Syrian Arab Republic
Ministry of Higher Education
Damascus University
Faculty of Medicine

الجمهورية العربية السورية
وزارة التعليم العالي
جامعة دمشق
كلية الطب البشري

دراسة نتائج تدبير الشلل الحنجري ثنائي الجانب

Study of the Results of Bilateral Laryngeal Paralysis Management

بحث علمي أعد لنيل شهادة الماجستير في اختصاص أمراض الأذن والأنف والحنجرة وجراحة الرأس و العنق

إعداد طالبة الدراسات العليا
هناء حافظ

برئاسة وإشراف الأستاذ الدكتور
أحمد مصطفى

قسم أمراض الأذن والأنف والحنجرة والرأس والعنق وجراحتها
مستشفى المواساة الجامعي

2019

شكر وتقدير

أتوجه بالشكر للأساتذة الأفاضل في مشفى المواساة الجامعي وكلية الطب البشري لما قدموه لي من نصح وإرشادات في الدراسة, فلهم مني خالص الشكر والتقدير.

وأخص بالشكر **الأستاذ الدكتور أحمد مصطفى** لقبوله الإشراف على الرسالة.

وكامل الشكر أيضاً لأعضاء لجنة الحكم

الأستاذ الدكتور محمد نبيل دندشلي (عضواً لجنة حكم)

و الأستاذة الدكتورة أريج عساف (عضواً لجنة حكم)

و الأستاذ الدكتور محمد نبوغ العوا (عضواً رديف)

و الأستاذ الدكتور محمود مللي (عضواً رديف)

وأخيراً أتقدم بالشكر والعرفان لكل من ساهم وقدم لي المساعدة والمشورة لإتمام هذه الدراسة فجزاهم الله عني كل الخير.

الباحثة

الفهرس

الدراسة النظرية:

الصفحة

- **التطور الجنيني للحنجرة** 1
- **تشريح الحنجرة** 10
- **فيزيولوجيا الحنجرة** 30
- **شلل الحبال الصوتية ثنائي الجانب:**
  - **الأسباب** 34
  - **التقييم والتشخيص** 36
  - **العلاج الجراحي** 41

الدراسة العملية:

- **تصميم الدراسة** 60
- **مجموعة الدراسة** 60
- **الهدف من الدراسة** 60
- **المواد والطرق: معايير القبول والإقصاء** 60
- **النتائج** 61
- **المناقشة** 70
- **الخلاصة والتوصيات** 72
- **مقارنة مع الدراسات العالمية** 70

التطور الجنيني للحنجرة

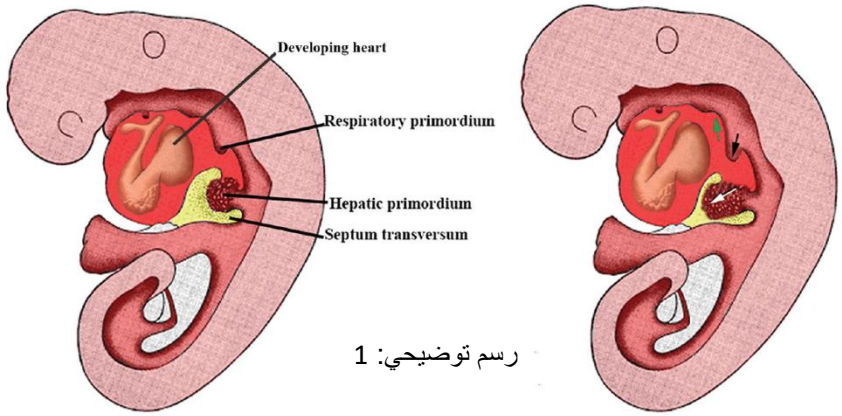
البداءة التنفسية:

- تنشأ البداءة التنفسية بين الأسبوع الثالث والرابع من الحياة الجنينية.

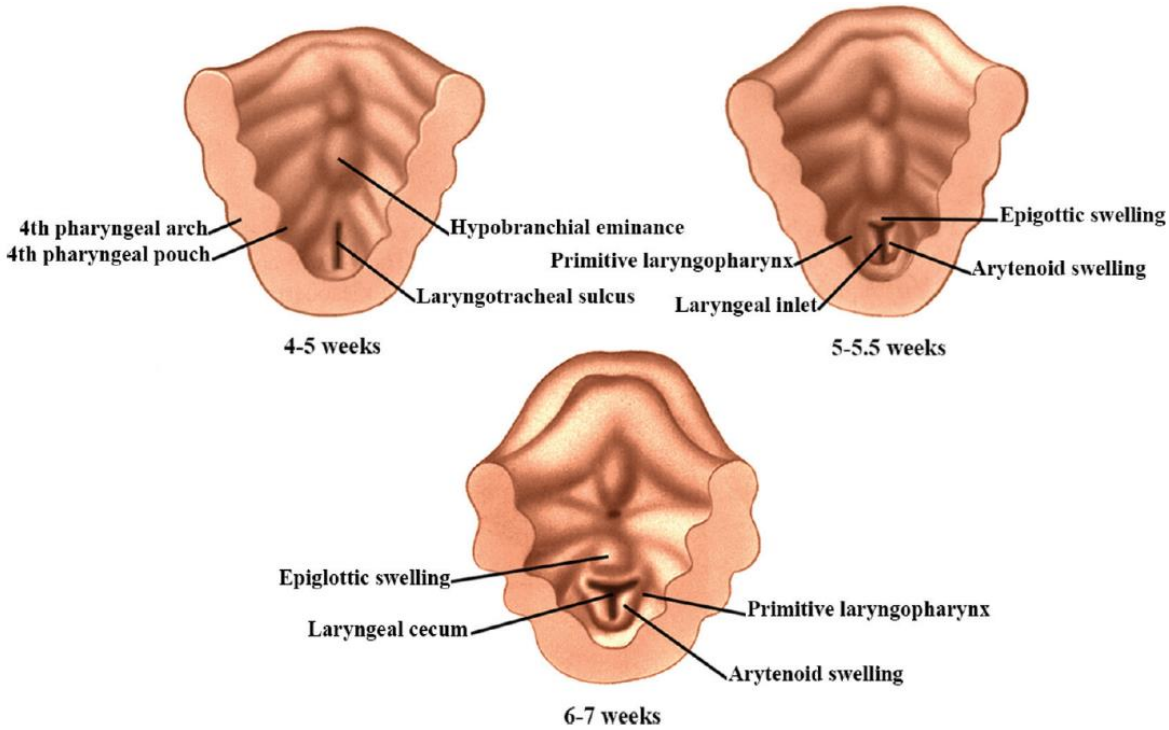
- يعتبر تشكل الثلم الحنجري الرغامي (Laryngotracheal groove) العلامة الأولى لتطور الحنجرة والذي هو عبارة عن ميزابة في الجدار البطني للمعي الأمامي ويكون قريباً من القوس الغلصمية الرابعة. ومع نمو هذا الثلم يتشكل مدخل الحنجرة (Laryngeal inlet) والذي بدوره يتطاول ويتعمق ليشكل في النهاية الرتج الحنجري الرغامي (Laryngotracheal diverticulum). (رسم توضيحي: 2)

الجزء العلوي من الوريقة المتوسطة حول مدخل الحنجرة تهاجر رأسياً إلى مستوى القوس الغلصمية الرابعة لتساهم في تشكيل أجزاء من المعي الخلفي المجاور لتصبح في نهاية المطاف البلعوم الحنجري والحنجرة فوق المزمار.[7]

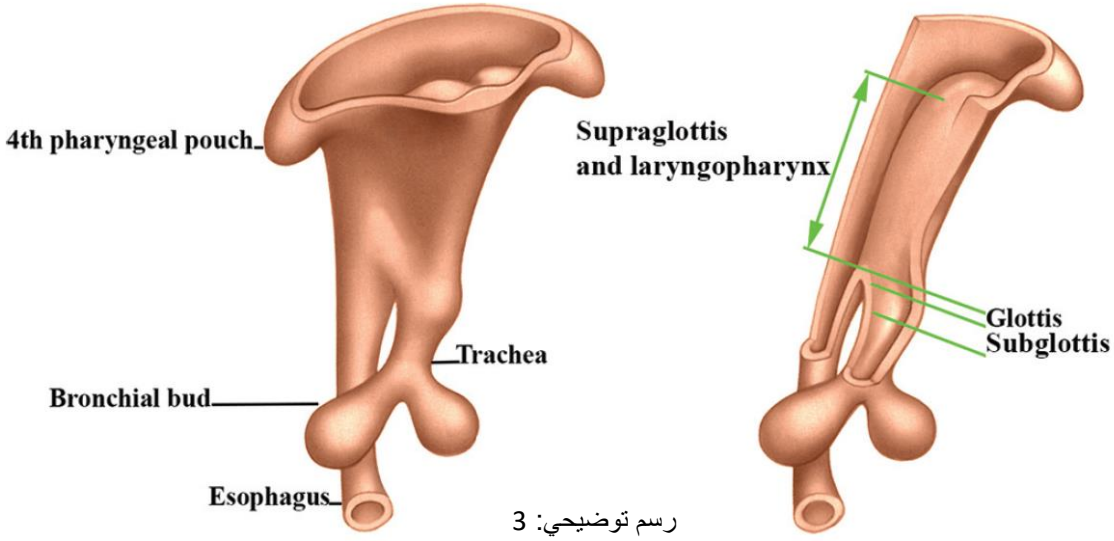
- الجزء من الرتج التنفسي والذي يتوضع مباشرة تحت مدخل الحنجرة سيعطي القسم فوق المزمار للحنجرة بينما الجدار البلعومي لمدخل الحنجرة سيعطي مستقبلا قسم المزمار أو الحبال الصوتية الحقيقية. (رسم توضيحي: 3)



رسم توضيحي: 1

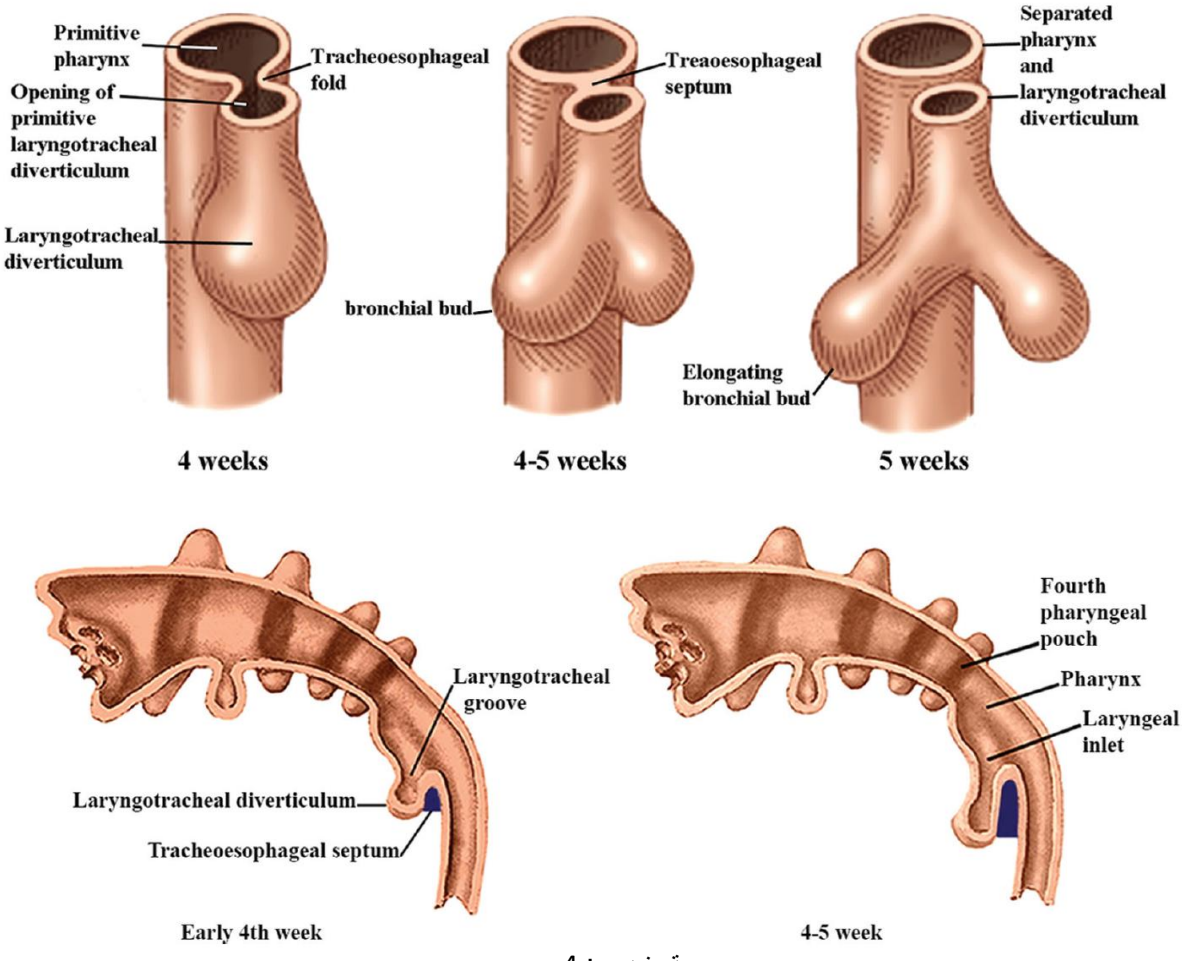


رسم توضيحي: 2



رسم توضيحي: 3

في الأسبوع الرابع من الحياة الجنينية يلاحظ انفصال المري عن البدائة التنفسية عند ظهور انغلافات في الميزانشيم عند الحواف الجانبية الخلفية من البداءة التنفسية العلوية وتدعى هذه الانغلافات الطيات الرغامية المريئية والتي بدورها تكبر وتنمو أنسياً لتتلاقى في الخط الناصف وبذلك تفصل المري عن البداءة التنفسية. هذه الطيات تستمر نزولاً مع تطاول الرتج التنفسي لتلتقي في نهاية المطاف في الخط الناصف لكي تبقي المري والطريق التنفسي منفصلان. (رسم توضيحي: 4)

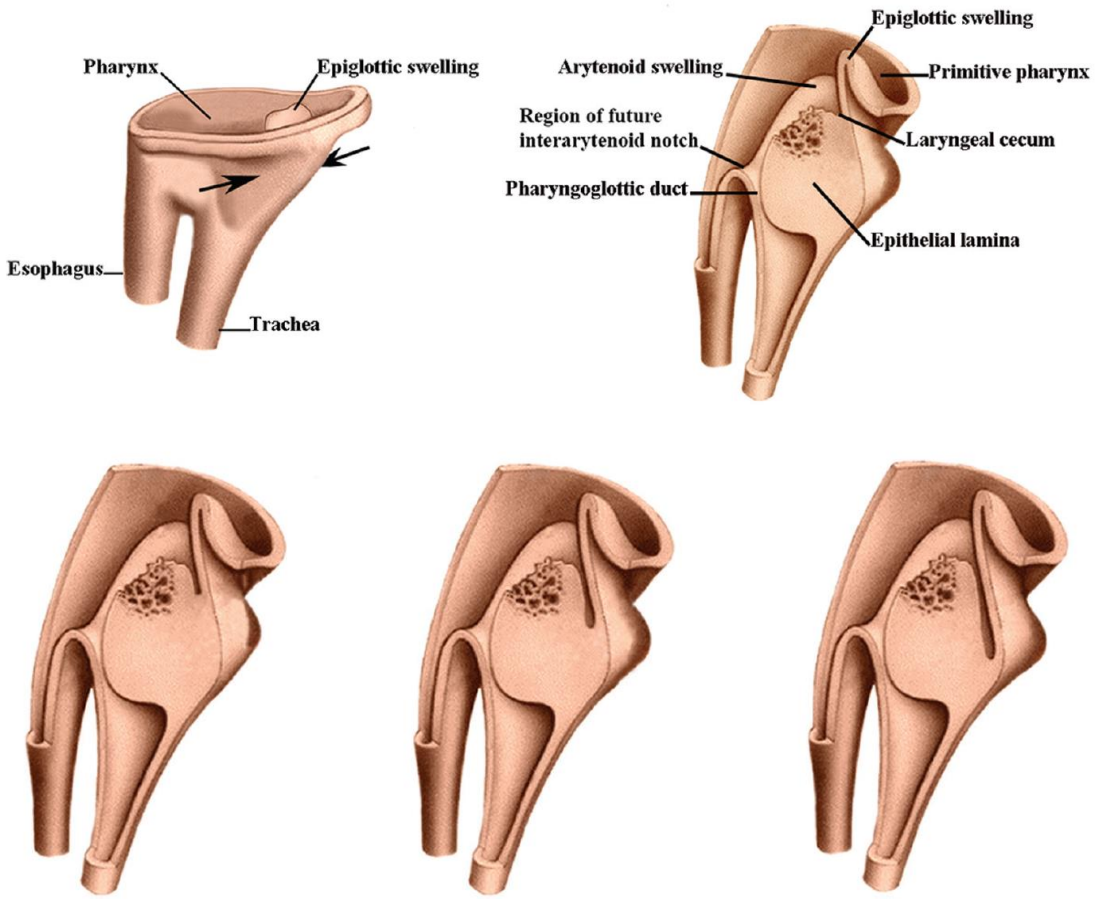


رسم توضيحي: 4

يتغير الشكل السهمي لفتحة مدخل الحنجرة البدئي إلى شكل حرف T عن طريق نمو ثلاث كتل نسيجية حوله: الأولى هي(Epiglottic swelling) البارزة تحت الغلصمية وهي هضبة من الوريقة المتوسطة والتي تعطي لسان المزماروتظهر في الأسبوع الثالث.

أما الكتلتان الثانية والثالثة فهما الكتلتان الطرجهاليتان اللتان تظهران خلال الأسبوع الخامس (رسم توضيحي: 2) حيث أن كل انتفاخ طرجهالي يعطي انتفاخين إضافيين اللذين بدورهما ينضجان ويعطيان الغضروف القريني و الغضروف الاسفيني.

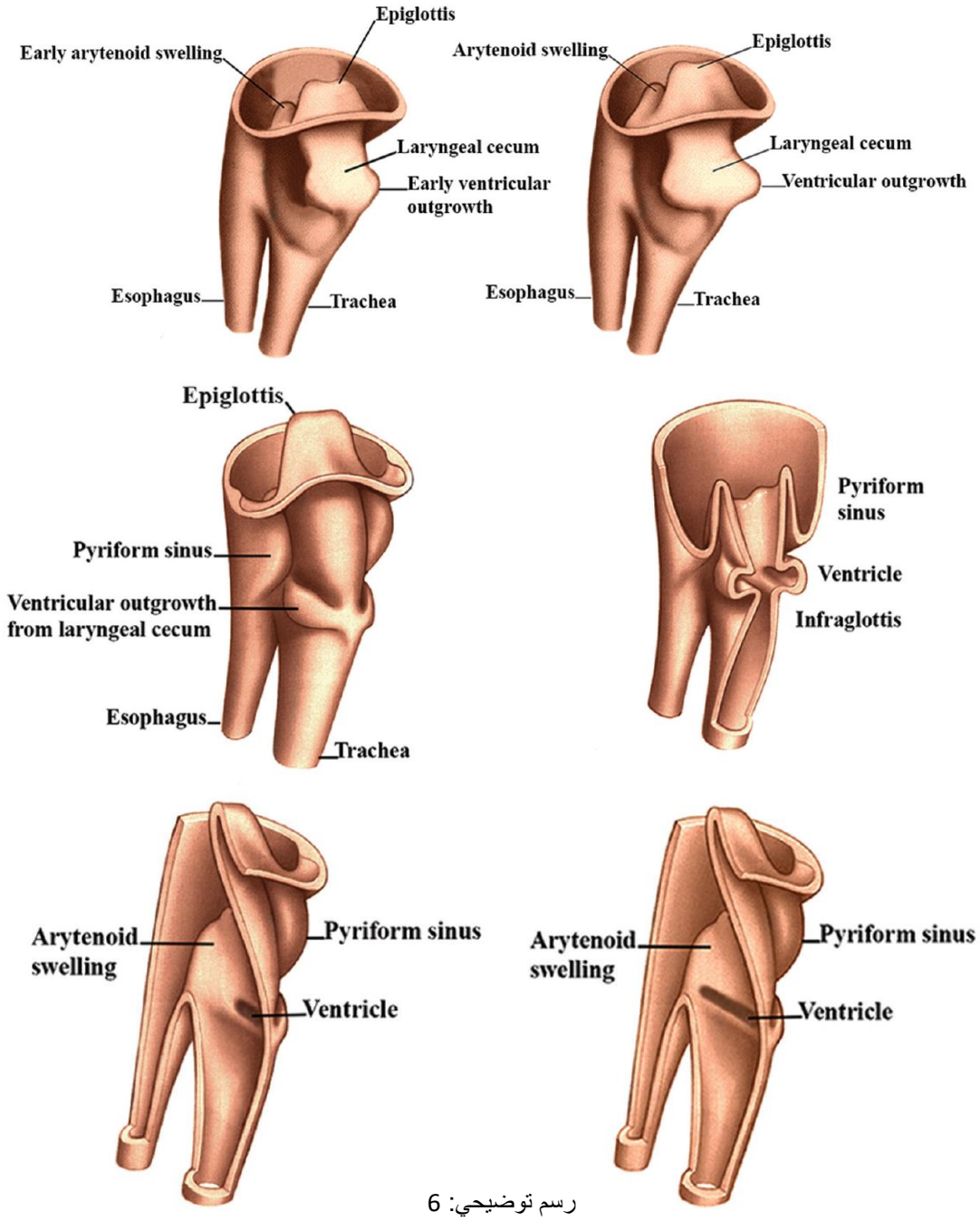
ونتيجة لهذه الكتل الثلاث يتطور مايدعى بالأعور الحنجري (Laryngeal cecum) هذا الأعور السطحي المحاط بالانتفاخات الثلاثة سينمو نزولاً بمحاذاة الحدود الأمامية للصفيحة الظهارية (epithelial lamina). (رسم توضيحي: 5)



رسم توضيحي: 5

الأعور الحنجري سيشكل الجزء الرئيسي من الدهليز الحنجري (laryngeal vestibule) .[7]

خلال الأسبوع السادس والسابع من الحياة الجنينية يظهر البطين الحنجري كامتداد نمو من أسفل الأعور الحنجري وخلال الأسبوع السابع والتاسع ينمو البطين مع نمو الأعور ليصبح في الأسبوع التاسع والحادي عشر البطينين ومافوق المزمار و يأخذان الشكل الأقرب لشكلهم عند البالغين. الحافة العلوية من البطين ستشكل الحبل الكاذب بينما الحافة السفلية للبطين ستشكل الحبل الحقيقي. (رسم توضيحي: 6)

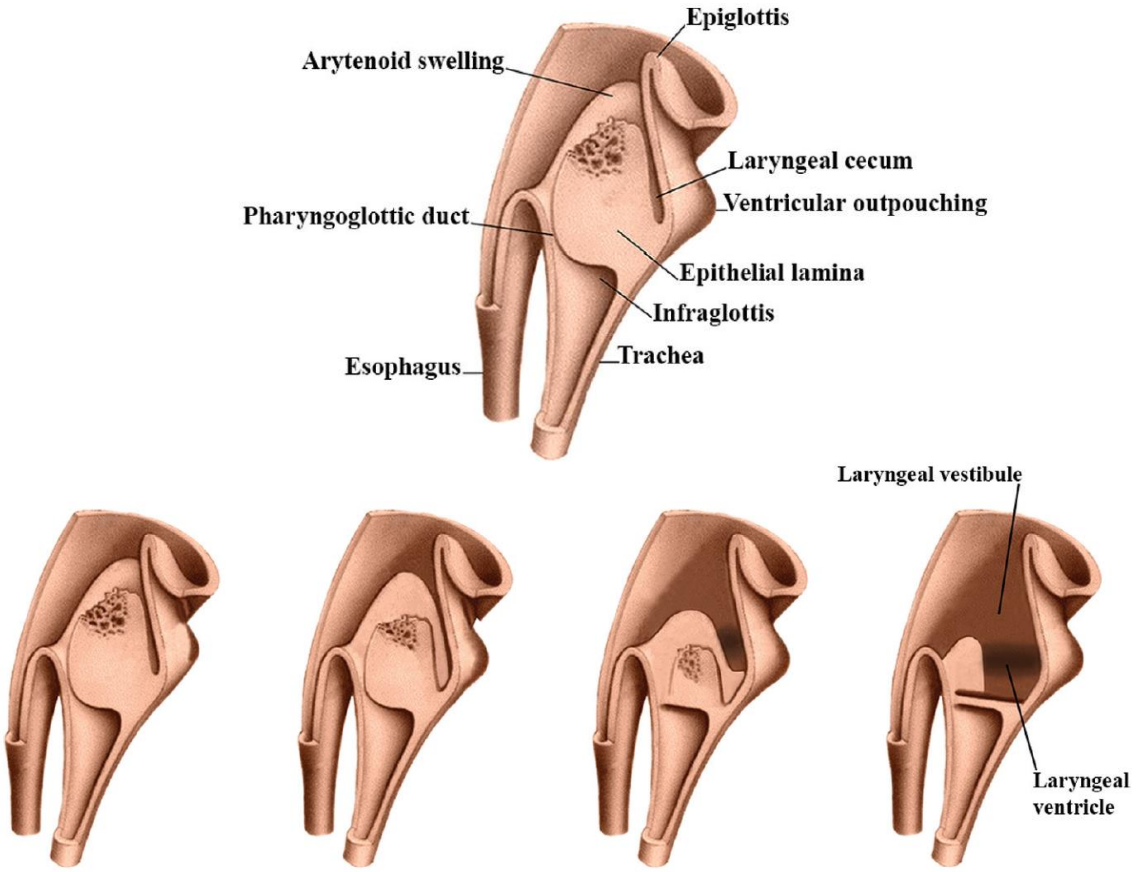


رسم توضيحي: 6

تشكل الدهليز الحنجري:

خلال الأسبوعين الخامس والسابع يكون جوف الحنجرة مغلق وخلال الأسبوع الثامن يعاد تقني اللمعة لتصبح بيضوية الشكل معيدة الاتصال بين الأعور الحنجري و القناة البلعومية المزمارية (pharyngoglottic duct) مكونة دهليز بدئي سطحي والذي بدوره يتسع ويتعمق أكثر مع اضمحلال الصفيحة الظهارية.

إن فشل إعادة التقني ينجم عنه رتق أو تضيق حنجري. (رسم توضيحي: 7) [2]



رسم توضيحي:7

تشكل غضاريف الحنجرة :

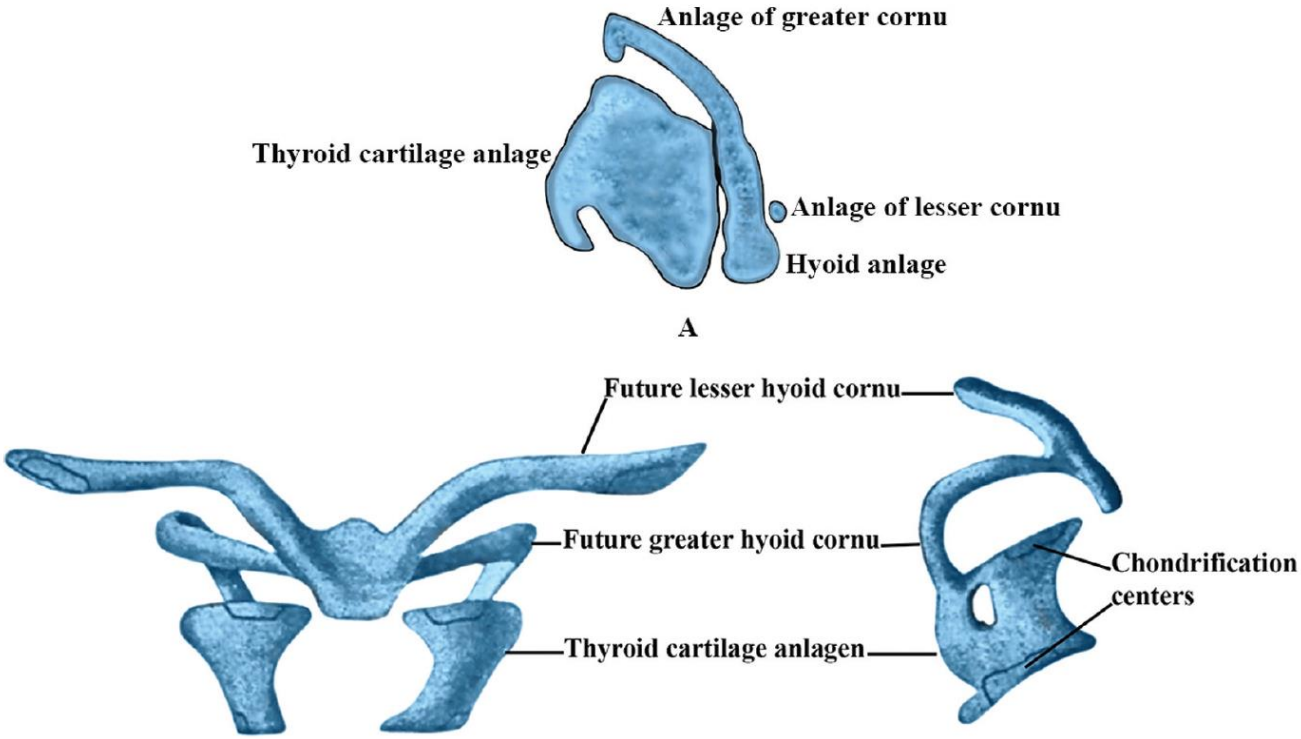
الغضروف الدرقي:

بحلول الأسبوع السادس تبدأ الغضاريف الحنجرية بالتطور.

يتطور الغضروف الدرقي من القوس الرابعة (جدول رقم 1) حيث يتشكل من صفيحتان يلتحمان في الخط المنصف . تكتمل هذه العملية في الأسبوع الجنيني التاسع.

حتى الأسبوع التاسع تكون العلاقة بين العظم اللامي و الغضروف الدرقي مختلفة عما هي عليه عند البالغين حيث أن العظم اللامي يكون تقريبا عمودي ومجاور للحواف الأمامية من الغضروف الدرقي البدئي. ومن ثم يدور العظم اللامي ليتوضع موازي تقريباً للحافة العلوية من البداءة الدرقية (Thyroid anlage)

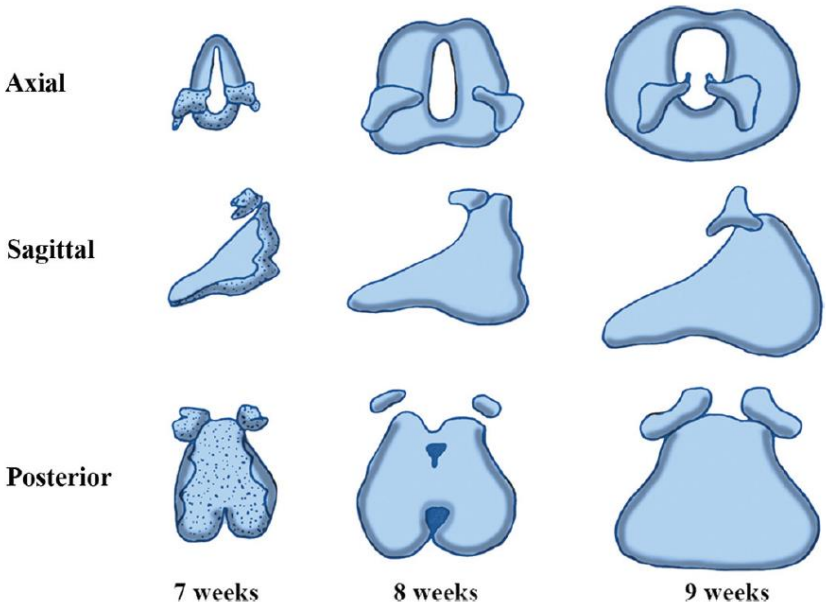
ومع حلول الأسبوع التاسع تكون الحواف العلوية الخلفية من الغضروف الدرقي من كل جانب متصلة بال posterior analage من القرن الكبير للعظم اللامي. هذا الاتصال يتلاشى لاحقا لكي تبقى بقايا تسمى بالغضروف الأثري (Tricial cartilage) تكون موجودة بالرباط الدرقي اللامي (thyrohoid ligament) (رسم توضيحي: 8)



رسم توضيحي:8

الغضروف الحلقي:

يمتلك الغضروف الحلقي مركزين غضروفيين من القوس السادسة (جدول رقم1) واللذين ينموان ويتحدان في الخط المنصف البطني وفي الأسبوع السابع يلتحمان ظهريا (رسم توضيحي: 9)



رسم توضيحي:9

الغضروفان الطرجهاليان:

ينشأان من الانتفاخين الطرجهاليين واللذين يكونان مشتقان من القوس السادس (جدول رقم 1)

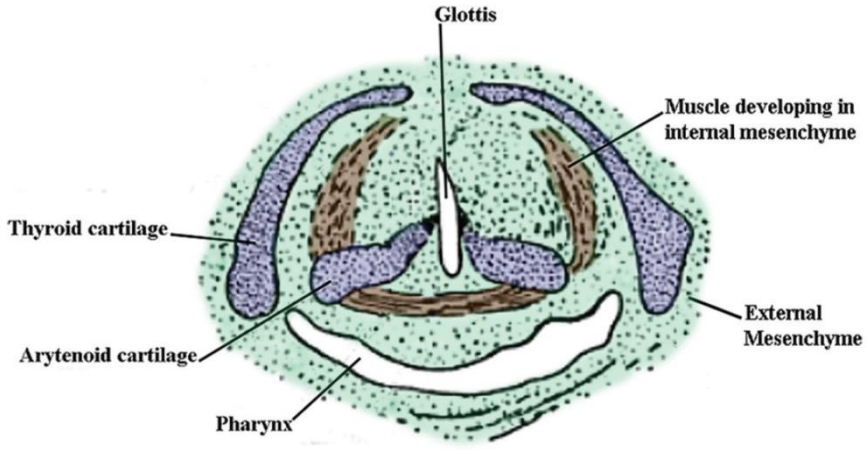
بحلول الأسبوع الثامن يمتلك كل غضروف طرجهالي ناتئ عضلي صغير و ناتئ قمي و ناتئ ميزنشيمي صوتي.

