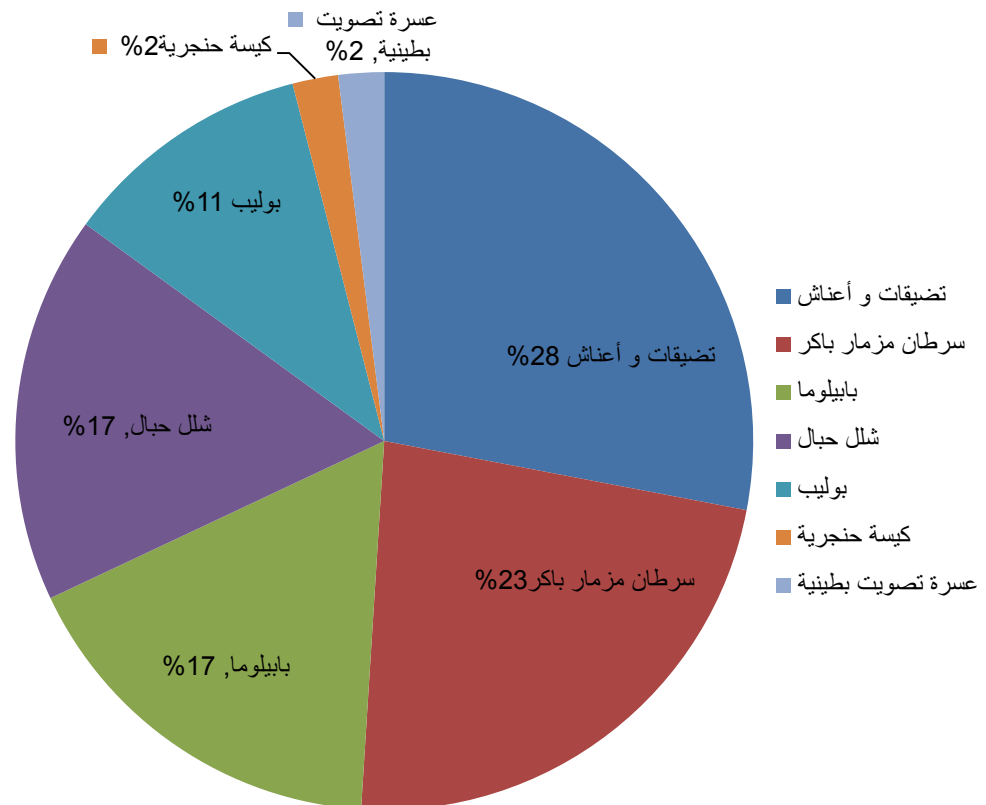
حيث تم تصنيف المرضى ضمن مجموعتين حسب نوع الليزر المستخدم ومن ثم المقارنة بين استخدام كلا نوعي الليزر من حيث:

- خلال العمل الجراحي: من حيث مدة العمل الجراحي وحدوث نزف
- بعد العمل الجراحي: من خلال متابعة المرضى بعد شهرين من الجراحة (عبر الفحص بالمنظار اللفي المرن) من حيث النكس وحدوث نسيج حبيبي وتشكل التصاقات ما عدا مرضى سرطان المزمار الباكر والذين تمت متابعتهم بعد 6 أشهر من حيث النكس.

ليصار أخيراً لمعرفة نوع الليزر الأفضل في كل آفة من آفات الحنجرة.

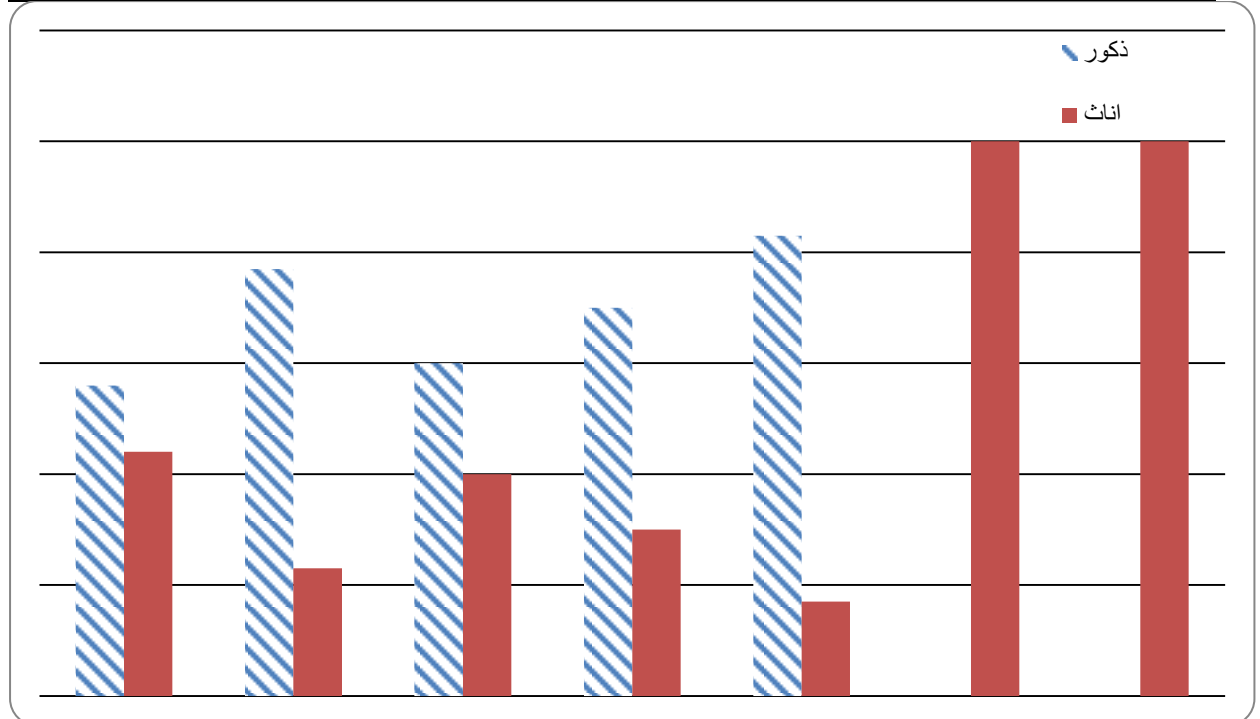
توزع المرضى حسب نوع الآفة الحنجرية:

النسبة المئوية	عدد المرضى	
28%	16	تضيقات و أعناش
23%	13	سرطان مزمار باكر(مرحلة أولى)
17%	10	بابيلوما
17%	10	شلل حبال
11%	6	بوليب
2%	1	كيسة حنجرية
2%	1	عسرة تصويت بطينية



توزع المرضى حسب الجنس:

