المحاضرة الثالثة

التشريح العصبي الوظيفي وآلية الجملة الماضغة

د أشرف أكرم إبراهيم

اللاذقية ٢٠٢٣/١٠/٢٣

مقدمة:

تعتبر وظائف الجملة الماضغة معقدة ومتعددة، والتقلص المميز لعضلات الرأس والعنق المختلفة ضروري لتحريك الفك السفلي بالشكل المناسب والدقيق للقيام بالوظائف الفعالة.

إن التواجد الكبير للعناصر العصبية هو الذي ينظم وينسق الفعاليات الكاملة للجملة الماضغة.

تتألف الجملة الماضغة بشكل رئيسي من الأعصاب والعضلات وهذا ما يدعى بالجهاز العصبي العضلي. إن الفهم الأساسي لتشريح ووظيفة الجهاز العصبي العضلي ضروري لفهم تأثير تماس الأسنان (الاطباق) بالإضافة إلى عوامل أخرى تؤثر على حركة الفك السفلي

يقسم هذا البحث إلى قسمين رئيسين:

الأول: سوف يبحث بالتفصيل تشريح ووظيفة الجهاز العصبي العضلي.

الثاني: سوف يستعرض الفعاليات الفيزيولوجية للجملة الماضغة وهي المضغ والبلع والكلام.

تشريح ووظيفة الجهاز العصبي العضلي:

anatomy and function of the neuro muscular system

من أجل شرح الجهاز العصبي العضل سوف يقسم إلى جزئين رئيسيين:

ا - العضلات

٢ . التراكيب العصبية

إن تشريح ووظيفة كل من هذين الجزئين سوف تعرض بشكل منفصل على الرغم من أنه في حالات عديدة يصعب أن تفصل الوظيفة ومن فهم هذين الجزئين سنتعرض للوظيفة العصبية العضلية الأساسية

العضلات: Muscles:

١ . الوحدة الحركية The motor unit

التركيب الأساسي للجهاز العصبي العضلي هو الوحدة الحركية التي تتألف من عدد من الألياف العضلية التي تعصب بعصبون محرك واحد. وكل عصبون عندما يدخل ليفا عضليا يشكل اللوحة النهائية المحرك

The motor end - plate

وعندما ينشط العصب اللوحة النهائية المحركة تتنبه لتطلق كمية قليلة من الاستيل كولين التي تبدأ بإزالة الاستقطاب للألياف العضلية، وهذا ما يتسبب في جعل الألياف العضلية تتقاصر أو تتقلص، وعدد الألياف العضلية المعصبة بعصبون محرك واحد تختلف بشكل كبير طبقا لوظيفة الوحدة الحركية.

كلما قل عدد الألياف العضلية المعصبة بلويحة انتهائية حركية واحدة، كلما زاد في دقة وتوضيح الحركة لهذه الألياف، إن عصبونا محركا مفردا يمكن ان يعصب فقط اثنين أو ثلاثة ألياف عضلية كما في العضلات الهدبية (التي تنظم بدقة حركة كرة العين) بالمقابل فإن هناك عصبون محرك واحد يمكن ان يعصب مئات من الألياف العضلية كما في أية عضلة كبيرة مثل العضلة الفخذية المستقيمة في الساق ويوجد نوع مشابه لهذا التعصيب للألياف العضلية. في العضلات الماضغة إنما يختلف عن ذلك العضلة الجناحية الوحشية التي تتميز بخاصية التعصيب الدقيق، أي أن عددا أقل من الألياف العضلية تتعصب بلويحة حركية واحدة وهذا ما يجعلها قادرة على التكيف أو التعديل الدقيق في الطول مع التغيرات الأفقية لوضع الفك السفلي. وبالمقابل فإن عدد كبير من الألياف العضلية في العضلة الماضغة تتعصب بعصبون حركي واحد وهذا يتوافق مع وظيفتها الهامة في تأمين القوة الضرورية أثناء المضغ.