تنفصل الكتلتان الطرجهاليتان بثلمة تدعى الثلمة الطرجهالية والتي تغلق فيما بعد. فشل إغلاق هذه الثلمة يؤدي إلى حدوث شق خلفي في الغضروف الحلقي ويفتح على المري مسببا استنشاق عند الولدان. [2]

منشأ العضلات الحنجرية:

أكثر نظرية لكيفية تشكل العضلات الحنجرية تلقى قبولا واستحسانا بين معظم الباحثين هي نظرية المعصرة (Sphincter) [7]

تنص هذه النظرية على أن الحنجرة تكون محاطة بمنطقتين ميزنشيميتين منذ البداية الأولى لتطورها في المرحلة الجنينية تقسم المنطقتين الى منطقة ميزنشيمية خارجية والأخرى داخلية. المنطقة الخارجية ستعطي العضلات المريئية والمعصرة البلعومية السفلية (inferior pharyngeal constrictor muscles) و العضلات الحلقية الدرقية cricothyroid Muscle و الغضروف الدرقي. بينما المنطقة الميزانشيمية الداخلية ستعطي جميع العضلات والغضاريف الحنجرية المتبقية. (رسم توضيحي: 10)



رسم توضيحي:10 يوضح تطور العضلات الحنجرية
حسب نظرية المعصرة

وبذلك تنشأ جميع عضلات الحنجرة الداخلية باستثناء العضلة الحلقية الدرقية من الوريقة المتوسطة للقوس السادس ويعصبها العصب الحنجري الراجع بينما تنشأ العضلة الحلقية الدرقية من القوس الغلصمية الرابعة ولذلك يعصبها العصب الحنجري العلوي.

تطور الغضاريف	العمر(أسابيع)
لسان المزمار (التبارز الغلصمي السفلي)	الثالث
الدرقي (القوس الرابع) و الغضروف الحلقي (القوس السادس)	الخامس
يبدأ تغضرف الغضاريف	السابع
تطور وتغضرف الطرجهالي والقرني (القوس السادس)	الاثني عشر
تغضرف لسان المزمار	العشرون
تطور الغضروف الاسفيني (القوس السادس)	الثامن والعشرون
تطور العضلات	العمر(أسابيع)
تشكل العضلة المعصرة البلعومية السفلية والحلقية الدرقية	الرابع
تشكل العضلة بين الطرجهالية والحلقية الطرجهارية الخلفية	الخامس
تشكل العضلة الحلقية الطرجهالية الجانبية	السادس

جدول رقم 1 يبين تطور البنى الغضروفية والعضلية للحنجرة مقارنة مع عمر الجنين

تعصيب الحنجرة البدئي:

يتم تشكيل العصب المبهم من خلال اندماج أعصاب القوسين البلعوميتين السادسة والرابعة.

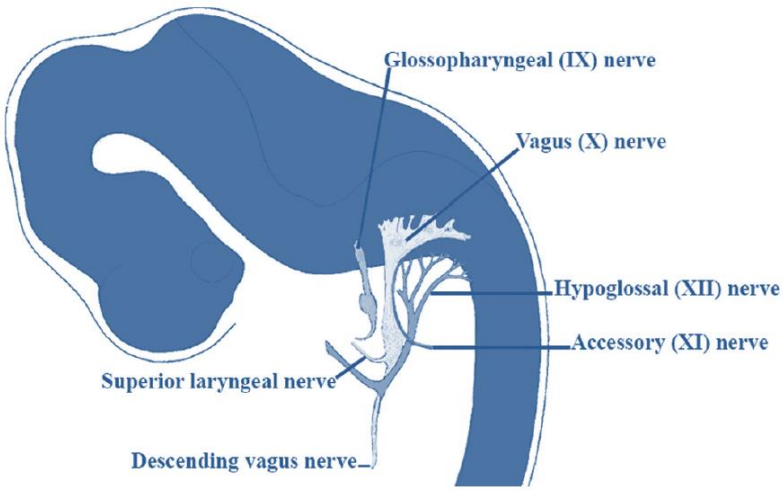
القوس الرابعة ستعطي العصب الحنجري العلوي بينما ستعطي القوس السادسة العصب الحنجري الراجع.

بحلول الأسبوع الرابع من الحياة الجنينية يصبح بالامكان التعرف على العصب المبهم ممتدا تحت قاعدة الجمجة وبنهاية هذا الأسبوع تكون العقدة العقداء(nodose ganglion) تضم العقدة الرقبية (jugular ganglion) من العصب المبهم تحت قاعدة الجمجمة.

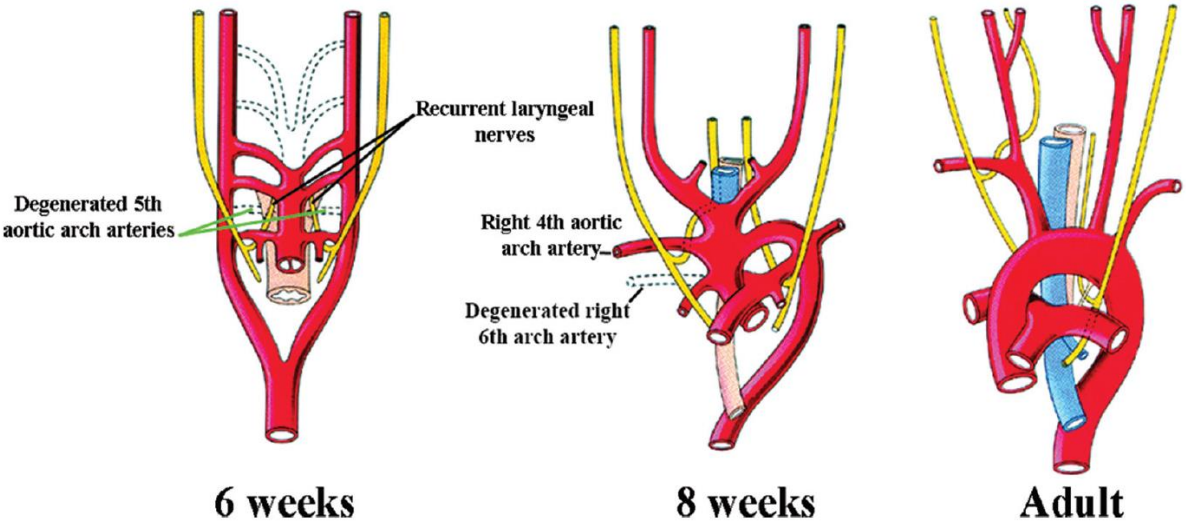
ومع حلول الأسبوع الخامس يكون العصب الحنجري العلوي قد انفصل عن الجذع المبهم الرئيسي (رسم توضيحي: 11) ومن ثم يدخل الحنجرة الجنينية بين العظم اللامي والغضروف الدرقي وبنهاية الأسبوع الخامس يكون العصب المبهم النازل قد وصل إلى مستوى الفقرات الظهرية العلوية.

وعند الأسبوع الجنيني السادس ينفصل العصب الحنجري الراجع عن الجذع المبهم الرئيسي ويمتد تحت أبهر وشرايين القوس السادس. ومع استمرار نزول القلب, يُسحب العصب الحنجري الراجع إلى الأسفل أكثر فأكثر مع أبهر وشرايين القوس السادس قبل أن يبدأ العصب الحنجري الراجع بالصعود إلى مستوى الحنجرة.

بحلول الأسبوع السابع الجنيني يكون القوس السادس اليميني قد تنكس والعصب الحنجري الراجع اليميني يصعد تحت القوس الأبهرية القحفية المتبقية والتي هي شريان القوس الرابعة, الشريان تحت الترقوة اليميني المستقبلي. (رسم توضيحي: 12)



رسم توضيحي:11



رسم توضيحي:12

تكلس هيكل الحنجرة:

العظم اللامي: يتكلس من ست مراكز يبدأ عند الولادة ويكتمل في السنة الثانية

الغضروف الدرقي: يبدأ التكلس في سن العشرين عند الحافة السفلية ويمتد نحو الخلف على الأجنحة وتبقى الحافة العلوية غير متكلسة.

الغضروف الحلقي والطرجهالي: يبدأ بالتكلس بسن 25 -30 سنة.

يطلق على الحنجرة تسمية صندوق الصوت (Voice Box) وهي عضو معقد يتألف من غضاريف بعضها مفرد والبعض الآخر مزدوج تتصل فيما بينها بأربطة وأغشية ومفاصل. يتم تثبيت تلك الغضاريف في مكانها عن طريق مجموعة عضلات داخلية وأخرى خارجية وتتبطن الحنجرة بغشاء مخاطي يتكون من طيات تؤلف الحبال الصوتية الحقيقية والكاذبة.

تتوضع الحنجرة في القسم الأمامي من الرقبة على مستوى الفقرات الرقبية الرابعة والخامسة والسادسة وهي تصل الجزء السفلي من البلعوم (hypopharynx) بالرغامى.

على الرغم من دورها المشهور في التصويت تمتلك الحنجرة دور حيوي رئيسي في حماية الطريق التنفسي من الاستنشاق بالأجسام الأجنبية خاصة أثناء البلع.

غضاريف الحنجرة:

يتكون هيكل الحنجرة من تسع غضاريف أساسية تصنف حسب الجدول التالي:

الغضروف	العدد
الدرقي	مفرد
الحلقي	
لسان المزمار	
الطرجهالي	مزدوج
القريني	
الاسفيني	
القمحي (قد لايكون موجودا)	

جدول رقم 2: غضاريف الحنجرة [3]

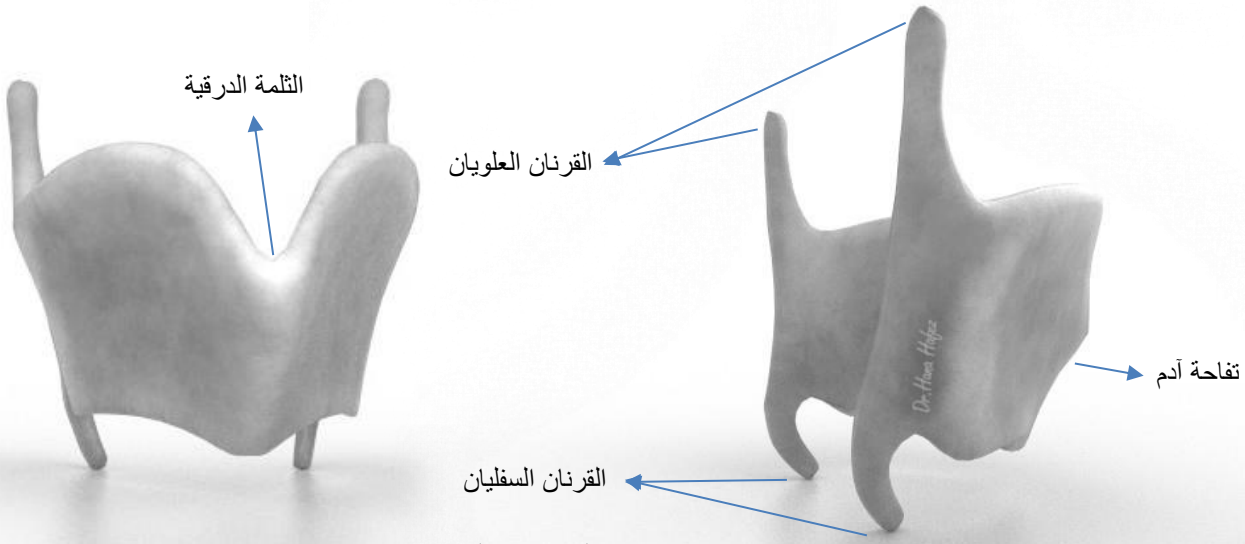
الغضروف الدرقي: (Thyroid cartilage)

وهو أكبر غضاريف الحنجرة وتكون الحافة العلوية منه مقابلة للفقرة الرقبية الرابعة. يحيط هذا الغضروف بالحنجرة من الأمام والجانبين لحمايتها من الرضوض المباشرة وكما تشير التسمية إلى الدروع.

يتكون الغضروف الدرقي من صفيحتين تتحدان من الأمام في الخط المنصف ليشكلا بروزاً يسمى البروز الدرقي (Laryngeal Prominence) يكون هذا البروز أو كما يدعى بتفاحة آدم واضحاً عند الذكورولكنه نادرا مايشاهد عند الإناث. فوق هذا البروز تنفصل الصفيحتان لتشكلا الثلمة الدرقية والتي تكون بشكل حرف (V) وتسمى (superior thyroid notch).

تبرز الحدود الخلفية لكل صفيحة بشكل علوي لتشكل قرنا علويا طوله حوالي 2 سم وتبرز سفليا لتشكل قرن سفلي ويكون أصغر من العلوي. [4]

يتمفصل القرن السفلي مع الغضروف الحلقي عن طريق المفصل الحلقي الدرقي ليشكل هذا التمفصل الاتصال المباشر الوحيد للغضروف الدرقي مع الغضاريف المجاورة. أما الارتباطات الأخرى لهذا الغضروف مع البنى المجاورة فتتم عن طريق العضلات أو الأربطة فقط.



مجسم توضيحي (1): الغضروف الدرقي.
تصميم ودراسة وتنفيذ د.هناء وجدي حافظ

الغضروف الحلقي: (Cricoid cartilage)

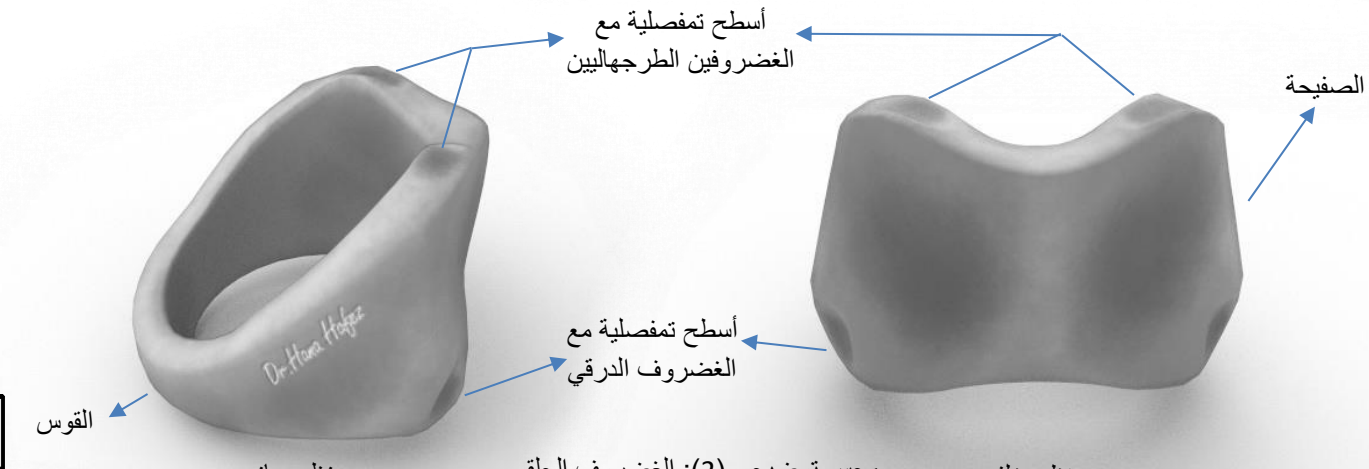
يقع الغضروف الحلقي عند البالغين في مستوى الفقرات الرقبية السادسة والسابعة بينما يكون عند الأطفال في مستوى الفقرتين الثالثة والرابعة.

هو الغضروف الوحيد الذي يشكل حلقة كاملة داعمة. يكون الجزء الخلفي من الحلقة بشكل صفيحة (lamina) بينما يكون الجزء الأمامي متضيق مشكلاً قوس (arch).

وعلى الرغم من أن الغضروف الحلقي أصغر بكثير من الدرقي إلا أنه أثخن وأقوى ويشكل حلقة كاملة لذلك فإن الحفاظ على هذا الغضروف يعتبر أمرا أساسياً من أجل تأمين طريق هوائي محوّط.

على الوجه الخلفي الجانبي لكل جانب من الغضروف الحلقي هناك تمفصل من النوع الزليلي مع كل من القرنين السفليين للغضروف الدرقي. يتيح هذان التمفصلان حدوث حركة التأرجح للغضروف الحلقي على الغضروف الدرقي مع إمكانية الحركة الانزلاقية للأمام والخلف بشكل خفيف.

وعلى الوجه العلوي الخلفي يتمفصل الغضروفان الطرجهاليان عن طريق مفصلين زليليين أيضاً.[4]

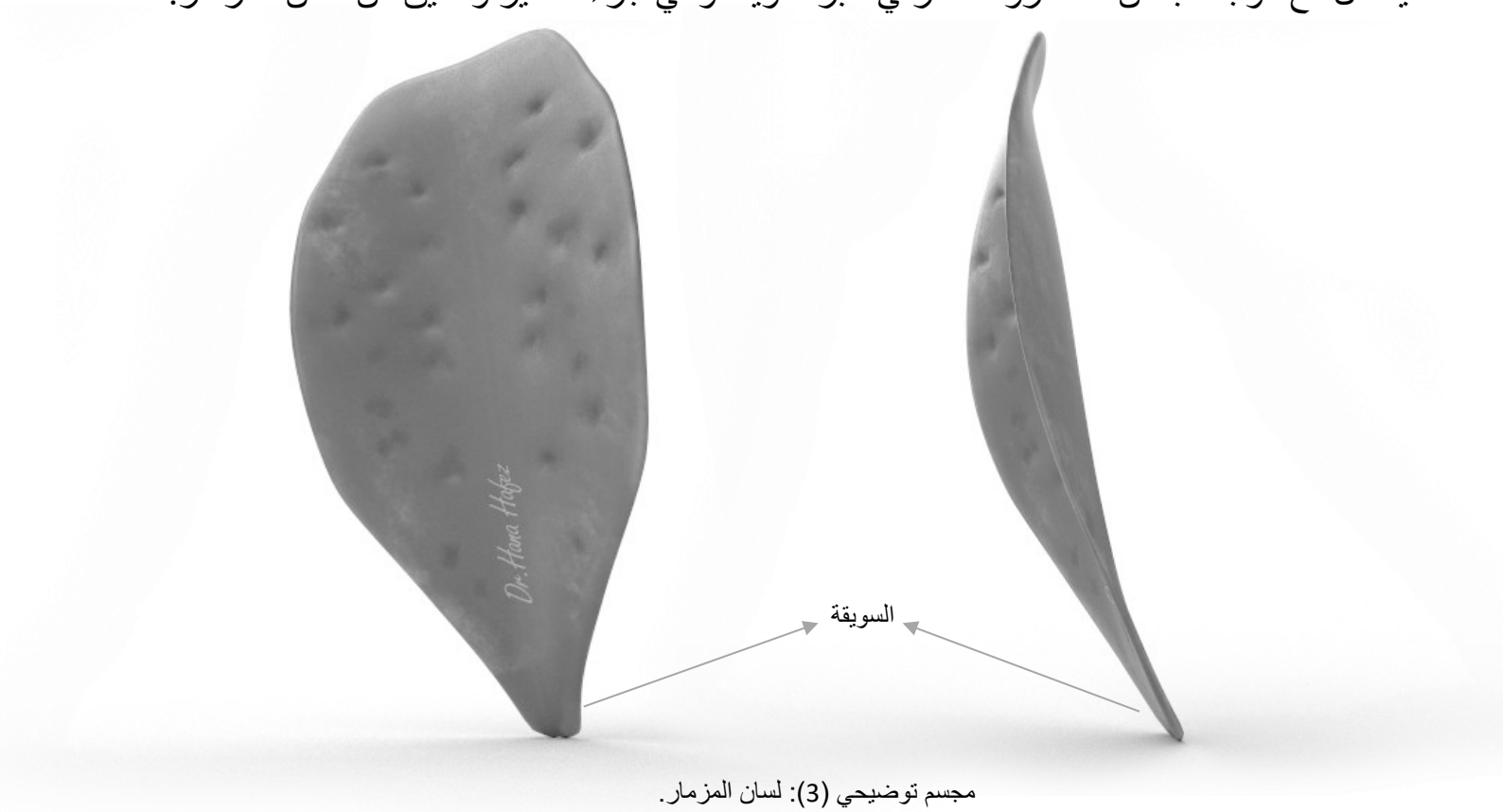


مجسم توضيحي (2): الغضروف الحلقي.
تصميم ودراسة وتنفيذ د.هناء وجدي حافظ

لسان المزمار أو الفلكة:(Epiglottis)

وهو غضروف ليفي مرن يشبه في هيئته القلب أو الورقة النباتية ويكون مغطى بغشاء مخاطي يتوضع خلف قاعدة اللسان والعظم اللامي وأمام مدخل الحنجرة.

يتصل مع الوجه الباطن للغضروف الدرقي عبرالسويقة وهي جزء صغير وضيق من لسان المزمار.



مجسم توضيحي (3): لسان المزمار.
تصميم ودراسة وتنفيذ د.هناء وجدي حافظ

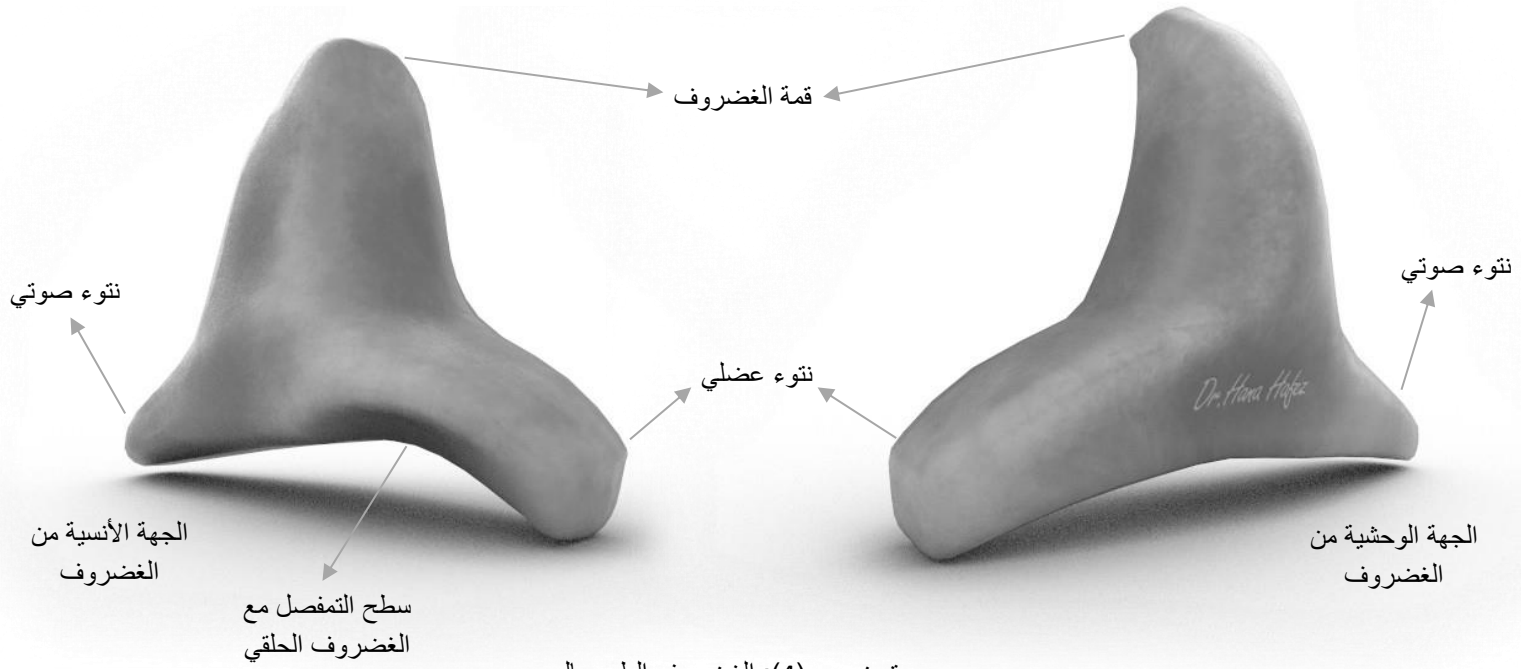
الغضروف الطرجهالي: (Arytenoid cartilage)

يعود أصل تسميته إلى شكله الشبيه بالفنجان وهو غضروف مزدوج هرمي الشكل ذو ثلاث جوانب يتمفصل مع الغضروف الحلقي عند قاعدته ويغلب الهيالين على تركيبه.

كل غضروف لديه قمة علوية يتوضع عليها الغضروف القريني ونتوء صوتي أمامي يتصل من النهاية الخلفية للحبل الصوتي ويختلف عن الجسم الطرجهالي ككل بأنه مؤلف من غضروف مرن ونتوء عضلي كبير باتجاه خلفي جانبي ترتكز عليه العديد من العضلات الحنجرية الداخلية.

تعتبر هذه الغضاريف المسؤولة الرئيسية عن فتح وإغلاق المزمار.[4]

يمَكن الشكل المقعر لقاعدة الغضروف الطرجهالي من تحرك الطرجهال حركة انزلاقية أو تأرجحية أي أن الحركة لا تقتصر فقط على الحركة الدورانية علماً أن حركة التأرجح تكون ذات أهمية أكثر من الدورانية.



مجسم توضيحي (4): الغضروف الطرجهالي.
تصميم ودراسة وتنفيذ د.هناء وجدي حافظ

الغضروف القريني: (Corniculate cartilage)

يسمى غضروف سانتوريني ويتوضع على ذروة الغضروف الطرجهالي ويساهم في إطالة الطرجهالي إلى الأعلى والخلف ويقع ضمن الطية الطرجهالية لسان المزمارية في كلتا الجانبين ويعطي للطية صلابة أكثر.

الغضروف الاسفيني: (Cuneiform cartilage)

غضروف مزدوج يظهر كعقدة صغيرة ليفية تتوضع ضمن الطية الطرجهالية لسان المزمارية في كل جانب ولاتكون مرتبطة مباشرة بأية غضاريف أخرى.

الغضروف القمحي: (Triticeal cartilage)

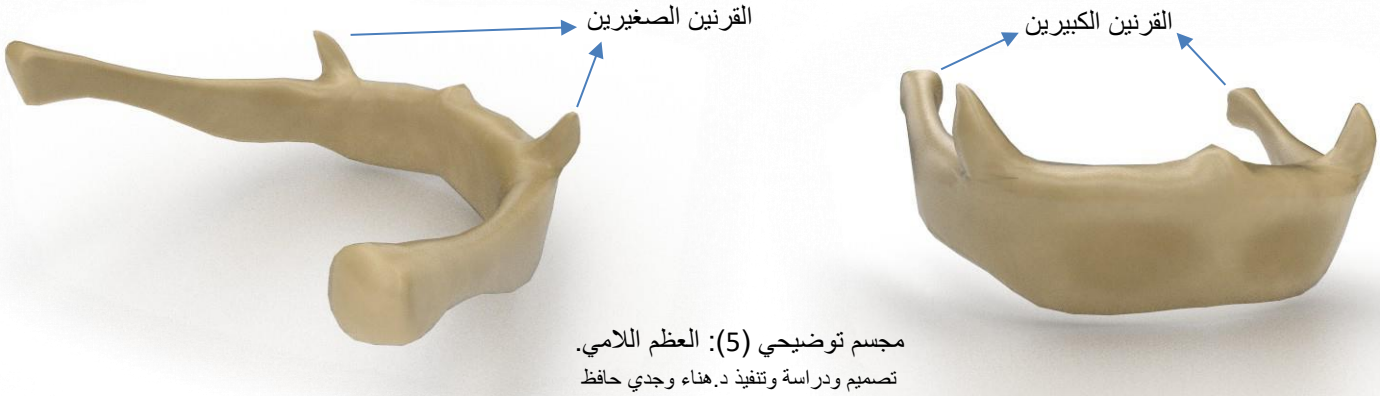
غضروف مزدوج مرن صغير يقع ضمن الرباط الدرقي اللامي من كل جانب وقد لايكون موجود في بعض الأحيان ويؤدي تكلس هذا الغضروف إلى الالتباس أحياناً مع الأجسام الأجنبية عند إجراء صورة بسيطة للنسج الرخوة.

العظم اللامي: (Hyoid Bone)

لا يعتبر العظم اللامي عادة كجزء من الحنجرة ولكن بسبب أهميته كنقطة ارتكاز هامة لعضلات الحنجرة الخارجية يكون مهماً سريرياً.

يتكون العظم اللامي من جسم مركزي وقرنين كبيرين وقرنين صغيرين وإن ارتباطات العظم اللامي بالفك السفلي و الحنجرة عن طريق الرباط الإبري اللامي والعضلات ذات البطين والإبرية اللامية واللامية السانية والذقنية اللامية تفيد في تثبيت الحنجرة في وضعيتها بالعنق ولرفع الحنجرة أثناء البلع والتصويت.

تحافظ هذه الأربطة والعضلات على حسن أداء واستقامة البلعوم والطريق الصوتي.



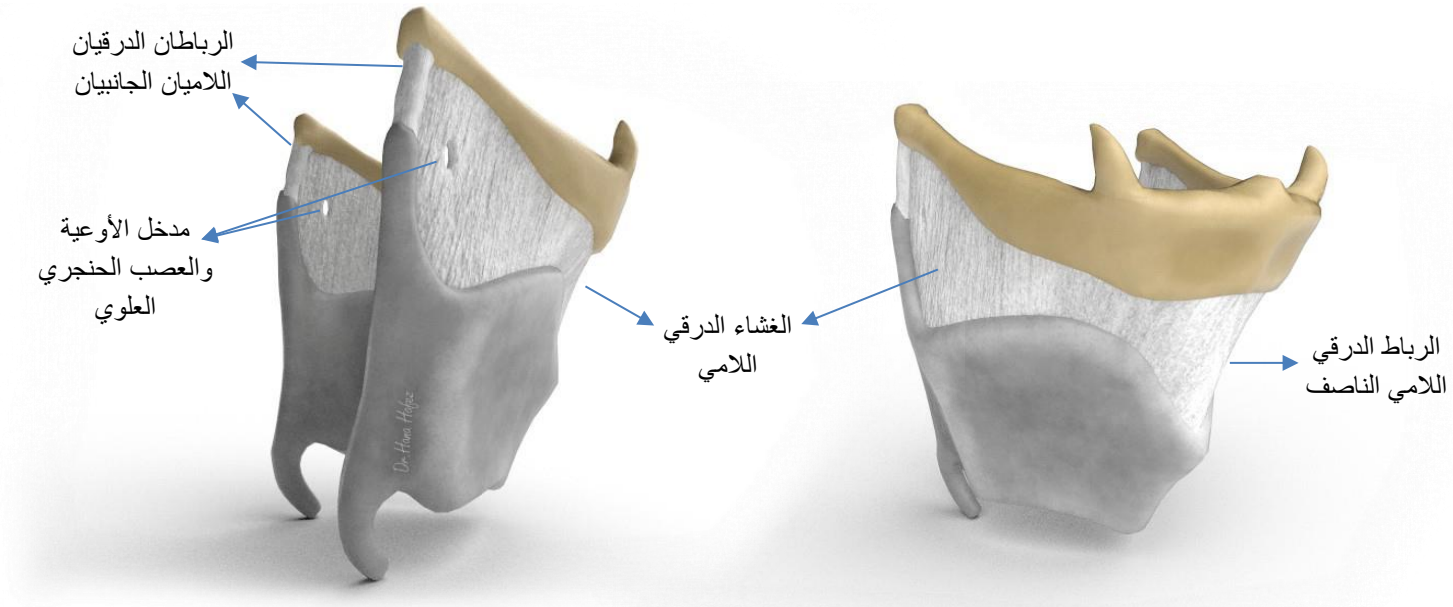
مجسم توضيحي (5): العظم اللامي.
تصميم ودراسة وتنفيذ د.هناء وجدي حافظ

أغشية الحنجرة وأربطتها:

الغشاء الدرقي اللامي: (Thyrohoid membrane)

يربط الغضروف الدرقي مع العظم اللامي. يخترق الغشاء الدرقي اللامي من كلا الجانبين الأوعية الحنجرية العلوية والفرع الداخلي للعصب الحنجري العلوي.

يتشكل الرباط الدرقي اللامي الناصف من تثخن الجزء المتوسط من الغشاء الدرقي اللامي بينما يتشكل الرباطان الدرقيان اللاميان الجانبيان من تثخن الجزء الخلفي للغشاء الدرقي اللامي.[4]



مجسم توضيحي (6): الغشاء الدرقي اللامي.
تصميم ودراسة وتنفيذ د.هناء وجدي حافظ

الغشاء الحلقي الدرقي: (Cricothyroid membrane)

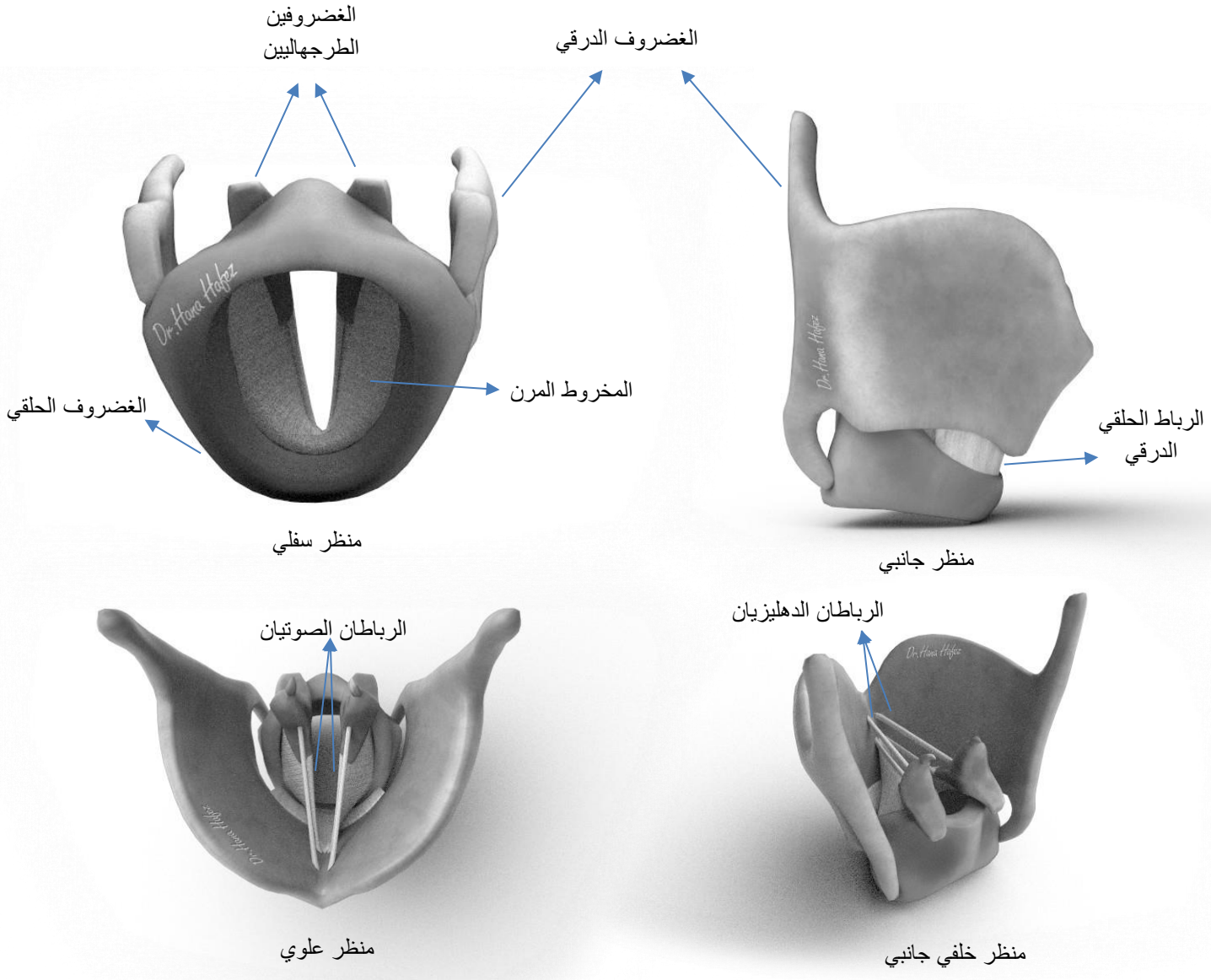
يربط الغشاء الحلقي الدرقي الغضروف الدرقي مع الغضروف الحلقي وهو الذي يتم عن طريقه إجراء الخزع الحلقي الدرقي (إسعافي).