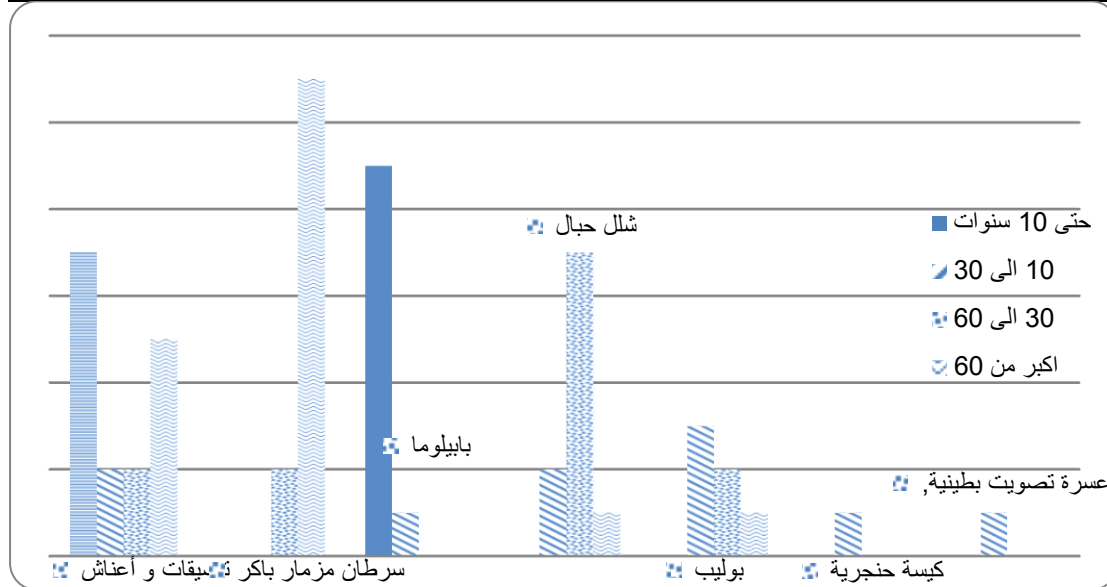
النسبة المئوية	عدد الاناث	النسبة المئوية	عدد الذكور	
44%	7	56%	9	تضيقات و أعناش
23%	3	77%	10	سرطان مزمار باكر
40%	4	60%	6	بايلوما
70%	7	30%	3	شلل حبال
17%	1	83%	5	بوليب
100%	1	0	0	كيسة حنجرية
100%	1	0	0	عسرة تصويت بطينية
42%	24	58%	33	المجموع



عسرة تصويت بطينية كيسة حنجرية بوليب شلل حبال بايلوما سرطان مزمار باكر تضيقات وأعناش

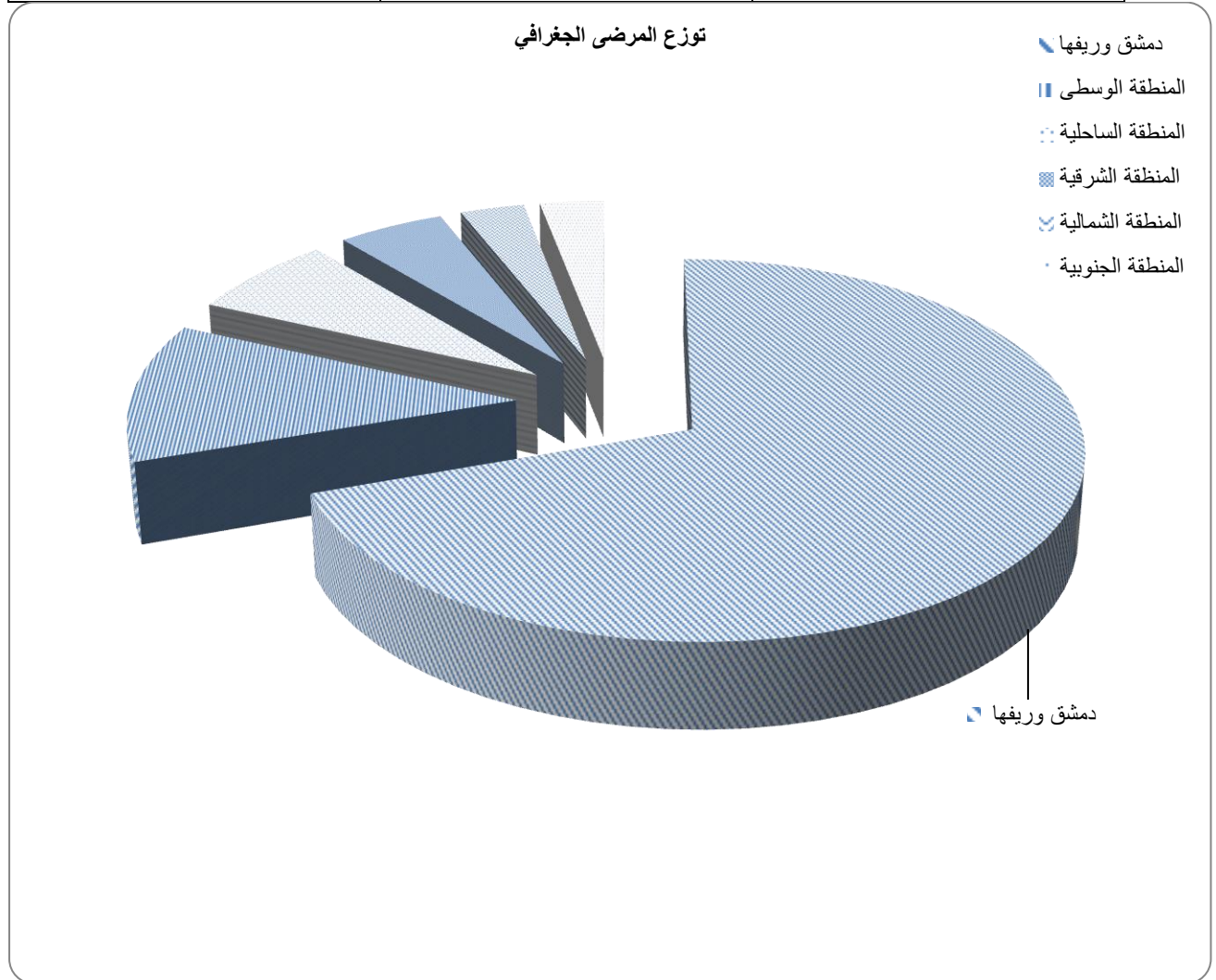
توزع المرضى حسب المجموعات العمرية:

أكبر من 60 سنة	60-30 سنة	30-10 سنة	حتى 10 سنوات	
5	2	2	7	تضيقات و أعناش
11	2	0	0	سرطان مزمار باكر
0	0	1	9	باييلوما
1	7	2	0	شلل حبال
1	2	3	0	بوليب
0	0	1	0	كيسة حنجرية
0	0	1	0	عسرة تصويت بطينية
18	13	10	16	المجموع
%31	%23	%18	%28	