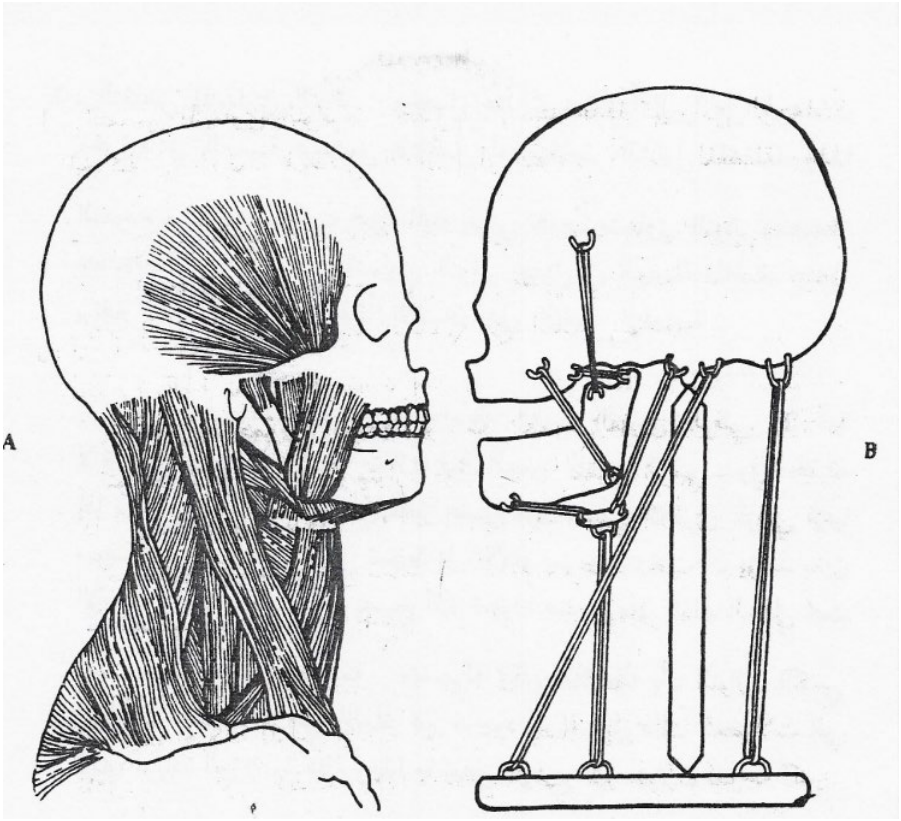
٢ - العضلات: the muscles

مئات إلى الآلاف من الوحدات الحركية عل طول الأوعية الدموية والأعصاب تتحد سوية بواسطة النسيج الضام والصفاق لتشكل العضلة. ولفهم تأثير هذه العضلات كل على الأخرى واتصالاتها العظمية يجب أن نراقب العلاقات الهيكلية الأساسية للرأس والعنق.

وهكذا فإن التوازن ما بين هذه القوى العضلية يحافظ على بقاء الرأس في الوضع المرغوب به. هذه العضلات إضافة إلى عضلات اخرى أيضا تقوم بإدارة الرأس وتحريكه من جانب إلى آخر.

وظيفة العضلات: muscles function

للوحدة الحركية عملا واحدا فقط هو التقلص أو التقاصر، أما العضلة فلها ثلاث وظائف محتملة:



يجب حصول التوازن المعقد والدقيق لعضلات الرأس والعنق للمحافظة على وضع ووظيفة الرأس.

(A) - الجملة الماضغة

(B) كل عضلة تعمل نفس عمل الرباط المرن الموجود مكانها.

وإذا ما تعطل عمل إحدى هذه الأربطة ستكون النتيجة اضطراب في عمل كل الأربطة الأخرى

١ - التقلص المتساوي التواتر: ويحصل عند تنبيه عددا كبيرا من الوحدات الحركية في العضلة فيحصل التقلص أو التقاصر الشامل للعضلة وهذا النموذج من التقاصر تحت حمولة ثابتة يدعى تقلصا متساوي التواتر (isotonic) contraction إن التقلص المتساوي التواتر يحصل في العضلة الماضغة عندم يرتفع الفك السفلي ضاغطا الأسنان على اللقمة الطعامية.

تُدعم الجمجمة في موقعها بواسطة العمود الفقري الرقبي إلا انها لا تتوضع بشكل مركزي أو متوازن فوق العمود الفقري الرقبي. وفي الحقيقة إذا تركت الجمجمة بدون أي تأثير عضلي فوق العمود الفقري الرقبي فإنها سوف تكون غير متوازنة بل تسقط إلى الأمام بسرعة. ويجب أن يؤخذ بعين الاعتبار أن نشوء أي توازن يصبح أكثر تعقيدا عندما يعلق الفك السفلي تحت القسم الامامي من الجمجمة

وبسهولة يمكن الملاحظة بأن التوازن الكمي للتراكيب الهيكلية للراس والعنق غير موجود يضاف إلى ذلك العضلات التي تؤدي لزيادة الوزن والكتلة وهذا ما يجعل الوضع غير متوازن لدرجة أكبر.
ولكي يحافظ الشخص على وضع الجمجمة متوازنا في وضع الوقوف يجب ان تبقى العضلات المرتكزة عل الوجه الخلفي للجمجمة من الأعلى وعلى الشوك الفقري الرقبي والناحية الكتفية من الأسفل في حالة تقلص دائم. إن العضلات التي تخدم هذه الوظيفة هي: (شبه المنحرفة - طحالية الرأس، الرأسية الطويلة، القترائية).