الغشاء الحلقي الرغامي: (Cricotracheal membrane)

يربط الغشاء الحلقي الرغامي الغضروف الحلقي مع الحلقة الرغامية الأولى.

المخروط المرن أو الغشاء الحلقي الصوتي: (conus elasticus)

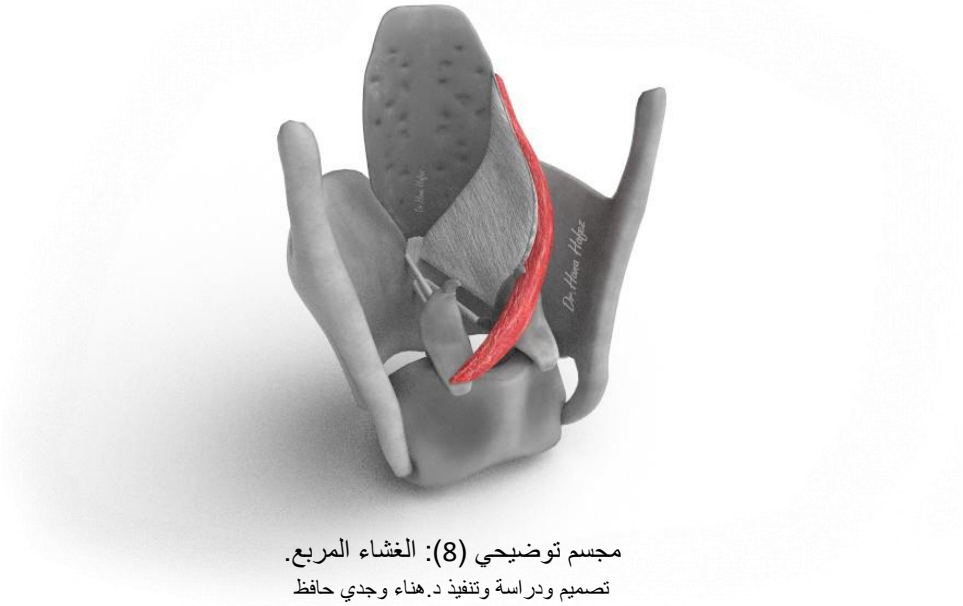
غشاء ليفي مرن مثلثي الشكل ينشأ من الحافة العلوية لقوس الغضروف الحلقي ويصل إلى الوجه الباطن للغضروف الدرقي بالأعلى والأمام وإلى النتوء الصوتي للغضروف الطرجهالي بالأعلى والخلف. تتسمك حوافه العلوية الحرة لتشكل الرباط الصوتي (vocal ligament).[4]



مجسم توضيحي (7): المخروط المرن.
تصميم ودراسة وتنفيذ د.هناء وجدي حافظ

الغشاء المربع: (Quadrangular membrane)

يتألف من نسيج مرن يمتد من الحواف الجانبية للسان المزمار إلى الغضروف الطرجهالي. تشكل حوافه السفلية عبر تسمكها الرباط الدهليزي (vestibular ligament) الذي يتوضع ضمن الحبل الكاذب.



مجسم توضيحي (8): الغشاء المربع.
تصميم ودراسة وتنفيذ د.هناء وجدي حافظ

الرباط الحلقي الدرقي: (Cricothyroid ligament)

ينشأ من تسمك الجزء الأمامي من الغشاء الحلقي الدرقي.

الرباط الدرقي لسان المزماري: (Thyroepiglottic ligament)

يربط لسان المزمار بالغضروف الدرقي.

الرباط اللامي لسان مزماري: (Hyoepiglottic ligament)

يربط بين الوجه الخلفي للعظم اللامي والوجه اللساني للسان المزمار.

جوف الحنجرة:

يمتد جوف الحنجرة من مدخل الحنجرة إلى مستوى الحدود السفلية للغضروف الحلقي.

يقسم جوف الحنجرة عن طريق طيات في الغشاء المخاطي وهما الطية الصوتية والطية الدهليزية إلى ثلاث أجزاء رئيسية وهي الدهليز والبطين و الفراغ تحت المزمار.

مدخل الحنجرة:

وهي فتحة مائلة تتحدد من الأمام بحواف لسان المزمار الحرة وتتحدد من الجوانب بالطية الطرجهالية لسان مزمارية وتتحدد من الخلف بالطية مابين الطرجهاليين.

الدهليز:

يمتد من مدخل الحنجرة إلى الطيات الدهليزية

يتشكل الجدار الأمامي من السطح الخلفي للسان المزمار من الجوانب بالطيات الطرجهالية لسان مزمارية والجدار الخلفي بالغشاء المخاطي فوق السطح الأمامي من الغضاريف الطرجهالية.

البطين:

وهو فراغ إهليلجي يتوضع بين الطيات الصوتية والدهليزية ويمتد أيضاً لمسافة فوق وعلى جانب الطية الدهليزية ويشكل كييساً (Saccule) والذي هو عبارة عن رتج من غشاء مخاطي والذي يبدأمن الجزء الأمامي لجوف البطين ويمتد متجها للأعلى بين الطية الدهليزية والوجه الباطن للغضروف الدرقي. يمتلك هذا الكييس غدد لعابية كثيرة تساعد على تزليق وترطيب الحبل الصوتي. يكون حجم هذا الكييس متغيراً ولكن نادراً مايتجاوز الحدود العليا للغضروف الدرقي.

فراغ تحت المزمار:

يمتد من الحبال الصوتية الحقيقية إلى الحدود السفلية للغضروف الحلقي.

الطيات الدهليزية (الحبال الصوتية الكاذبة):

وهما طيتان كل طية تتألف من غشاء مخاطي يمتد بشكل أمامي خلفي عبر تجويف الحنجرة. تحتوي على الرباط الدهليزي وعلى ألياف عضلية من العضلة الدرقية الطرجهالية وعلى غدد لعابية.

للحبلان الكاذبان وظيفة مصرة بدائية ذات أهمية خاصة أثناء البلع وكذلك عند القيام بالأفعال التي تتطلب إغلاق قوي للمزمار.

الطيات الصوتية (الحبال الصوتية الحقيقية):

تتلون الطية الصوتية بلون أبيض لؤلؤي وتمتد من منتصف زاوية الغضروف الدرقي إلى النتوء الصوتي من الغضروف الطرجهالي. تتكون من بشرة و صفيحة خاصة وعضلية (العضلة الدرقية الطرجهالية). الصفيحة الخاصة تتكون من طبقة سطحية ومتوسطة وعميقة. الطبقة السطحية تشكل حيز رينكة وهي هلامية تسمح بحرية الحركة. الطبقة المتوسطة غنية بالايلاستين والطبقة العميقة غنية بالكولاجين. البشرة مع الطبقة السطحية من الصفيحة الخاصة تشكل غطاء الطية الصوتية. الطبقة المتوسطة والعميقة من الصفيحة الخاصة تشكل الرباط الصوتي.

المزمار:

وهو فراغ متطاول بين الحبلين الصوتيين أماماً والنتوء الصوتي وقاعدة الغضروف الطرجهالي خلفاً.

يأخذ هذا الحيز شكل مثلثي عندما تكون الحبال الصوتية بوضعية التبعيد (الشهيق) ويتحول إلى مايشبه الفلقة عند تقريب الحبلين (أثناء التصويت)

يبلغ قياس فتحة المزمار عند الذكور 22-24 ملم وعند الإناث 16-18 ملم وعند الأطفال 5-7ملم وهو أضيق جزء من جوف الحنجرة.

الثلثين الأماميين من فتحة المزمار يطلق عليهم تسمية المزمار الصوتي (phonatory glottis) بينما الثلث الخلفي من فتحة المزمار تسمى بالمزمار التنفسي (respiratory glottis) .

الجيب الآسي أو الكمثري: (pyriform sinus)

على الرغم من أن الجيب الآسي يعتبر تشريحياً من البلعوم السفلي, فإن فهم تشريحه وعلاقته بالحنجرة يعتبر أساسياً.

الجيب الآسي هو عبارة عن ميزاب له شكل هرم مقلوب يتشكل عن طريق الطية الطرجهالية لسان مزمارية والغضروف الطرجهالي والجزء العلوي من الغضروف الحلقي بشكل أنسي والغشاء الدرقي اللامي والسطح الداخلي لصفيحة الغضروف الدرقي بشكل وحشي.

علوياً يبدأ بالجانب الوحشي للطية البلعومية لسان مزمارية وسفلياً قمة الجيب تندمج مع المدخل المريئي في مستوى الحدود العليا للغضروف الحلقي.

إن ارتفاعاً يمكن أن يلاحظ وهو يقطع الجدار الأمامي للجيب الآسي بشكل معترض وهو يبين حدود الشعبة الداخلية للعصب الحنجري العلوي الذي يتوضع تحت المخاطية وهو موضع للحصول على تخدير موضعي للحنجرة.[4]

مفاصل الحنجرة:

المفصل الحلقي الدرقي:

وهو مفصل زليلي يصل بين القرن الخلفي السفلي للغضروف الدرقي والسطح المفصلي الجانبي للغضروف الحلقي من كل جانب. الحركات الرئيسية في هذا المفصل هما الحركتان الدورانية والانزلاقية بشكل خفيف للغضروف الدرقي والتي تؤدي إلى تغييرات في طول الحبال الصوتية.

يدعم كل مفصل بثلاثة أربطة: الرباط الحلقي الأمامي والخلفي والسفلي.[4]

المفصل الحلقي الطرجهالي:

وهو مفصل زليلي محاط برباط محفظي. يقع بين قاعدة الطرجهالي و الحافة العلوية للصفيحة الحلقية. حركتان أساسيتان تحصلان في هذا المفصل : الأولى دورانية حيث يتحرك الغضروف الطرجهالي بشكل

دائري حول محور عامودي و بالتالي يفتح أو يغلق الحبال الصوتية والثانية حركة انزلاقية حيث ينزلق أحد الغضاريف الطرجهالية باتجاه الآخر أو بعيداً عنه وبذلك يغلق أو يفتح الجزء الخلفي من المزمار.

عضلات الحنجرة:

تنقسم إلى نوعين رئيسيين:

عضلات الحنجرة الخارجية حيث تصل الحنجرة بالبنى المجاورة

عضلات الحنجرة الداخلية حيث تصل الغضاريف الحنجرية فيما بينها

العضلات الخارجية:

تساهم هذه العضلات في تثبيت وتحريك الحنجرة ككل وتنقسم إلى مجموعتين: المجموعة الرافعة والمجموعة الخافضة.

المجموعة الرافعة: تقسم إلى رافعات أساسية حيث تؤثر بشكل مباشر فهي تكون متصلة بالغضروف الدرقي وتتضمن الابرية البلعومية والنفيرية البلعومية و الحنكية البلعومية و الدرقية اللامية.

أما الرافعات الثانوية فتؤثر وبشكل غير مباشر كونهم متصلين بالعظم اللامي وهم الضرسية اللامية وذات البطنين والابرية اللامية والذقنية اللامية.

إن لهذه المجموعات العضلية أهمية في عمليات البلع والتصويت.

المجموعة الخافضة: تتضمن القصية اللامية و القصية الدرقية و كتفية لامية.

العضلات الداخلية :

تعمل هذه العضلات على وظيفة الحبال الصوتية ومدخل الحنجرة

مجموعة العضلات التي تعمل على الحبال الصوتية:

1- المبعدات: الحلقية الطرجهالية الخلفية
2- المقربات: الحلقية الطرجهالية الجانبية
المعترضة (العضلة بين الطرجهاليين)
درقية طرجهالية (الجزء الخارجي)
3- الموترات: الحلقية الدرقية و الصوتية (القسم الداخلي من الدرقية الطرجهالية)
4- المرخيات: الدرقية الطرجهالية

5- المعصرات: الحلقية الطرجهالية الجانبية والمعترضة و الطرجهالية المائلة والطرجهالية لسان مزمارية (مجتمعة ككل)

مجموعة العضلات الداخلية التي تعمل على مدخل الحنجرة:

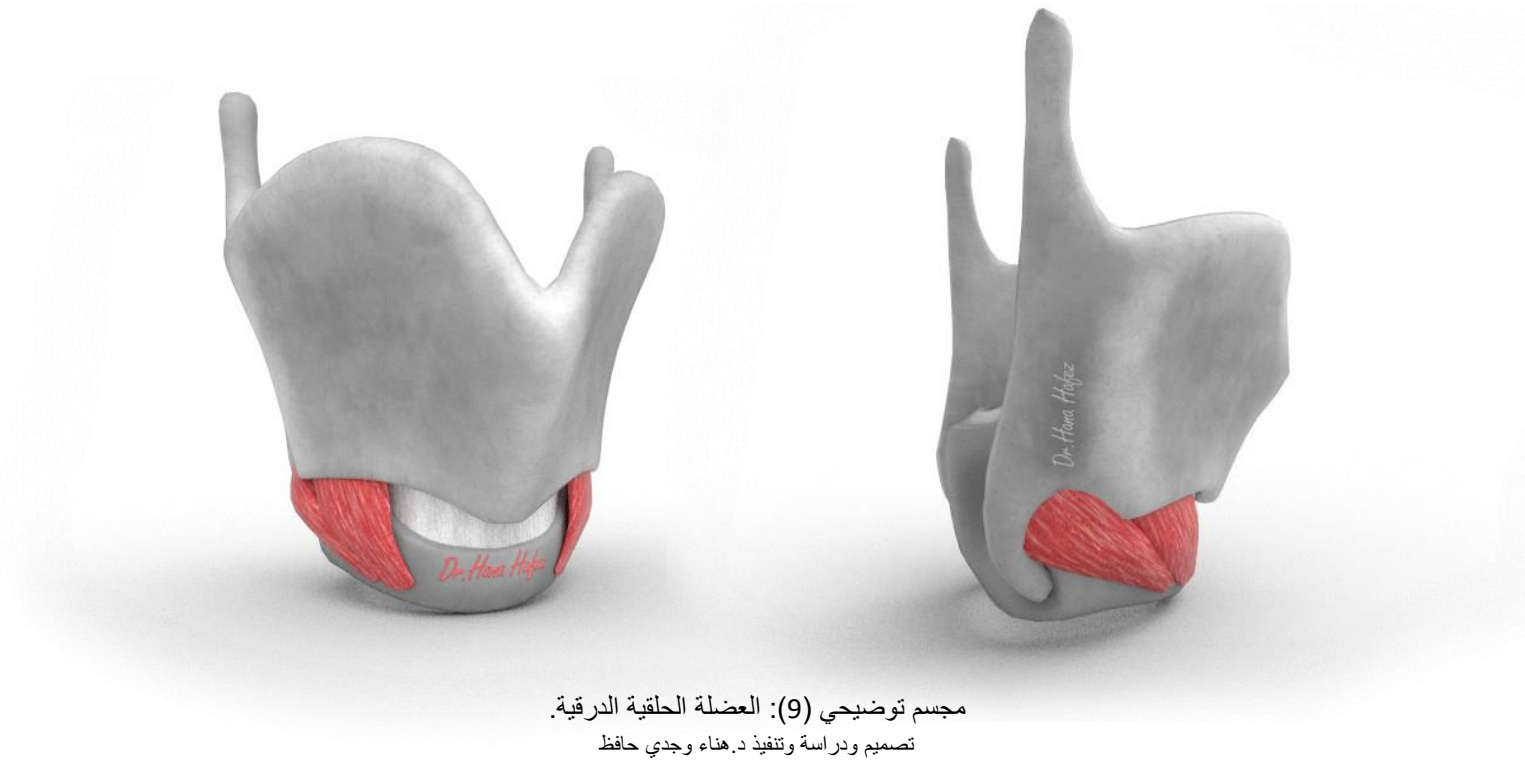
فتح مدخل الحنجرة: الدرقية لسان المزمارية (جزء من الدرقية الطرجهالية)

إغلاق مدخل الحنجرة:العضلة بين الطرجهاليين والطرجهالية لسان المزمارية (القسم المائل الخلفي من المعترضة)

إن جميع العضلات الداخلية مزدوجة ماعدا العضلة المعترضة مفردة (بين الطرجهاليين) وتعصيبها مزدوج.[4]

العضلة الحلقية الدرقية:

وهي الموترة الرئيسية للحبل الصوتي تميل وتسحب الغضروف الدرقي بشكل أمامي و سفلي باتجاه قوس الغضروف الحلقي. وبالتالي تزيد المسافة بين البروز الدرقي والغضاريف الطرجهالية ولأن النهايات الأمامية للأربطة الصوتية تتصل مع الناحية الخلفية من البارزة تتطاول الأربطة الصوتية وتتوتر رافعة بذلك نغمة وحدة الصوت.[6]

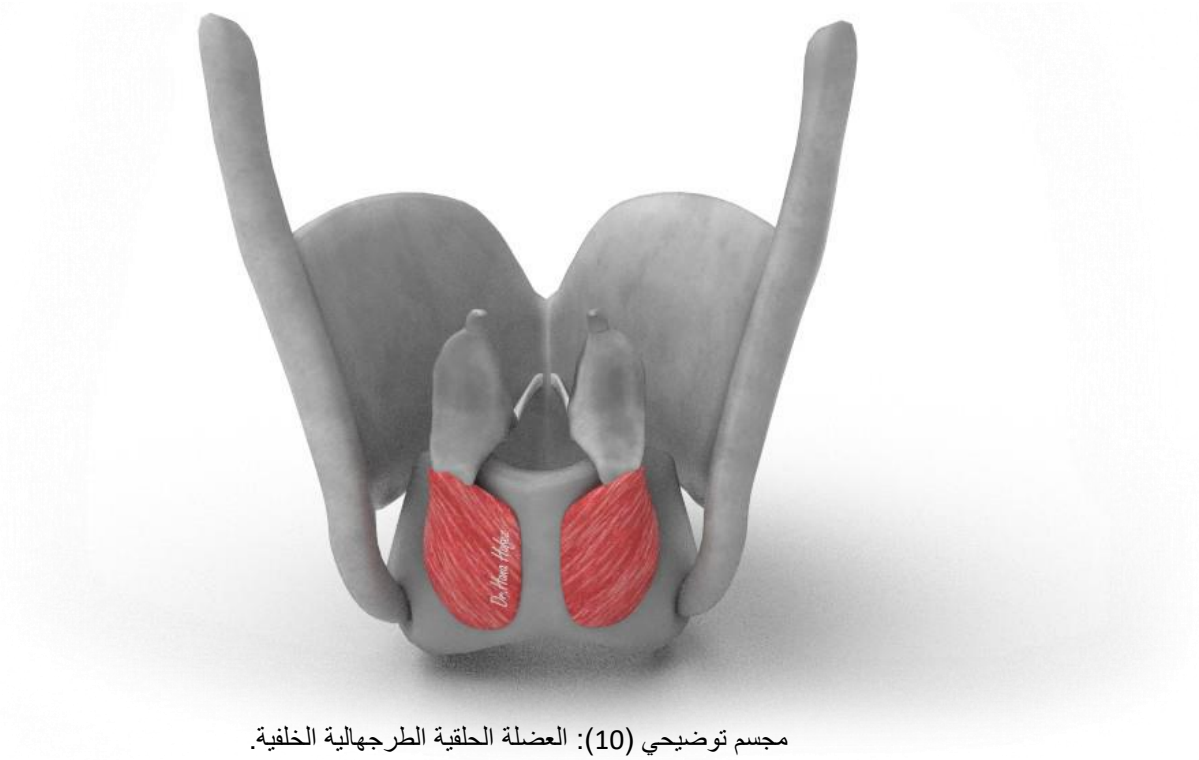


مجسم توضيحي (9): العضلة الحلقية الدرقية.
تصميم ودراسة وتنفيذ د.هناء وجدي حافظ

العضلة الحلقية الطرجهالية الخلفية:

وهي العضلة المبعدة الوحيدة والتي تقوم بسحب النتوء العضلي للغضروف الطرجهالي إلى الأسفل والخلف والأنسي وبالتالي يتجه النتوء الصوتي بصورة معاكسة إلى الوحشي فيفتح المزمار.

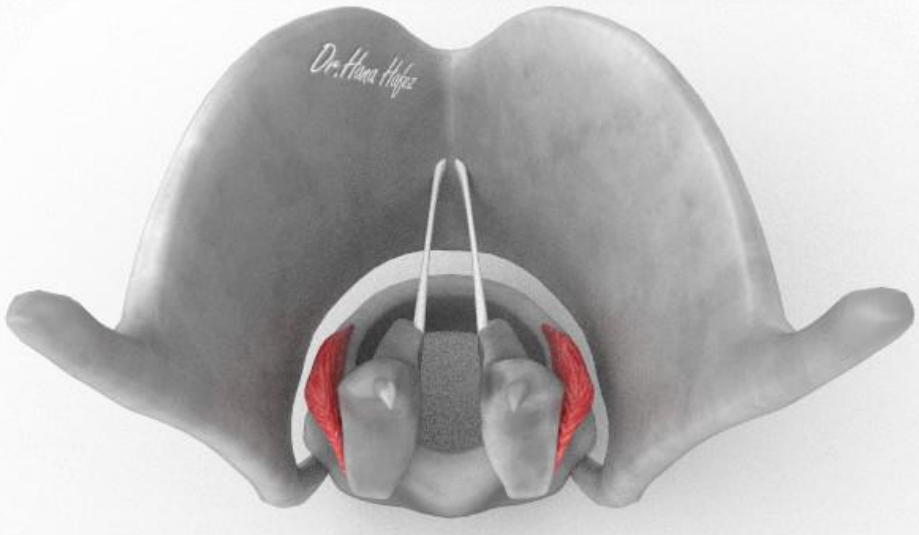
تنشأعلى الوجه الخلفي لصفيحة الغضروف الحلقي وتتجه أليافها نحو الأعلى والوحشي لترتكز على النتوء العضلي الخلفي للغضروف الطرجهالي.[6]



مجسم توضيحي (10): العضلة الحلقية الطرجهالية الخلفية.
تصميم ودراسة وتنفيذ د.هناء وجدي حافظ

العضلة الحلقية الطرجهالية الجانبية:

وهي العضلة الرئيسية المقربة وتنشأ من الحافة العلوية الوحشية للقسم الخلفي من قوس الغضروف الحلقي وترتكز إلى الوجه الأمامي للنتوء العضلي الطرجهالي. تقوم بسحب الجزء الأمامي من النتوء العضلي للغضروف الطرجهالي وبالتالي يتجه النتوء الصوتي إلى الخلف والأنسي مقرباً الحبلين الصوتيين من بعضهما.[6]



مجسم توضيحي (11): العضلة الحلقية الطرجهالية الجانبية.
تصميم ودراسة وتنفيذ د.هناء وجدي حافظ

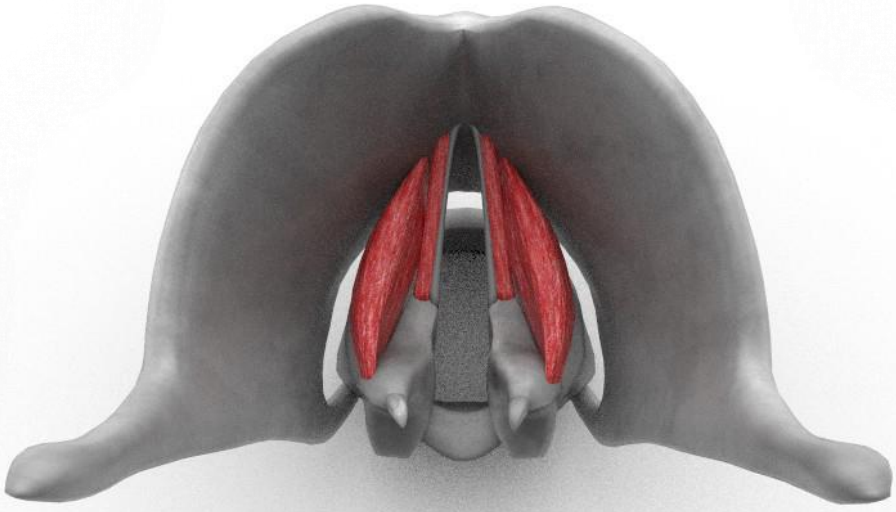
العضلة الدرقية الطرجهالية:

وهي العضلة المرخية الرئيسية للحبل الصوتي. تسحب الغضروف الطرجهالي للأمام باتجاه الزاوية الدرقية وبذلك ترخي الرباط الصوتي لتخفض نغمة وحدة الصوت.

العضلة الصوتية:

وهي جزء أنسي من العضلة الدرقية الطرجهالية وتتوضع بشكل أنسي بالنسبة للعضلة الدرقية الطرجهالية وبشكل وحشي للرباط الصوتي داخل الطية الصوتية.

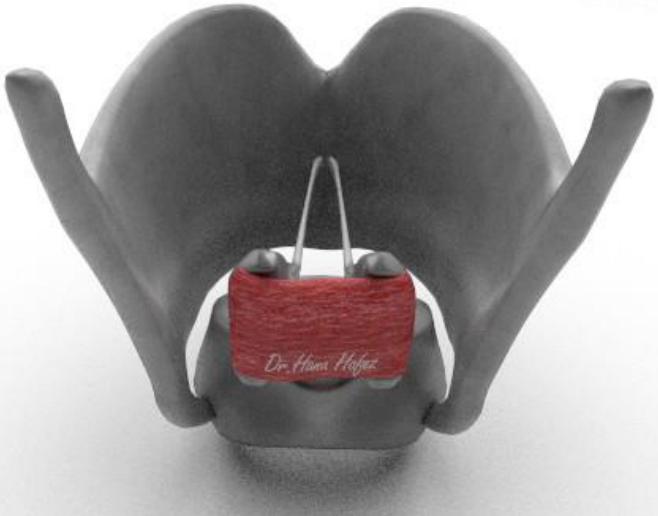
تقوم هذه العضلة بإضافة تعديلات بسيطة على الرباط الصوتي وبشكل نوعي توتر وترخي الجزء الأمامي والخلفي بالترتيب للطية الصوتية خلال التصويت أو الغناء.



مجسم توضيحي (12): العضلة الدرقية الطرجهالية.
تصميم ودراسة وتنفيذ د.هناء وجدي حافظ

العضلة المعترضة (transverse muscle) :

وهي عضلة مفردة تصل بين الغضروفين الطرجهاليين وتخدم في تقريب الحبال الصوتية وهي ثنائية التعصيب وهذا مايفسر الحركة التقريبية عند الشلل وحيد الجانب.



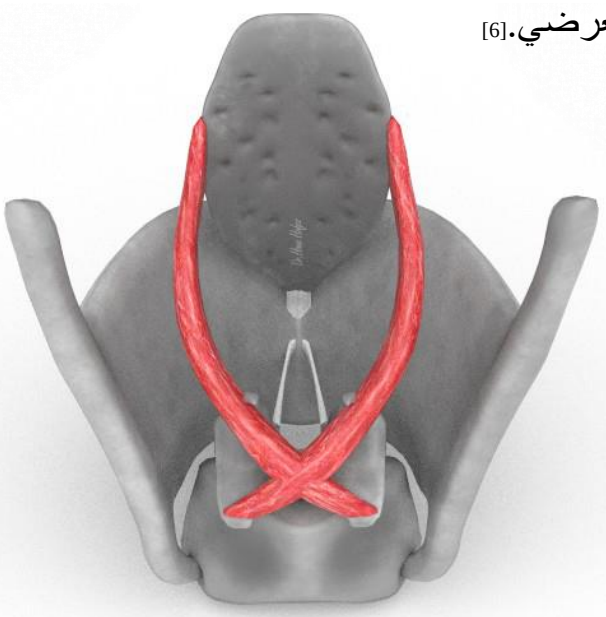
مجسم توضيحي (13): العضلة المعترضة.
تصميم ودراسة وتنفيذ د.هناء وجدي حافظ

العضلة الطرجهالية لسان مزمارية:

هي استقرار للقسم المائل من العضلة الطرجهالية المائلة وترتكز في الغشاء المربع وحافة لسان المزمار وتعمل كمعصرة لمدخل الحنجرة.

تعمل كل عضلة من عضلات الحنجرة الداخلية بالتشارك مع العضلات الداخلية الأخرى بحيث تكون حركة الحبل الصوتي حصيلة فعل قوى متعاكسة تؤثر على الغضروفين الطرجهاليين.

تساعد عضلات الحنجرة الداخلية في تحديد الخصائص الاهتزازية للحبال الصوتية مثل التوتر والكتلة في وحدة الطول وشكل المقطع العرضي.[6]



مجسم توضيحي (14): العضلة الطرجهالية لسان مزمارية.
تصميم ودراسة وتنفيذ د.هناء وجدي حافظ

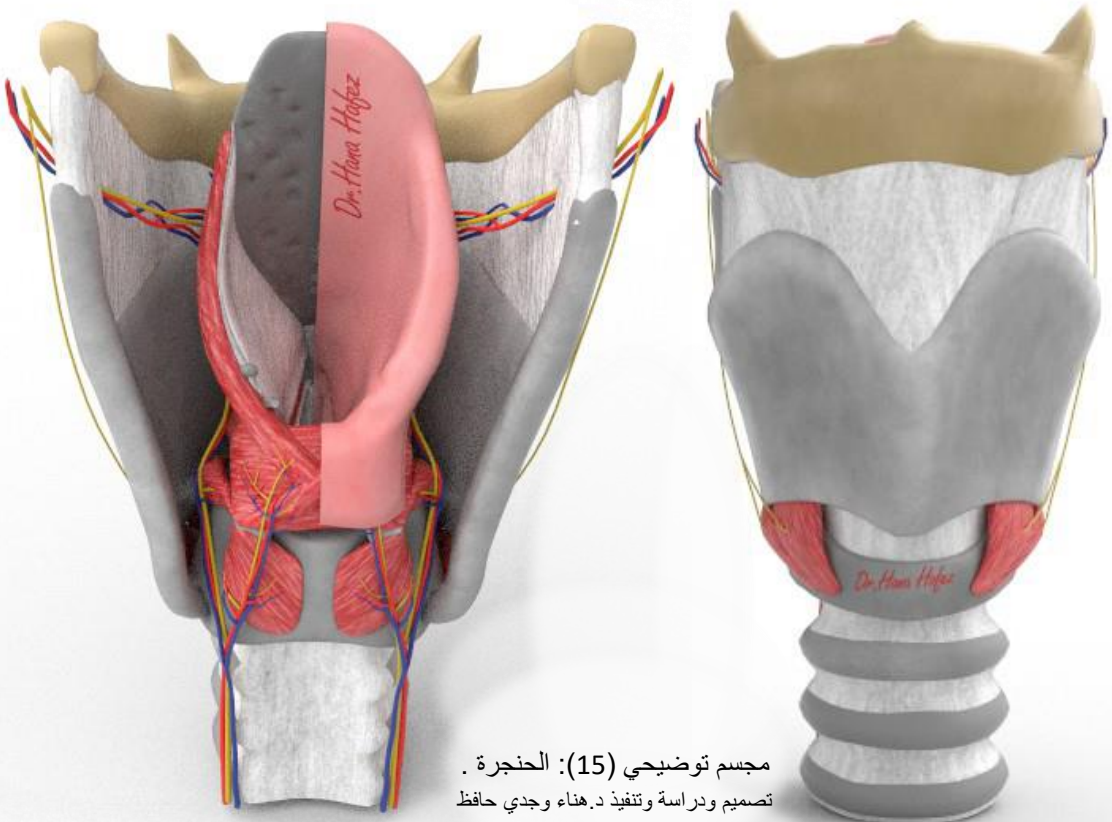
الغشاء المخاطي للحنجرة:

يبطن الحنجرة ويكون مرتبط بشكل خفيف ماعدا على السطح الخلفي للسان المزمار وعلى الحبال الصوتية الحقيقية وعلى الغضروف القريني والاسفيني حيث يكون ارتباطه وثيقاً في تلك الأماكن.

تبطن البشرة العامودية المهدبة جميع أجزاء جوف الحنجرة ماعدا الحبال الصوتية والجزء العلوي من دهليز الحنجرة فتبطن بالبشرة الشائكة.

تكون الغدد اللعابية منتشرة في جميع أجزاء بطانة الغشاء المخاطي وتكون كثيرة العدد على السطح الخلفي للسان المزمار وعلى الجزء الخلفي من الطية الطرجهالية لسان مزمارية وفي الكييس.

لا توجد هناك أية غدد لعابية على الحبال الصوتية.



مجسم توضيحي (15): الحنجرة .
تصميم ودراسة وتنفيذ د.هناء وجدي حافظ

المسافات أو الاحياز الحنجرية:

هي مجموعة من الاحياز الممتلئة بالشحم ضمن الهيكل الحنجري ولها دور في الحماية من الرضوض وتلطيف الحركة ولها دور في تحديد امتداد الأمراض الحنجرية وحصراً الأورام.