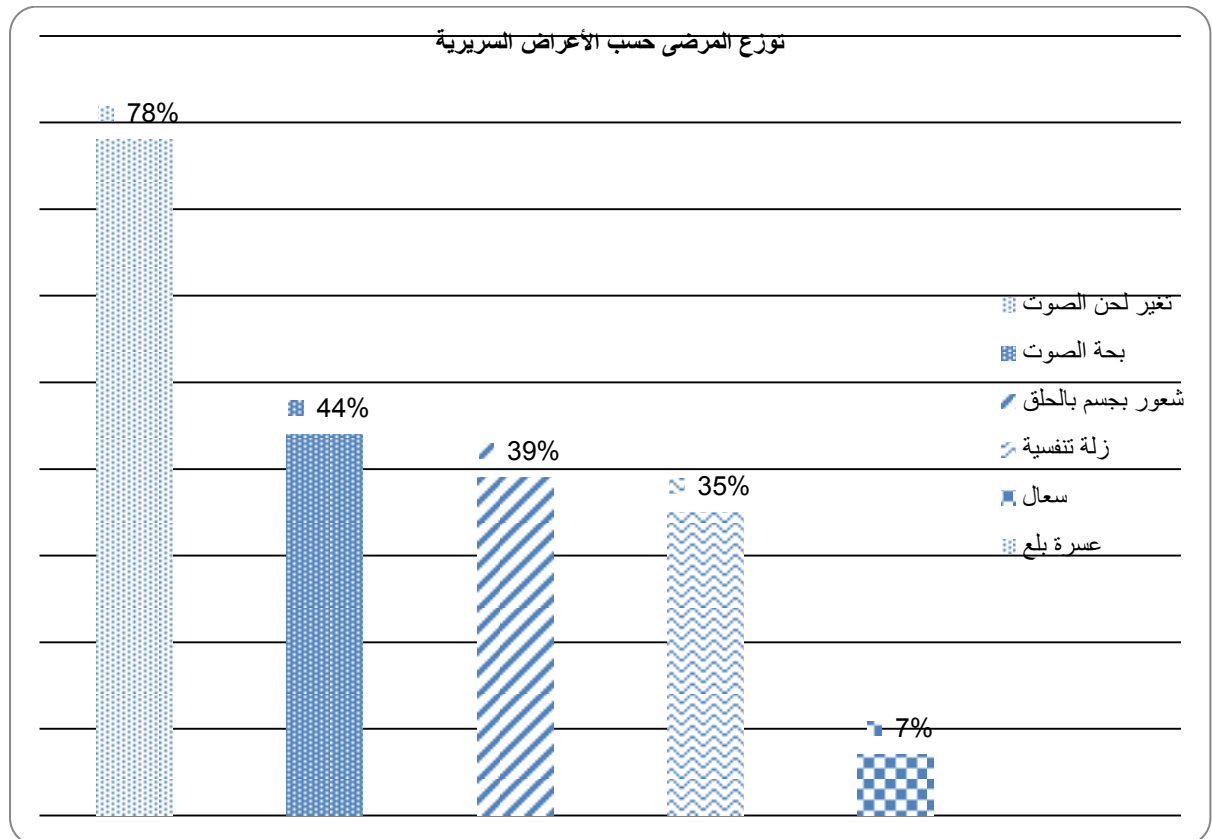
توزيع المرضى حسب التوزيع الديموغرافي:

69%	39	دمشق وريفها
12%	7	المنطقة الوسطى
7%	4	المنطقة الساحلية
5%	3	المنطقة الشرقية
3%	2	المنطقة الشمالية
3%	2	المنطقة الجنوبية



توزيع المرضى حسب الأعراض السريرية:

النسبة المئوية	عدد المرضى	العرض السريري
78%	44	تغير لحن الصوت
44%	25	بحّة الصوت
39%	22	شعور بجسم بالحلق
35%	20	زلة تنفسية
7%	4	سعال
0%	0	عسرة بلع

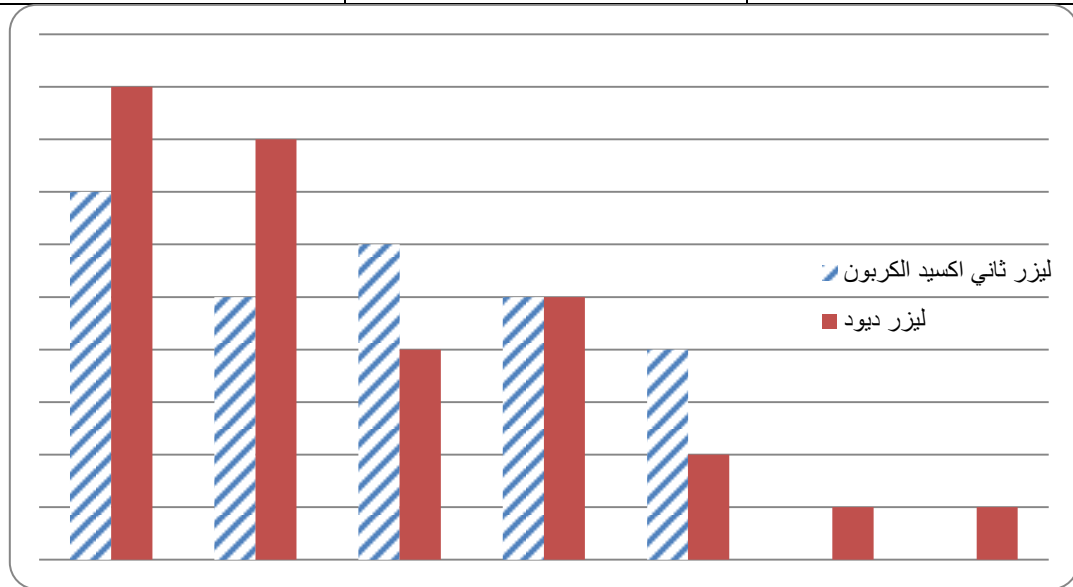


توزع المرضى حسب العادات الشخصية:

النسبة المئوية	عدد المرضى	
39%	22	التدخين
8%	5	الكحولية
16%	9	سوء استعمال الصوت
37%	21	لا يوجد

توزع المرضى حسب نوع الليزر المستخدم:

ليزر ثاني أكسيد الكربون	ليزر ديود	
44% 7	56% 9	تضيقات و أعناش
38% 5	62% 8	سرطان مزمار باكر (استئصال حبل تام)
60% 6	40% 4	باييلوما
50% 5	50% 5	شلل حبال (استئصال طرجهال)
66% 4	34% 2	بوليب
0% 0	100% 1	كيسة حنجريه
0% 0	100% 1	عسرة تصويت بطينية
47% 47	53% 53	المجموع



عسرة تصويت بطينية كيسة حنجرة بوليب شلل حبال باييلوما سرطان باكر تضيقات وأعناش

النتائج العملية للدراسة التقدمية:

من أصل 57 مريض في عينة الدراسة تم تقسمهم لمجموعتين:

أ-مجموعة كربون ليزر: وهي 27 مريض (7 تضيقات وأعناش-6 باييلوما-5 سرطان مزمار باكر-5 شلل حبال-4 مرضى بوليب حبل صوتي).

ب-مجموعة ديود ليزر: وهي 30 مريض (9 تضيقات وأعناش-8 سرطان مزمار باكر-5 شلل حبال-4 مرضى باييلوما-مريضين بوليب حبل صوتي-مريضة كيسة حنجرة-مريضة عسرة تصويت بطينية)

وتمت مقارنة المجموعتين على مرحلتين:

1-خلال العمل الجراحي: من حيث متوسطة مدة العمل الجراحي - وحدوث النزف

2-بعد شهرين من العمل الجراحي:(عبر الفحص بالمنظار الليفى المرن)من حيث :معدل النكس-تشكل نسيج حبيبي-تشكل التصاقات (باستثناء مرضى سرطان المزمار الباكر والذين تمت متابعتهم بعد 6 أشهر من حيث النكس).