إلا انه من الممكن ايضا أن تتقلص هذه العضلات وتوجه خط الرؤية بعيدا باتجاه الأعلى، والمعاكسة هذا العمل هناك مجموعة من العضلات ذات العمل المضاد للعضلات المذكورة وموجودة في المنطقة الأمامية للرأس وهي على الشكل التالي: العضلة الماضغة (تعلق الفك السفلي بالجمجمة) - العضلات فوق اللامية (تصل الفك السفلي مع العظم اللامي) والعضلات تحت اللامي (تصل العظم اللامي مع عظم القص والترقوة). إن تقلص هذه العضلات يؤدي لخفض الرأس للأسفل. شكل (٢ - ١)

٢ - التقلص المتساوي القياس، ويحصل عندما يتقلص عدد ملائم من الوحدات الحركية لتعاكس القوة المطبقة على الفك وتكون الوظيفة الناتجة هي:
تثبيت الفك. وهذا التقلص الذي يحصل بدون تقاصر يدعى تقلصا متساوي القياس. (isometric contraction) كما هو الحال في العضلة الماضغة عندما يوضع أي شيء بين الأسنان (غليون - قلم رصاص).

٣. الاسترخاء المنضبط controlled relaxation:
تستطيع العضلة أيضا ان تقوم بوظيفتها من خلال استرخاء منضبط وعندما يتوقف تنبيه الوحدة الحركية فإن ألياف الوحدة الحركية تسترخي وتعود إلى وضعها الطبيعي وبالسيطرة على هذا النقص في التنبيه للوحدة الحركية تحدث الزيادة في طول العضلة وهذا يسمح بالحركة الناعمة أو الدقيقة والمقصودة، أن هذا النموذج من الاسترخاء المنضبط يشاهد في العضلة الماضغة عندما يفتح الفم ليتلقى لقمة جديدة من الطعام أثناء عملية المضغ.

باستخدام هذه الوظائف الثلاث تحافظ عضلات الرأس والعنق على وضع الرأس المرغوب، والتوازن يحصل بين العضلات التي تعمل على رفع الراس وتلك الي تعمل على خفضه حتى أثناء الحركة الخفيفة للرأس. وكل العضلات تعمل بتناسق مع العضلات الاخرى لتحدث الحركة المطلوبة فإذا دار الرأس نحو اليمين فإن عضلات معينة يجب أن تتقاصر (تقلص متساوي التواتر) وأخرى يجب أن تسترخي (استرخاء منضبط) وعضلات أخرى يجب أن تثبت (تقلص متساوي القياس).

التراكيب العصبية: neurologic structures

أ- العصبونات: neurons the

(هي الوحدات التركيبية والوظيفية للجملة العصبية) ويتكون العصبون من جسم الخلية ومن مجموعة استطالات ومن محور وهي استطالة رئيسية تصل إلى العضلات. كل عضلة مخططة لها تعصيب حسي وآخر حركي. العصبونات الحسية، أو العصبونات الواردة afferent neuronsهي التي تحمل المعلومات من العضلة إلى الجملة العصبية المركزية في كل من الحبل الشوكي والمستويات المركزية العليا.

إن نوعية المعلومات المنقولة بالألياف العصبية الواردة غالبا ما يعتمد على النهايات العصبية الحسية.

من بعض النهايات العصبية تنقل احساسات الانزعاج (عدم الارتياح) والالم كما هو الحال في حالة تعب أو أذية العضلة ومن بعضها الآخر تنقل معلومات عن حالة تقلص أو استرخاء العضلة.

- بينما نهايات اخرى تُزود بمعلومات عن اوضاع ارتباط العضلة بالعظم (الاستقبال الحسي العميق (proporioception). وحالما تصل المعلومات الحسية إلى الجملة العصبية المركزية تُترجم وتعود المعلومات المنظمة إلى العضلات بطريق حركي أو بالألياف العصبية الصادرة (efferent Neurons) والعصبونات الصادرة تنشئ أو تولد نبضات من أجل الوظيفة الملائمة للعضلات الخاصة التي سوف تحقق الاستجابة الحركية المرغوبة أو رد الفعل المناسب.