1- الحيز جانب المزمار (يتحدد بين صفيحة الغضروف الدرقي والمخروط المرن والغشاء المربع)

2- الحيز أمام لسان المزمار (يتحدد بين مخاطية الوهدة والغضروف الدرقي والغشاء الدرقي اللامي ولسان المزمار)

3- الحيز تحت المزمار وحشي المخروط المرن. [4]

البنية التشريحية للطية الصوتية:

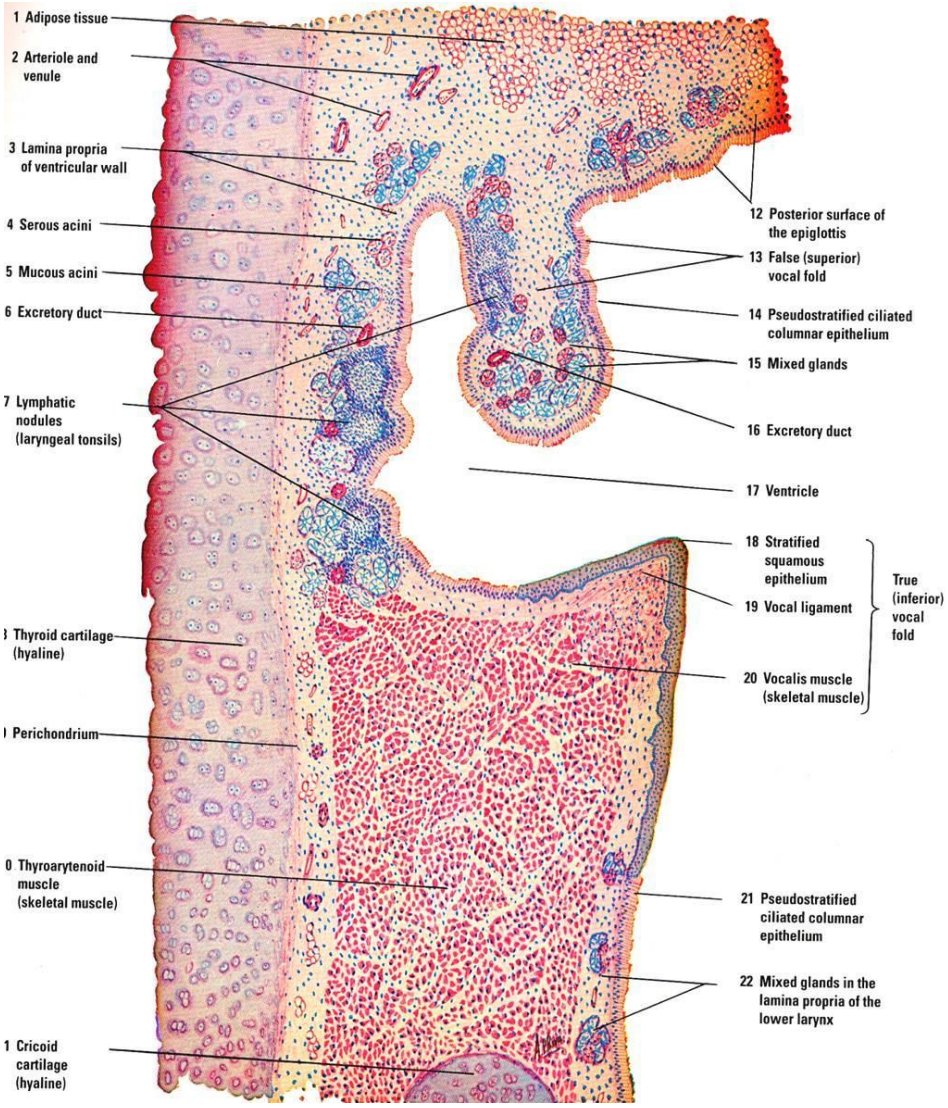
تتألف الطية الصوتية من الطبقات التالية:

- البشرة: رصفية شائكة غير متقرنة

- الصفيحة الخاصة: الطبقة السطحية هلامية مؤلفة من نسيج هلامي رخو قليل الألياف يسمح بالحركة والانزلاق.

الطبقة المتوسطة غنية بالإيلاستين والعميقة غنية بالكولاجين وتشكل الطبقتان الوسطى والعميقة الرباط الصوتي والذي يتصل بالأسفل بالمخروط المرن.

- العضلة الصوتية (العضلة الدرقية الطرجهالية)



صورة توضيحية (13): مقطع طولي تشريحي للطية الصوتية الكاذبة والحقيقية.

تعصيب الحنجرة

لفهم الأسباب الكامنة وراء شلل الحبل الصوتي, من المهم فهم مسار كل من العصب المبهم وفروعه الحنجري العلوي والسفلي (الراجع). إن مسار المبهم في كلا جانبي الرأس والعنق متطابق ولكن مسار الحنجري الراجع يختلف بشكل هام في الجانبين حالما يغادر منشأه من المبهم. تتوضع النوى في النخاع العلوي ويتولد عنها من ثمانية إلى عشرة جذور تتوضع بين العصب البلعومي اللساني علوياً والجذر الشوكي للعصب اللاحق سفلياً. تتعصب عضلات البلعوم والمري العلوي والحنجرة والحنك كلها من الألياف الحركية للنواة المبهمية. تنضم معظم هذه الألياف للمبهم عند العقدة الرقبية السفلية تحت الثقبة الوداجية من الجذر القحفي للعصب اللاحق.

يغادر المبهم جوف القحف عبر الثقبة الوداجية برفقة العصبين البلعومي اللساني الشوكي ثم ينزل عمودياً في العنق ضمن الغمد السباتي ملتصقاً على الشريان السباتي الباطن, ومتوضعاً عميقاً بين الوريد الوداجي الباطن والشريان السباتي.

يدخل المبهم الأيمن الصدر عابراً بشكل سطحي للشريان تحت الترقوة الأيمن. يغادر العصب الحنجري الراجع الأيمن المبهم بعد ذلك منحنياً تحت الشريان ليسير للأعلى في الثلم الرغامي المريئي ثم يمر تحت المعصرة البلعومية السفلية إلى الحنجرة.

أما المبهم الأيسر فيدخل الصدر للعمق من الوريد العضدي الرأسي بين الشريانين السباتي وتحت الترقوة. يغادر العصب الحنجري الراجع الأيسر المبهم عندما يعبر القوس الأبهرية, ثم يمر تحت الرباط الشرياني قبل أن يأخذ مساراً مشابهاً للعصب الحنجري الراجع الأيمن.

الجهاز الوارد:

التعصيب الحسي لمخاطية الحنجرة في القسم فوق المزمار يحمَل بالفرع الباطن للعصب الحنجري العلوي الموافق بالجهة والذي يقسم إلى ثلاثة أقسام:

القسم العلوي: يعصب بشكل أساسي مخاطية السطح الحنجري للسان المزمار

القسم المتوسط: يعصب مخاطية الحبال الصوتية الحقيقية والكاذبة والطيات الطرجهالية لسان المزمارية.

القسم السفلي: يعصب مخاطية الطرجهال قسم من تحت المزمار والجدار الأمامي للبلعوم الحنجري والمعصرة المريئية العلوية.

المفصل الحلقي الطرجهالي و الرباط الدرقي لسان المزماري كلاهما يعصَبان حسيا بالفرع الباطن للعصب الحنجري العلوي.

العصب الحنجري السفلي (الراجع) يعصب القسم الأعظمي من مخاطية تحت المزمار بالإضافة للمغازل العضلية للعضلات الداخلية.

الفرع الخارجي للعصب الحنجري العلوي يتضمن ألياف واردة من المفصل الحلقي الدرقي والمستقبلات العضلية العميقة.

تُحمل السيالات الواردة عبر عقدة Nodosum إلى السبيل المفرد في جذع الدماغ.

الجهاز الصادر:

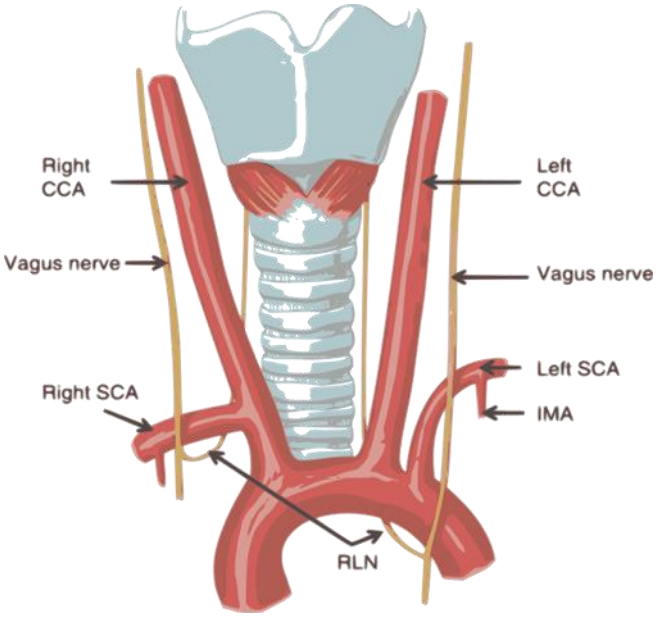
التعصيب الحركي هو بشكل أساسي عبر العصب الحنجري السفلي

يعصب العصب الحنجري السفلي (الراجع) كل عضلات الحنجرة الداخلية ماعدا العضلة الحلقية الدرقية والتي يعصبها الفرع الخارجي للعصب الحنجري العلوي.

كل عصب هو مسؤول عن العضلات في الجهة الموافقة له باستثناء العضلة بين الطرجهاليين. هذه العضلة الوحيدة الغير مزدوجة من عضلات الحنجرة تتلقى تعصيبها من كلا العصبين الحنجريين السفليين.

إصابة العصب الحنجري الراجع يؤدي إلى توضع الحبل الصوتي الموافق لجهة الاصابة في الوضعية جانب الخط المتوسط والتي تنتج عن التأثير المقرب للعضلة الحلقية الدرقية السليمة.

الإصابة وحيدة الجانب للعصب الحنجري العلوي يؤدي إلى دوران فتحة المزمار الخلفية باتجاه الجهة المشلولة وبذلك تحني الحبل الصوتي المشلول.



رسم توضيحي (14): العصب الحنجري الراجع الأيمن والأيسر.

التروية الدموية:

الحنجرة العلوية

١- الشريان السباتي الظاهر

٢- الشريان الدرقي العلوي

٣- الشريان الحنجري العلوي

الحنجرة السفلية

١- الشريان تحت الترقوة

٢- الجذع الدرقي الرقبي

٣- الشريان الدرقي السفلي

٤- الشريان الحنجري السفلي

النزح الوريدي:

الحنجرة العلوية

١- الوريد الحنجري العلوي

٢- الوريد الدرقي العلوي

٣- الوريد الوداجي الباطن

الحنجرة السفلية

١- الوريد الحنجري السفلي

٢- الوريد الدرقي السفلي والدرقي المتوسط

٣- الوريد اللاسم له.

النزح اللمفاوي:

تنزح الأوعية اللمفاوية الصادرة من الحنجرة بشكل رئيسي إلى مجموعة العقد اللمفاوية الرقبية العميقة، ومن المهم سريريا ملاحظة أن الحبلين الصوتيين بحد ذاتهما يفتقدان لوجود أية أقنية لمفاوية ضمنهما. تقل الأوعية اللمفاوية في منطقة المزمار وتنزح نحو الأمام والخلف مع قدر ضئيل من العبور نحو الجانب المقابل للعنق، وبالمقابل تكون الأوعية اللمفاوية الصادرة من فوق وتحت المزمار أكثر كثافة وتنزح إلى جانبي العنق.

إن الشبكة اللمفاوية التابعة لمنطقة فوق المزمار هي شبكة شديدة الغزارة. تتجمع أقنية هذه الشبكة على شكل سويقة عند النهاية الأمامية للطية الطرجهارية لسان المزمارية ثم تمر نحو الوحشي إلى الأمام من الجدار الأمامي للحفرة الكمثرية ثم تغادر الحنجرة مع الحزمة الوعائية العصبية المارة عبر الغشاء الدرقي اللامي. ينتهي حوالي ٩٨ % من جميع الأقنية السابقة في العقد الرقبية العميقة العلوية الواقعة بين وتر ذات البطين والعضلة الكتفية اللامية، أما بقية الأقنية فإنها تمر إلى السلسلة اللمفاوية الرقبية السفلية أو إلى سلسلة الشوكي اللاحق.

تتخذ الأوعية اللمفاوية في منطقة تحت المزمار نموذجاً للنزح أكثر تنوعاً من ذلك المشاهد في شبكة منطقة فوق المزمار حيث تترك الأقنية اللمفاوية منطقة تحت المزمار عن طريق ثلاث سويقات. تمر السويقة الأمامية عبر الغشاء الحلقي الدرقي لينتهي العديد من أوعيتها في العقد الواقعة في منطقة برزخ الدرق ثم تغادر هذه العقد أقنية ترافق بقية (Delphian) أمام الحنجرة الأقنية الأمامية لتصل في النهاية إلى العقد الرقبية السفلية العميقة، أما السويقتان الخلفيتان الجانبيتان فإنهما تتركان الحنجرة عبر الغشاء الحلقي الرغامي مع بعض الأقنية العابرة للغشاء الأخير لتصل إلى سلسلة العقد أمام الرغامى، ويمكن لبعضها أن يصل إلى السلسلة الوداجية السفلية مباشرة.

يُلاحظ بشكل عام أن هناك فصل في النزح اللمفاوي بين نصفي منطقة المزمار ومن النادر أن يحدث عبور أو اختلاط بين نزح جانبي منطقة المزمار، وبالمقابل توحد دلائل على أن الأقنية اللمفاوية يمكنها أن تعبر الخط المتوسط في منطقتي فوق وتحت المزمار، علماً أن احتمال حدوث نزح للجانب المقابل هو أكثر حدوثاً بشكل تلقائي في منطقة تحت المزمار وبالتالي تترافق آفات المنطقة السابقة مع نماذج أقل ثباتاً لحدوث النقائل.

معلومات أساسية:

* تأخذ الحنجرة أماكن مختلفة في العنق بوضعية الراحة حسب العمر

مستوى عالي: فقرة رقبية 1 – 2 عند الوليد

مستوى فقرة رقبية 5 – 6 عند البالغ

قد تنزل عند المسنين حتى مستوى الصدرية الأولى والثانية.

* عند الوليد يقترب لسان المزمار من الوجه الخلفي للحنك مما يؤدي لتواصل أنفي بلعومي وهذا مايفسر كون التنفس الأنفي إجباري عند الوليد حتى عمر الشهرين (6 – 8 أسابيع) ويؤمن حماية كبيرة من الاستنشاق عند الوليد.

* يلعب لسان المزمار دور ترس واق للحنجرة حيث أن شكله يساهم بتوجيه الطعام جانبياً نحو الجيبين الكمثريين ويتعزز دور الحماية هذا بارتفاع الحنجرة أثناء البلع. كذلك فإن الغضاريف القرينية والاسفينية الموجودة ضمن الطية الطرجهالية الفلكية تساهم بدعم وتصليب هاتين الطيتين.

* إن وظيفة الحبل الكاذب تختلف عن وظيفة الحبل الحقيقي وذلك حسب اختلاف شكلهما التركيبي حيث أن: الحبل الحقيقي يمنع دخول الهواء مما يساعد بوظيفة الحماية بسبب حافته المنقلبة للأعلى بينما يمنع الحبل الكاذب خروج الهواء من الرئتين مما يساعد على التقشع بسبب حافته المنقلبة إلى الأسفل.

وظائف الحنجرة:

تترتب حسب الأهمية: 1- حماية الطرق التنفسية السفلية.

2- التنفس

3- التصويت

4- تثبيت الصدر

الفيزيولوجيا العصبية لوظيفة الحماية:

إن منعكس إغلاق المزمار منعكس متعدد المشابك والذي يسمح للحنجرة بحماية الطرق الهوائية السفلية وبالتالي الوقاية من الاستنشاق.

ولكن عندما يصبح منعكس التقريب مبالغاً فيه يؤدي إلى تشنج الحنجرة.

الإغلاق الحنجري يحدث على مستوى ثلاث طبقات:

1- في الطبقة الأولى:
يتقلص مدخل الحنجرة بانخماص الطيات الطرجهالية لسان المزمارية للأنسي
الفراغات الأمامية والخلفية تُملأ بحدبات لسان المزمار والغضاريف الطرجهالية على الترتيب.
2- في الطبقة الثانية:
الطيات الصوتية الكاذبة تجر إلى بعضها.
3- الطبقة الثالثة والأكثر أهمية:
تحصل على مستوى الطيات الصوتية الحقيقية.
لأن الفعل الصمامي للطيات الصوتية الحقيقة يقاوم دخول المواد فهي تقدم المستوى الأعلى من الحماية. يجب ملاحظة أن تقلص العضلة الدرقية الطرجهالية على عدة مستويات هو المسؤول عن هذا الإغلاق.

الفيزيولوجيا العصبية للتنفس:

إذا كانت الحنجرة هي معصرة لتحمي الطرق التنفسية السفلية من الاستنشاق فإنه من الواجب أن تفتح هذه المعصرة بشكل فعال خلال التنفس (الشهيق).

إن انفتاح الطيات الصوتية يجب أن يتزامن أو يسبق قليلاً نزول الحجاب الحاجز.

مركز التنفس في البصلة وبمساعدة الجهاز العصبي المركزي العلوي والمستقبلات المحيطية تحافظ على التنفس (الشهيق والزفير) إنها تسوق الانفتاح المتزامن للمزمار مع هبوط الحجاب الحاجز أثناء الشهيق.

إن انفتاح المزمار هو بشكل أساسي بسبب تقلص العضلة الحلقية الطرجهالية الخلفية.

إن تقلص العضلة الحلقية الدرقية (تقريب وتوتير الحبل الصوتي) يزيد القطر الأمامي الخلفي للمزمار.

الفيزيولوجيا العصبية للتصويت:

يبدأ التصويت بشهيق يتلوه زفير مع انغلاق مزماري و يزداد الضغط تحت المزمار حتى يتغلب على مقوية إغلاق المزمار ويتسرب الهواء بين الطيتين الصوتيتين, مرور الهواء بين الطيتين الصوتيتين يحدث الصوت.

مكونات السبيل الصوتي:

1- المفعل (activator): هو الجهاز التنفسي (الرئتين و العضلات التنفسية) يقدم تيار الهواء الزفيري الذي يقدم الطاقة الاهتزازية للحبل الصوتي.

2- مولد مصدر الصوت (sound source generator): الحبلان الصوتيان الحقيقيان يلعبان دور الهزازة.

3- المرنات (resonator): فوق المزمار والبلعوم الفموي والأنفي والأنف والجيوب وهي تعدل الإشارة الصوتية الأولية من خلال عملها كحجيرات رنين.

4- النطق (articulation): يساهم كل من الحنك واللسان و الأسنان والشفاه بتحديد المخارج اللفظية للحروف.

هناك نظريتان لتفسير إنتاج الصوت عند البشر:

1- النظرية العصبية العضلية:
كل دورة اهتزازية جديدة تنطلق بدءاً من تحريضات عصبية مركزية تأتي من المبهم وتصل للعضلات المناسبة في الحنجرة وبالتالي تحدد معدل التحريضات الواصلة للحنجرة تواتر اهتزاز الحبل الصوتي.
تبين التحليلات السمعية والفيزيولوجية خطأ هذه النظرية لأن المريض يحتفظ بقدرته على إنتاج الصوت بالرغم من شلل الحبلين الصوتيين.

2- النظرية العضلية المرنة – الهوائية الحركية:
يسير تيار الهواء المار عبر المزمار أثناء الزفير باتجاه واحد ويهتز أثناء ذلك الحبلان الصوتيان بحيث يقطعان جريان الهواء ثم يسمحان له بالجريان من جديد بشكل متكرر وبالتالي تقوم الطيتان

الصوتيان بتحويل جريان الهواء المستمر إلى جريان متقطع متعدد النغمات .يمكن ترتيب الأحداث السابقة كالتالي : تقوم عضلات الحنجرة بوضع الحبل الصوتي في المكان المطلوب وفق درجات تقريب متنوعة وتقوم هذه العضلات أيضاً بتحقيق التوتر الطولاني المناسب للحبل الصوتي, تقوم بعد ذلك قوى الزفير العضلية والمنفعلة بزيادة ضغط الهواء في منطقة تحت المزمار إلى أن يصل هذا الضغط إلى نقطة يفوق فيها القوة العضلية المعاكسة له وبالتالي ينفتح شق المزمار بالقوة.
يلاحظ عند بدء انفتاح الحبلين الصوتيين انطلاقاً من حالة الانغلاق التام أن حركة الفتح تأخذ اتجاهاً من الأسفل إلى الأعلى بعد انطلاق نفثة الهواء ينخفض الضغط تحت المزمار ويتلامس الحبلان من جديد. تعرف القوى العضلية المرنة على أنها الميل الطبيعي للطيتين الصوتيتين لاستعادة شكلهما الأساسي. تتعزز القوى العضلية المرنة نتيجة لمرور تيار الهواء عبر مجرى ضيق حيث يتولد ضغط سلبي على جدران هذا المجرى ويتشارك هذا الأثر مع القوى العضلية المرنة في إغلاق الطيتين الصوتيتين وبالتالي يسحب الحبلان الصوتيان ليتخذا وضعية التماس ومن ثم يبدأ الضغط الهوائي تحت المزمار بالازدياد من جديد إلى أن يتمكن من التغلب على القوى العضلية المرنة للحبلين المتلامسين وبالتالي تتكرر الدورة السابقة.

الآلية الاهتزازية للحنجرة:

تعتمد نغمة الصوت (تواتره) على :

1- درجة توتر الحبال الصوتية.
2- تعديل شكل الحواف الحرة للحبال الصوتية فالحافة العريضة تؤدي لتواتر أخفض.
3- طول القطعة المهتزة فعلاً من الحبال الصوتية (بعد البلوغ عند الذكور 16 مم وعند الإناث 13 مم)
4- ضغط عمود الهواء أسفل المزمار يؤثر بالنغمة والشدة
5- سرعة اهتزاز الحبل الصوتي.

التواتر الأساسي: (جدول رقم 3)

يصدر الصوت بعدة نغمات:

نغمة أساسية: هي الأقل تواتراً والأكثر شدة.

نغمات إضافية: هي الأكثر تواتراً والأقل شدة.

التواتر الأساسي عند الذكور	التواتر الأساسي عند الإناث
128 هرتز (الحبال أطول وأكثر سماكة)	256 هرتز (الحبال أقصر و أقل سماكة)
ينخفض في نهاية الجملة المحكية	ينخفض في نهاية الجملة المحكية
يزداد مع تقدم العمر	ينخفض مع تقدم العمر

جدول رقم 3 تواتر الصوت عند الذكور والإناث

تتعلق شدة (علو) الصوت بالتالي:

1- الضغط تحت المزمار
2- مقاومة المزمار
3- معدل جريان الهواء
4- مدى سعة اهتزاز الحبل الصوتي
5- قوة تماس الحبال الصوتية

الدرجة النموذجية لعلو الصوت المحكي 65-75 ديسبل.

فعالية الصوت:

تتحدد بتزامن اهتزاز الحبال الصوتية ومطاوعة وكفاءة المزمار

الحبال الصوتية الكاذبة:

تلعب دوراً سلبياً في التصويت بحيث تنفتح الحنجرة فوق الحبال الصوتية الحقيقية بشكل كامل لتسمح بمرور الهواء والأمواج الصوتية المستمرة للأعلى وعندما يقتربان يؤديان لصوت أجش وعسرة تصويت بطينية.

الحبال الصوتية إضافة لتحركها أفقياً فإنها تتحرك عمودياً حيث تنفتح من الأسفل للأعلى.

عند تقارب الحبلين الصوتيين ينغلق المزمار بشكل كامل عند الذكور ويبقى تباعد خلفي صغير عند الإناث يعطي الصوت الأنثوي الناعم التنفسي.

وضعيات الحبال الصوتية:

توصف وضعيات عدة للطيتين الصوتيتين وهي

1- وضعية التبعيد: من 30-45 درجة عن خط المتوسط.
2- وضعية الجثة: من 15-20 درجة عن الخط المتوسط.
3- وضعية جانب الخط المتوسط: تستقر الطية بهذا الوضع بعد حدوث أذية للعصب الحنجري الراجع لفترة طويلة.
4- وضعية الخط المتوسط أو الناصف: يترافق مع شلل العصب الحنجري العلوي.

وضعية الحبال الصوتية النهائية عند الإصابة بالشلل الحنجري تعتمد على:

- وظيفة العضلة الحلقية الدرقية (العصب الحنجري العلوي)
- تليف العضلات الضامرة.
- تيبس المفصل الحلقي الطرجهالي.
- توتر المخروط المرن
- وزن الحبال الصوتية

شلل الحبال الصوتية ثنائي الجانب

الأسباب

شلل الحبال الصوتية من الممكن أن يكون منشأه علاجي أو نتيجة الأورام أو الأمراض العصبية أو مجهول السبب وهو الأكثر شيوعاً وربما يمثل اعتلال عصبي فيروسي.

مرضى الشلل الحنجري ثنائي الجانب يتجزئون إلى فئتين: فئة المرضى الذين لديهم أذية للعصب الحنجري الراجع ذو منشأ علاجي (عادة يكون نتيجة استئصال الغدة الدرقية) أو المرضى الذين لديهم اعتلال عصبي تطوري (متلازمة شايدريغر و تكهف النخاع ومتلازمة غيلان باريه).

يصنف شلل الحبال الصوتية إما على حسب موضع الآفة (فوق النواة, بصلي, عصبي محيطي, الوصل العصبي العضلي أو عضلات الحنجرة) أو على حسب طبيعة الاضطراب (التهابي, ورمي, رضي, مابعد الجراحة, جهازي أو مجهول السبب). آفات القشرة أو الطرق القشرية البصلية غير شائعة في الحنجرة. الآفات من البصلة للعضلات هي الأكثر شيوعاً وعادةً ينتج عنها شلل رخو.[12]

بناءً على مستوى الآفة يصنف شلل الحبال الصوتية كالتالي (أنماط الإصابة):

1- آفات فوق النواة:

آفات العصبون الحركي ثنائية الجانب تؤدي إلى شلل بصلي كاذب.

2- الآفات النووية:

يمكن أن تكون الإصابة النووية بسبب مرض وعائي, مرض ورمي, داء العصبونات المحركة, التهاب النخاع السنجابي وتكهف البصلة للنواة الملتبسة ينتج عنه شلل حنكي وبلعومي وحنجري بنفس الجانب والذي عادةً يكون مصاحباً مع إصابة لنوى الأعصاب القحفية الأخرى. السبب الأكثر شيوعاً هو انسداد شرايين المخيخ السفلية الخلفية والذي ينتج عنه احتشاء نخاعي جانبي (متلازمة فالينبرغ). عندما تصاب الأجزاء الرأسية من النواة المبهمة تبقى وظيفة الحنجرة سليمة (الشلل الحنكي البلعومي).

3- آفات المبهم العلوية:

تطلق على الآفات التي تصيب العقدة العقداء فمافوق أي قبل أن يعصب الحنك الرخو.

الأعصاب القحفية التاسع والحادي عشر والثاني عشر تتماشى مع العصب المبهم عند أجزائها العلوية. لذلك فإن الآفة التي تصيب العصب المبهم علوياً عادةً (95%) تصيب واحد أو كل من تلك الأعصاب القحفية.

آفات العصب المبهم العلوية تتضمن التالي:

آفات الحفرة القحفية الخلفية والثقبة الوداجية:

وكأمثلة هنا لدينا أورام الحفرة القحفية الخلفية (مثل الأورام العصبية السمعية و الأورام السحائية) والتهاب السحايا العقدي وكسور قاعدة الجمجمة وسرطان البلعوم الأنفي وأورام الكبة. هذه الآفات تؤدي إلى العديد من التناذرات كمتلازمة فيرنيه (أذية الأعصاب القحفية التاسع والعاشر والحادي عشر بورم الثقبة الوداجية) ومتلازمة شميدت (أذية العصب العاشر والحادي عشر) ومتلازمة جاكسون هيولنغز (إصابة العاشر والحادي عشر والثاني عشر) ومتلازمة كوليه سيكار (أذية الأعصاب القحفية الأربعة الأخيرة).

الآفات العنقية فوق اللامية:

الأعصاب القحفية الأربعة الأخيرة (XII,XI,X,IX) جميعها تقع ضمن المنطقة السباتية فوق اللامية (غمد السباتي والبنى المجاورة). طيف واسع من الأمراض تتضمن الأورام الحميدة والخبيثة والعمليات الالتهابية والآفات الوعائية ينتج عنها توريط العصب المبهم والذي ينتج عنه بدوره شلل حبال صوتية لاحق. مثال على هذه الآفات ورم نظيرة العقدة أو ورم غمد شوان المبهم أو نقائل العقد اللمفاوية.[12]

4- آفات المبهم السفلية:

تطلق على الآفات العنقية تحت العظم اللامي و المنصف. الأذية تقع تحت مستوى القوس البلعومية المبهمة ولذلك الحنك الرخو هنا يبقى سليماً. من الممكن أن يصاب العصب المبهم في المنطقة السباتية بورم غمد شوان المبهم أو بورم ليفي عصبي. إن قرب العصب الحنجري الراجع من المري والرغامى والدرق في الميزاب الرغامي المريئي يجعله عرضةً للأذية نتيجةً للأمراض التي تصيب تلك البنى التشريحية مثل سرطانات المري والدرق.

العصب الحنجري الراجع الأيسر أطول من العصب الحنجري الراجع الأيمن ولديه تواجد داخل الصدر أكبر مما يجعله أكثر عرضةً للأذية نتيجة للأمراض المنصفية مثل سرطان الرئة وأم الدم الأبهرية والاعتلال العقدي اللمفي المنصفي.

5- أمراض الوصل العصبي العضلي:

الوهن العضلي الوبيل يسبب ضعف ثنائي الجانب لعضلات الحنجرة الداخلية. أحياناً العضلات المعصبة بالعصب المبهم هي أول من تتأثر بهذا المرض وعلى الأغلب فإن الوهن العضلي الوبيل ينتج عنه عسر تلفظ رخو (رتة).

6- أمراض العضلات:

الحثل العضلي أو الاعتلالات العضلية من الممكن أن تسبب عسر التلفظ الرخو.

الفيزيولوجيا المرضية لشلل الحبال الصوتية:

يحتوي العصب الحنجري الراجع على 500 إلى 1000 من العصبونات المحركة وجميعها محاطة بغمد شوان. جذع العصب هو مجموعة من الحزم العصبية. غلاف العصب يحيط بالعصب ككل بينما تحيط ظهارة الحزمة العصبية بكل حزمة عصبية بشكل مستقل أما غمد الليف العصبي فيحيط بالألياف العصبية. تصنف الأذيات العصبية حسب التغييرات على البنية التشريحية وعلى وظيفة العصب وعلى قدرته على الشفاء تلقائياً.

إعادة نمو العصب الحنجري الراجع:

بالنسبة لآفات ارتجاج العصب فإن الشفاء التام التلقائي يحدث بعد إعادة الميلانين بواسطة غمد شوان ويحدث هذا الشيء بعد عدة أيام إلى عدة أسابيع. بالنسبة لانتهاك المحوار مع غمد الليف العصبي سليم تدخل المحاوير المتجددة الأنابيب العصبية الداخلية الأم والتي تعود إلى العضلات الهدف السابقة. في الإصابات الأكثر شدة تصبح إعادة التعصيب غير مناسبة وغير فعالة ولا وجود لها. من الممكن أن تنمو المحاوير بطريقة خاطئة ومن الممكن أن تعصب الألياف المقربة العضلات المبعدة أو العكس. يسمى الإنقباض المتزامن في العضلات المضادة بالحركة المترابطة (synkinesis) (حركة غير إرادية مرتبطة بحركة إرادية). عدد قليل وغير كافي من المحاور المتجددة تصل وتدخل بنجاح إلى أنابيبها العضلية الداخلية.

التقلص الإرادي لايمكن الحصول عليه ولكن إعادة التعصيب تكون كافية لتقي من حدوث الضمور. إعادة نمو الأغماد ربما تحدث بطريقة فوضوية مؤهبةً لحدوث ورم عصبي. التنكس العضلي يكتمل حدوثه بعد سنتان إلى ثلاث سنوات تقريباً. مالم تكن نتيجةً لصدمةٍ قويةٍ ينتج عنها قطع كامل للعصب فإن كل حالة تختلف عن الأخرى من حيث درجة الأذية العصبية ونوع الأذية العصبية المحدثة على الألياف العصبية والأنماط والدرجات المتفاوتة لإعادة التعصيب.

التقييم و التشخيص

بالاعتماد على بروتوكول تقييم الأمراض الصوتية يعتمد تشخيص شلل الحبال الصوتية على الخطوات التالية: الإجراءات التشخيصية الأولية, الوسائل التشخيصية السريرية وتدابير إضافية بالاستعانة بالتجهيزات التشخيصية المناسبة.[9]

الإجراءات التشخيصية الأولية:

لابد من الحصول على القصة المرضية الكاملة بما في ذلك أعراض الصوت والبلع والتنفس.

يمكن أن يختلف الصوت من التعب الصوتي البسيط في الحالات المعتدلة أو الحالات التي يتم التعويض فيها بشكل جيد إلى عسر التصويت في الحالات الشديدة بحالة الشلل الحنجري أحادي الجانب.

غالباً مايكون هنالك صعوبات في البلع وخاصةً استنشاق السوائل في الحالات الحادة من شلل الحبال الصوتية ولكن يحدث هنالك تعويض كامل فيما بعد, وقد يكون هنالك عسر بلع للمواد الصلبة وخاصة في أذيات جذع الدماغ أو أذيات المبهم العلوية وذلك بسبب زوال التعصيب المرافق للعضلات الحنجرية المعصرة.

يزداد خطر الاستنشاق في مثل هذه الحالات بسبب فقدان الإشارات الحسية الحنجرية المماثلة الجانب لأذية العصب الحنجري العلوي.

يجب أخذ القصة الطبية بشكل كامل ومن ضمنها الإصابة بمرض رئوي أو عصبي سابق, إجراء عمليات جراحية سابقة, تنبيب طويل الأمد سابق, صدمة, أعراض رئوية والتي تشير إلى مرض السل أو أمراض خبيثة والتعرض لعوامل أو مواد سمية عصبية مثل العلاج الكيميائي للأورام الصلبة.

الفحص الطبي:

يجب أن يجرى فحص عام وعصبي وصدري وقلبي. يجب أن تفحص منطقة الرقبة بشكل دقيق لتحري تضخم الغدة الدرقية أو وجود أي كتل أو اعتلال عقدي لمفي أو وجود ندبات جراحية. يجب أن يتم فحص الأعصاب مع إيلاء إهتمام خاص بالعصب الشوكي اللاحق والأعصاب تحت اللسان والتي تتشارك الثقبة الوداجية مع المبهم. مشاركة هذه الأعصاب القحفية المجاورة يستدعي إجراء تقييم شعاعي شامل لقاعدة الجمجمة.