اولاً - خلال العمل الجراحي :

مجموعة ديود ليزر			مجموعة كربون ليزر				الحالات المرضية	
النزف		متوسط مدة العمل الجراحي	عدد الحالات	النزف		متوسط مدة العمل الجراحي		
نوعه	عدد الحالات			نوعه	عدد الحالات			
1	++	57دقيقة	9	1	+	33 دقيقة	7	تضيقات وأعناش
1	+	71دقيقة	8	1	+	51دقيقة	6	سرطان مزمار (استئصال جبل تام)
1	+	29دقيقة	5	1	+	27دقيقة	5	بابيلوما
1	++	76دقيقة	4	1	+	46دقيقة	5	شلل حبال (استئصال طرحهال)
0		17دقيقة	2	0		6 دقيقة	4	بوليب
1	+	20دقيقة	1	0		0	0	كيسة حنجرة
1	+	8دقيقة	1	0		0	0	عسرة تصويت بطينية
4 حالات نز خفيف من 30 مع 2 حالة نزف غزير من 30		39 دقيقة متوسط	30 مريض	4 حالات نز خفيف من 27		32دقيقة متوسط	27 مريض	الكلي

متوسط مدة العمل الجراحي: من لحظة ادخال منظار الحنجرة وحتى اخراجه قبل صحو المريض عبر المتوسط الحسابي لمدة كل العمليات في كل حالة

+ نز خفيف تمت السيطرة عليه بدكات مبللة بالادرينالين

++نزف غزير (غالباً من الشريان الطرحهالي الخلفي)

مدة العمل الجراحي :

الانحراف المعياري للمدة في الكربون ليزر = 15,8 والانحراف المعياري للمدة في الديودليزر = 25,7

وبتطبيق اختبار T على البيانات السابقة لمعرفة فرق المدة بين نوعي الليزر نجد ان قيمة P تعادل 0.014 وهي اقل من 0,05 اي يعتد بها احصائياً وبالتالي نجد ان الكربون ليزر هو الافضل في توفير مدة العمل الجراحي

اما بالنسبة للنزف :

فلاحظ باستخدام الكربون ليزر حدوث 4 حالات نزف خفيف من اصل 27 حالة بنسبة 14,8 % اما النزف الغزير فلم يحدث في أية حالة لكن بالمقابل حدث 4 حالات نزف خفيف باستخدام الديود ليزر من اصل 30 حالة بنسبة 13,3 % وحدثت حالتان نزف غزير من 30 بنسبة 6,6 % وباجراء الاختبارات الاحصائية كاي مربع للمقارنة بين نوعي الليزر نجد قيمة $P = 0,16$ وبالتالي غير مهمة احصائيا ولا تأثير لنوع الليزر على النزف .

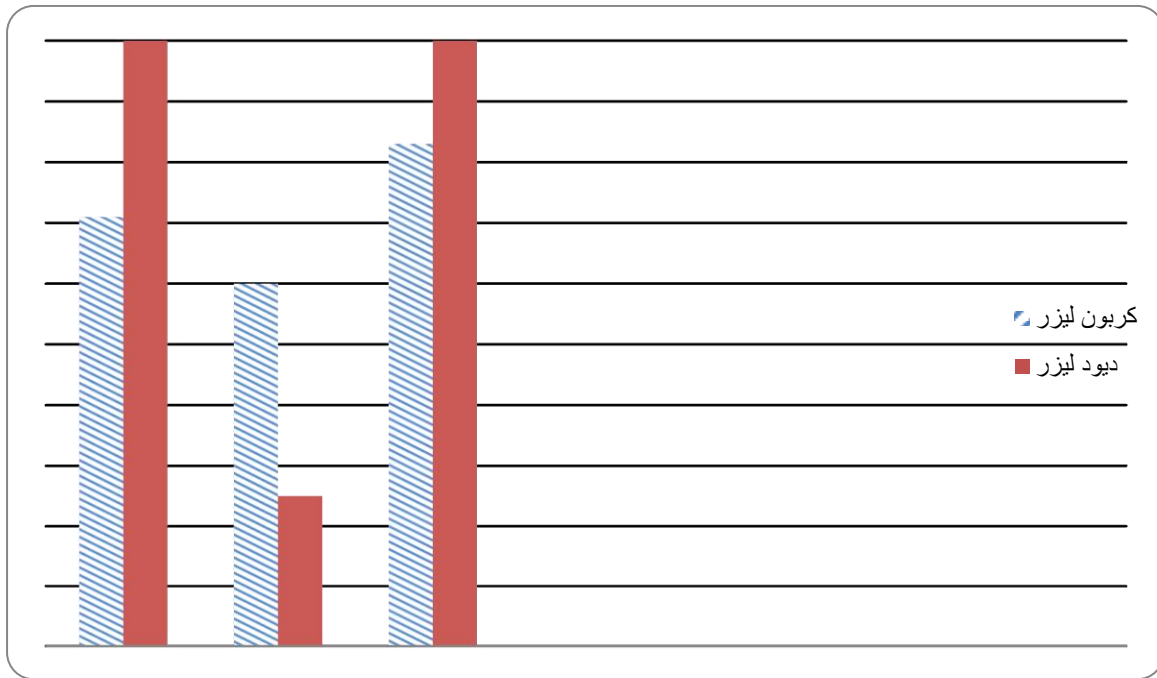
مخطط يوضح علاقة النزف بنوع الليزر المستخدم



ثانياً- بعد شهرين من الجراحة (6 أشهر لنكس سرطان المزمار):