مستقبلات الحس: the sensory receptors

مستقبلات الحس هي عبارة عن تراكيب عصبية أو أعضاء تتوضع في النسج وهي التي تزود الجهاز العصبي المركزي بالمعلومات المتعلقة بوضعية أو حالة تلك النسج. وكما هو الحال في مناطق أخرى من الجسم فإن أنواعا مختلفة من مستقبلات الحس متوضعة في النسج التي تشكل الجهاز العضلي الماضغ.

- هناك مستقبلات حسيه متخصصة تؤمن معلومات دقيقة للعصبونات الواردة إلى الجهاز العصبي المركزي.
- البعض من هذه المستقبلات يكون خاص بعدم الراحة والألم وبعضها الاخر تنقل المعلومات المتعلقة بوضعية وحركة الفك والتراكيب الفموية الملحقة

وهذه المستقبلات المسؤولة عن الوضعية والحركة (تدعى مستقبلات الحس العميق proprioceptors) .

إن تزويدا ثابتا بالمعلومات من هذه المستقبلات يسمح للدماغ بان ينظم عمل العضلات الفردية أو المجموعات العضلية بحيث تحدث حركات متناسقة وناعمة ومنسجمة.

وكبقية الأجهزة الأخرى فإن الجهاز الماضغ يحتوي على أربعة أنواع رئيسية من مستقبلات الحس لكي ينظم حالة تراكيبه المختلفة.

١- المغازل العضلية: وهي عبارة عن أعضاء استقبالية متخصصة توجد في النسيج العضلي.

٢ . أعضاء غولجي الوترية: وتتوضع في الأوتار.golgi tendon orgons

٣ . جسيمات باسيني pacinians corpuscles: تتوضع في الأوتار والمفاصل والسمحاق والصفق وفي الأنسجة تحت الجلد.

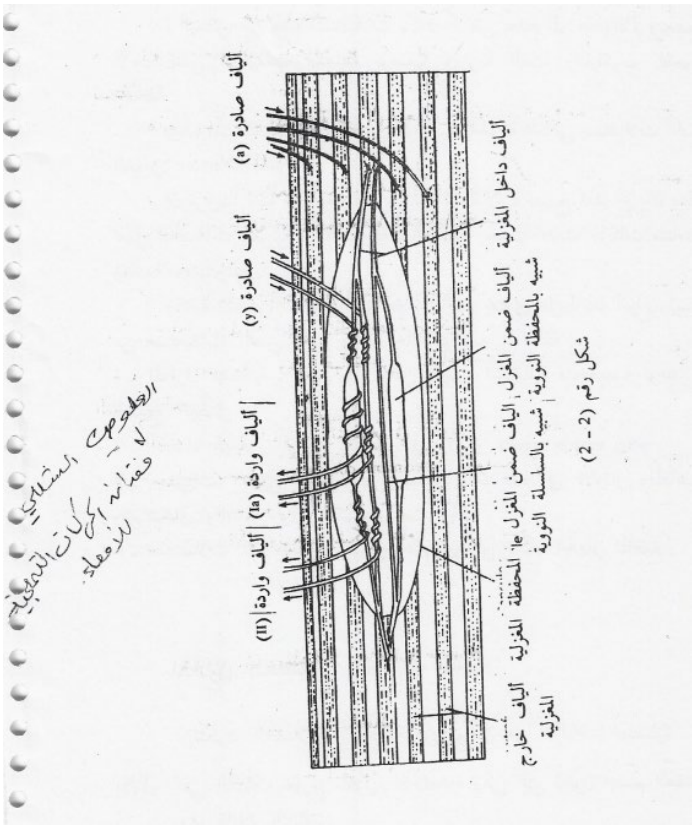
٤. مستقبلات الألم: وتوجد بشكل عام في كل نسج الجهاز الماضغ

١-المغازل العضلية: muscle spindle

تتكون العضلات المخططة من نوعين من الألياف العضلية.

الاول: هي الألياف خارج المغزلية extrafusal وهي التي تُكون جسم العضلة ولها قابلية التقلص

الثاني: هي الألياف داخل المغزلية intrafusalوالتي تتقلص بشكل مؤقت فقط إن حزمة من الألياف العضلية داخل المغزلية والمرتبطة ببعضها البعض بواسطة غمد من النسج الضام تدعى بالمغزل العضلي (شكل ٢ - ٢).



إن المغازل العضلية تنتشر أو تتغلغل ضمن العضلات المخططة وتتوضع موازية للألياف خارج المغزلية ضمن كل مغزل عضلي تنتظم نوى الألياف داخل المغزلية في شكلين متميزين.

١ - الشكل الشبيه بالسلسلة (نموذج السلسلة النووية) nuclear chain type

٢ - نموذج الحقيبة النووية nuclear bag type.