يتم إجراء فحص المسالك الصوتية لتحديد منعكس التقيؤ عند المريض وارتفاع الحنك وانحراف اللهاة لتقييم وظيفة العصب المبهم. الشلل الحنكي (اللهاة تنحرف نحو الجهة السليمة) بالمشاركة مع شلل حبال صوتية بالجهة المماثلة ربما يكون دلالة على آفة مبهمة علوية.

فحص حركة اللسان أيضاً من الضرورة لتحري أي آفات مرافقة موجودة على العصب تحت اللسان.

تنظير الحنجرة باستخدام المرآة غير المباشرة يجب أن يتم لتحديد حركة الحبال الصوتية الملحوظة وتجمع المفرزات.[9]

الوسائل التشخيصية السريرية المساعدة:

التقييم البصري بواسطة تنظير الحنجرة الصلب أو تنظير الحنجرة المرن عبر الأنف.

<u>تنظير الحنجرة غير المباشر:</u>

وذلك بواسطة المرآة الحنجرية وضوء الرأس.

التنظير بالمنظار الليفي المرن:

يجرى والمريض بوضعية الجلوس بإدخال المنظار عبر الأنف أو الفم تحت التخدير الموضعي ويعتبر هذا المنظار واسطة مفيدة جداً خاصةً عند المرضى ذوي البلعوم الارتكاسي أو ذوي التشريح الصعب .
وللمنظار ذراع خاصة صغيرة يستطيع بها الفاحص أن يتحكم باتجاه رأس المنظار وتوجيهه أثناء الدخول للوصول إلى الحنجرة وأثناء فحص الحنجرة والبلعوم الحنجري .

يتم الفحص بالشكل الأمثل عن طريق التنظير الحنجري المرن عبر الأنف لأنه يمكننا من مراقبة الوظيفة الحركية للحنجرة والبلعوم.

التنظير الحنجري المباشر:

يتم باستخدام منظار الحنجرة الخاص ذي المنبع الضوئي والمريض بوضعية الاستلقاء على الظهر مع بسط الرأس على العنق وعطف العنق على الصدر حيث يدخل المنظار عبر الفم تحت التخدير العام أو تحت التخدير الناحي مع الانتباه لتجنب رض القواطع السنية العلوية التي يستند عليها المنظار ويفضل وضع شاشة بين الأسنان وبين المنظار لتخفيف الرض على الأسنان وهذا الأخير يفيد في وضع التشخيص في إجراء العمليات الجراحية المجهرية على الحنجرة وهناك منظار خاص لرؤية الملتقى الأمامي .

على الرغم من أن تنظير الحنجرة الصلب يزودنا برؤية ممتازة لجوف الحنجرة إلا أنه لا يسمح لنا بالفحص الدقيق للبلعوم والحنك الرخو وبالإضافة إلى أن جر اللسان قد يغير من وضعية الحنجرة ويقودنا إلى تقييم غير دقيق لوظيفة الحنجرة.

يجب أن يبحث الطبيب الفاحص عن الحركة اللاتناظرية, انحناء الحبل الصوتي, موضع الحبال الصوتية الأفقي والشاقولي, فجوة المزمار أثناء التصويت, وجود للغضاريف الطرجهالية المنسدلة وفرط وظيفة مافوق المزمار.

وجود غضروف طرجهالي منسدل يدل على إزالة تعصيب عميقة مع فقدان للقوى العضلية الداعمة للغضروف الطرجهالي.[13]

تتضمن أسباب هذا التوضع الخاطىء للغضروف التالي:

1- وجود بقايا نشاط للعضلات الحنجرية الداخلية غير متأثر بالشلل.
2- التأثير السلبي للأربطة داخل الحنجرة.
3- إعادة تعصيب للعضلات الحنجرية المتأثرة بالطريقة الحركية التصاحبية.
4- تقيد حركة المفصل ربما عن طريق التهاب المفصل وتليفه.

جهاز التنظير الوميضي والتنظير الفيديوي:

يعتبر جهاز قياس اهتزاز الحبال الصوتية الستروبوسكوب من الوسائل الحديثة في التشخيص الدقيق والمبكر لكثير من أمراض الحنجرة فعملية إخراج الصوت بواسطة الحنجرة تتم عن طريق اهتزازات الغشاء المخاطي المغطي للحبال الصوتية ويتراوح ترددها مابين 125 -200 هرتز وهي من السرعة بحيث لا يمكن رؤيتها بالعين باستخدام المنظار الحنجري التقليدي ولكن بتوصيل جهاز الستروبوسكوب إلى المنظار الحنجري أصبح بالإمكان رؤية تلك الاهتزازات حيث يقوم هذا الجهاز بإصدار إضاءة لها تردد مقارب لتردد صوت المريض المراد فحصه مما يجعل الحبال الصوتية ترى كأنها تهتز بالحركة البطيئة مما يتيح للطبيب متابعتها بالعين وبالتالي تشخيص الكثير من أمراض الصوت والحنجرة التي يصعب تشخيصها باستخدام المنظار التقليدي مثل مشاكل الصوت الوظيفية حيث لا يكون هناك في الحنجرة أي تغير عضوي ولكن اضطراب وظيفي في اهتزازات الحبل الصوتية وكذلك تشخيص بعض المشاكل العضوية الطفيفة في الحنجرة كارتشاح الحبال الصوتية وعقيدات الحبال الصغيرة وكيسات الحبال الصوتية والتي ترى بوضوح باستخدام جهاز الستروبوسكوب كما أصبح بالإمكان استخدام هذا الجهاز في تشخيص السبب المؤدي إلى توقف حركة أحد أو كلا الحبلين الصوتين ففي حال حدوث هذا التوقف نتيجة لإصابة العصب الحنجري يظهر هذا على هيئة انعدام حدوث اهتزازات الحبال الصوتية أو ضعف أو اضطراب في هذه الاهتزازات على عكس حدوث هذا التوقف في حركة الحبال الصوتية نتيجة لإصابة أو تيبس في المفصل المحرك للحبال الصوتية ففي هذه الحالة تكون اهتزازات الحبال الصوتية طبيعية .

يتألف الجهاز من مصدر للضوء ومضخم للصوت وكاميرا ومنظار وجهاز تسجيل ويمكن إنجاز الفحص بواسطة المنظار الليفي المرن أو المنظار الصلب حيث يسمح المنظار الليفي بمراقبة الحركات الحنجرية من زوايا مختلفة ومشاهدة المزمار حتى في حال ضيق المسافة فوق المزمار لكن شدة الضوء تكون منخفضة. أما المنظار الصلب عبر الفم فيعطي صورة مكبرة ومضاءة بشكل جيد لكن يجب مسك لسان المريض خلال الفحص وكذلك يجب أن يكون تشريح المريض وتحمله الفيزيائي مناسبا ليسمح للفاحص برؤية كامل المزمار.[13]

التخطيط الكهربائي العضلي:

يفحص التخطيط الكهربائي العضلي التكامل العصبي للعضلات المخططة وذلك بأن يتم تسجيل النتيجة بشكل مرئي أو بشكل مسموع أو بالشكلين للخواص الفيزيولوجية الكهربائية (انطلاق الشحنات) للعضلة. وهذا يزود بمعلومات حول خواص الوحدة العضلية المفردة إضافة إلى نمط التداخل الذي يمثل سلسلة التنبيهات العضلية مع الوقت . يتطلب هذا التخطيط أدوات خاصة تتضمن إبرة أو سلك بشكل المعقف كمسبر في التخطيط. يمكن استخدام المسابر السطحية فقط لتحري العضلات القريبة من سطح الجلد (أي العضلة الحلقية الدرقية أو عضلات الحنجرة الخارجية) وعند اختبار الكمون الحركي للوحدة يجب استخدام مسبر إبري ويفضل أن يكون التصويت أصبح واضح المعالم ويشمل تقييم شلل الحبل الصوتية وحيد أو ثنائي الجانب.

العضلات التي يتم تقييم عملها بهذا الإجراء هي: العضلات الدرقية الطرجهالية والعضلات الحلقية الدرقية في كل جانب.

الفعاليات المسجلة: يتم تسجيل الفعالية خلال الراحة (خلال التنفس الهادئ) وخلال التنفس العميق وخلال التصويت بنغمة مريحة ومستويات الصوت العالي. يتم تسجيل الفعالية أيضاً خلال الفعاليات المعصرية للحنجرة (مثل السعال و البلع).

قيمة تخطيط العضلات الكهربائي في عدم حركية الحبال الصوتية:

تخطيط العضلات الكهربائي هو طريقة تشخيصية مهمة للتفريق بين شلل الحبال الصوتية عن تثبتها.

توقيت إجراء التخطيط يجب أن يكون على الأقل بعد 14 يوم من حدوث الإصابة وذلك ليسمح بحدوث التنكس الفاليرياني ولكي تظهر الفعالية العضوية.

ويكون أكثر فائدة بعد 6 أشهر من الإصابة.

تخطيط العضلات الكهربائي الطبيعي يدعم تشخيص تثبت الطرجهالي بينما التخطيط الشاذ والذي يتضمن إزالة التعصيب أو عود التعصيب يدعم تشخيص شلل الحبال.

وفيما يلي علامات إزالة التعصيب:

1- وجود الفعالية العفوية خلال الراحة.
2- الفعالية العفوية قد تحدث خلال 10-14 يوم بعد الإصابة وتدل على أن العضلة تتنكس أو أن العصب قد تأذى
3- زيادة العرض البياني لتيار عمل الوحدة المحركة (MUAP)
4- نقص التحفيز خلال الفعالية القصدية. التحفيز يعرف على أنه تفعيل الوحدات المحركة مع زيادة قوة تقلص العضلات الإرادية. إنه يعكس عدد الوحدات المحركة خلال زيادة التفعيل خلال إنجاز المهمات مثل التصويت.

إن وجود كمون الرجفان العفوي ونقص عدد الوحدات المحركة خلال التفعيل هما الميزتان المقبولتان لتشخيص الإصابة العضلية العصبية.

علامات عود التعصيب:

1- وحدات متعددة الأطوار تكون كبيرة السعة بالمقارنة مع الوحدات الطبيعية حيث ترتفع عن الخط القاعدي بمقدار خمس أو أكثر. وحدات ناسكة تعرف على أنها وحدات منخفضة السعة مع زيادة عدد عبور الخط القاعدي دون الالتقاء بالوحدات المتعددة السعة. تدل على إصابة حديثة.
2- في المراحل المتأخرة (5-12 شهر بعد إصابة تنكس العصب) تختفي كمونات الرجفان الخاصة بإزالة التعصيب. كمونات متعددة الأطوار تنقص كذلك المدة, لكن السعة تزداد محدثة بذلك موجة عملاقة. هذه الوحدات الحركية كبيرة السعة تدل على إصابة قديمة وثابتة محيطية للعصب.

وبذلك يتم دراسة التحفيز, نمط الموجة, الشكل والفعالية العضوية لتحديد نمط تخطيط العضلات الكهربائي.

بالنسبة للفحوص الخاصة بتقييم مشاكل الصوت لدى المريض:

- التحليل الصوتي Acoustic Analysis: يقيس التواتر الأساسي, تبدلات تواتر الصوت أو النرفزة Jitter(القيمة الطبيعية 0.4%), تبدلات التضخم Amplitude Fluctuations أو الوميض Shimmer (القيمة الطبيعية 0.50 ديسبيل) ونسبة النغمة التوافقية إلى الضجيج Harmonic to noise range (القيمة الطبيعية 11)

- دراسة الصوت الديناميكية الهوائية: تقيس المعدل الوسطي لجريان الهواء عبر المزمار (القيمة الطبيعية 100 مل\ثا), مقاومة المزمار (القيمة الطبيعية 30-50 سم ماء\IPS), الضغط تحت المزمار (القيمة الطبيعية 6-8 سم ماء)

- الفحوص الحسية الاستقبالية Perceptual Testing: المعدل الكيفي للصوت, تحتاج إلى سلم تدريج رقمي مؤلف من سبع درجات (واحد طبيعي وحتى سبعة أشد انحراف عن الطبيعي)
السلم المستخدم هو سلم GRBAS الشخصي حيث تشير G إلى درجة البحة Grade, و R إلى الخشونة Roughness, و B إلى التنفس المصيت Breathiness, و A إلى الوهن Asthenic, و S إلى صفة الإجهاد الصوتي Strained (تتراوح القيمة من 0 = طبيعي وحتى 3= إجهاد شديد)

- تخطيط المزمار Glottography: يقيس شفوفية الطية الصوتية أثناء الاهتزاز و درجة تقلص الحبل مثلاً الحصة المفتوحة open quotient حيث تكون مدة انفتاح الحبلين الصوتيين أكثر من طول الدورة المزمارية.
الحصة السريعة rapid quotient حيث تكون فترة انفتاح الحبلين الصوتيين أكثر من فترة انغلاق المزمار.
الحصة المتناوبة shift quotient حيث يكون وقت ذروة انفتاح المزمار أكثر من مدة انفتاح المزمار

العلاج الجراحي

على عكس الشلل الحنجري أحادي الجانب ، والذي يشكو منه المريض بشكل أساسي من صعوبات في الصوت والبلع ، يؤدي الشلل الحنجري ثنائي الجانب إلى تقييد مجرى الهواء وليس إلى خلل صوتي.

يمتاز شلل الحبلين الصوتيين ثنائي الجانب بالزلة التنفسية والتي تنتج عن تضيق المجرى التنفسي على مستوى المزمار وذلك مع أخذ الحبلين الصوتيين وضعية التقريب. تعتبر هذه الحالة من الحالات الخطرة والتي تستوجب تدخل جراحي لعلاج ضيق التنفس الناتج والذي يكون في بعض الحالات مهدداً للحياة.[8]

إن شلل الحبال الصوتية ثنائي الجانب الحاد الناتج عن الأذية العصبية المحدثة طبياً بعد العمل الجراحي ممكن أن يؤدي إلى أعراض مباشرة والتي تتطلب تدخل إسعافي على الطرق الهوائية وفي بعض الحالات قد تسوء الأعراض التنفسية خلال عدة أسابيع كنتيجة للتعصيب الشاذ الحاصل أو الحركة التصاحبية.

نظراً لأن الألياف العصبية المحركة في العصب الحنجري الراجع تعصب كلاً من العضلات المقربة والمبعدة للحبال الصوتية فإن أي ضرر على العصب الحنجري الراجع يؤثر على جميع تلك الوظائف وفي معظم حالات المرضى إعادة البناء العشوائية للألياف العصبية في العصب الحنجري الراجع ينتج عنها إعادة تعصيب شاذ للعضلات الحنجرية. في الحنجرة المصابة بإعادة التعصيب التصاحبية تقلص العضلات المبعدة تصبح غير فعالة وغير متزامنة وحتى بحركة معاكسة للحبال الصوتية. وبما أن عدد ألياف العضلات المقربة أكبر بأربعة أضعاف من عدد ألياف العضلات المبعدة فمن المتوقع أن العضلات المقربة ستحصل على مزيد من إعادة التعصيب بأي نوع من أنواع العصبونات المحركة متضمنة كلاً من العصبونات المسؤولة عن فتح وإغلاق المزمار. لذلك تأخذ الحبال الصوتية وضعية جانب الخط الناصف بشكل ثابت وينتهي الحال بالمريض بزلة تنفسية شديدة تتطلب تدخل جراحي في الوقت المناسب.

الهدف الرئيسي من التدخل الجراحي عند مرضى الشلل الحنجري ثنائي الجانب تحسين الطريق الهوائي. العديد من العمليات الجراحية تم تطويرها في هذا الصدد وخزع الرغامى يبقى من الإجراءات الأكثر استخداماً في فترة البداية المبكرة أي عندما لايزال تعافي العصب ممكناً. أي تدخل جراحي مقترح يجب أن يريح المريض من الزلة التنفسية مع أقل ضرر حاصل على وظائف الحنجرة. على الرغم من أن خزع الرغامى له آثاره السلبية الواضحة على نمط حياة المريض إلا أنه يؤمن مجرى هوائي جيد جداً وبنفس الوقت يحافظ على سلامة بنية الحنجرة على مستوى المزمار.[8]

منذ بداية القرن العشرين تم إدخال عدة طرق أخرى لتوسيع المجرى الهوائي المتضيق أولهم كان باستخدام الطرق الخارجية التقليدية ومن ثم بعد ذلك تم استخدام الطرق الداخلية وذلك باعتماد التقنيات بالمنظار ومؤخراً تم دراسة وتطبيق تقنيات جديدة كالعمل على نظم الحنجرة وعمليات إعادة التعصيب وفي السنوات الأخيرة تم استخدام حقن ذيفان البوتولينوم (البوتوكس) عند المرضى الذين يعانون من إعادة تعصيب تصاحبية في الحنجرة لديهم ويوجد عدة خطط علاجية يتم تقييمها ودراستها حالياً كالعلاج بالجينات والخلايا الجذعية.

<u>الجراحة باستخدام الليزر:</u>

مفهوم الليزر هو التضخيم الضوئي بواسطة البث المحرض بالإشعاع, والليزر هو عبارة عن حزمة من الفوتونات الضوئية أو الإشعاع الكهرطيسي وتتميز هذه الحزمة الضوئية المنظمة عن الضوء العادي بما يلي :

وحيدة طول الموجة (حسب كل وسط ليزري مستخدم) ووحيدة الاتجاه وذات شدة عالية ووجود التوافق الزمني والمكاني بين كافة الفوتونات. ويعني التوافق الزمني أن تذبذب الموجات واحد خلال وحدة زمنية معينة أما التوافق المكاني فيعني أن الفوتونات متوازية ومتماثلة على محور الموجة.

تم استخدام الليزر في جراحة الحنجرة والرغامى منذ عام ١٩٧٠ من العالم سترونغ وغيره وقد تم استخدام ليزر Co2 بنجاح لعلاج آفات الحنجرة السليمة والخبيثة وهو أداة جراحية دقيقة خاصةً إذا أشرك مع مجهر جراحي قادر على تغيير مساحة بقعته.

هناك طريقتان يمكن استخدام الليزر بهما لاستئصال الآفة:

الأولى تعتمد على استخدام الليزر لتبخير كامل الآفة والنسيج السليم المجاور لها.

أما الطريقة الثانية فتستخدم الليزر كأداة قاطعة لاستئصال الآفة بحواف أمان سليمة حيث تقطع الحافة الأمامية أولا على عمق ملائم ثم تقطع الآفة ويجب أن تبقى العينة ممططة لتجنب تقلصها بالحرارة وبهذه الطريقة يكون الضياع الناتج غير كبير وحواف القطع دقيقة وتبقى العينة قابلة للتقييم النسيجي بكاملها.

عند استخدام الليزر Co2 على التقنيات الجراحية التقليدية فنحصل على ميزات منها: القدرة على الجراحة دون تحريك ميكانيكي مما يقلل خطورة تخريب بنية الحبل الصوتي الحساسة كما هو الحال في تقشير الحبل الصوتي. وبالإضافة إلى أنها أقل رضاً وأكثر دقةً وذلك باستخدام البقعة المجهرية ويمكن عندها استخدام الجزء المماسي من الحزمة للحصول على دقة جراحية أقل من ١٠٠ ميكرون. إرقاء أفضل وتعقيم مكان الاستئصال لذا لا تشاهد إنتانات بعد الجراحة. الوذمة والألم بعد الجراحة أقل بسبب تخثير الأوعية اللمفية والنهايات العصبية. يبخر الليزر النسيج بدقة مع تخريب محيطي حروري ضئيل جدا وربما معدوم.

<u>الجراحة باستخدام الديود ليزر:</u>

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

الطاقة تعبر عبر ليف بصري ويمكن أن تستخدم بنمط قرب تماس أو نمط تماس. في نمط التماس عندما يلمس الليف النسيج فإن ذروته تسخن وتعمل تأثير حراري لإجراء الشق والاستئصال والتبخير مع إرقاء جيد. الأذية الحرارية الجانبية يقال أنها تتراوح بين 300 – 600 ميكرون اعتمادا على مستوى الطاقة المستخدمة.

في نمط قرب التماس: يحمل الليف على مسافة قريبة من النسيج.

الحزمة تمتص جيدا من قبل الميلانين مما يخلق حرارة عالية على سطح النسيج ويسبب تبخير سريع مع تخثير مستبطن.

خزع الرغامى

يعتبر خزع الرغامى من أشيع التدخلات الجراحية استخداماً لعلاج الشلل الحنجري ثنائي الجانب وعلى الرغم من فعاليته إلا أنه في الآونة الأخيرة أصبح من التدخلات الجراحية الغير مرغوب بها لدى الكثير من المرضى وذلك لأنها تترك جرحاً مفتوحاً والذي بدوره يتطلب عناية خاصة طويلة الأمد ويخلق مشاكل نفسية واجتماعية لديهم. إضافة لذلك فإن معظم المرضى المجرى لهم هذا العمل الجراحي ينخفض لديهم مستوى جودة الحياة ويصبحوا مجبرين على مراجعة مستمرة لما بعد العمل الجراحي للحفاظ على الخزع

والعناية به. وأظهرت دراسات حديثة وبالأدلة أن خزع الرغامى أقل فعالية من حيث التكلفة مقارنة بتقنييات التنظير الداخلي كاستئصال الحبل الصوتي أو استئصال الطرجهال وذلك في علاج الشلل الحنجري ثنائي الجانب. وبغض النظر عن كل ما ذكر سابقاً إلا أن خزع الرغامى مازال يستطب كطريقة فعالة وإسعافية ومبدئية في التعامل مع الشلل الحنجري ثنائي الجانب على المدى القصير. [14]

استئصال الطرجهالي

يشكل الغضروف الطرجهالي البنية الأساسية للمزمار الخلفي وعملية استئصال هذا الغضروف تعتبر دائمة وغير عكوسة ومن خلال هذه العملية الجراحية يتم توسيع المجرى التنفسي على مستوى المزمار وبمحوره المستعرض مؤمناً مجرى هوائي أكبر للتنفس.

تستخدم عملية استئصال الطرجهالي إما منفردة أو مشاركةً مع استئصال جزئي للحبل الصوتي وتسمى عندها (استئصال الثلث الخلفي للحبل الصوتي مع الطرجهال).[10]

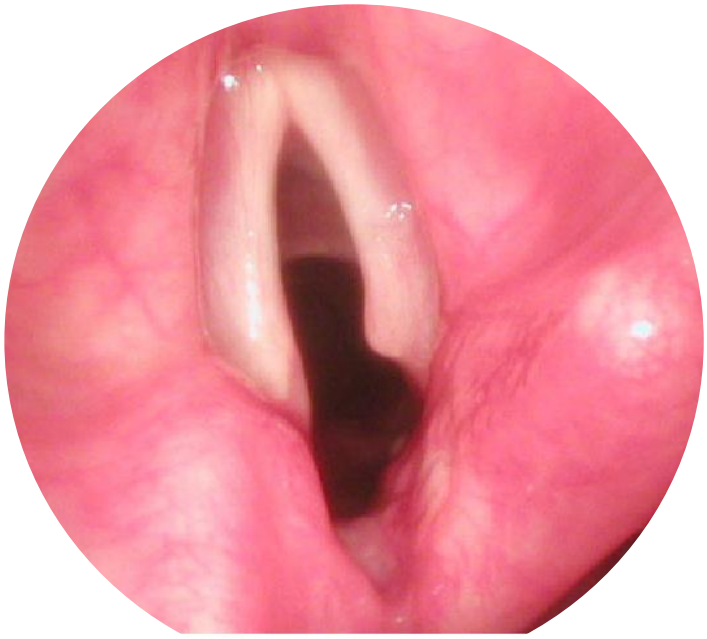
منذ أوائل القرن التاسع عشر تم إجراء هذه العملية (استئصال الطرجهالي) من خلال طريقة الرقبة المفتوحة وفي مايلي التكنيك الخارجي: حيث يتم إجراء شقين جراحيين أفقيين أحدهما هو المدخل الجراحي والثاني لخزع الرغامى ويفضل إجراء خزع الرغامى تحت التخدير الموضعي قبل العمل الجراحي. يتم إجراء الشق الجراحي بمنتصف المسافة بين العظم اللامي والغضروف الحلقي. ثم يتم رفع الشرائح وصولاً إلى العظم اللامي بالأعلى والغضروف الحلقي بالأسفل. يتم كشف الغضروف الدرقي والغشاء الدرقي اللامي. يجب الحفاظ على الفرع الباطن للعصب الحنجري العلوي قدر الإمكان. يتم إجراء شق على شكل حرف V عبر الغشاء الدرقي اللامي ويبدأ هذا الشق عند الثلمة الدرقية ويمتد باتجاه الجانبين وصولاً إلى القرن الكبير للعظم اللامي في كل جهة. يتم رفع شريحة مخاطية وتسليخ كامل الغضروف الطرجهالي ويتم استئصال الجزء الأنسي من العضلة الدرقية الطرجهالية والعضلة الحلقية الطرجهالية الجانبية وجزء من المخروط المرن.
في عام 1948 ميلادية قدم الطبيب Thronell أول عملية استئصال غضروف طرجهالي باستخدام تقنيات التنظير الداخلي والتي أصبحت فيما بعد من أكثر الطرق رواجاً واستخداماً. وفي طريقته هذه يقوم بإجراء خزع للرغامى مؤقت في البداية في فترة ماقبل العملية.
المزمار يصبح أكثر اتساعاً من خلال استئصال المخاطية الجزئي في منطقة الطرجهال ممتداً نحو الطية الطرجهالية لسان مزمارية. هذه التقنية مع اختلاف تعديلاتها أظهرت نتائج جيدة على مستوى تحسن التهوية عند مرضى الشلل الحنجري ثنائي الجانب. تم تطوير هذه العملية بتطبيق جهاز الليزر في الجراحة وباستخدامه تم كسب العديد من المحاسن لهذه الطريقة إذ أصبحت أكثر دقة من خلال الشق الليزري وأفضل من جهة القدرة على الحفاظ على الإرقاء وانخفاض أكبر للوذمة الحاصلة ما بعد العمل الجراحي.

في عام 1983 قام Ossoff بشرح طريقة عمل استئصال كامل للغضروف الطرجهالي باستخدام تقنية الليزر CO_2 وبعد قطع أغلبية الغضروف الطرجهالي يمتد القطع جانبياً ليحرض على عملية التليف والذي

بدوره سيسحب الحبل الصوتي فيما بعد جانبياً. العديد من التعديلات أجريت بعد ذلك ومنها ما قام به الطبيب Crumley حيث قدم عملية استئصال الطرجهال الأنسي باستخدام الليزر مع الحفاظ قدر الإمكان و بأقل ضرر على الحبل الصوتي. في هذا التكنيك يتم استئصال الجزء الأنسي من جسم الغضروف الطرجهالي والحفاظ على باقي أجزاء الغضروف سليمة ومن ضمنها النتوء الصوتي. يهدف هذا التكنيك على الحفاظ على البنية الصوتية قدر الإمكان. وبالرغم من ذلك فإن هناك تدهوراً في جودة الصوت قد تم تسجيله عند جزء كبير من المرضى الخاضعين لاستئصال الطرجهالي بالإضافة إلى ذلك فإن المرضى المجرى لهم هذا التدبير الجراحي أصبحوا عرضةً لتشكل ورم حبيبي أو تشكل ندبات والذي بدوره يؤدي إلى إعادة تضيق للمجرى الهوائي وفي مثل هذه الحالة قد يحتاج المريض إلى جراحة ناكسة أو أكثر لإعادة توسيع المجرى التنفسي.[10]

بالمقارنة مع الطرق الخارجية لإجراء استئصال الطرجهال فإن طرق التنظير الداخلي لم تختلف بشكل كبير من جهة النتائج الوظيفية ولكنها امتلكت إيجابية كبيرة بأن المريض لم يعد بحاجة إلى إجراء خزع الرغامى. تجنب الخزع أو التخلي عن التنبيب بنجاح تم تحقيقه عند معظم المرضى.

باستخدام تقنية endoscopic plasma coblator عوضاً عن الليزر أصبحت نسبة تشكل الندبات أقل وذلك عن طريق تجنيب الأنسجة المحيطة من الضرر الحراري الحاصل نتيجة استخدام الليزر ولكن هذا التكنيك يفتقر إلى دراسات منجزة على شريحة واسعة من المرضى.



صورة توضيحية (15): استئصال الطرجهال.

استئصال الحبل الصوتي

كما في استئصال الطرجهالي فإن استئصال الحبل الخلفي أو استئصال الحبل المعترض يعتبر من الطرق الجراحية الغير عكوسة والتي تهدف إلى توسيع المجرى التنفسي على مستوى المزمار من خلال استئصال الأنسجة في ذلك المستوى.

إن استئصال الحبل الصوتي يركز على استئصال الأنسجة الرخوة الحنجرية كأجزاء من الطية الصوتية والرباط الصوتي أو العضلة الدرقية الطرجهالية وفي بعض الحالات يتم دمج كلا التدبيرين الجراحيين استئصال الطرجهالي والحبل الصوتي معاً.[5]

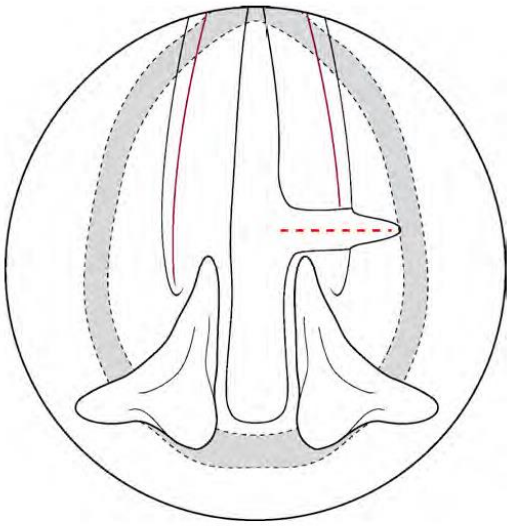
استئصال الجزء الكبير من الحبل الصوتي تم إجراءه كطريقة علاجية لمرضى الشلل الحنجري ثنائي الجانب لقرن مضى. بعد ذلك تم التركيز تشريحياً على تحت الغشاء المخاطي للحفاظ على طبقة الغشاء المخاطي المغطية والتقليل من تشكل الندبات لاحقاً وبالتالي التخفيف من التغييرات الغير مرغوب فيها على الصوت. وبعد إدخال طريقة التنظير الداخلي للحنجرة لاستئصال الطرجهالي باستخدام الليزر اتبع الطبيبان Dennis و Kashima تلك الطريقة باستخدامهم جهاز الليزر Co2 في عملية استئصال الحبل الصوتي عام 1989. قاموا باستئصال الأنسجة الرخوة من الجزء الخلفي للطية الصوتية وقطع المخروط المرن. بهذا التكنيك تم استئصال إسفين على شكل حرف C من القسم الخلفي من الطية الصوتية من الحافة الحرة مع امتداد وحشي حوالي 2 ملم لإزالة توتر النسج الرخوة على الحبل الصوتي. تم الحصول على تحسن في الطريق الهوائي عند معظم مرضى الشلل الحنجري ثنائي الجانب الذين تعرضوا لهذا الإجراء. أكثر من 60% من المرضى تم التخلص من خزع الرغامى لديهم. على كل حال فإن استئصال الحبل الصوتي مثل استئصال الطرجهالي يحمل إمكانية تشكل النسيج الحبيبي و حدوث التندب. تم تسجيل نسبة الثلث من المرضى الذين احتاجوا إلى جراحة ناكسة أو استئصال حبل صوتي ثنائي الجانب وذلك بسبب تناقص فتحة المزمار بسبب تشكل التندب أو النسيج الحبيبي. من التأثيرات الجانبية شائعة الحدوث أيضاً هو تراجع نوعية الصوت وعادة يشكو المريض من صوت خشن وتنفسي بسبب أذية القسم الاهتزازي من الطية الصوتية.[5]

إن استئصال الحبل الصوتي بالليزر عبر التنظير أصبح الإجراء المفضل للتدبير طويل الأمد لشلل الحبال الصوتية ثنائي الجانب.

بالمقارنة مع استئصال الطرجهال فإن استئصال الحبل الصوتي هو المفضل لأنه إجراء أقل تخريباً مع احتمالية أقل لحدوث الاستنشاق.

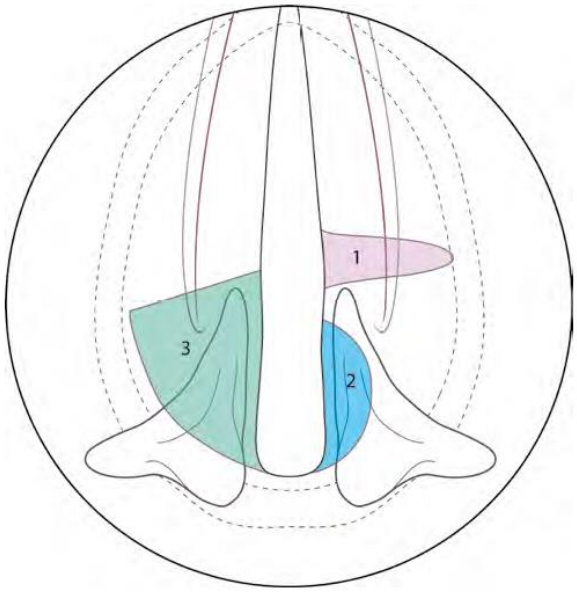
إن استئصال الحبل الصوتي يمكن أن يكون بديلاً لإجراء خزع الرغامى حتى في وقت التشخيص ولكن يبقى مستوى التهوية عبر فتحة المزمار بعد استئصال الحبل الصوتي أقل من ذلك عبر خزع الرغامى. بالإضافة إلى أن استئصال الحبل الصوتي يؤثر على نوعية الصوت ويضع المريض في خطورة الاستنشاق. وأيضاً النكس و إعادة التداخل قد يحدث بسبب التندب وتشكل النسيج الحبيبي والذي يجر الطيات الصوتية إلى الخط الناصف.

على الرغم من أن استئصال الحبل الصوتي قد تم تعديله من قبل أطباء الأذن والأنف والحنجرة لتحسين التهوية والحفاظ قدر الإمكان على الصوت فإن هذا الإجراء يبقى تحت مثالي.



رسم توضيحي (16):
الإمتداد الجانبي لاستئصال الحبل الصوتي المعترض على مستوى الحبال الصوتية الحقيقية والكاذبة.

صورة توضيحية (17):
النتيجة الجراحية مباشرةً بعد استئصال الحبل الصوتي الخلفي اليميني المعترض.