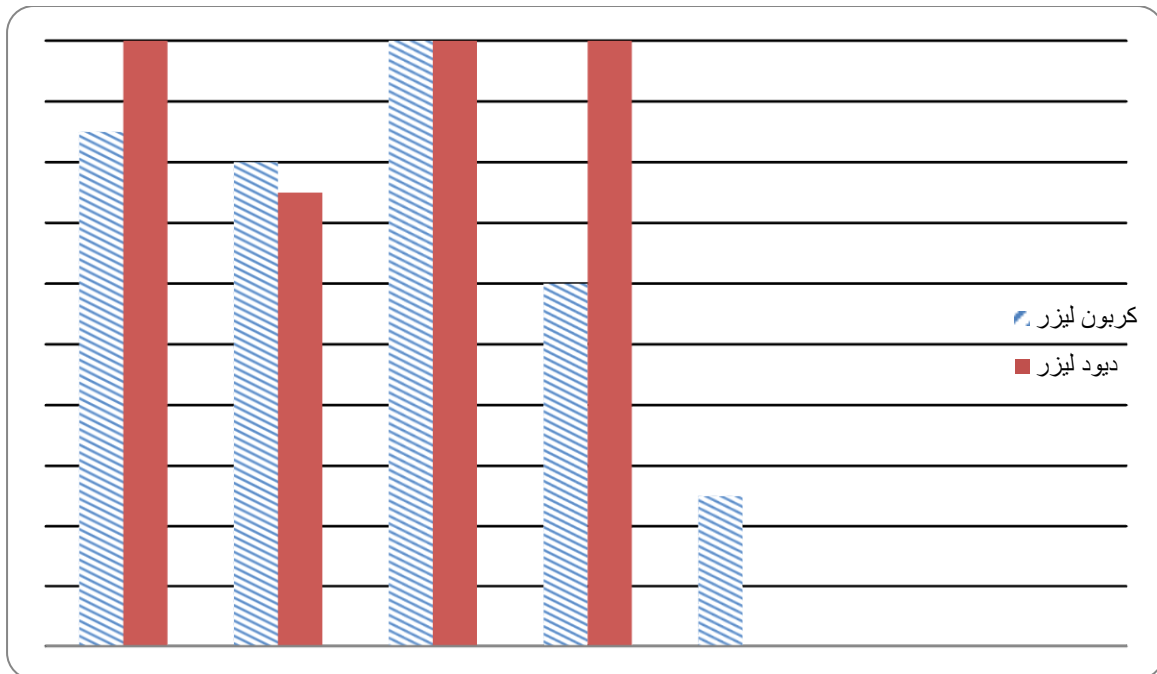
بمجموعة كربون ليزر			بمجموعة ديود ليزر			
النكس	النسيج الحبيبي	الالتصاقات	النكس	النسيج الحبيبي	الالتصاقات	
7/5	7/6	7/5	9/9	9/9	9/9	تضيقات وأعناش
% 71	%85	%71	%100	%100	%100	
5/3	5/4	5/1	8/2	8/6	8/3	سرطان مزمار
%60	%80	%20	%25	%75	%37	
6/5	6/6	6/5	4/4	4/4	4/4	باييلوما
%83	%100	%83	%100	%100	%100	
%0	5/3	5/2	%0	5/5	5/3	شلل حبال
%60	%60	%40	%100	%100	%60	
%0	4/1	%0	%0	2/1	%0	بوليب
%25			%50			
			%0	%0	%0	كيسة حنجرة
			%0	%0	%0	عسرة تصويت بطينية
27/13	27/20	27/13	30/15	30/25	30/19	المجموع
%48	%74	%48	%50	%83	%63	

مخطط لحالات النكس والفرق بين نوعي الليزر وذلك من خلال المتابعة بعد شهرين من الجراحة .



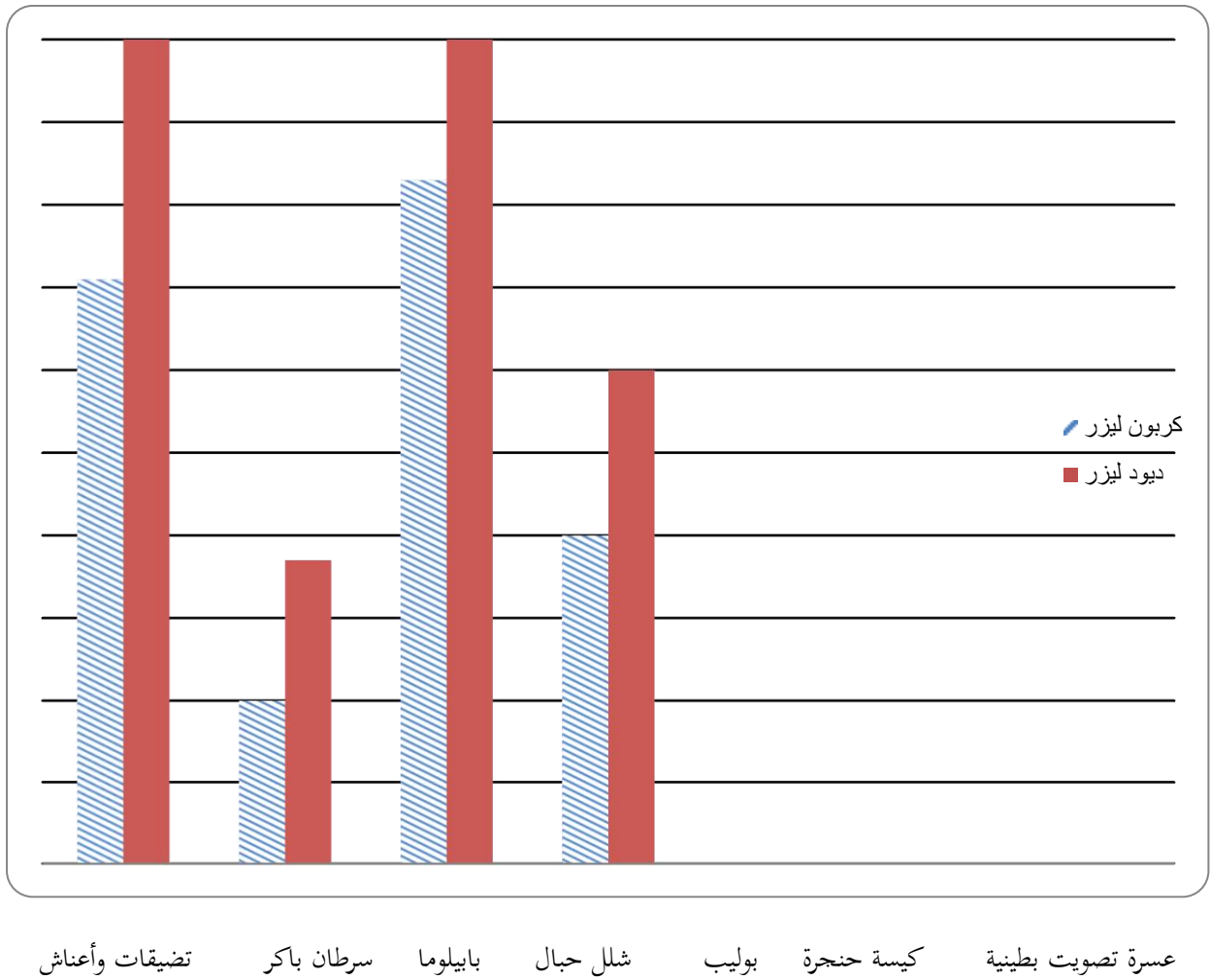
عسرة تصويت بطينية كيسة حنجرة بوليب شلل حبال باييلوما سرطان باكر تضيقات وأعناش

مخطط لحالات النسيج الحبيبي والفرق بين نوعي الليزر وذلك من خلال المتابعة بعد شهرين من الجراحة .



عسرة تصويت بطينية كيسة حنجرة بوليب شلل حبال باييلوما سرطان باكر تضيقات

مخطط لحالات الالتصاقات والفرق بين نوعي الليزر وذلك من خلال المتابعة بعد شهرين من الجراحة .