يوجد نوعان من الألياف العصبية الواردة والتي تعصب الألياف داخل المغزلية وهما يصنفان وفق أقطارهما إلى:

الألياف الأكبر aوتنتقل النبضات بسرعة أكثر وهذه الألياف تنتهي فى المناطق المركزية من الألياف داخل المغزلية وتسمى (بالنهايات الأولية ودعيت أيضا بالنهايات الحلزونية.)

أما تلك التي تنتهي في أقطاب الألياف داخل المغزلية أي في مناطق بعيدة عن المركز وهي المجموعة الأصغر وتدعى ألياف II وهي النهايات الثانوية ودعيت ايضا نهايات أكمام الزهرة.

وبما أن الألياف داخل المغزلية تتوضع بشكل مواز للألياف خارج المغزلية للعضلات لذا فإن كل تمدد للعضلة يرافقه تمدد للألياف ضمن المغزل وهذا التمدد يُضبط في مناطق السلسلة النووية والحقيبة النووية، تُثار النهايات الأولية الحلزونية ونهايات أكمام الزهرة بواسطة التمدد فتقوم العصبونات الواردة بحمل المعلومات أي (النبضات) إلى الجهاز

العصبي المركزي. تتوضع الأجسام الخلوية للعصبونات الواردة التي تنشأ في المغازل العضلية لعضلات المضغ في النواة الحركية لمثلث التوائم.

تستقبل الألياف داخل المغزلية السيالة العصبية الصادرة بواسطة ألياف عصبية محركة مغزلية تعطى حسب التصنيف الأبجدي اسم ألياف غاما أو الياف غاما الصادرة وذلك لتفريقها عن الألياف العصبية ألفا التي تعصب الألياف خارج المغزلية.

كبقية الألياف الصادره فإن ألياف غاما الصادرة تنشأ في الجهاز العصبي المركزي وعندما تتنبه فإنها تسبب تقلص الألياف داخل المغزلية وعندما تتقلص الألياف داخل المغزلية فإن مناطق السلسلة النووية والحقيبة النووية تتمدد بحيث تعتبر وكأن العضلة بكاملها قد تمددت وهنا تبدأ فعالية الألياف الواردة.

وهكذا فإن هناك طريقتين يمكن من خلالها للألياف الواردة في المغازل العضلية أن تتنبه.

- التمدد العام أو (الزيادة في الطول) للعضلة بكاملها (الألياف خارج المغزلية).

- تقلص الألياف داخل المغزلية بواسطة ألياف غاما الصادرة.

يمكن للمغازل أن تسجل فقط التمدد ولا يمكنها أن تفرق بين هاتين الفعاليتين وهذا فإن هذه الفعاليات تسجل بالنسبة للجهاز العصبي المركزي كفعاليات متشابهة. فالألياف العضلية خارج المغزلية تستقبل السيالة العصبية بواسطة عصبونات محركة صادرة من نوع الفا ومعظم هذه العصبونات تتوضع أجسامها الخلوية في النويات المحركة لمثلث التوائم. (trigeminal motor nueleues) لذلك فإن تنبيه هذه العصبونات يسبب تقلص مجموعة من الألياف العضلية خارج المغزلية المعصبة بهذه النويات.

ومن منطلق وظيفي فإن المغزل العضلي يعمل كجهاز منظم للطول وهو باستمرار ينقل المعلومات بشكل راجع إلى الجهاز العصبي المركزي والمتعلقة بحالة التمدد أو التقلص للعضلة.

عندما تتمدد العضلة فجأة فإن كل من الألياف العضلية داخل وخارج المغزلية تطول، وتمدد المغزل يسبب تنبيه المجموعة I وII من النهايات العصبية الواردة والراجعة إلى الجهاز العصبي المركزي وعندما تتنبه العصبونات المحركة الصادرة ألفا فإن الألياف خارج المغزلية للعضلة تتقلص ويتقاصر المغزل العضلي.

وهذا التقاصر سيؤدي لنقص التنبيهات الواردة من المغزل إن توقفا كاملا لفعالية المغزل كان سيحدث خلال تقلص العضلة لو لم يكن هناك جهاز صادر من نوع غاما.

وكما سبق فإن تبيه الألياف الصادرة غاما يسبب تقلص الألياف العضلية الداخلية للمغزل وهذا يمكن ان يحدث نشاطا في فعالية الألياف الواردة من المغزل حتى عندما تتقلص العضلة ولهذا فإن قيادة الألياف غاما تستطيع أن تساهم في حفظ التقلص العضلي.