رسم توضيحي (18): مخطط للدرجات المختلفة لاستئصال الطرجهال (2) الأنسي, (3) الكامل وبالإضافة إلى استئصال الحبل الصوتي المعترض(1).

تصنيف استئصال الحبل الصوتي بالتنظير حسب المنظمة الأوروبية للأنف والأذن والحنجرة (2007):

النمط الأول: استئصال تحت الظهارة والذي هو استئصال الظهارة مع العبور عبر الطبقة السطحية من الصفيحة الخاصة.

النمط الثاني: استئصال تحت الرباط والذي هو استئصال الظهارة أو حيز رنكة مع الرباط الصوتي.

النمط الثالث: استئصال عبر العضلية والذي يتم فيه استئصال العضلة الصوتية.

النمط الرابع: استئصال كامل للحبل الصوتي والذي يمتد من الناتئ الصوتي للطرجهال وحتى الملتقى الأمامي.

النمط الخامس: يقسم إلى أربعة تحت أنماط:

1- استئصال الحبل الصوتي الممتد والذي يصل إلى الحبل الصوتي بالجهة المقابلة.
2- استئصال الحبل الصوتي والذي يمتد إلى الطرجهال.
3- استئصال الحبل الصوتي والذي يمتد إلى الطية البطينية.
4- استئصال الحبل الصوتي والذي يتضمن منطقة تحت المزمار.

استئصال الحبل الصوتي المعترض (قطع الطية الصوتية):

يتم تحديد مكان الناتئ الصوتي للطرجهال ويتم إجراء قطع تماماً إلى الأمام منه, يجب أن لا يعرى الغضروف الطرجهالي للتقليل من تشكل النسيج الحبيبي فيما بعد.

يتم قطع كامل عرض الطية الصوتية (الحقيقية) وبذلك تنفصل بشكل كامل عن الناتئ الصوتي للطرجهال. قد نحتاج إلى استئصال 3-4 ملم من الطية الدهليزية وذلك لنحصل على تحرير كامل للطية الصوتية عن الطرجهال.

التثبيت الوحشي للحبل الصوتي أو الغضروف الطرجهالي

التثبيت الوحشي (قطبة التثبيت الوحشي) للغضروف الطرجهالي و/أو الحبل الصوتي المرتبط به وذلك بإستخدام مدخلين أحدهما بالتنظير والثاني مدخل خارجي وقد ظهر كوسيلة بديلة لجراحة الشلل الحنجري ثنائي الجانب. في السنوات الأخيرة حقق هذا الإجراء معدلات نجاح جيدة على المرضى البالغين والأطفال.

بسبب الطبيعة العكوسة فإن هذا الإجراء مفضل عند مرضى الشلل الحنجري ثنائي الجانب كتدبير مؤقت للطرق الهوائية والذي يستند إلى حقيقة أن الشفاء العفوي قد يكون متوقع في 40-86% من الحالات والتي يكون فيها العصب الحنجري الراجع غير مقطوع.[5]

كان الطبيب Sapundzhiev ومجموعته هم من سجل التبعيد الوحشي للطرجهال عبر شق الحنجرة عام 1922.

الطبيب Enjell وزملائه سجلوا قطبة تبعيد الطرجهال بإستخدام أنبوب رغامى صغير دون الحاجة لإجراء خزع رغامى. في هذا الإجراء يتم رؤية الحنجرة عبر التنظير المباشر (المنظار الصلب) ويتم تقييم المفصل الحلقي الطرجهالي عبر الجس. بعد إزالة العضلة الدرقية الطرجهالية يتم إدخال قطبتان إلى الحنجرة من الخارج. يتم شد القطب عبر منظار الحنجرة وتعقد لتبعيد الطية الصوتية للوحشي.

في عام 1983 أدخل الطبيب Lichtenberger حامل للإبرة قادر على تمرير الإبرة والخيط عبر الحنجرة والغضروف الدرقي إلى الجلد. ويكون بذلك سهل الإجراء خاصةً بعد إمكانية الدخول إلى الحنجرة تنظيرياً. يتم إجراء شق طولي على السطح العلوي للطية الصوتية ويتم استئصال العضلة الدرقية الطرجهالية – بإستخدام حامل إبرة مائل النهاية يتم إدخال أحد نهايتي الإبرة عبر الحنجرة تحت الثلث الخلفي للحبل الصوتي والنهاية الثانية يتم سحبها فوق الطية الصوتية كلا طرفي قطبة التثبيت تشد وتربط فوق العضلات الشريطية وتوضع قطبة تثبيت وحشي ثانية 1-2 ملم إلى الأمام من السابقة بنفس الطريقة.

خلال السنوات السابقة حدث تعديلات متعددة على هذه الطريقة وبشكل خاص قام الطبيبان Woodsonو Weiss بعرض طريقتهم وهي تبعيد الطرجهال.

هذه الطريقة تعتمد على حقيقة أن حركة العضلات المتبقية بعد شلل العصب الحنجري الراجع تكون بشكل جزئي حركة تقريبية وذلك لأن الألياف المحركة المقربة تعدادها أكبربأربعة أضعاف الألياف المبعدة في العصب الراجع.

هذا التكنيك يعتمد على قطبة تبعيد وحشية للغضروف الطرجهالي والتي تؤمن شد وحشي بطني (تشابه بذلك تقلص العضلة الحلقية الطرجهالية الخلفية) وذلك لتبعيد الطية الصوتية. وفي تلك الأثناء إغلاق المزمار أثناء التصويت و البلع يمكن الحصول عليه بتأثير إرادي عبر العضلات المقربة.

هذه التقنية تعتمد بشكل أساسي على تحسين الوظيفة التقريبية وتبقى إجراء واعد في الحفاظ على الحركة الديناميكية في الحنجرة المشلولة.

في مشفى المواساة الجامعي نقوم بإجراء التكنيك كالتالي: يتم الدخول بقثطرة وريدية خلف الحافة الخلفية للغضروف الدرقي بمستوى تحت الناتئ الصوتي للطرجهال والدخول بقثطرة ثانية من الناحية الخلفية لصفيحة الغضروف الدرقي بسوية أعلى فوق الناتئ الصوتي ويتم إدخال عروة خيط بإحدى القثطرتين وطرف الخيط بالقثطرة الثانية وإدخال الخيط عبر العروة ضمن الحنجرة من خلال المنظار ثم يتم إزالة القثطرتين ثم نعقد الخيط على قطعة بلاستيكية أسفلها قطعة شاش على الجلد.

التثبيت الوحشي ممكن إجراؤه بشكل مستقل أو بالإضافة إلى إحدى الإجراءات التنظيرية الأخرى مثل استئصال الطرجهال أو استئصال الحبل الصوتي.

بالمقارنة مع الإجراءات الثابتة (استئصال الحبل الصوتي – استئصال الطرجهال) يكون توسيع فتحة المزمار وتحسين قياسات الطريق الهوائي أفضل بشكل واضح في التثبيت الوحشي. بالإضافة إلى ذلك التثبيت الوحشي يؤمن إغلاق تصويتي أفضل للطيات الصوتية والذي قد يؤمن نوعية صوت أفضل وأيضاً خطورة استنشاق تبدو قليلة. معدل إعادة التداخل تم تسجيله ليتراوح حوالي 10-30%.

قطبة التثبيت الوحشي قابلة للعكس ولذلك قد تخدم كبديل لخزع الرغامى.

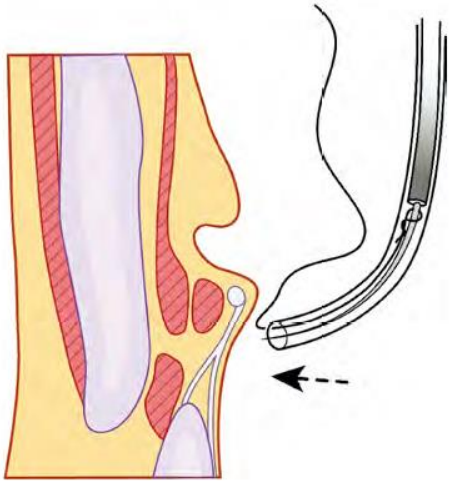
التبعيد الوحشي للطية الصوتية و/أو للغضروف الطرجهالي يوسع الطريق الهوائي دون أذية الأنسجة التصويتية وبذلك يحافظ على الصوت.

من الممكن أن يطبق هذا الإجراء بشكل ثنائي الجانب أو مع إجراءات تنظيرية أخرى حسب الحاجة.

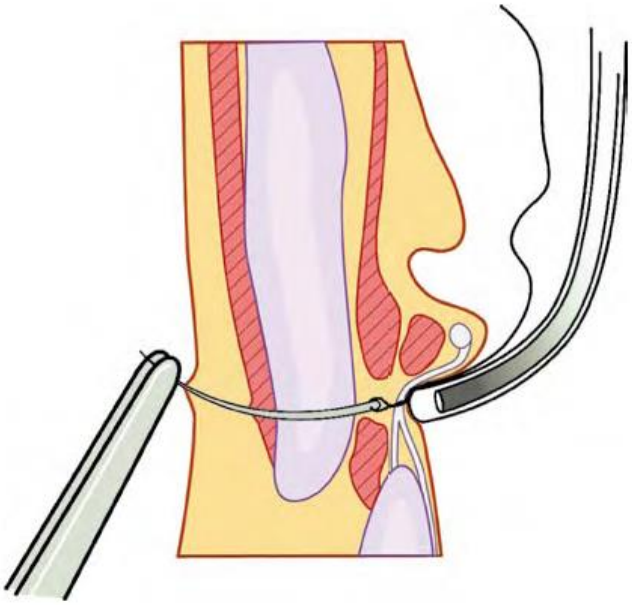
معدل وقوع الاختلاطات (بحة الصوت – الاستنشاق – عسر البلع – الجراحة الناكسة) بشكل تقريبي منخفضة مقارنةً مع الإجراءات الثابتة.[5]

تبعيد الطرجهال قد يحافظ أيضاً على الوظيفة الحركية للحنجرة.

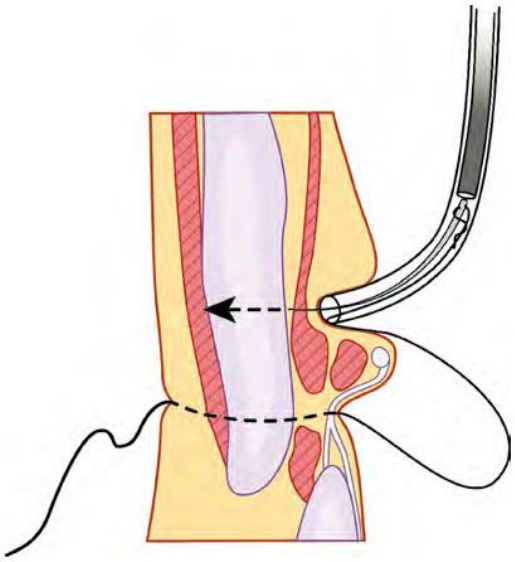
بشكل عام يستطب التثبت الوحشي عند مرضى شلل الحبال الصوتية ثنائي الجانب عندما تكون عودة الوظيفة الحنجرية متوقعة أو تفضيل تجنب خزع الرغامى.



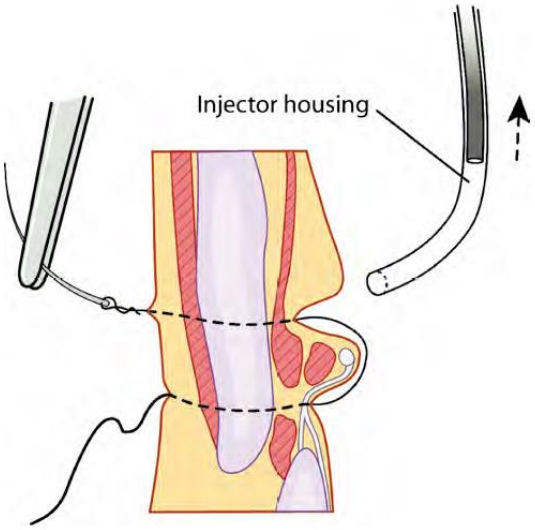
رسم توضيحي (19): تحديد مكان الدرزة تحت المزمار وتحت النتوء الصوتي.



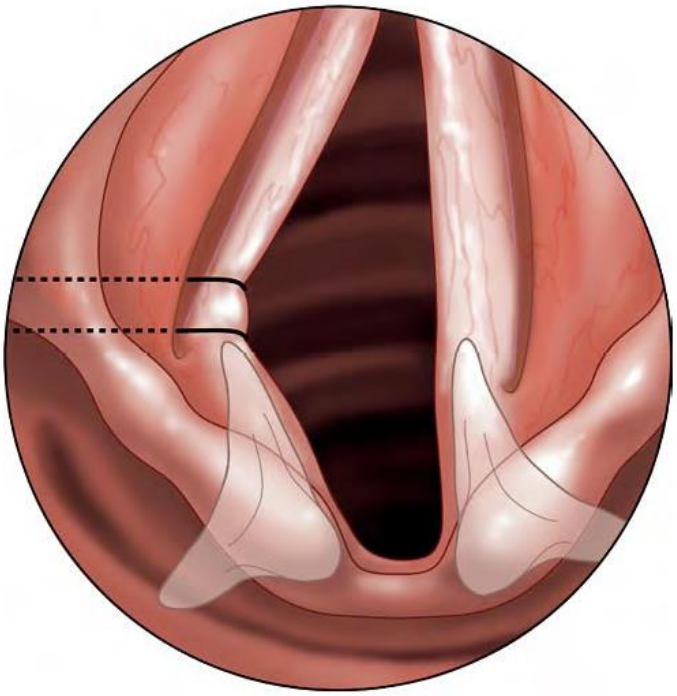
رسم توضيحي (20): تمسك الإبرة وتسحب من خلال الجلد.



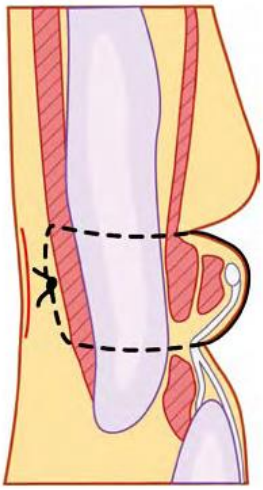
رسم توضيحي (21): الإبرة نفسها يتم وضعها فوق الطية الصوتية من خلال البطين في منطقة الناتئ الصوتي.



رسم توضيحي (22): بمجرد انتهاء القطبة الأولى يتم إعادة الخطوات أعلاه لعمل قطبة ثانية وتكون إلى القليل من خلف القطبة الأولى.



رسم توضيحي (23): بعد الانتهاء من التبعيد الوحشي.



رسم توضيحي (24): أخيراً يتم إدخال القطبتين عميقاً داخل الجلد بإجراء شق جراحي منفصل.

إعادة التعصيب

لايوجد هنالك أي تكنيك جراحي توسيعي للمزمار ويعتمد على الاستئصال قادر على إعادة كلتا الوظيفتين الرئيسيتين للحنجرة ألا وهما توسيع المجرى التنفسي أثناء التنفس وإغلاق ذلك المجرى أثناء التصويت والبلع. وفي هذا الشأن تم بحث ودراسة الإجراءات اللازمة لإعادة التعصيب إلى عضلات الحنجرة لاستعادة الحركة الطوعية للحنجرة. الهدف الرئيسي يجب أن يصب في كيفية إعادة تأسيس وظيفة تباعد الحبلين الصوتيين وذلك عبر إعادة التعصيب للعضلة المبعدة الرئيسية في الحنجرة وذلك لأن الزلة التنفسية تعتبر العرض الرئيسي عند معظم المرضى الذين تكون عندهم الوظيفة المقربة للحبال الصوتية محفوظة جزئياً. تم الحديث عن تفاغر العصب الحنجري الراجع منذ حوالي قرن مضى ولكن الدراسات في هذا المجال كانت شحيحة ومحدودة وذلك ربما بسبب اختلاف وتعقيد العصب المُزوَد.

نتائج الدراسات المجراة على الإنسان متفرقة وتستند فقط على سلسلة من الحالات الفردية.[30]

الطبيب Miehlike طور تكنيك لمفاغرة العصب الحنجري الراجع. في هذا التكنيك الفرع الخلفي البعيد للعصب الحنجري الراجع والذي يعصب العضلة المبعدة يُقطع ويفاغر مع الحبل الرئيسي من العصب الحنجري الراجع والذي تم تشريحه من الجذع المبهم وقطعه. ومن ثم يتم قطع الفرع الأمامي البعيد للعصب الحنجري الراجع والذي يعصب العضلات المقربة. إلا أن هذا التكنيك لم يتبنه من قبل أياً من الباحثين الآخرين ربما لتعقيد تنفيذه بشكل عملي.

وهناك محاولات تمت باستخدام عصب أجنبي لإعادة تعصيب العضلة المبعدة. يعتبر العصب الحجابي مصدر جيد لأنه يحتوي على تركيبة متجانسة من العصبونات المحركة والتي تكون بحالة نشطة أثناء التنفس.

دراسة حديثة من الصين أجريت على 44 مريض يعانون من الشلل الحنجري ثنائي الجانب لتقييم فعالية إعادة تعصيب العضلة المبعدة باستخدام العصب الحجابي الأيسر. النتائج كانت تبدو واعدة وذلك بأن 41 حالة (93%) تحقق عندهم تباعد للطيات الصوتية أثناء التنفس وعلى الرغم من أن المرضى قد عانوا من شلل نصفي للحجاب الحاجز إلا أن حركة الحجاب لديهم قد تعافت بشكل كبير (40-82%) وتعافت لديهم الوظيفة التنفسية في غضون سنة.

الطبيب Marina أظهر أيضاً أن جذور العصب الحجابي والتي تعصب الحجاب الحاجز يكون توزيعها بشكل رئيسي في C3-C5. ولذلك يمكن أن نأخذ فقط فرع من العصب الحجابي لنخفف من فقدان حركة الحجاب الحاجز والقدرة التنفسية.

الإجراء الأكثر تطبيقاً وبحثاً هو زرع سويقة (Pedicle) عصب العضلة النشطة في العضلة المبعدة والتي يتم أخذها من العضلات الملحقة للتنفس كالعضلة الكتفية اللامية و العضلة القصية اللامية. توسع المجرى التنفسي على مستوى المزمار تمت مشاهدته عند أكثر من 80% من المرضى وذلك لأن من المفترض وعند حدوث حالة نقص الأكسجة أن تصبح عنيقة عصب العضلة المزروعة نشطة وفعالة.

إعادة التعصيب الحنجري يبدو واعداً كتدبير جراحي لمرضى الشلل الحنجري ثنائي الجانب إلا أنه محدوداً من ناحية الدلائل على نجاحه لدى الإنسان ولذلك لابد من إجراء الكثير من الدراسات السريرية قبل التوصل إلى أي خلاصة عن هذا التدبير.

ناظم الخطى الحنجري و التحفيز الكهربائي الوظيفي

تم البحث في التحفيز الكهربائي الوظيفي للعضلات الحنجرية المشلولة خلال العقود الأربعة الماضية .

في عام 1977 قام الطبيبان Zealear و Dedo بإدخال مفهوم التحفيز الكهربائي الوظيفي لأول مرة لعضلات الرأس والعنق والصدر المشلولة. بدايةً كان نموذجهم هو العضلة الحلقية الدرقية المشلولة من جانب واحد عند الكلاب ومن ثم في وقت لاحق تمت ترجمة هذه الفكرة إلى تحفيز العضلة الحلقية الطرجهالية الخلفية (المبعدة) المشلولة من الجانبين أيضاً عند الكلاب المصابة بالشلل الحنجري ثنائي الجانب و أطلقوا على هذه العملية اسم إنظام الحنجرة. وقد تبين بعد ذلك أن الكلاب التي تم زرع المحفزات الكهربائية لها على المدى المزمن والتي تقوم بتحفيز العضلة المبعدة من الجانبين, أصبحت تلك الكلاب قادرة على استعادة التهوية بشكل جيد وعلى عودة تحمل التمرين لديها إلى الطبيعي من دون أي حوادث استنشاقية على المدى الطويل. وقد قاموا بعد ذلك بالتأكيد على أن إنظام الحنجرة فعال عند الإنسان بإستخدام أجهزة نظم خارجية. وبعد ذلك بفترة وجيزة أجروا أول دراسة على الإنسان للإنظام الحنجري أحادي الجانب على سبعة مرضى بالشلل الحنجري ثنائي الجانب وتم زراعة محفزات كهربائية وأقطاب كهربائية على أجسادهم. النتائج أظهرت بأن الإنظام الحنجري أحادي الجانب كان علاجاً فعالاً متفوقاً على استئصال الحبل الصوتي الخلفي فيما يتعلق بالتهوية مابعد العملية الجراحية و أيضاً على مستوى مقاييس نتيجة الصوت. قام الطبيب Mueller ومجموعته مؤخراً بإجراء دراسة سريرية للإنظام الحنجري أحادي الجانب على تسعة مرضى مصابين بالشلل الحنجري ثنائي الجانب فقد قاموا باستخدام أقطاب كهربائية يتم تفعيلها من قبل أجهزة ناظمة خارجية ملصقة على صدورهم ولوحظ تحسن كبير في التهوية دون تأثير سلبي على جودة الصوت. باختصار أظهرت التجارب السريرية على الحيوانات والبشر بوضوح جدوى التحفيز الكهربائي الوظيفي في علاج الشلل الحنجري ثنائي الجانب. دراسات مستقبلية موسعة أكثر مطلوبة للحصول على الخبرة الكافية لتطبيق هذا العلاج.[25]

ذيفان البوتولينيوم

البوتوكس هو ذيفان عصبي تنتجه بكتيريا المطثيات الوشيقة. يوجد هناك سبعة أنواع مختلفة مصلياً ونوعان فقط يستخدموا طبياً. يقوم الذيفان بمنع إفراز الناقل العصبي أسيتيل كولين من نهايات المحور العصبي وبذلك تحدث الشلل الرخو. تم استخدام هذا الذيفان لأول مرة طبياً حوالي عام 1980 ميلادي.

في حالة الشلل الحنجري ثنائي الجانب من الممكن أن نستخدم البوتكس لإحداث الإحصار العصبي العضلي للعضلات المقربة وبهذه الطريقة فإن العصبونات المحركة التنفسية للعضلات المبعدة تكتسب حسنة وتصبح أكثر فعالية في فتح المزمار.[32]

الطبيب ماري ومجموعته هم أول من وصف حقن البوتوكس للعضلات المقربة من الجانبين كعلاج لمرضى الشلل الحنجري ثنائي الجانب. وقد لوحظ تحسن في التهوية عند هؤلاء المرضى. الطبيب Zealear ومجموعته أيضاً قاموا باستخدام البوتوكس في دراستهم عن الإنظام الحنجري ليعاكسوا التقريب المُحفَز للحبال الصوتية والناتج عن انتشار التيار التحفيزي. كما لاحظو زيادة في مجرى الهواء السلبي الغير محفز مع تحسن في التهوية وذلك بسبب عزل العضلات المقربة عن طريق البوتوكس. وفي دراسة لاحقة عن حقن البوتوكس للعضلات المقربة عند 11 مريض بالشلل الحنجري ثنائي الجانب أظهرت تحسن الأعراض في التهوية للمرضى اللذين يعانون من عسر تصويت تنفسي.

عموماً يبدو أن حقن البوتوكس تؤمن تحسن في فتحة المزمار مقبول ولكنه مؤقت و يدوم حوالي الثلاثة أشهر. ولذلك وعند الحقن المتكرر يستطيع المريض أن يستفيد من تحسن التهوية لمدة أطول. نحن بحاجة إلى دراسات سريرية أكثر لنقارن بين حقن البوتوكس والتدابير الجراحية الأخرى على مستوى المزمار.

تأثير التعديل العصبي للتحفيز الكهربائي في تعزيز إعادة التعصيب النوعي للعضلة الحلقية الطرجهالية الخلفية المزال تعصيبها عند مرضى الشلل الحنجري ثنائي الجانب

ظهر التحفيز الكهربائي كوسيلة علاجية محتملة بعد الإصابة العصبية المحيطية. يعتقد ومنذ فترة طويلة بأن التحفيز الكهربائي يحسن من الشفاء الوظيفي للعضلة المزال تعصيبها وذلك من خلال تسريع تجديد المحور العصبي وإعادة تعصيب العضلة قبل حدوث ضمور كبير. كشفت أدلة حديثة على أن التحفيز الكهربائي قد يشجع أيضاً على حدوث نوعية أكبر لإعادة التعصيب للعضلات الحنجرية المزال تعصيبها.وهذا الاكتشاف يعتبر مهماً جداً حيث أن 70% من مرضى الشلل الحنجري ثنائي الجانب يصبحون مشلولون بحركة تصاحبية حنجرية على الرغم من إعادة التعصيب الناجحة.[31]

الطبيب Zealear هو أول من أظهر بأن الحركة التصاحبية للحنجرة من الممكن تجنبها من خلال تحفيز العضلة أو العصبونات المحركة لها المعاد توصيلها في الكلاب.

في دراسة ثانية تم الحصول على أدلة جيدة تثبت بأن التحفيز الكهربائي منخفض التردد للعضلة الحلقية الطرجهالية الخلفية يكبت إعادة الوصل بواسطة العصبونات الحركية لمنعكس الإغلاق المزماري الأجنبي ويعزز من إعادة التعصيب بواسطة العصبونات الحركية التنفسية الأساسية أو الأم.

وفي دراسة لاحقة باستخدام الكلاب المصابة بالشلل الحنجري ثنائي الجانب أمكننا التحفيز الكهربائي منخفض التردد (10 هيرتز) للعضلة الحلقية الطرجهالية الخلفية المزال تعصيبها بتحسين التعافي

الوظيفي. وعلى وجه التحديد إعادة التعصيب النوعي للعضلات يقلل من الإغلاق التناقضي للمزمار أثناء التنفس ويستعيد قيم تحمل التمرين الطبيعية.

هذه النتائج تدل على أن التحفيز الكهربائي هو وسيلة علاجية طبيعية وفيزيولوجية لعلاج الشلل الحنجري ثنائي الجانب و هذا ينبغي أن يشجع على إجراء المزيد من الأبحاث على هذه الطريقة لتحسين الوظيفة الطوعية وتجنب حدوث الحركة التصاحبية للحنجرة من خلال تحفيز العضلة الحلقية الطرجهالية الخلفية خلال الفترة الحرجة من التجديد للعصب الحنجري الراجع بعد إصابته.

العلاج الجيني

يقدم العلاج الجيني لمرضى الشلل الحنجري ثنائي الجانب فكرة إيصال الجينات إلى الأعصاب المصابة و إلى العضلات المزال تعصيبها وبالتالي تعزيز إعادة نمو هذه الخلايا العصبية المتضررة وتجديد العضلات الحنجرية. تقوم هذه الجينات بترميز عوامل التغذية العصبية والتي بدورها تعزز شفاء الأعصاب أو تقوم بترميز عوامل النمو والتي بدورها تحفز تكاثر الخلايا العضلية وتمايزها. يتم توصيل هذه الجينات العلاجية بواسطة نواقل تحقن في العصب الحنجري الراجع أو في العضلات الحنجرية. هنالك يتم امتصاصها من قبل الخلايا العضلية أو من قبل أجسام الخلايا العصبية بواسطة النقل المحواري الرجوعي. وبعد أن تدخل هذه الجينات إلى نواة الخلايا المستهدفة تقوم بإنتاج الببتيدات والتي تعزز تجديد الخلايا في العصب الحنجري الراجع وتساعد في تشكيل المشبك العصبي وعلى النمو العضلي.[35]

محاولات أولية قام بها الباحث Shiotani لتقصي تأثير العلاج الجيني لأذية العصب الحنجري الراجع لدى الحيوانات. حيث قام مع مجموعته بدراسة نقل الجين المسؤول عن عامل نمو مشابه الانسولين 1 (IGF-1) في حنجرة الجرذان المزال تعصيبها. قاموا بحقن الجين وذلك بإستخدام نظام توصيل يعتمد على البولي فينيل في العضلة الدرقية الطرجهالية المزال تعصيبها. مقارنةً مع الشواهد أظهرت الحيوانات المعالجة زيادة كبيرة في قطر الألياف العضلية و في نسبة الصفائح الإنتهائية والتي في تماس مع المحاور العصبية في العضلة الدرقية الطرجهالية. قامو بحقن ناقل فيروسي غداني مرمز لعامل مغذي عصبي مشتق من خط الخلايا الدبقية (GDNF) في داخل النواة المبهمة بعد قطع العصب المبهم. أظهرت الحيوانات المعالجة نقصاً كبيراً في ضياع العصبونات المحركة في النواة المبهمة بعد أربع أسابيع من الحقن وتثبيطاً أكبر لفعالية الأنزيم المصنع لأكسيد النتريك و حفاظاً أفضل على التفاعل المناعي للأنزيم الناقل للأسيتيل كولين وهذان يؤشران على تعافي أكبر للوظيفة العصبية. علاوةً على ذلك قاموا بحقن فيروس الغدانية الموسوم بعامل (GDNF) في العصب الحنجري الراجع المتضرر عند الجرذان. الجرذان المعالجة كان لديها تحسن كبير في سرعة ناقلية العصب ونسبة مئوية أكبر في تعافي حركة الطية الصوتية حتى أربع أسابيع. أظهرت الفئران المعالجة قطراً محورياً عصبياً أكبر وتحسن عودة الميالين مقارنةً بالشواهد.

حالياً العائق الرئيسي الذي يواجه انتشار واعتماد العلاج الجيني في علاج الشلل الحنجري ثنائي الجانب هو تأثيره المعدوم في الوقاية من حدوث الحركة التصاحبية. وبالإضافة نحن بحاجة إلى دراسة للتخفيف

من الأذية العصبية الناتجة عن حقن الناقل الفيروسي في الجملة العصبية المركزية. أما الآن قد تفيد هذه التقنية مرضى الشلل الحنجري ثنائي الجانب الناتج عن الأمراض التنكسية العصبية.

العلاج بالخلايا الجذعية

يستخدم زرع الخلايا الجذعية بشكل عام كعلاج لدوره في تجديد الأنسجة. قد يوفر العلاج بالخلايا الجذعية إمكانية شفاء أعلى في الأنسجة التنكسية. على سبيل المثال الخلايا الجذعية ذاتية المنشأ المعزولة من عينات صغيرة من الممكن أن ندعها تتكاثر لتصبح بحجم جيد ومن ثم تعاد زراعتها. الخلايا الجذعية العضلية تحفز إعادة النمو للكتلة العضلية الضامرة والذي بدوره يساعد على أن تكون لبنة جيدة لعملية إعادة التعصيب.[36]

قام الطبيب Halum ومجموعته باستخدام الخلايا الجذعية العضلية ذاتية المنشأ لعلاج شلل الحبال الصوتية عام 2007. فقد قاموا بنجاح بعزل وزرع ووسم تلك الخلايا قبل حقنها في العضلة الدرقية الطرجهالية عند الجرذان. استطاعت هذه الخلايا النجاة وتوضعت داخل العضلة بجانب الألياف المضمرة خلال شهران. أدت هذه العملية إلى التخفيف من ضمور العضلة مقارنة بالشواهد الغير معالجة. اثنان من أصل ثمانية جرذان أظهرت تقريب ضعيف للحبل الصوتي عند تفعيل منعكس الإغلاق المزماري بينما لم يظهر أياً من الجرذان الشواهد أية ردة فعل مشابهة.

قام الطبيب Dirja و زملائه بالتحري عن استخدام الخلايا الجذعية متعددة القدرات المُحدَثة كبديل عن الخلايا الجذعية العضلية ذاتية المنشأ. هذه الخلايا استطاعت بنجاح التمايز إلى خلايا عضلية هيكلية في المختبر. ومن ثم تم زرع هذه الخلايا في العضلة الدرقية الطرجهالية المضمرة ونجت لأسبوعين في الجرذان.

فريق الباحث Gotoh حقن خلايا مجددة مشتقة من الخلايا الشحمية في الحبال الصوتية المزال تعصيبها في الخنزير. لوحظ تضخم واضح بألياف العضلة الحلقية الطرجهالية حول موضع الحقن خلال شهر.

على غرار العلاج الجيني يعتبر تطبيق الخلايا الجذعية واعتماده كعلاج للشلل الحنجري ثنائي الجانب بعيد المنال إلى حد ما في الوقت الحالي وذلك من خلال انعدام تأثيره في منع حدوث الحركة التصاحبية وهنالك القليل جداً من الذي نعلمه حول تأثيره على إعادة التعصيب.

الخلاصة

إن التدابير الجراحية التي تعتمد على توسيع منطقة المزمار بشكل دائم والتي تتم إما عنى طريق استئصال للأنسجة الحنجرية (استئصال الحبل الصوتي أو استئصال الطرجهالي) أو عن طريق إزاحة البنى

التشريحية (تبعيد الحبل الصوتي أو تبعيد الطرجهالي) تعتبر الأكثر استخداماً وذلك لأنها تؤمن تحسن فوري في الطريق الهوائي بغض النظر عن حالة التعصيب للعضلات الحنجرية.

التأثيرات الجانبية الشائعة لهكذا إجراءات هي عسر التصويت وعسر البلع و الاستنشاق.

يفضل مرضى الشلل الحنجري ثنائي الجانب تبعيد الحبل الصوتي على باقي التدابير الجراحية الدائمة وذلك لأنه تدبير جراحي عكوس وهو الأقل إعاقة لوظيفة التقريب وبالتالي للتصويت و البلع. بالإضافة إلى أن تبعيد الحبل الصوتي يعتبر كبديل جيد لخزع الرغامى للمرضى الذين لديهم إنذار جيد لإعادة التعصيب التلقائية.

التدابير العلاجية الحديثة كإعادة التعصيب و إنظام الحنجرة وحقن البوتوكس ماتزال في مراحلها التجريبية وتستطب بشكل رئيسي لمرضى الشلل الحنجري ثنائي الجانب الذين لديهم إعادة تعصيب للعضلات الحنجرية تصاحبي الحركة ومع ذلك فإنها تعتبر من التدابير العلاجية الواعدة فإن مثل هذه التدابير تأخذ نهجاً فيزيولوجياً لاسترداد وظيفة الحنجرة دون الحاجة إلى إيقاع الضرر بالأنسجة الحنجرية.

يمثل إعادة التعصيب النوعي للعضلة الحلقية الطرجهالية الخلفية من قبل العصبونات الحركية التنفسية ضمن فرع العصب الحجابي تدبيراً علاجياً طبيعياً ليعاكس حدوث الحركة التصاحبية عند مرضى الشلل الحنجري ثنائي الجانب. بالإضافة أظهر التعديل العصبي لعملية إعادة التعصيب بواسطة التحفيز الكهربائي بأنه يعزز عملية إعادة التعصيب النوعية بواسطة العصبونات الحركية الأم ويجنب حدوث الحركة التصاحبية.