الدراسة الاحصائية :

بتطبيق اختبار كاي مربع لمعرفة الفرق بين نوعي الليزر (كربون - ديود) وهل له تأثير على حدوث كل من النكس وتشكل النسيج الحبيبي والالتصاقات وذلك بعد شهرين من الجراحة على كل زمرة من الحالات المرضية التي درسناها (إلا بحال سرطان المزمار الباكر حيث تمت مقارنة النكس بعد 6 أشهر من الجراحة) وعلى اعتبار ان الكربون ليزر هو الحالة , فوجدنا ان قيم P كانت

الحالة المرضية	النكس	النسيج الحبيبي	الالتصاقات
تضيقات وأعناش	P= 0,17	P= 0,002	P=0,05
سرطان مزمار	<u>P=0,03</u>	P=0,04	P=0,001
باييلوما	P=0,26	P=0,01	P=0,003
شلل حبال	P=0,78	P=0,03	P=0,04
بوليب	P=0,59	P=0,04	P=0,02
كيسة حنجرة	P=0,33	P=0,02	P=0,005
عسرة تصويت بطينية	P=0,91	P=0,01	P=0,04
محصلة قيم P	P أكبر من 0,05	P أصغر من 0,05	P أصغر من 0,05

من الجدول نجد أن نسبة حدوث النسيج الحبيبي والالتصاقات بعد الجراحة بشهرين كانت أقل باستخدام الكربون ليزر بالمقارنة مع الديود ليزر حيث كانت p أصغر أو تساوي 0,05 كما نلاحظ انه لا تأثير لنوع الليزر المستخدم على نسبة النكس p < 0,05 إلا بحالة سرطان المزمار الباكر حيث وجد أن استخدام ديود ليزر يترافق مع معدل نكس أقل $p = 0,03$ وهذا فرق مهم احصائياً

المنافشة:

- 1- لا تزال نسبة الإصابة بسرطان المزمار وبوليبيد الحنجرة أكثر شيوعاً عند الرجال وربما يعود ذلك لشيوع عادة التدخين لديهم، على عكس شلل الحبال فهو أشيع عند النساء.
- 2- العمر الوسطي للإصابة ببعض أمراض الحنجرة يختلف حسب كل مرض حيث أن كل فئة عمرية تتميز بشيوع نمط معين من أمراض الحنجرة على سبيل المثال: بابيلوما الحنجرة والأعناش أكثر ما تحدث عند الأطفال بعمر أقل من 10 سنوات، أما شلل الحبال فهو أشيع بعمر 30-60 سنة، وسرطان المزمار بعمر أكبر من 60 سنة.
- 3- أغلب المرضى من محافظة دمشق وريفها وذلك بسبب القرب من مشفى المواساة الجامعي.
- 4- بحة الصوت عرض ثابت في أمراض الحنجرة وهي عادة العرض الذي يدعو المريض لمراجعة الطبيب ويمكن أن تترافق بأعراض أخرى، ويبدو من خلال دراستنا أن تغير لحن الصوت أشيع من بحة الصوت بحذاتها، وكذلك الشعور بجسم بالحلق قد يكون العرض الكاشف للعديد من آفات الحنجرة.
- 5- التدخين والكحول وسوء استعمال الصوت من أشيع عوامل الخطورة المرافقة لآفات الحنجرة.
- 6- استخدام ديود ليزر في الشعبة الأذنية بمشفى المواساة في تدبير آفات الحنجرة أشيع من استخدام كربون ليزر (على عكس ما يحدث عالمياً)
- 7- تبقى الأعناش وتضيقات الحنجرة هي الاستطبابات الأشيع لاستخدام كلا نوعي الليزر وتأتي البابيلوما بالمرتبة الثانية بالنسبة لكربون ليزر وسرطان المزمار الباكر بالنسبة لديود ليزر.
- 8- في جميع جراحات الحنجرة بمساعدة الليزر يبدو ديود ليزر أكثر استهلاكاً للوقت من كربون ليزر.
- 9- هناك ميل أكبر لحدوث نزف خلال العمل الجراحي باستخدام ديود ليزر خاصة بحالات شلل الحبال والتضيقات وهناك احتمال لحدوث نزف غزير في هذه الحالة من الشريان الطرجهالي الخلفي.
- 10- لا يبدو أن نوع الليزر المستخدم تأثير على نسبة نكس الآفة بحذاتها باستثناء حالات سرطان المزمار حيث يمكن أن يؤدي استخدام ديود ليزر لتقليل نسبة النكس (وهذا متفق مع دراسة عالمية حديثة) بالمقابل تشكل الالتصاقات كاختلاط لجراحة الليزر يمكن أن يؤدي لحدوث مشكلة جديدة عند المريض.
- 11- يترافق استخدام ليزر ديود بنسبة أكبر من حدوث نسيج حبيبي وتشكل التصاقات بعد العمل الجراحي.

المقارنة مع الدراسات العالمية

1-دراسة في مشقى دولو في ايطاليا عام 2008:

Diode laser microsurgery for treatment of Tis and T1 glottic carcinomas.

2008 Mar-Apr;29(2):101-5. doi: 10.1016/j.amjoto.2007.03.004.

Otorhinolaryngology Department, ULSS 13-Hospital of Dolo, Dolo (Venice),
Italy. emafferri@libero.it

Diode laser microsurgery is an oncologically safe, function-preserving modality for the treatment of Tis and T1 glottic carcinomas. This surgical technique provides excellent local control of disease and laryngeal preservation.

أجريت هذه الدراسة على 45 مريض لديهم سرطان مزمار بالمكان أو ت1 وعولجو بديود ليزر بطول موجة 810 نانومتر و طاقة 60 واط

النتيجة:ديود ليزر طريقة آمنة ووسيلة محافظة وظيفياً لعلاج سرطان المزمار الباكر وهذا التكنيك يقدم وسيلة جراحية ممتازة لضبط الورم والحفاظ على الحنجرة(وهذا يتفق مع نتائج دراستنا).

2-دراسة في تركيا 2013:

Ankara Oncology Education and Research Hospital, Clinic of Otolaryngology,
Ankara, Turkey.

Conclusion Our study of microscopic diode laser resection of Tis, T1, and T2 glottic tumors showed similar oncologic results to previous reports about CO2 lasersurgery. In anterior commissure tumors, both techniques had high complication and recurrence rates.

النتيجة:نتائج استئصال اورام المزمار الباكرة باستخدام ديود ليزر مماثلة ورمياً لنتائج استئصالهم بمساعدة كربون ليزر

3-دراسة في بريطانيا عام 2010:

Department of Otorhinolaryngology, Head and Neck Surgery, Queen Alexandra
Hospital, Cosham, Portsmouth, Hampshire, PO6 3LY, UK.
marcelgeyer@googlemail.com

Carbon dioxide laser-assisted phonosurgery for benign glottic lesions

The objectives of the study were (1) to evaluate glottic function following carbon dioxide laser-assisted phonosurgery of benign laryngeal disease, and (2) to assess postoperative glottic morphology and disease recurrence rates, using the study design of comparative prospective non-randomized case series of patients with benign glottic pathology treated by laser-assisted phonosurgery over 10 years. 235 consecutive patients had pre- and postoperative data collected by objective laryngeal examination, videostroboscopy recording of vocal fold mucosal wave movement, electroacoustic voice analysis (statistical analysis: Wilcoxon test) and perceptual voice evaluation. Comparing pre- and postoperative functional results demonstrated a statistically significant improvement in all spectrographically analysed objective voice parameters ($P < 0.001$). Postoperative morphological analysis confirmed three recurrences of granuloma and one of Reinke's oedema. Carbon dioxide laser-assisted voice restoration for benign glottic disease is effective.