ويعتقد بأن الألياف غاما الصادرة تعمل كآلية لحساسية المغازل العضلية وهكذا فإن هذه الألياف المحركة تعمل كآلية موجهة لتغيير حالة المغزل العضلي.

يجب أن نذكر أن آلية الألياف الصادرة غاما في الجملة الماضغة ليست كما هي عليه في الياف الحبل الشوكي على الرغم من وجودها في أغلب العضلات الماضغة إلا أن البعض لا يحتوي هذه الألياف إن أهمية ألياف غاما الصادرة ستبحث بشكل أوسع أثناء مناقشة المنعكسات العضلية في الصفحات القادمة.

٢ .أعضاء غولجي الوتريةGolgi tendon organs

تتوضع أعضاء غولجي الوترية في الوتر العضلي بين الألياف العضلية من جهة وبين نقاط اتصالها مع العظم من جهة أخرى وتتوضع بشكل تسلسلي مع الألياف العضلية خارج المغزلية وليس بشكل متواز كما هو الحال في المغازل العضلية. إن كل من هذه الأعضاء الحسية يتكون من الياف وترية محاطة بمناطق لمفاوية مغلفة بمحفظة ليفية.

تدخل الألياف الواردة قرب منتصف عضو غولجي وتنتشر فوق كامل امتداد الليف أو الالياف. إن الشد المطبق على الوتر ينبه المستقبلات في أعضاء غولجي الوترية لذلك فإن تقلص العضلة ينبه أيضا هذا العضو، وبشكل مماثل فإن التمدد الزائد للعضلة يخلق شدا في الوتر فينبه عضوغولجي الوتري.

كان يظن أن اعضاء غولجي الوترية تملك عتبة أعلى منها في المغازل العضلية ولذلك فإنها تعمل فقط لكي تحمي العضلة من الشد الشديد والمخرب - أما الآن فلقد ظهر أنها أكثر حساسية وأنها فعالة في تنظيم المنعكس أثناء الوظيفة الطبيعية.

إن أعضاء غولجي الوترية تنظم بشكل أساسي مقدار الشد بين المغازل العضلية تنظم بشكل اساسي طول العضلة.

٣ - جسيمات باسيني pacinian corpuscles

هي أعضاء أو جسيمات بيضوية ضخمة تتكون من صفيحة ملتفة على بعضها بشكل متحد المركز مكون من النسيج الضام وفي مركز كل جسيم توجد نواة تحتوي على نهاية ليف عصبي.

هذه الجسيمات موجودة في الأوتار والمفاصل والسمحاق والصفق والنسيج تحت الجلد، إن الضغط على مثل هذه الأنسجة يسبب تشوها في العضو أو الجسيم وهذا ينبه الليف العصبي الموجود. إن الانتشار الواسع لهذه الأعضاء وبسبب توضعها المتعدد في التراكيب المفصلية اعتبرت على أنها تخدم بشكل مبدئي من أجل الإدراك الحسي للحركة والضغط الثابت أو القوي (وليس اللمس الخفيف)

٤- مستقبلات الألم:nociceptors

إن مستقبلات الألم بشكل عام هي مستقبلات حسية تتنبه بالأذى وترسل هذه المعلومات إلى الجهاز العصبي المركزي بواسطة الألياف العصبية الواردة وتتوضع مستقبلات الألم ضمن معظم النسج في الجهاز العضلي الماضغ. وهناك أنواع متعددة منها، بضعها مسؤول عن التنبيهات الحرارية والميكانيكية حصرا وبعضها الأخر مسؤول عن مجال واسع من التنبيهات: من احساسات اللمس إلى الأذية الضخمة وحتى هناك بعض المستقبلات ذات عتبة منخفضة مختصة باللمسة الخفيفة، الضغط أو حركة شعر الوجه.

إن النموذج الأخر يدعى في بعض الأحيان المستقبلات الميكانيكية

Mechano receptorsإن الوظيفة الرئيسية لمستقبلات الألم هي تنظيم ومراقبة حالة موضع وحركة النسج في الجهاز العضلي الماضغ وعند وجود ظروف معينة يتوقع اذاها أو تسبب ضرر حقيقي للنسيج فإن مستقبلات الألم تنقل هذه المعلومات إلى الجهاز العصبي المركزي كإحساسات بشكل عدم الراحة أو الألم.

تعديل الألم pain modulation

لعدة سنوات كان يفترض أن درجة وعدد مستقبلات الألم المتنبهة تحدد درجة الألم في الجهاز العصبي المركزي. ومهما يكن فإن هذا الشيء لم تثبت صحته سريريا، في بعض الحالات فإن أذيات صغيرة تخلق الماً كبيرا بينما في حالات اخرى يشير المريض إلى ألم معتدل وخفيف على الرغم من أن الأذية تكون كبيرة.