ملخص التدابير العلاجية للشلل الحنجري ثنائي الجانب			
التدبير	الاستطباب	المحاسن	المساوئ
خزع الرغامى	- زلة تنفسية حادة - تدبير مؤقت	- راحة وتحسن فوري - تحسن في التهوية أكبر من باقي التدابير الجراحية الدائمة - ليس هنالك حاجة لعمليات جراحية ناكسة	- تدمير الأنسجة الطبيعية - اضطرابات نفسية - تشكل ندبة - رعاية يومية للجرح المفتوح - انخفاض جودة الحياة
استئصال الطرجهالي	- علاج دائم - للمرضى الذين يريدون إزالة التنبيب أو لتجنب خزع الرغامى	- توسيع سريع وفعال للمزمار لإعادة التنفس من الفم ومن غير عسر للنوم - من الممكن مشاركته مع استئصال الحبل الصوتي - الأفضل مادياً مقارنةً بالخزع	- غير عكوس - تدهور الصوت - تشكل ندبة أو ورم حبيبي على الحبل الصوتي - قد تحتاج جراحة ناكسة
استئصال الحبل الصوتي	- علاج دائم - للمرضى الذين يريدون إزالة التنبيب أو لتجنب خزع الرغامى	- توسيع سريع وفعال للمزمار لإعادة التنفس من الفم ومن غير عسر للنوم	- غير عكوس - تدهور الصوت - تشكل ندبة أو ورم حبيبي على الحبل الصوتي

جدول رقم 4 ملخص التدابير العلاجية للشلل الحنجري ثنائي الجانب

		- من الممكن مشاركته مع استئصال الطرجهالي - الأفضل مادياً مقارنةً بالخزع - أقل ميلاً لحدوث الاستنشاق مقارنة باستئصال الطرجهالي	- قد تحتاج جراحة ناكسة
تبعيد الحبل الصوتي	- تدبير مؤقت للمجرى التنفسي مع التوقع باسترداد وظيفة الحنجرة ولتجنب خزع الرغامى	- عكوس - بديل عن خزع الرغامى - تحسن أكبر للمجرى الهوائي - جودة صوت أعلى - معدل مراجعة أقل من استئصال الحبل الصوتي والطرجهالي - من الممكن تنفيذها مع غيرها من الإجراءات التنظيرية	- مضاعفات مثل بحة الصوت والحاجة لإعادة التعديل - عسر البلع أو الاستنشاق
إعادة التعصيب	- المرضى الذين لديهم عضلات غير ضامرة قابلة للحياة ونريد أن نحافظ عليها من خلال إعادة التعصيب	- إجراء واعد قد يسمح باستعادة الوظيفة التبعيدية للحبل الصوتي - غير مدمر للأنسجة - لايؤثر سلباً على الوظيفة التقريبية للحبال الصوتية	- أكثر صعوبة من الناحية التكنيكية - الدراسات السريرية على الإنسان محدودة - إمكانية شلل الحجاب الحاجز
إنظام الحنجرة	- المرضى الذين لديهم عضلات غير ضامرة قابلة للحياة ونريد أن نحافظ عليها من خلال إعادة التعصيب	- تحسن كبير في التهوية لم يسجل بأية تدابير أخرى - لايوجد تأثير سلبي على الصوت والاستنشاق	- مازالت في المراحل التجريبية - عملية معقدة - أكثر تكلفة مادية - يجب استبدال الجهاز كل خمس لعشر سنوات
حقن البوتوكس	تدبير مؤقت للحنجرة المصابة بالحركة التصاحبية	- الأقل غزواً - تحسن على المدى القصير في التهوية - تأثير ضئيل على الصوت والبلع	- تكرار الحقن ضروري - الدراسات البشرية محدودة
التعديل العصبي	- أذية حديثة للعصب الحنجري الراجع - العضلات مازالت مزال تعصيبها والعصب يتجدد قبل حدوث الحركة التصاحبية	- يعزز من إعادة التعصيب النوعية للعضلات - يقلل من حدوث الحركة التصاحبية - يعيد التهوية إلى الطبيعية	- في المراحل التجريبية - لاتوجد دراسات على الإنسان

تتمة جدول رقم 4 ملخص التدابير العلاجية للشلل الحنجري ثنائي الجانب

العلاج الجيني	الشلل الحنجري ثنائي الجانب الناتج عن الأمراض التنكسية العصبية	- الأقل غزواً - يعزز تجديد العصب ويقي من ضمور العضلة	- في المراحل التجريبية - لاتوجد دراسات على الإنسان - غير فعال في الوقاية من حدوث الحركة التصاحبية - الأذية العصبية الناتجة عن الفيروسات الناقلة للجين
العلاج بالخلايا الجذعية	الشلل الحنجري ثنائي الجانب الناتج عن الأمراض التنكسية العصبية	- يعزز تجديد العصب ويقي من ضمور العضلة	- في المراحل التجريبية - لاتوجد دراسات على الإنسان - غير فعال في الوقاية من حدوث الحركة التصاحبية - المشاكل المرتبطة بعزل و زراعة وبقاء الخلايا الجذعية على قيد الحياة

تتمة جدول رقم 4 ملخص التدابير العلاجية للشلل الحنجري ثنائي الجانب

تصميم الدراسة :

دراسة سريرية تراجعية تقدمية.

مجموعة الدراسة:

المرضى الذين راجعو مشفى المواساة بالفترة الممتدة بين 2017-2019 وكان لديهم شلل حنجري ثنائي الجانب بوضعية التقريب وأجري لهم التدبير الجراحي المناسب (استئصال الطرجهال مع أو بدون استئصال الثلث الخلفي للحبل الصوتي أو تبعيد الحبل الصوتي)

الهدف من البحث:

يعتبر شـــلل الحبلين الصـــوتيين ثنائي الجانب من الحالات المهددة للحياة. توجد هناك تدابير جراحية عديدة لعلاج هذه الحالة. في دراستنا هذه سنسلط الضوء على الطرق الجراحية التي تجرى في مشفى المواساة و هي استئصال الطرجهال مع أو بدون استئصال الثلث الخلفي للحبل الصوتي و تبعيد الحبل الصوتي.

الطرائق :

مكان الدراسة :

قسم أمراض الأذن والأنف والحنجرة والرأس والعنق وجراحتها في مستشفى المواساة الجامعي .

زمان الدراسة :

الفترة الممتدة من شهر آذار عام 2017 إلى شهر آذار عام 2019 .

معايير الدخول:

مرضـــى الشـــلل الحنجري ثنائي الجانب بوضـــعية التقريب بالفترة الممتدة بين 2017 و2019 والذين تم إجراء العمل الجراحي المناسب لهم في عمليات قسمنا .

معايير الاستبعاد:

- المرضى الذين رفضو التواصل وملء الاستبيانات أو الذين فشلنا في الوصول إليهم.
- مرضـــى الشـــلل الحنجري أحادي الجانب أو مرضـــى الشـــلل الحنجري ثنائي الجانب بوضـــعية التبعيد أو بالوضـــعية المتوسطة.
- الشلل الحنجري ثنائي الجانب نتيجة لأورام الحنجرة.
- المرضى المجرى لهم عمل جراحي سابق على الحنجرة.
- وجود أمراض رئوية مرافقة .

جمع وتحليل البيانات :

تم استخدام استبيان خاص يتكون من جزأين رئيسين:

الجزء الأول (ضـــيق التنفس Dyspnea 12): بنســـخته العربية والذي بدوره يتكون من اثنا عشـــر ســـؤال ويتم ملء المعلومات من قبل الباحث عند اسـتجواب المريض ويتم إضـافة بند للمريض المخزوع فيما إذا اسـتطاع الاسـتغناء عن الخزغ أو لم يستطع.

الجزء الثاني (مؤشـــر الإعاقة الصـــوتية Voice Handicap Index 10): بنســـخته العربية والذي بدوره يتكون من عشرة أسئلة.

وتم إضافة بند عن الاستنشاق و حدوثه من عدمه و الذي سنعتمد في تقييمه على القصة السريرية من المريض أو حدوث ذات رئة استنشاقية.

اثنان وعشرون مريضـاً بالشلل الحنجري ثنائي الجانب بوضـعية التقريب راجعوا الشـعبة الأذنية بمشـفى المواسـاة خلال فترة الدراسة تم استبعاد ثمانية مرضى (خمسةً منهم أجروا العمل الجراحي خارج المشفى وواحداً منهم شخص لديه ورم خبيث ومريضاً واحداً استبعد لتعذر التواصل معه ومريضاً أجري له إجراء تبعيد الحبل الصوتي إلا أن القطبة فكت بعد ثلاثة أيام فقط) و**بالتالي تمت الدراسـة الإحصـائية على أربعة عشـر مريض**. خضـع منهم اثنا عشـر لعملية اسـتئصـال الطرجهال مع أو بدون اسـتئصـال الثلث الخلفي للحبل الصـوتي و مريضـان اثنان لعملية تبعيد الحبل الصـوتي. جميع المرضى تمت متابعتهم بعد العمل الجراحي بفترة زمنية تتراوح بين الستة أشهر و30 شهر وبمتوسط زمني هو 14.6 شهر.

النتائج الإحصائية:

التوزع حسب الجنس:

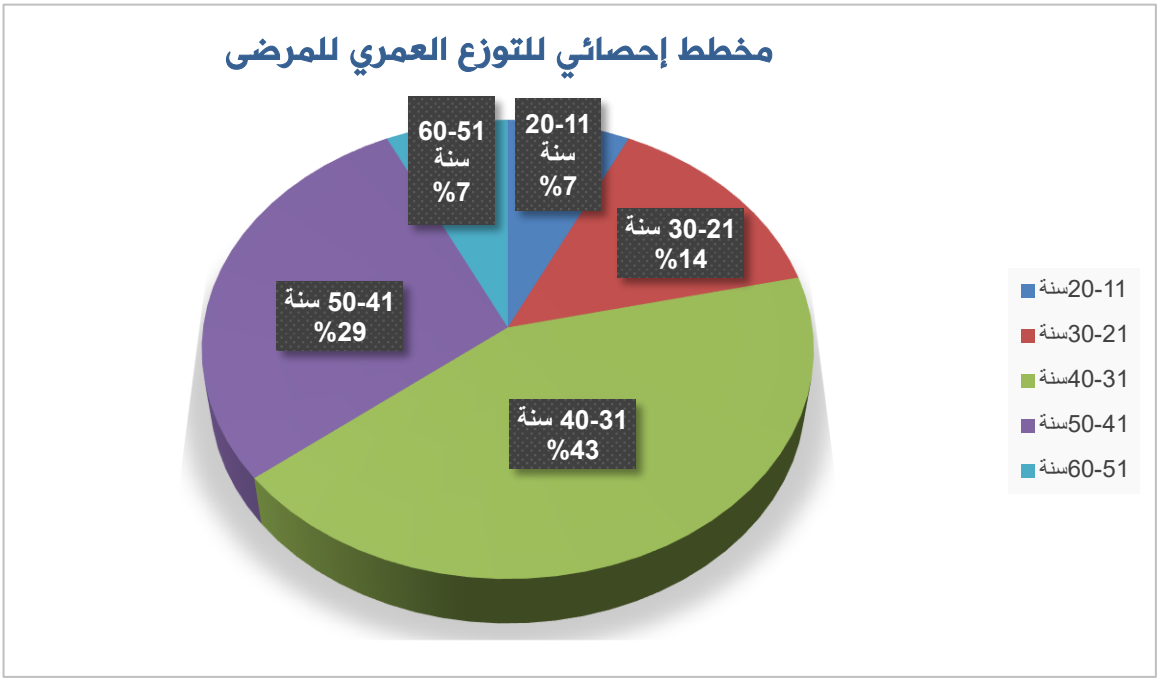
جميع المرضـــى الذين تم قبولهم في دراســـتنا هم من الإناث وذلك يتوافق إلى حدٍ ما مع نســـب توزع مرضـــى الشـــلل الحنجري ثنائي الجانب حسب الجنس في الدراسات العالمية, حيث أن الغالبية في المعظم من المرضـى تكون من الإناث وهذا ما سوف نذكره في المقارنة مع الدراسات العالمية لاحقاً.

الجنس	عدد المرضى	النسبة المئوية
الإناث	14	%100
الذكور	0	%0

التوزع حسب العمر:

العمر	عدد المرضى	النسبة المئوية
10-0 سنة	0	% 0
20-11 سنة	1	% 7.1
30-21 سنة	2	% 14.3
40-31 سنة	6	% 42.9
50-41 سنة	4	% 28.6
60-51 سنة	1	% 7.1
70-61 سنة	0	% 0
70 فما فوق	0	% 0

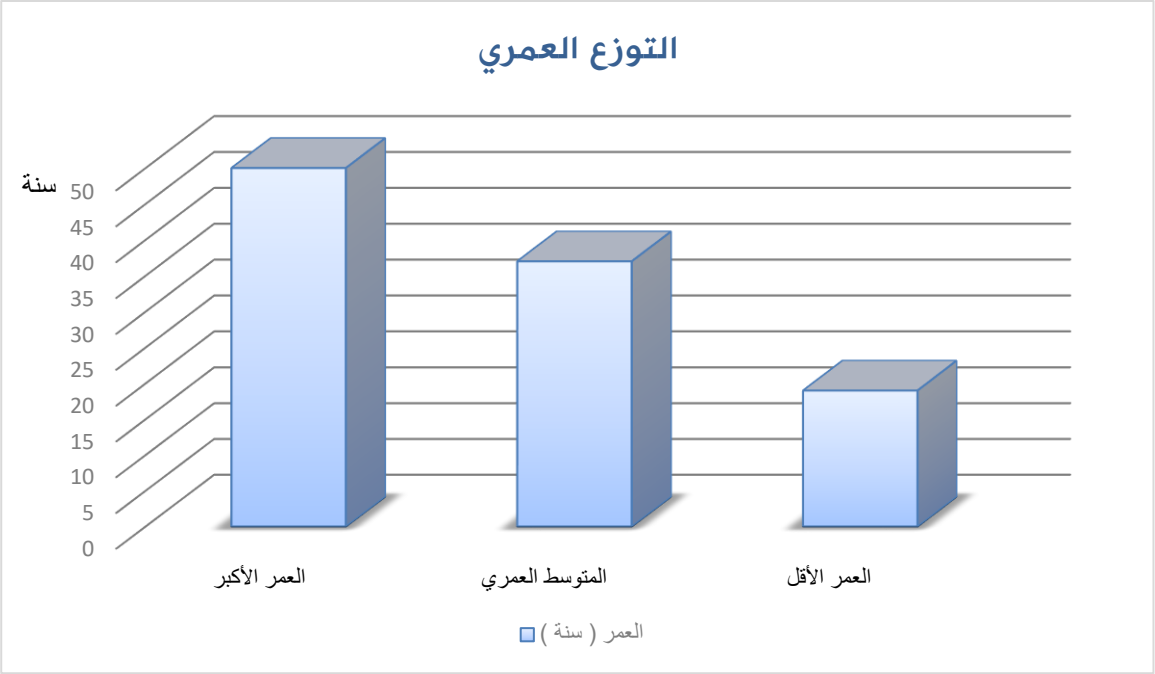
توزع المرضى بحسب العمر:



نلاحظ أن النسبة الأكبر من المرضى ضمن العقد الرابع من العمر وهذا مردّه الى ازدياد نسبة إمراضية الغدة الدرقية في هذه الأعمار وبشكل خاص عند الإناث والتي غالبا ما تستدعي التداخل الجراحي على الغدة الدرقية وهو المسبب الرئيسي للشلل الحنجري ثنائي الجانب.

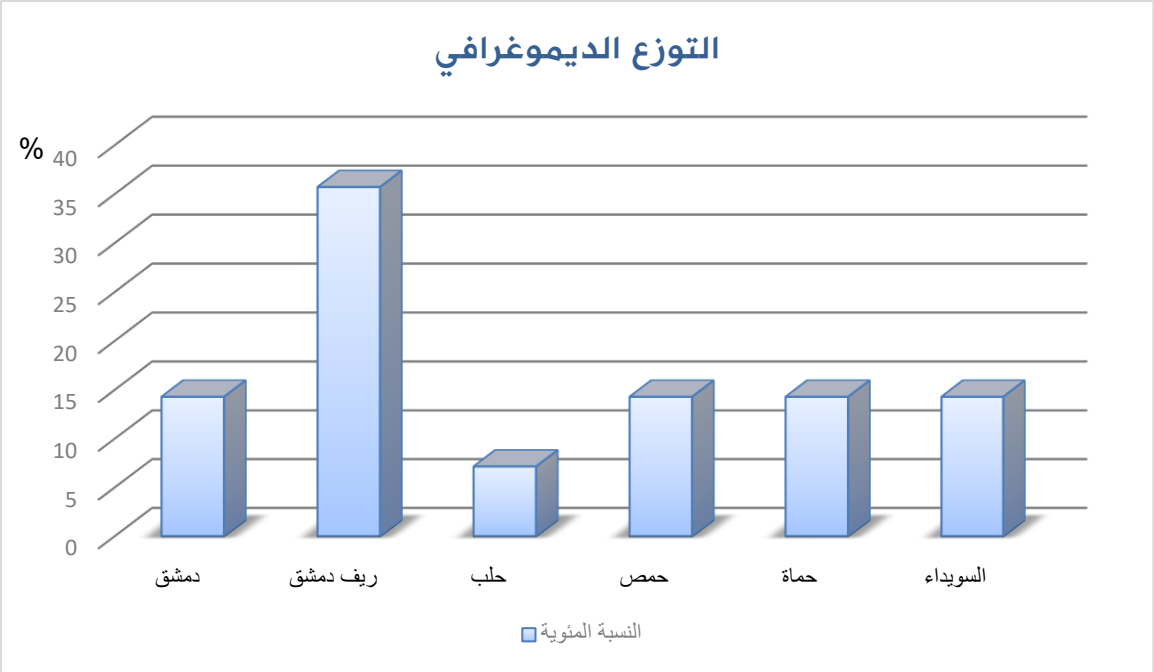
عدد المرضى	العمر الأقل	العمر الأكبر	المتوسط العمري
14	19	50	37.2

SD: 8.825



التوزع الديموغرافي:

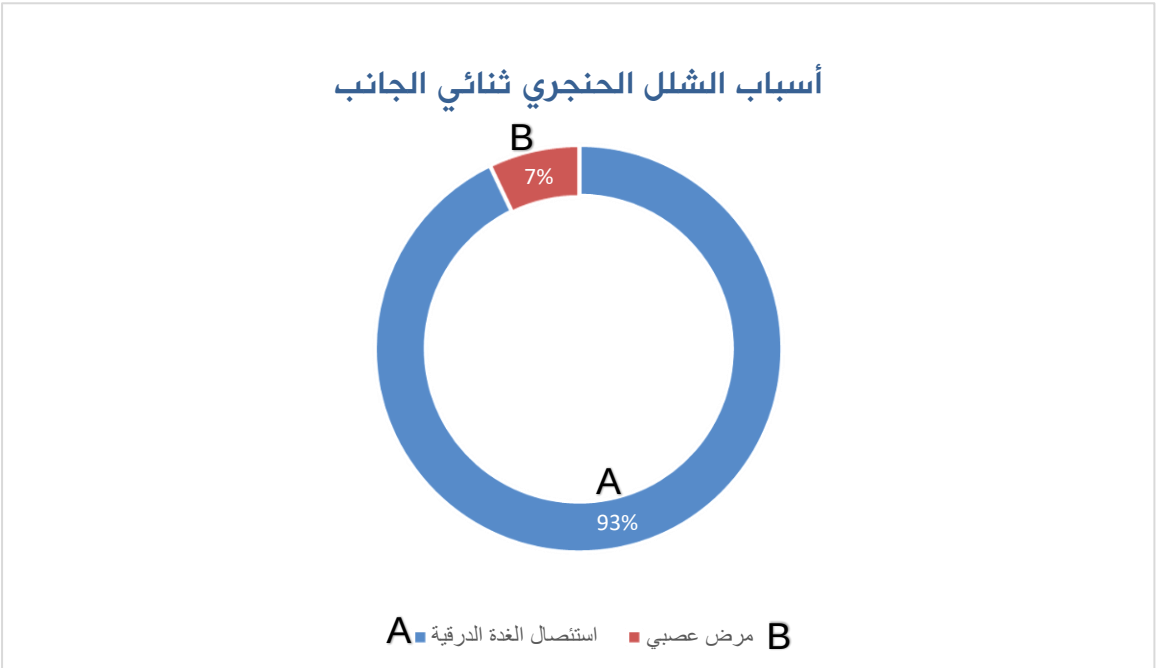
المنطقة	عدد المرضى	النسبة المئوية
دمشق	2	% 14.3
ريف دمشق	5	% 35.7
حلب	1	% 7.1
حمص	2	% 14.3
حماة	2	% 14.3
السويداء	2	% 14.3



نلاحظ أن النسبة الأكبر من المرضى من ريف دمشق وذلك بسبب وجود عاملين رئيسين وهما العامل الجغرافي والعامل المادي وذلك لأن المعالجة في مستشفى المواساة مجانية ومع العلم بأن هنالك ثلاث مرضى تم استبعادهم من مدينة دمشق وذلك لأنهم قامو بإجراء العمل الجراحي خارج المشفى وهذا مايفسر انخفاض نسبة المرضى من دمشق مقارنة مع ريف دمشق.

أسباب الشلل الحنجري:

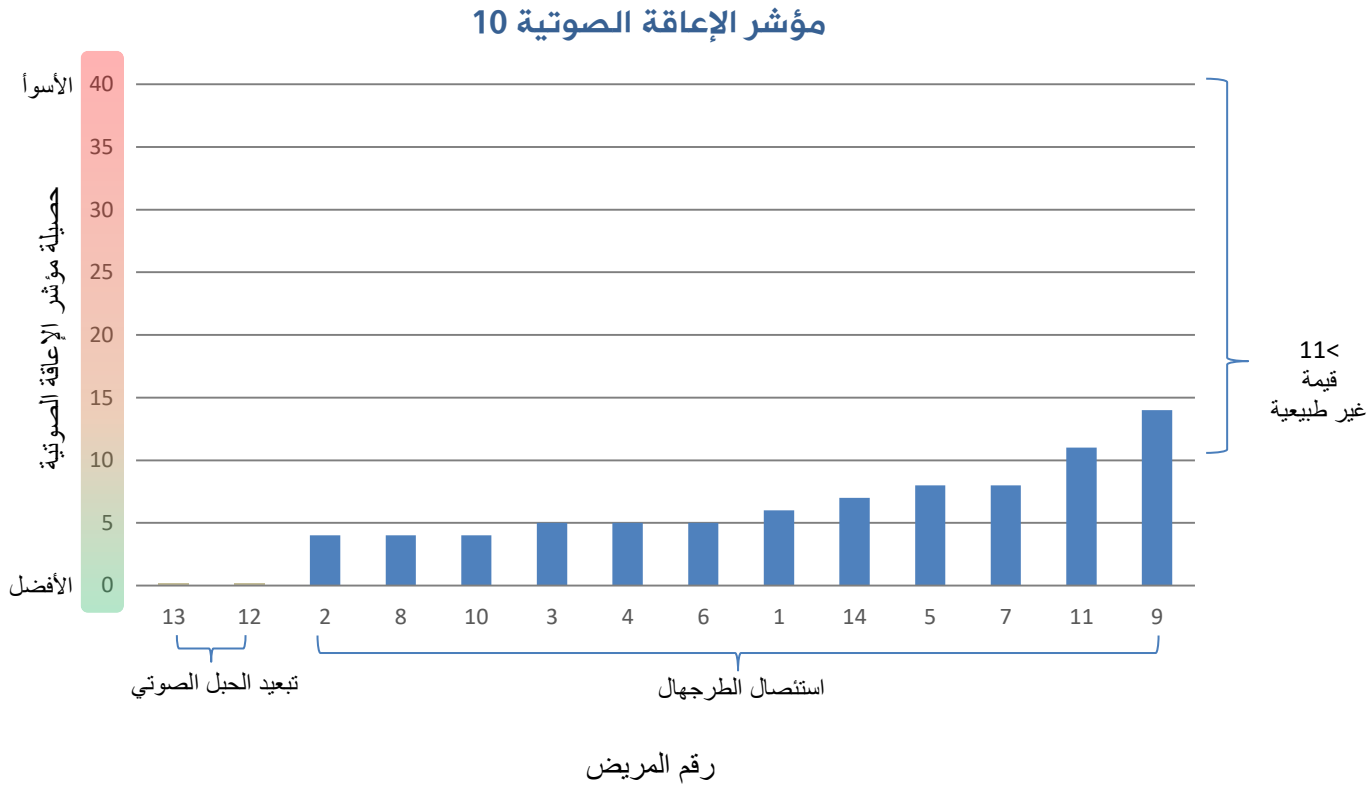
السبب	عدد المرضى	النسبة المئوية
استئصال الغدة الدرقية	13	92.9
مرض عصبي	1	7.1



رقم المريض	سبب الشلل الحنجري	التدبير الجراحي	تاريخ التدخل	المتابعة بعد العمل الجراحي (أشهر)	المريض مخزوع	استغنى عن الخزع	حوادث استنشاقية	ضيق التنفس - 12	مؤشر الإعاقة الصوتية -10
1	استئصال الغدة	استئصال الطرجهال + الحبل الصوتي	5-6-2017	25	لا	-	لا يوجد	2	6
2	استئصال الغدة	استئصال الطرجهال + الحبل الصوتي	15-8-2018	11	لا	-	نعم	1	4
3	استئصال الغدة	استئصال الطرجهال + الحبل الصوتي	1-12-2018	8	نعم	لا	نعم	36	5
4	استئصال الغدة	استئصال الطرجهال + الحبل الصوتي	29-8-2018	8	لا	-	نعم	1	5
5	استئصال الغدة	استئصال الطرجهال + الحبل الصوتي	31-5-2018	14	لا	-	نعم	2	8
6	استئصال الغدة	استئصال الطرجهال + الحبل الصوتي	12-1-2017	30	لا	-	نعم	11	5
7	استئصال الغدة	استئصال الطرجهال + الحبل الصوتي	20-11-2017	20	لا	-	لا يوجد	0	8
8	مرض عصبي	استئصال الطرجهال + الحبل الصوتي	12-11-2017	16	لا	-	لا يوجد	21	4
9	استئصال الغدة	استئصال الطرجهال + الحبل الصوتي	23-10-2017	16	لا	-	نعم	1	14
10	استئصال الغدة	استئصال الطرجهال + الحبل الصوتي	30-10-2017	16	نعم	نعم	نعم	5	4
11	استئصال الغدة	استئصال الطرجهال + الحبل الصوتي	23-1-2018	14	لا	-	نعم	2	11
12	استئصال الغدة	تبعيد الحبل الصوتي	27-12-2017	10	لا	-	نعم	7	0
13	استئصال الغدة	تبعيد الحبل الصوتي	19-9-2018	10	لا	-	لا يوجد	32	0
14	استئصال الغدة	استئصال الطرجهال + الحبل الصوتي	17-1-2019	6	لا	-	لا يوجد	4	7

مؤشر الإعاقة الصوتية Voice Handicap Index 10 :

لتقييم درجة عسر التصويت عند المرضى قمنا باستخدام النسخة العربية من مؤشر الإعاقة الصوتية والذي يعتمد على سؤال المريض عشرة أسئلة, تتم الإجابة على كل سؤال باختيار الدرجة المقابلة للإعاقة الصوتية لديه حسب كل سؤال من 0-4. ويتم جمع الأجوبة لنحصل على نتيجة من 0-40 و أي قيمة بالمحصلة تزيد عن 11 تعتبر قيمة غير طبيعية.



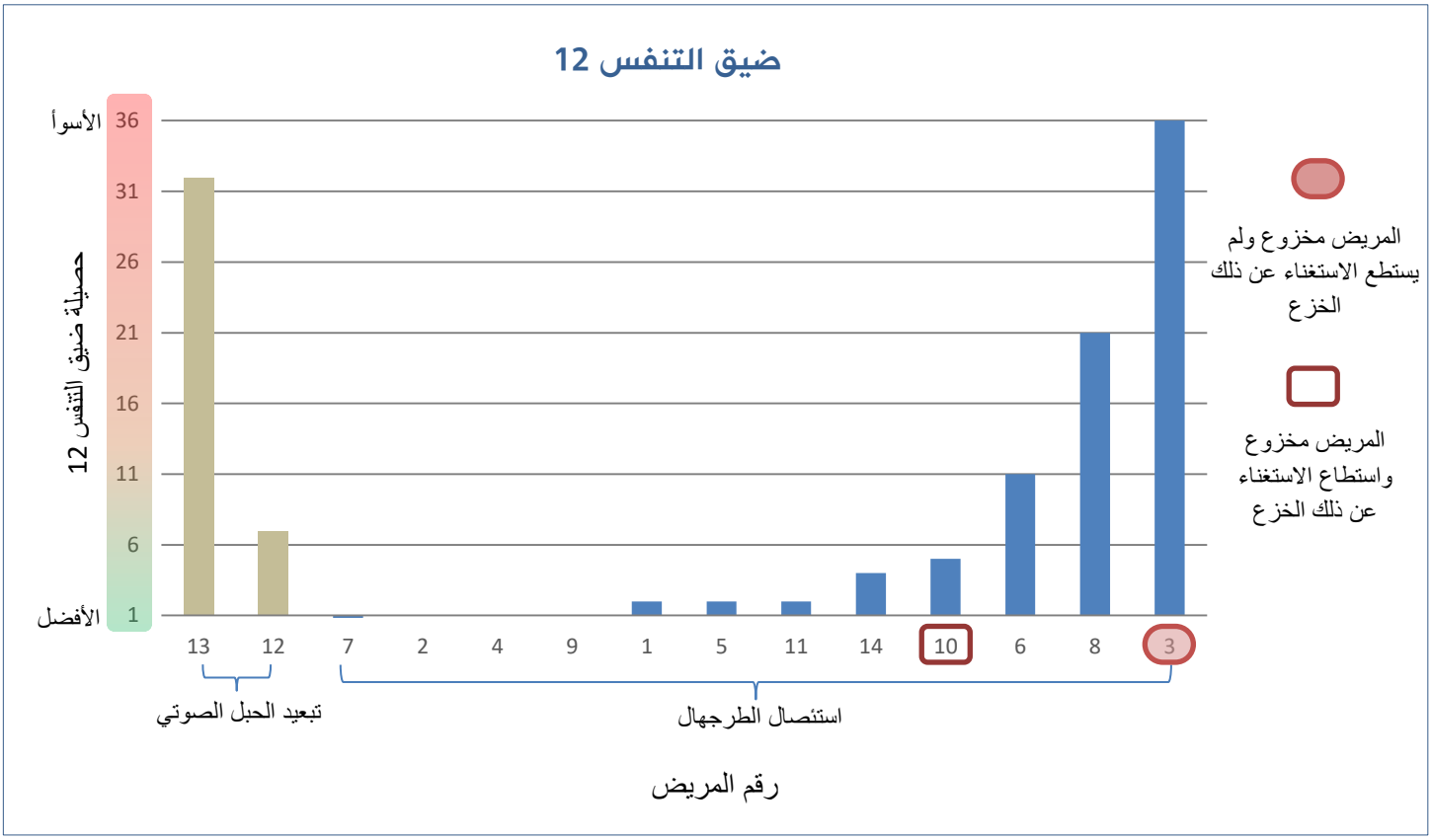
بعد دراسة المتغيرات وتوزعها الطبيعي تقرر إجراء الاختبار الاحصائي مان-وايتني حيث أن فرضية العدم في هذا الاختبار نصت على أن توزع حصيلة مؤشر الإعاقة الصوتية هو نفسه عبر فئتي التدبير الجراحي. وبما أن ال P Value هنا قيمتها أقل من 0.05 **فإنها ذات أهمية احصائية** و بالتالي بإمكاننا رفض فرضية العدم وتبني فرضية وجود اختلاف في توزع حصيلة مؤشر الإعاقة الصوتية بين فئتي التدبير الجراحي (استئصال الطرجهال و تبعيد الحبل الصوتي).

	استئصال الطرجهال عدد المرضى (12)	تبعيد الحبل الصوتي عدد المرضى (2)	P Value
حصيلة مؤشر الإعاقة الصوتية (Mean)	6.75	0	0.022

نلاحظ بأن هنالك فروقاً واضحة بين فئتي التدبير الجراحي حيث أن المرضى المجرى لهم تبعيد الحبل الصوتي لم يسجلو أي تغييرات على صوتهم وذلك لطبيعة العمل الجراحي والذي يحافظ على البنية التشريحية للطية الصوتية سليمة من دون أي ضرر. أما بالنسبة لمرضى استئصال الطرجهال مع الثلث الخلفي للحبل الصوتي فيكون هنالك استئصال لأجزاء من الطية الصوتية والرباط الصوتي ممايؤثر سلباً على جودة الصوت عند المريض.

ضيق التنفس 12:

لتقييم درجة ضيق التنفس عند المرضى قمنا باستخدام النسخة العربية من ضيق التنفس-12 والذي يعتمد على سؤال المريض اثنا عشر سؤال, تتم الإجابة على كل سؤال باختيار الدرجة المقابلة لشعور المريض بضيق التنفس لديه حسب كل سؤال من 0-3. ويتم جمع الأجوبة لنحصل على نتيجة من 0-36 بحيث القيمة 0 تقابل التهوية الأفضل والقيمة 36 تقابل التهوية الأسوأ.