النتيجة:ليزر ثاني اكسيد الكربون أداة فعالة في تدبير آفات المزمار السليمة ويعطي نتائج صوتية أفضل ونكس أقل(وهذا يتوافق مع نتائج دراستنا).

4-دراسة في ألمانيا 2008:

Abteilung für Hals-, Nasen- und Ohrenheilkunde, Klinikum Dachau, Dachau, Germany. Michaela.Andratschke@amperkliniken.de

The therapy of choice is complete surgical excision. Regarding laryngeal papillomatosis, laser vaporisation or excision using the CO₂ laser is recommended. Because retreatments using conventional modalities are frequently necessary, especially in the case of laryngeal papillomatosis, adjuvant therapies are applied with the aim of reducing the recurrence rate and prolonging the interval between treatments

الخلاصة:الاستئصال أو التبخير بليزر الكربون منصح به في داء الأورام الحليمية

التوصيات:

- 1- ضرورة الفحص السريري الكامل وأخذ قصة مفصلة قبل قبول اي مريض ومن ثم إعادة فحص المريض قبل العمل الجراحي أيضاً وذلك بهدف الوصول لتشخيص دقيق لنوع الآفة مما يقود لتخطيط مسبق لنوع العمل الجراحي المزمع إجراؤه وكذلك نوع الليزر الأفضل.
- 2- ضرورة استخدام المجهر في كل جراحات الحنجرة بمساعدة الليزر لأنه يؤمن ساحة رؤية ممتازة ويساعد بالحفاظ على البنى الهامة مع التأكيد هنا على أهمية الكشف المثالي للطبقات الصوتية والملتقى الأمامي قبل البدء بالعملية وتثبيت منظار الحنجرة بطريقة تسمح برؤية كامل البنى المرضية والسليمة بوضوح.
- 3- لا بد من التأكيد على عدم لمس أو منابذة الحافة الحرة للحبل الحقيقي إلا عند الضرورة القصوى.
- 4- نؤكد على ضرورة استخدام الليزر بالأيدي الخبيرة فقط ويجب أن تكون حركات حزمة الليزر لطيفة وناعمة.
- 5- من الضروري حماية الحيز تحت المزمار بشاشة مبللة طيلة العملية.
- 6- دوماً يجب إزالة النسيج المحروقة بدكة رطبة ونؤكد على ضرورة عدم تطبيق الليزر على نسيج محروق.
- 7- دوماً كربون ليزر مفضل على ديود ليزر كونه أقل استهلاكاً للوقت وأقل ترافقاً بالنزف خلال العملية وكذلك أقل احداثاً للاختلاطات بعد العملية كالنسيج الحبيبي والالتصاقات.
- 8- يجب الابتعاد قدر الامكان عن استخدام ديود ليزر بحالات بايبلوما الحنجرة وشلل الحبال نظراً لما يسببه من أذية حرورية كبيرة والتي غالباً ما تختلط بالتصاقات وتضيقات لاحقاً.
- 9- يمكن استخدام ديود ليزر أو كربون ليزر على حد سواء بحالات تدبير سرطان المزمار الباكر تنظيراً بمساعدة الليزر.
- 10- ضرورة متابعة المرضى بشكل جيد بعد العمل الجراحي لنفي حدوث أي اختلاطات كالنسيج الحبيبي او الالتصاقات وتديرها إن حدثت.
- 11- ضرورة انشاء وحدة مختصة بالليزر في الشعبة الأذنية مع تأمين الاجهزة اللازمة وتأهيل الكوادر الضرورية نظراً لأهمية الليزر كأداة جراحية أساسية في جراحة الحنجرة.

المراجع

- 1-Jako GJ, Strong MS. Laser surgery in the larynx: early clinical experience with continuous CO2 laser. *Ann Otol Rhinol Laryngol.* 1972;81:791–798
- 2-Kuriloff DB. Laser safety in office-based ambulatory surgery. In: Yosef P, Krespi, eds. *Office-Based Surgery of the Head and Neck.* New York: Lippincott-Raven; 1998:3–13
- 3-Parkin JL. Lasers in otolaryngology. *Otolaryngol Clin NA* 1990; 23:1–169
- 4-Shapiro J, Zeitels SM, Fried MP. Laser surgery for larynx cancer. *Operative Tech Otolaryngol Head Neck Surg* 1992;3:84–92
- 5-Laitman JT, Crelin ES. Developmental change in the upper respiratory system of human infants. *Perinatal Neonatol* 1980;4:15–22
- 6-Laitman JT, Reidenberg JS. Specializations of the human upper respiratory and upper digestive systems as seen through comparative and developmental anatomy. *Dysphagia* 1993;8:318–325
- 7-Laitman JT, Reidenberg JS. Comparative and developmental anatomy of laryngeal position. In: Bailey BJ, ed. *Head and Neck Surgery—Otolaryngology.* Vol 1. 2nd ed. Philadelphia: JB Lippincott; 1998:45–52
- 9-Laitman JT, Reidenberg JS. The human aerodigestive tract and gastroesophageal reflux: an evolutionary perspective. *Am J Med* 1998;103:3–11
- 10-Sasaki CT, Levine PA, Laitman JT, Crelin ES. Postnatal descent of the epiglottis in man: a preliminary report. *Arch Otolaryngol* 1977;103:169–171
- 11-Alipour F, Scherer RC, Finnegan E. Pressure-flow relationships during phonation as a function of adduction. *J Voice* 1997;11 (2):187–194
- 12-Baer T, Sasaki C, Harris KS. *Laryngeal Function in Phonation and Respiration.* San Diego: College-Hill Press; 1987
- 13-Baken RJ. *Clinical Measurement of Speech and Voice.* Boston: College-Hill Press/Little, Brown; 1987
- 14-Bless DM, Abbs JH. *Vocal Fold Physiology, Contemporary Research and Clinical Issues.* Boston: College-Hill Press; 1983
- 15-Gray SD, Pignatari SS, Harding P. Morphologic ultrastructure of anchoring