في عام ١٩٦٥ جاءت نظرية (Wall,Melzack) لتفسر هذه الظاهرة وقد عدلت هذه النظرية في عام ١٩٧٨ من قبل (Wall) .

وتعديل الألم يعني أن النبضات المحمولة بالعصبونات الواردة من مستقبلات الألم يمكن ان تتغير قبل ان تصل الى الجهاز العصبي المركزي، وهذا التأثير يمكن أن يكون ذو تأثيرات مهيجة والتي ستزيد التنبيهات المؤذية الواصلة الى الدماغ.

أو يمكن ان يكون مثبطا وعندها سوف ينقص التنبيهات المؤذية. وإن العوامل التي يمكن أن تعدل الألم يمكن أن تكون إما عقلانية أو فيزيائية.

الظروف العقلانية: mental condition

تتعلق بالحالة العاطفية النفسية للمريض مثال (الفرح happinesالكآبة diprission الإخفاق contentment)وتعديل الالم يمكن ايضا ان يتائر بالحالة السابقة للتنبيهات المؤذية.

الظروف الفيزيائية: physical conditions

كالظروف الفيزيائية من الصحة الوظيفية إلى الصحة الجسدية وقوة المريض فمثلا الراحة إزاء التعب تؤثر في تعديل الالم.

إن درجة الالم المدرك في الجهاز العصبي المركزي لظرف ما يمكن إن ينقص عن طريق تنبيه خفيف للمستقبلات الحسية الجلدية، وهذا يمكن شرحه بواسطة حرق بسيط للإصبع الذي نشعر به حالا اما إذا حركت للأعلى والأسفل فإن أحساس الالم سوف ينقص بشكل ملحوظ بل وحتى احيانا ينعدم. وثانيا فإن الاصبع إذا وضعت ثانية فإن الألم سيعود. هذا مثال على تعديل الألم وأساس الطرق العلاجية المختلفة المتضمنة تعديلا للالم كالمساج والاهتزاز والمعالجة الحرارية.

هناك طريقة فيزيائية أخرى نوعية تستعمل لتعديل الألم هي الوخز بالإبرة accupuncture وعلى الرغم من أنها غير واضحة تماما إلا أنه يبدو إن هناك مواقع

معينة على الجلد والتي عندما تتنبه بشكل دقيق فإنا تثبط نقل الالم.

إن الوخز بالإبرة يمكن ان يملك فعلا مؤثرا على إطلاق المواد الشبيهة بالمورفين (الأندروفين) الموجودة في السائل الدماغي الشوكي.

إن لهذه المواد الداخلية الافراز القدرة الكافية على تثبيط الألم، ويبدو أن الجسم قادر تحت ظروف معينة على ان يطلق هذه الاندروفينات وهكذا يثبط احساسات الألم.

طرق فيزيائية أخرى يمكن ان تعدل الالم بطريقة مهيجة كالتهاب النسج

والاحتقان كل هذا يساعد في زيادة الشعور بالالم

ربما يكون الأثر الحقيقي لهذه الحالات أو الطرق هو إنقاص الأفعال المنبهة التي نوقشت للتو والني يمكن للجسم إن يقوم بها، أيضا فإن زمن التنبيهات المؤذية ذو تأثير كبير على الإحساس بالالم، وبكلمات أخرى كلما طال زمن التنبيهات كلما أصبح الشعور بالالم أكبر

عندما نفهم تعديل الالم يجب أن نؤكد أن الالم ليس إحساسا بسيطا بل عبارة عن النتيجة النهائية لإحساس بسيط تغير بشكل كبير بين منشأة من مستقبلات الألم وبين منتهاه عندما تخصص في الدماغ بواسطة كلا العوامل الفيزيائية والعقلية وهكذا من الأفضل أن يوصف ليس كإحساس وإنما في الواقع كمعاناة وهذا صحيح بصورة خاصة بالنسبة للالم ذو المدة الطويلة.

الوظيفة العصبية العضلية neuro muscular function

وظيفة المستقبلات الحسية

يمكن تأمين التوازن الديناميكي لعضلات الراس والعنق الموصوف سابقا من خلال التعصيب الراجع feed backالذي يؤمن بواسطة المستقبلات الحسية المختلفة.

فعند تمدد العضلة بشكل منفعل فإن المغازل تعلم الجهاز العصبي المركزي عن هذه الفعالية (التمدد).