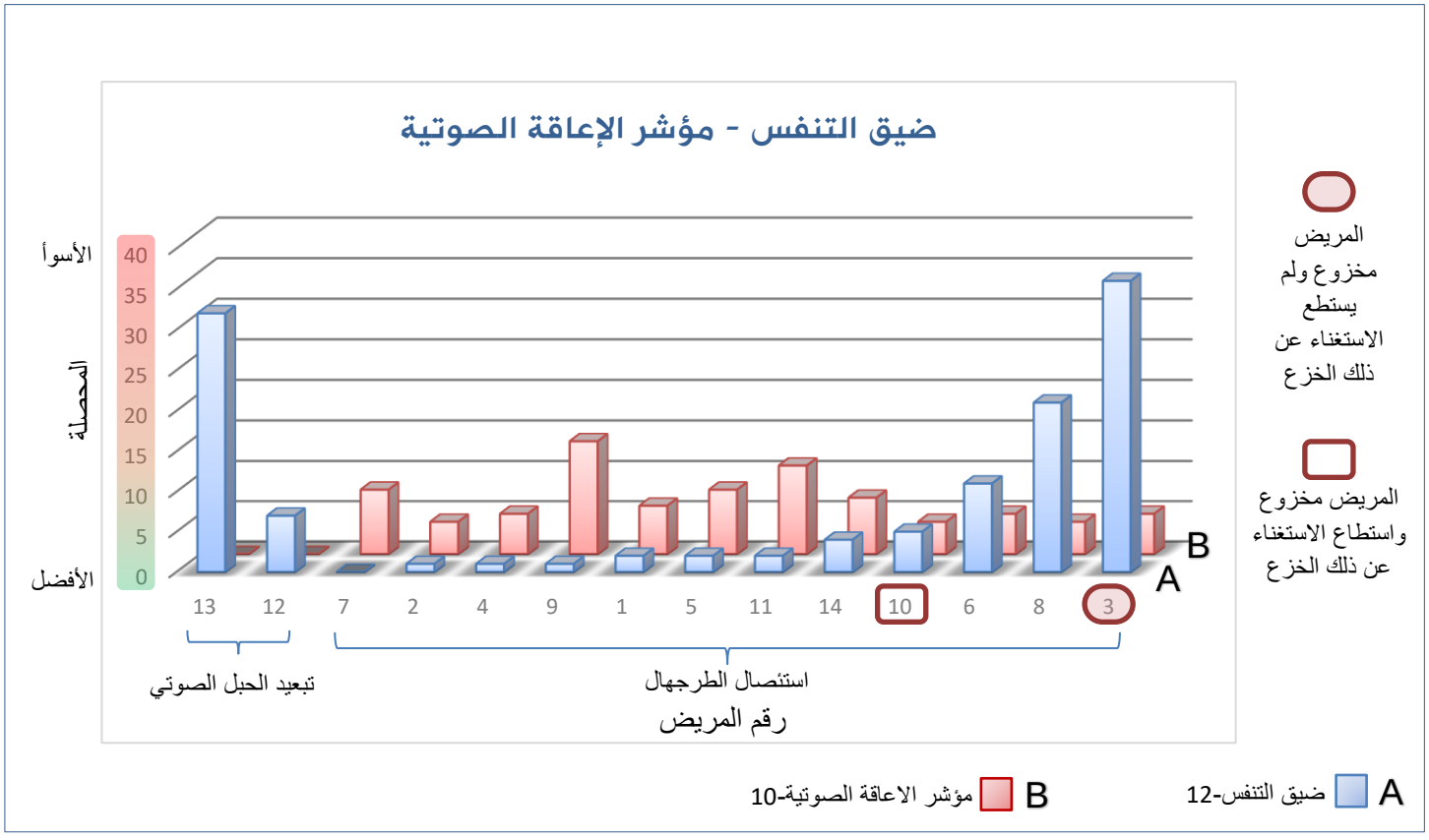
بعد إجراء الاختبار الإحصائي مان-وايتني مع فرضية العدم التي تنص على أن توزع حصيلة ضيق التنفس هو نفسه عبر فئتي التدبير الجراحي ومع قيمة P أكبر من 0.05 فبالتالي ليست لها أهمية إحصائية ونقبل هنا بفرضية العدم وهي أنه لا يوجد اختلاف في توزع حصيلة ضيق التنفس بين فئتي التدبير الجراحي.

	استئصال الطرجهال عدد المرضى (12)	تبعيد الحبل الصوتي عدد المرضى (2)	P Value
حصيلة ضيق التنفس-12 (Mean)	7.17	19.5	0.198

نلاحظ عبر المشاهدة بأن الفروقات متقاربة إلى حد ما بين الفئتين وبأننا نحتاج إلى عدد أكبر من المرضى لنحصل على قيمة P ذات دلالة إحصائية ولنستطيع تقييم تلك الفروق بشكل أدق.

المريضة رقم 13 من مرضى تبعيد الحبل الصوتي تعتبر ناكسة وتحتاج إلى إعادة الجراحة أما المريضة رقم 12 وقد أجري لها تبعيد الحبل الصوتي وبعد عشرة أشهر من العمل الجراحي كانت نتيجتها مقبولة (7) ولا تحتاج إلى جراحة ناكسة.

مريضتان اثنتان فقط كانتا مخزوعتان ضمن فئة مرضى استئصال الطرجهال, إحداهما استطاعت الاستغناء عن الخزع بعد حوالي الشهر من تاريخ إجراء التدبير الجراحي أما المريضة الثانية فلم تستطع الاستغناء عن ذلك الخزع وتعتبر نتيجتها سلبية.



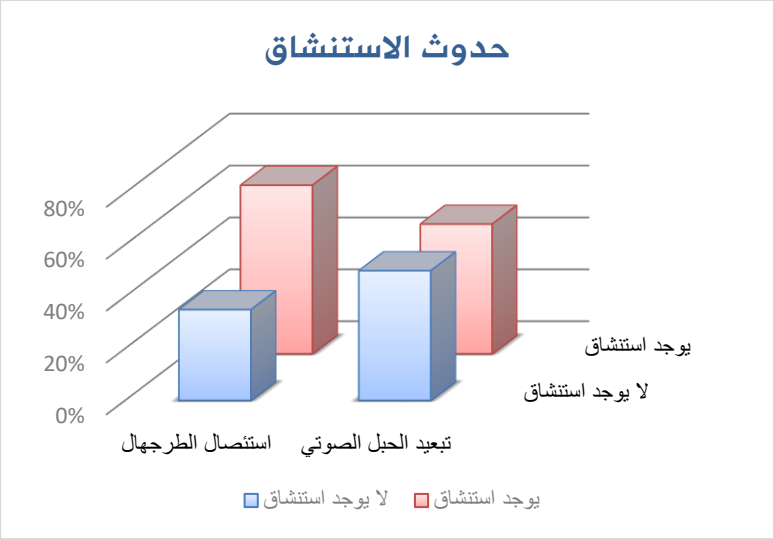
عند دراسة معامل الترابط (Spearman correlation coefficient) للمتغيرين ضيق التنفس-12 و مؤشر الإعاقة الصوتية-10 (NO= 14 , P= 0.034 , r= -0.567) نستنتج وبدلالة احصائية مهمة (p<0.05) بأن محصلة استبيان ضيق التنفس-12 كانت مرتبطة إحصائياً بمحصلة مؤشر الإعاقة الصوتية-10 وبما أن قيمة هذا المعامل كانت سلبية فإن هذه النتائج تؤشر إلى أن هنالك علاقة عكسية بين هذين المتغيرين حيث أنه كلما كان تحسن التنفس أكبر عند المريض كانت جودة الصوت لديه أسوأ و هنا يكمن التحدي الرئيسي للأطباء المختصين في علاج الشلل الحنجري ثنائي الجانب. الهدف الرئيسي هو الحصول على طريق هوائي جيد من دون أن نترك المريض مع صوت تنفسي ضعيف فمهارة الطبيب الجراح هي بأن يوازن بين تصويت مقبول اجتماعياً وبين الحصول على طريق هوائي جيد متوافق مع حياة نشطة فعالة. الاختيار بين أحد أكثر التدابير الجراحية شهرةً ألا وهما التدبيران الجراحيان اللذان نسلط عليهم الضوء في دراستنا يعود إلى وضع وحالة المريض وتوصيات وتفضيل الجراح.

وجود حوادث استنشاقية:

جميع المرضى لم يصابوا بذات رئة استنشاقية ومن لديه حوادث استنشاقية كانت فقط على السوائل

		استئصال الطرجهال عدد المرضى (12)	تبعيد الحبل الصوتي عدد المرضى (2)
حدوث الاستنشاق	نعم	8	1
	لا	4	1

من بين ال (14) مريض, (4) من أصل (12) مريض الذين أجري لهم استئصال الطرجهال لم يسجلوا أي حوادث استنشاقية (33.3%), ومريض من أصل مريضين من الذين أجري لهم تبعيد الحبل الصوتي لم يسجل أي حوادث استنشاقية (50%). بعد إجراء اختبار (Chi-Square) تبين بأنه لا يوجد هناك أهمية إحصائية بين نوعي العمل الجراحي في حدوث الاستنشاق من عدمه. (P=0.65)



المناقشة

الشلل الحنجري ثنائي الجانب حالة طبية شديدة معقدة يشكل حلها مشكلة لدى الكثير من أطباء الأذن والأنف والحنجرة حيث أنها تؤثر على معظم وظائف الحنجرة.

لا يستطيع أي من التدبيرين الجراحيين إعادة وظيفة الحنجرة وهي وظيفة معقدة جداً تتطلب طريق عصبي عضلي الذي يسمح بفتح المزمار مؤقتاً وبالوقت المناسب وحماية الطريق التنفسي أثناء البلع وتأمين إصدار الصوت بوتيرة ونغمة صوت محددة. أي تداخل جراحي على هذه البنية فلابد أن يؤثر سلباً بشكل ما على أحد هذه الوظائف للحنجرة.

جميع الخيارات المتاحة لعلاج الشلل الحنجري ثنائي الجانب تهدف إلى تأمين طريق هوائي جيد وذلك لأن القوة العضلية المبعدة تكون معدومة عند هؤلاء المرضى.

خزع الرغامى يؤمن طريق هوائي فعال ويستطب غالباً للحالات الاسعافية ولكن له تأثير سلبي على الحياة اليومية والاجتماعية ولذلك هو من الاجراءات التي يتجنبها معظم المرضى.

التدابير الجراحية التي تعتمد على استئصال الطرجهال مع أو بدون استئصال الثلث الخلفي للحبل الصوتي بالليزر يكون هناك احتمال تطور أورام حبيبية والحاجة إلى إعادة تداخل جراحي ناكس إلا أن الصوت عادةً يكون مقبول ولكن احتمالات الاستنشاق فيها أكبر.

لايوجد هناك تدبير جراحي مثالي للشلل الحنجري ثنائي الجانب بوضعية التقريب. العلاج الأمثل لأي حالة شلل حنجري تستوجب التوازن بين الطريق الهوائي الجيد والحفاظ على جودة صوت مقبولة.

1- نلاحظ أن الجنس المسيطر في الشلل الحنجري ثنائي الجانب هو الإناث وذلك بسبب أن إمراضيات الغدة الدرقية تكون شائعة أكثر عند الإناث وهذا يتوافق مع الدراسات العالمية المشابهة لدراستنا حيث أن الدراسة التي أجريت في ألمانيا عام 2008 بواسطة Harnisch Wilma كانت تتألف من عشرة مرضى ثمانية منهم كانوا إناث وأيضاً الدراسة التي أجريت في الهند بواسطة Raghavendra عام 2015 على 25 مريض عشرون منهم كانوا من الإناث بنسبة 80% .
2- نلاحظ أن القسم الأكبر من المرضى يقع ضمن العقد الثالث من العمر بنسبة 43 % .
3- النسبة الأكبر كانت من ريف دمشق وذلك لاجتماع العاملين الجغرافي والمادي معاً.
4- نلاحظ أن استئصال الغدة الدرقية كان المسبب الرئيسي للشلل الحنجري ثنائي الجانب في دراستنا وهذا يتوافق مع النسبة العالمية كما في الدراسة التي أجريت في الهند حيث أن استئصال الغدة الدرقية كان المسبب الرئيسي بنسبة 80%.
5- تبعيد الحبل الصوتي يحافظ على جودة الصوت لدى المرضى ويعود ذلك لطبيعة هذا التدبير الجراحي المحافظة على البنية التشريحية للطية الصوتية.

6- إن حصيلة نتائج مؤشر الإعاقة الصوتية عند مرضى استئصال الطرجهال مع الثلث الخلفي للحبل الصوتي كانت مشابه للدراسة الهندية و مختلفة عن الدراسة الألمانية والإسبانية حيث أن هناك في دراستنا 10 مرضى لديهم عسر تصويت خفيف و اثنان من المرضى لديهم عسر تصويت متوسط كما في الدراسة التي أجريت في الهند عام 2015 حيث أن ثمانية مرضى من أصل عشرة كانوا ضمن فئة عسر التصويت الخفيف ومريض واحد لديه عسر تصويت متوسط ومريض آخر لديه عسر تصويت شديد أما في الدراسة التي أجريت في ألمانيا عام 2008 فكان مريض واحد فقط من أصل تسعة لديه عسر تصويت خفيف وثلاثة مرضى لديهم عسر تصويت متوسط وخمسة مرضى لديهم عسر تصويت شديد أما الدراسة التي أجريت في إسبانيا عام 2011 فإن اثنان من أصل سبعة مرضى كان لديهم عسر تصويت خفيف و أربعة مرضى كان لديهم عسر تصويت متوسط ومريض واحد لديه عسر تصويت شديد.

7- اثنان من المرضى المجرى لهم استئصال الطرجهال سوف يحتاجون إلى عمل جراحي ناكس وهذا متوافق مع الدراسات العالمية المشابهة ومنها الدراسة التي أجريت في إسبانيا عام 2011 بواسطة Mikel حيث أن مريضان من أصل 13 مريض احتاجوا إلى جراحة ناكسة بسبب الاختلاطات المرافقة لهذا العمل الجراحي ومنها تطور الندبات وأيضاً الدراسة التي أجريت في ألمانيا عام 2008 حيث كان إجراء العمل الجراحي الناكس عند أربعة من أصل عشرة مرضى ضرورياً بسبب تشكل الندبات.

8- فيما يتعلق بنتائج الاستبيان ضيق التنفس-12 عند المريضين المجرى لهم تبعيد الحبل الصوتي فإن النتائج لم ترقى إلى التحسن الذي حصل عليه مرضى استئصال الطرجهال حيث أن 7 من أصل 12 مريض من هذه المجموعة كانت نتائجهم ممتازة فيما يتعلق بالتنفس أما مجموعة تبعيد الحبل الصوتي فمريض واحد من أصل اثنان كانت نتائجه مقبولة بينما الآخر سيحتاج إلى إعادة تداخل. في الدراسات العالمية ومنها التي أجريت في بولندا بواسطة Grazyna عام 2015 فإن 16 حالة من أصل 35 مريض ممن أجري لهم تبعيد حبل صوتي ظهرت عليهم اختلاطات هذا العمل الجراحي وتفاوتت من خطيرة إلى خفيفة كتفاعل تحسسي. أما الاختلاطات الخطيرة فتمثلت في حالات قطع للطية الصوتية بواسطة الخيط و حدثت عند 4 مرضى وحالتان تمزق للخيط وحالة حدثت فيها وذمة حنجرية.

التوصيات

1- استئصال الطرجهال مع الثلث الخلفي للحبل الصوتي أفضل من الناحية التنفسية فهو يؤمن طريق هوائي أكثر ثباتية مع تأثيرات مقبولة على الناحية الصوتية إلا أنه إجراء غير عكوس أما تبعيد الحبل الصوتي فإن الذي يميزه هو أنه إجراء عكوس مؤقت فهو مثالي للمرضى المتوقع حدوث الشفاء لديهم وهو أفضل من الناحية الصوتية إلا أنه أسوأ من الناحية التنفسية ونتائجه تبدو أنها تزداد سوءاً مع مرور الوقت.

2- يستحسن أن يصف الطبيب الجراح دواء مضاد للحموضة (PPI , Anti H-2) ليخفف من العامل الالتهابي لارتجاع السائل المعدي وبذلك يساعد على شفاء المخاطية بشكل أفضل بعد استئصال الطرجهال خاصةً عند المرضى المشخص لديهم قرحة معدية.

3- ملء المشاهدات في الشعبة الأذنية بشكل أفضل لأنه تم استبعاد مريض لعدم القدرة على التواصل معه وعدم كفاية المعلومات الموجودة في المشاهدات.

4- توصية جراحي استئصال الدرق بتوخي الحذر والحيطة أثناء العمل الجراحي للحفاظ على العصب الحنجري الراجع حتى ولو تطلب ذلك تخصيص وقتاً أطول للعمل الجراحي.

الخلاصة:

إن استئصال الطرجهال مع الثلث الخلفي للحبل الصوتي تدبير جراحي فعال وآمن ويؤمن طريق هوائي جيد مع تغييرات مقبولة على الصوت يسمح للمرضى بالعودة لممارسة نشاطاتهم وعملهم اليومي بشكل فعال أما تبعيد الحبل الصوتي فهو عمل جراحي مؤقت بديل لخزع الرغامى ومثالي للمرضى الذين يملكون فرص شفاء جيدة في المستقبل.

Syria

Thesis Statement, December 2019

Study of the Results of Bilateral Laryngeal Paralysis Management

Hana Hafez

Abstract

Introduction:
Bilateral Vocal Cord Paralysis is a life threatening condition. There are many surgical operations to treat this condition. In our Study, we will concentrate on the surgical measures that are conducted in Almowasat University Hospital including arytenoidectomy with or without posterior cordectomy and Vocal Cord Lateralization.

Methods:
14 BVCP patients who are admitted between 2017-2019 in Almowasat University Hospital Departments of Otorhinolaryngology–Head and Neck Surgery, were divided into two groups: first group consisted of 12 patients who underwent arytenoidectomy with or without posterior cordectomy and the second group consisted of two patients who underwent Vocal Cord Lateralization. All patients were followed up at a mean of 14.6 months after surgery and answered the two questionnaire (Voice Handicap Index-10 and Dyspnea-12). Results are then compared and discussed.

Results:
With the respect to Dyspnea-12 and aspiration rate there were no statistically significant difference between the two studied groups. VHI-10 scores for the lateralization were much better than that for the other group.

Conclusion:
Arytenoidectomy with posterior cordectomy is safe and effective surgical option for BVCP that provide a good ventilation with acceptable changes on the voice which allow patients to return to their daily professional life effectively, while Vocal Cord Lateralization is considered as a temporary surgical option that is ideal for patients who don’t prefer tracheotomy and have a good chance for rehabilitation.

India

Egyptian Journal of Ear, Nose, Throat and Allied Sciences. Received 13 May 2015; accepted 26 August 2015

A comparative study of laser posterior cordotomy and vocal cord lateralization

Raghavendra Rao [a,*], Vijendra Shenoy [a], Vishnu Prasad [a], Panduranga Kamath [a], P. Hazarika [b], Kanishka S. Rao [a]

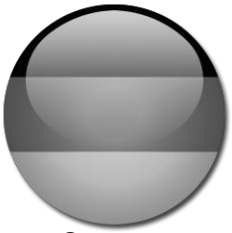
Abstract

Introduction:
The treatment of bilateral vocal cord paralysis continues to be a challenge to the otolaryngologist, head and neck surgeon even today. Numerous surgical procedures have been proposed to improve the patient's airway insufficiency without leaving the patient with a breathy, weak voice or an incompetent larynx. In this study we compared the outcome of laser posterior cordotomy and vocal cord lateralization in a group of bilateral abductor palsy patients.

Method:
Retrospective as well as a prospective study of 25 patients was carried out. The total of 25 patients was divided into 2 groups, group 1 consisted of 15 patients who underwent vocal cord lateralization with SUTUPAK suture and group 2 consisted of 10 patients who underwent laser assisted posterior partial cordotomy.

Results:
Thyroidectomy was the commonest cause for bilateral vocal fold paralysis i.e. 80% (20) of cases. Patients who underwent laser posterior cordotomy had 100% successful decannulation rate as compared to 92.8% for vocal cord lateralization patients. Comparison between pre and post operative voice assessment data by WILCOXON SIGNED RANKS test revealed that excepting the parameter of fluctuations/s in F0, all other parameters were statistically not significant.

Conclusion:
Laser cordotomy is a superior, reliable and viable alternative to the other lateralization procedures for bilateral vocal fold paralysis.



Germany

Arch Otolaryngol Head Neck Surg. 2008 Mar; 134(3):278-84. doi: 10.1001/archoto.2007.44.

Breathing and Voice Quality after Surgical Treatment for Bilateral Vocal Cord Paralysis

Wilma Harnisch, Dr med; Sibylle Brosch, Prof Dr med; Michael Schmidt, Prof Dr med; Rudolf Hagen, Prof Dr med

Objective:
To evaluate long-term results of surgical treatment for bilateral vocal cord paralysis using objective and subjective measures of breathing and voice quality.

Design:
Prospective cross-sectional case series.

Setting:
Tertiary care otolaryngology and speech pathology referral center.

Patients:
Ten patients with bilateral vocal cord paralysis who underwent surgical treatment between October 1996 and May 2006 at the Department of Otorhinolaryngology– Head and Neck Surgery, University of Wurzburg, were examined at a mean of 27.2 months after surgery.

Main Outcome Measures:
Glottal area, voice range profile, Voice Handicap Index, pulmonary function test results, Gottingen Hoarseness Diagram, microlaryngostroboscopic findings, chronic respiratory disease questionnaire, and European Organization for Research and the Treatment of Cancer quality-of-life questionnaire, including the head and neck module.

Results:
Residual recurrent nerve function was seen in 9 of 10 patients. Pulmonary data varied widely and did not correlate with the size of the glottal area. Quality of life, subjective dyspnea, and physical functioning correlated with expiratory airflow measures. Voice range was reduced in all patients. High breathiness and reduced maximum phonation time led to increased Voice Handicap Index scores.

Conclusions:
Microlaryngostroboscopic findings did not necessarily correlate with subjective dyspnea and vocal complaints. Reduction of inspiratory speaking efforts and acquisition of special breathing techniques improve airflow stability and effectiveness of respiration, leading to enhanced quality of life.

Spain

Acta Otorrinolaringol Esp. 2012 Jan-Feb;63(1):26-30. doi: 10.1016/j.otorri.2011.06.010. Epub 2011 Sep 7

Posterior Cordectomy. Our Experience

Mikel Landa,_ Inigo Luqui, Javier Gómez, Zurine Martínez

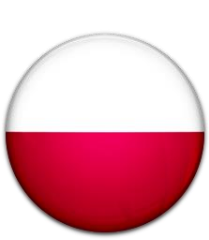
Abstract

Objective:
Several surgical procedures have been proposed for the treatment of respiratory distress secondary to bilateral cord palsy. We performed a retrospective study of our experience in posterior cordectomy with a laser CO2, analysing the improvement of dyspnoea and voice quality after surgery.

Methods:
This was a retrospective study of 13 cases (9 female, 4 male). The age range was 25---79 years. Iatrogenic post-thyroidectomy (4 cases) was the most common aetiology of bilateral laryngeal palsy in our study. We assessed the subjective improvement of respiratory function and voice quality after laser surgery using the Spanish adaptation of the Voice Handicap Index (VHI).

Results:
Dyspnoea improved in all patients. Two cases had a worsening of dyspnoea in the immediate postoperative period and one case was successfully solved with a new surgical intervention.
After surgery, most of patients suffered from mild or middle dysphonia.

Conclusions:
The posterior cordectomy is an easy, safe, and effective treatment for dyspnoea secondary to bilateral laryngeal palsy, maintaining acceptable voice quality.



Poland
Endokrynologia Polska Volume 66; Number 5/2015

Possibilities of Surgical Correction of Vocal Cord Palsy after Thyroid Gland Operations

Grażyna Lisowska[1], Paweł Sowa[1], Hanna Misiołek[2], Wojciech Ścierski[1], Maciej Misiołek[1]

Abstract

Introduction:
Surgery of the thyroid gland remains the main cause of bilateral vocal cord palsy (VCP). Ventilation problem is the main problem in such situations. There are a couple of corrective surgical procedures in the case of VCP. The aim of our study was to show the possibility of widening of the glottis, and to evaluate the techniques and effects of surgical treatments due to bilateral VCP resulting from thyroid gland surgery.

Material and methods:
Five methods of surgical treatment were used: laser-assisted posterior cordectomy, according to Denis and Kashima; laser-assisted bilateral medial arytenoidectomy, as proposed by Crumley; laser-assisted posterior ventriculocordectomy, as described by Pia; laser-assisted total arytenoidectomy with posterior cordectomy, as presented by Ossoff; and laterofixation, according to Lichtenberger. The postoperative patient's subjective improvement was assessed using visual analogue scale.

Results:
Between 1998 and 2014 we operated on 270 patients with bilateral VCP. Paresis occurred as the result of the iatrogenic effect of thyroid gland surgery in 255 patients (94.4%) vs. 15 (7.6%) from other causes. The majority of our patients (77.6%) had undergone laser arytenoidectomy with posterior partial cordectomy, and in 13.7% of them Lichtenberger laterofixation had been performed. Ossoff 's surgery gives good ventilation results: successful decannulation (62.9% after first surgery; 97.6% final rate) and significant subjective ventilation improvement in 96% of patients.

Conclusions:
Ossoff 's laser arytenoidectomy with posterior cordectomy is a safe procedure that gives acceptable ventilation improvement. Patients report satisfactory quality of life and the possibility of returning to active professional life. Laterofixation should be considered as an alternative for tracheotomy rather than permanent procedure.

رقم الاضبارة: رقم الهاتف:

الاسم: العمر:

المنطقة: الجنس:

تاريخ العمل الجراحي: تاريخ الاستبيان:

نوع التدبير الجراحي:

الجزء المتعلق بالوظيفة التنفسية

ضيق التنفس - 12

صمم هذا الاستبيان بهدف مساعدتنا على التعرف على مدى الازعاج الذي يسببه لك ضيق التنفس
الرجاء قراءة كل فقرة ووضع علامة في المربع الذي يتناسب مع أفضل خيار فيما يتعلق بحالة تنفسك في هذه الأيام. إذا لم تكن تعاني من أحدى الحالات المذكورة أدناه ضع علامة في المربع (لايوجد). يرجى الاجابة على جميع الفقرات.

الفقرة	لايوجد	خفيف	متوسط	شديد
1- لا أستطيع أخذ النفس بصورة كاملة				
2- تنفسي يتطلب مجهودا أكثر				
3- أشعر بضيق في التنفس				
4- أجد صعوبة في التقاط أنفاسي				
5- لاأستطيع أخذ هواء كافي				
6- تنفسي غير مريح				
7- تنفسي مرهق				
8- تنفسي يجعلني أشعر بالإكتئاب				
9- تنفسي يجعلني أشعر بالتعاسة				
10- تنفسي يضايقني				
11- تنفسي يجعلني أشعر بالانفعال				
12- تنفسي مزعج				

لايوجد(0) خفيف(1) متوسط(2) شديد(3)

مجموع النقاط الكلي: .....

* المريض مخزوع: نعم ☐ - ☐ لا. في حال الاجابة بنعم: استغنى عن الخزع نعم ☐ - ☐ لا.
تاريخ الاستغناء عن الخزع:

* وجود حوادث استنشاقية للمريض بعد العمل الجراحي: نعم ☐ - ☐ لا

يرجى وفي حال الاجابة بنعم تحديد عدد المرات وتكرارها والاستفسار من المريض عن حدوث ذات رئة استنشاقية مرافق

الجزء المتعلق بالصوت

مؤشر الإعاقة الصوتية - 10

إختر أحد الأرقام المقابلة لكل سؤال والذي يصف شدة المشكلة لديك:

0=أبدا 1=نادرا 2=أحيانا 3=غالبا 4=دائما

السؤال	0	1	2	3	4
1- صوتي يصعب على الآخرين سماعه					
2- يجد الناس صعوبة في فهمي (سماع صوتي) عندما أتحدث في غرفة كثيرة الضوضاء					
3- مشاكل الصوت لدي أثرت سلبا على حياتي الشخصية والاجتماعية					
4- أحس بأنه يتم إهمالي في المناقشات بسبب صوتي					
5- مشكلة الصوت لدي تسببت في تقليل دخلي المادي					
6- أحس أنه عليي أن أضغط على حنجرتي (أجهدها) لإخراج صوتي					
7- صفاء صوتي لايمكن التنبؤ به					
8- مشكلة صوتي تحزنني					
9- صوتي يجعلني أحس بأني عاجز					
10- يسألني الناس دائما "ماذا حدث لصوتك؟"					

مجموع النقاط >11 تعتبر قيمة غير طبيعية

مجموع النقاط الكلي: .....

المراجع العلمية

1. Anil K. Lalwani, Current Diagnosis & treatment Otolaryngology Head & Neck Surgery, 2nd edition. Chapter 5: Lasers in Head & Neck Surgery; 186.
2. James B. Snow JR, Ballenger's Otorhinolaryngology Head & Neck Surgery, 17th edition. Chapter 69: Congenital Anomalies of the Larynx; 821.
3. Raza Pasha, Otolarynology Head & Neck Surgery Clinical Reference Guide, 4th edition. Chapter 3: Laryngology; 119.
4. Dhingra PL, Dhingra S. 5th ed. Elsevier Publications; 2010. Diseases of Ear, Nose and Throat; p. 282.
5. Clark A. Rosen, C. Blake Simpson. Springer; 2008. Operative Techniques in Laryngology; P.167-173.
6. Theodore Dimon. North Atlantic Books; 2018. Anatomy of the Voice. P.25-45.
7. P.M. Som and H.D. Curtin. An Updated and Illustrated Review of the Complex Embryology of the Larynx and How Laryngeal Webs Atresias, and Stenoses Develop. 2013
8. Francesco Dispenza, MD, et al. Treatment of bilateral vocal cord paralysis following permanent recurrent laryngeal nerve injury, 2011.
9. Christine Estes, Babak Sadoughi, Elizabeth Mauer, Paul Christos and Lucian Sulica, Laryngoscopic and stroboscopic signs in the diagnosis of vocal fold paresis, The Laryngoscope, 127, 9, (2100-2105), (2017).
10. Bizakis JG, Papadakis CE, Karatzanis AD, et al. The combined endoscopic CO2 laser posterior cordectomy and total arytenoidectomy for treatment of bilateral vocal cord paralysis. 2004.
11. Michele P. Morrison and Gregory N. Postma, The Recurrent Laryngeal Nerve, Thyroid Surgery,(219-225), (2012).
12. Chen HC, Jen YM, Wang CH, Lee JC, Lin YS. Etiology of vocal cord paralysis. ORL J Otorhinolaryngol Relat Spec. 2007.
13. Pinto JA, Godoy LB, Marquis VW, Sonego TB, Leal Cde F. Bilateral vocal fold immobility: diagnosis and treatment. Braz J Otorhinolaryngol. 2011
14. Goldenberg, D., Ari, E.G., Golz, A. et al. Tracheotomy complications: A retrospective study of 1130 cases. Otolaryngol Head Neck Surg. 2000; 123: 495–500.
15. José Antonio Pinto, Luciana Ballester de Mello Godoy. Bilateral Vocal Fold Immobility: Diagnosis and Treatment, 2011.
16. M. Maurizi · G. Paludetti · J. Galli · A. Cosenza. CO2 laser subtotal arytenoidectomy and posterior true and false cordotomy in the treatment of post-thyroidectomy bilateral laryngeal fixation in adduction, 1999.
17. Atlas of Human Anatomy by Netter, Frank H. 2011. 5th edition.
18. Su leymanO zdemir, MD;U lku Tuncer, MD et al, Carbon Dioxide Laser Endoscopic Posterior Cordotomy Technique for Bilateral Abductor Vocal Cord Paralysis. Jama Otolaryngeal Head Neck Surg/Vol 139 (NO. 4), 2013.
19. F. Pia · P. Pisani · P. Aluffi, CO2 laser posterior ventriculocordectomy for the treatment of bilateral vocal cord paralysis. 1999
20. Wilma Harnisch, Dr med; Sibylle Brosch, Breathing and Voice Quality after Surgical Treatment for Bilateral Vocal Cord Paralysis. Arch Otolaryngol Head Neck Surg. 2008
21. Mikel Landa, Inigo Luqui, Javier Gomez, Posterior Cordectomy. 2012
22. Gandhi S. Management of bilateral abductor palsy: Posterior cordectomy with partial arytenoidectomy, endoscopic approach using CO 2 laser. J Laryngol Voice, 2011.
23. Finck C. Laryngeal dysfunction after thyroid surgery: diagnosis, evaluation and treatment, 2006.

24. Chiang FY, Wang LF, Huang YF et al. Recurrent laryngeal nerve palsy after thyroidectomy with routine identification of the recurrent laryngeal nerve. 2005
25. Mueller AH. Laryngeal pacing for bilateral vocal fold immobility. 2011
26. Misiolek M, Ziora D, Namyslowski G et al. Long-term results in patients after combined laser total arytenoidectomy with posterior cordectomy for bilateral vocal cord paralysis. 2007
27. Myssiorek D. Recurrent laryngeal nerve paralysis: anatomy and etiology. 2004
28. Yilmaz T, Suslu N, Atay G, Ozer S, Gunaydın RO, Bajin MD. Comparison of voice and swallowing parameters after endoscopic total and partial arytenoidectomy for bilateral abductor vocal fold paralysis: a randomized trial. 2013
29. Damrose EJ. Suture laterofixation of the vocal fold for bilateral vocal fold immobility. 2011
30. Marina MB, Marie JP, Birchall MA. Laryngeal reinnervation for bilateral vocal fold paralysis. Curr Opin Otolaryngol Head Neck Surg. 2011
31. Mueller AH, Hagen R, Foerster G, Grossmann W, Baumbusch K, Pototschnig C. Laryngeal pacing via an implantable stimulator for the rehabilitation of subjects suffering from bilateral vocal fold paralysis: a prospective first-in-human study. Laryngoscope. 2016
32. Ongkasuwan J, Courey M. The role of botulinum toxin in the management of airway compromise due to bilateral vocal fold paralysis. 2011
33. Ekbom DC, Garrett CG, Yung KC, et al. Botulinum toxin injections for new onset bilateral vocal fold motion impairment in adults. Laryngoscope. 2010
34. Zealear DL, Mainthia R, Li Y, Kunibe I, Katada A, Billante C, et al. Stimulation of denervated muscle promotes selective reinnervation, prevents synkinesis, and restores function. Laryngoscope. 2014
35. Bijangi-Vishehsaraei K, Blum K, Zhang H, Safa AR, Halum SL. Microarray analysis gene expression profiles in laryngeal muscle after recurrent laryngeal nerve injury. 2016
36. Heavner SB, Rubin AD, Fung K, Old M, Hogikyan ND, Feldman EL. Dysfunction of the recurrent laryngeal nerve and the potential of gene therapy. 2007
37. Rubin A, Mobley B, Hogikyan N, Bell K, Sullivan K, Boulis N, et al. Delivery of an adenoviral vector to the crushed recurrent laryngeal nerve. Laryngoscope. 2003
38. Shiotani A, Saito K, Araki K, Moro K, Watabe K. Gene therapy for laryngeal paralysis. Ann Otol Rhinol Laryngol. 2007
39. Nishio N, Fujimoto Y, Suga K, Iwata Y, Toriyama K, Takanari K, et al. Autologous fat injection therapy including a high concentration of adipose-derived regenerative cells in a vocal fold paralysis model: animal pilot study. 2016