- fibers in normal vocal fold basement zone. *Journal of Voice* 1994; 8, 48–52
- 16-Hirano M. Clinical examination of voice. In: Arnold GE, Winkel F, Wyke BD, eds. *Disorder of Human Communication*, vol. 5. Wien and New York: Springer-Verlag; 1981
- 17-Jako GJ (1972): Laser surgery of the vocal cords. *Laryngoscope* 82:2204-2216
- 18-Maiman TH (1960): Stimulated optical radiation in rub. *Nature* 87:493
- 19-Patel CKN, Tien PK, McFee JH (1965): CW high power CO₂-N₂-He laser. *Appl Phys Lett* 7:290-292.
- 20-Smith JP, Moss CE, Bryant CJ, Fleeger AK (1989): Evaluation of a smoke evacuator used for laser surgery. *Lasers Surg Med* 9:276-281
- 21-Smith JP, Topmiller JL, Shulman S (1990): Factors affecting emission collection by surgical smoke evacuators. *Lasers Surg Med* 10:224-233
- 22-Snow JC, Norton ML, Salvja TS, Estanislao AE (1976): Fire hazard during CO₂ laser microsurgery on the larynx and the trachea. *Anesth Analg* 55:146-147
- 23-Sosis MB, Heller RN (1988a): A comparison of special endotracheal tubes for use with the CO₂ laser. *Anesthesiology* 69:251
- 24-Sosis MB, Heller RN (1988b): An evaluation of five metallic tapes for protection of endotracheal tubes during CO₂ laser surgery. *Anesthesiology* 69:252
- 25-Sosis MB, Dillon F (1990): What is the safest foil tape for endotracheal tube protection during Nd-YAG laser surgery? A comparative study. *Anesthesiology* 72:553-555
- 26-Sosis MB (1995): Saline soaked pledgets prevent carbon dioxide laser-induced endotracheal tube cuff ignition. *J Clin Anesth* 7:395-397
- 27-Sosis MB, Braverman B, Caldarelli DD (1996): Evaluation of a new laser-resistant fabric and copper foil-wrapped endotracheal tube. *Laryngoscope* 106:842-844
- 28-Strong MS, Vaughan CW, Polanyi T, Wallace R (1974): Bronchoscopic carbon dioxide laser surgery. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 83:769-776
- 29-Taravella MJ, Weinberg A, May M, Stepp P (1999): Live virus survives excimer laser ablation. *Ophthalmology* 106:1498-1499

- 30-Teichman JM, Vassar GJ, Yates JT, Angle BN, Johnson AJ, Dirks MS, Thompson IM (1999): Color vision deficits and laser eyewear protection for soft tissue laser applications. *J Urol* 161:874-880
- 31-Tomita Y, Mihashi S, Nagata K, Ueda S, Fujiki M, Hirano M, Hirohata T (1981): Mutagenicity of smoke condensates induced by CO₂-laser irradiation and electrocauterization. *Mutat Res* 89:145-149
- 32-Wenig BL, Stenson KM, Wenig BM, Tracey D (1993): Effects of plume produced by the Nd:YAG laser and electrocautery on the respiratory system. *Lasers Surg Med* 13:242-245
- 33-Baur DA, Butler RC (1999): Electrocautery-ignited endotracheal tube fire: case report. *Br J Oral Maxillofac Surg* 37:142-143
- 34-Cohen SR, Herbert WI, Thompson JW (1988): Anesthesia management of microlaryngeal laser surgery in children: apneic technique anesthesia. *Laryngoscope* 98:347-348
- 35-Fong EP, Tan WTL, Chye LT (2000): Diathermy and alcohol skin preparations: a potential disastrous mix. *Burns* 26:673-675
- 36-Fried MP, Mallampati SR, Liu FC, Kaplan S, Caminear DS, Samonte BR (1991): Laser resistant stainless steel endotracheal tube: experimental and clinical evaluation. *Lasers Surg Med* 11:301-306
- 37-Remacle M, Lawson G, Watelet JB (1999): CO₂-laser microsurgery of benign vocal fold lesions: indications, techniques and results of 251 patients. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 108:156-164
- 38-Remacle M, Lawson G, Degols JC, Evrard I, Jamart J (2000): Microsurgery of sulcus vergeture with carbon dioxide laser and injectable collagen. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 109:141-148
- 39-Rogerson AR, Clark KF, Bandi SR, Bane B (1996): Voice and healing after vocal cord epithelium removal by CO₂ laser vs microlaryngeal stripping. *Otolaryngol Head Neck* 115:352-359
- 40-Beste DJ, Toohill RJ (1991): Microtrapdoor flap repair of laryngeal and tracheal stenosis. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 100:420-423
- 41-Bodart E, Remacle M, Lawson G, Mayne A, Vandenbossche

- P (1998): Idiopathic subglottic stenosis in a nine-year-old boy: diagnosis and management. *Pediatr Pulmonol* 25:136-138
- 42-Bouchayer M, Cornut G, Loire R, Roch JB, Witzig E, Bastian RW (1985): Epidermoid cysts, sulci and mucosal bridges of the true vocal cord: a report of 157 cases. *Laryngoscope* 95:1087-1094
- 43-Bouchayer M, Cornut G (1992): Microsurgical treatment of benign vocal cord lesions: indications, technique, results. *Fol Phoniatr (Basel)* 44:155-184
- 44-Bower CM, Choi SS, Cotton RT (1994): Arytenoidectomy in children. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 103:271-278
- 45-Brichet A, Verkindre C, Dupont J, Carlier ML, Darras J, Wurtz A et al (1999): Multidisciplinary approach to management of postintubation tracheal stenoses. *Eur Respir J* 13:888-893
- 46-Bryant GL Jr, Lano CF Jr, Reinisch L, Ossoff RH, Werkhaven J (1998): Ablation of teflon granuloma with the free-electron laser emitting in the eight- to nine-micron range. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 107:269-274
- 47-Cabanes J, De Corbiere S, Naudo P, Salf E, Frèche C, Chabolle F (1995): Laser CO2 arytenoidectomy by endoscopic approach in bilateral laryngeal paralysis: apropos of 45 cases. *Ann Otolaryngol Chir Cervicofac* 112:58-62
- 48-Casiano RR, Lundy DS (1998): Outpatient transoral laser vaporization of anterior glottic webs and keel placement: risks of airway compromise. *J Voice* 12:536-539
- 49-Choa DI, Smith MC, Evans JN, Bailey CM (1986): Subglottic haemangioma in children. *J Laryngol Otol* 100:447-454
- 50-Clarke J, Terry RM, Lacey CJ (1991): A study to estimate the prevalence of upper respiratory tract papillomatosis in patients with genital warts. *Int J STD AIDS* 2:114-115
- 51-Cohen SR (1985): Congenital glottic webs in children: a retrospective review of 51 patients. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 121:2-16
- 52-Couraud L, Jougon JB, Velly JF (1995): Surgical treatment of nontumoral stenoses of the upper airway. *Ann Thorac Surg* 60:250-259
- 53-Crockett DM, McCabe BF, Shive CJ (1987): Complications of laser surgery for recurrent respiratory papillomatosis

Ann Otol Rhinol Laryngol 96:639-644

54-Crumley RL (1993): Endoscopic laser medical arytenoidectomy for airway management in bilateral laryngeal paralysis. Ann Otol Rhinol Laryngol 102:81-84

55-Damm M, Eckel HE, Schneider D, Arnold G (1997): CO2 laser surgery for verrucous carcinoma of the larynx. Lasers Surg Med 21:117-123

56-Rosen DC, Sataloff RT (1997): Psychological disorders and the voice. In: Sataloff RT (ed) Professional Voice: Science and Art of Clinical Care, 2nd Edn, pp 305-318. San Diego, CA: Singular Publ

57-Sundberg J (1977): The acoustics of the singing voice. Sci Am 236(3):82-91

58-Sundberg J (1981): The Science of the Singing Voice, pp 1-194. DeKalb, IL: Northern Illinois Univ Press

59-Czigner J, Savay L (1994): Primary CO2 laser chordectomy in vocal cord carcinoma. Laryngorhinootologie 73:432-436

60-Damm M, Sittel C, Streppell M, Eckel HE (2000): Transoral CO2 laser for surgical management of glottic carcinoma in situ. Laryngoscope 110:1215-1221

The End