اما التقلص العضلي الفعال ينظم بواسطة كل من اعضاء غولجي الوترية والمغازل العضلية وإن حركة المفاصل والأوتار تنبه جسيمات باسيني التي ترحل هذه المعلومات إلى الجهاز العصبي المركزي. إن الالم وأيضا الحركة الدقيقة والاحساس باللمس كلها تنظم من خلال مستقبلات الألم

كل اعضاء الحس هذه تؤمن تعصيبا راجعا مستمرا إلى الجهاز العصبي المركزي وهذه السيالة منظمة بشكل مستمر في الليل والنهار وخلال كل أوقات الراحة والنشاط فالجهاز العصبي المركزي ينظم وينشئ السيالة الحسية ويرسل سيالة صادرة مناسبة لتحقيق الوظيفة الحركية المطلوبة، ومعظم الطرق الصادرة والقادمة من المراكز العصبية العليا إلى العضلات الماضغة تمر عبر النويات الحركية للعصب مثلث التوائم.

الفعل الانعكاسي: reflex action

الفعل الانعكاسي هو عبارة عن رد فعل ينتج عن تنبيه يمر كنبضة على طول العصبون الوارد إلى الجذر العصبي الخلفي او معادله القحفي (نواة قحفية عصبية) حيث ينتقل إلى عصبون صادر الذي يعود به إلى العضلة المخططة وعلى الرغم من أن المعلومات ترسل إلى المراكز العليا إلا أن الاستجابة مستقلة بحدوثها وتحدث بشكل طبيعي من دون اي تأثير مركزي علوي. الفعل الانعكاسي يمكن أن يكون وحيد التشابك mono synpatic أو متعدد التشابك iapolysynpatic

الفعل الانعكاسي وحيد التشابك يحدث عندما ينبه الليف الوارد مباشرة الليف الصادر في الجهاز العصبي المركزي.

الفعل الانعكاسي متعدد التشابك: يحدث عندما ينبه العصبون الوارد واحدا او أكثر من العصبونات الوسطية في الجهاز العصبي المركزي والتي بدورها تنبه الألياف العصبية الصادرة

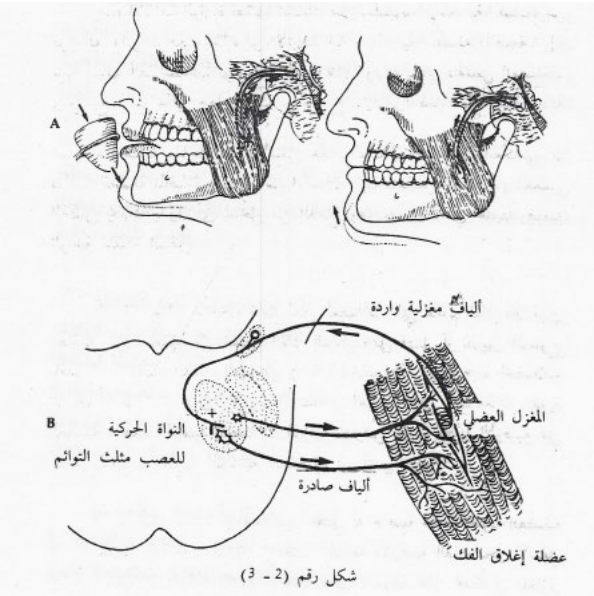
يوجد فعلان انعكاسيان مهمان في الجهاز العصبي الماضغ.

١- منعكس التمدد أو المنعكس العضلي

٢ - منعكس الألم أو الأذى.

وهذان المنعكسان ليسا خاصين - محصورين بالعضلات الماضغة ولكن يتواجدان أيضاً في عضلات أخرى مخططة.

- منعكس التمدد أو المنعكس العضليmyotatic reflex
- إن منعكس التمدد هو المنعكس الفكي الوحيد ذو التشابك الأحادي - فعندما تتمدد العضلة المخططة بسرعة ينشا هذا المنعكس الواقي ويؤدي إلى تقلص العضلات المتمددة ويمكن توضيح منعكس التمدد بملاحظة العضلة الماضغة عندما توجه لها ضربة خفيفة مفاجئة نحو الأسفل على الذقن.



شكل رقم (2 - 3)

هذه الضربة يمكن أن توجهها باستعمال مطرقة مطاطية صغيرة كما في الشكل (٢ - ٣).

حالما تتمدد المغازل العضلية للعضلة الماضغة بشكل فجائي تنشأ الفعالية العصبية للألياف الواردة من المغازل العضلية وإن النبضات الواردة هذه تمر في جذع الدماغ إلى النويات المحركة لمثلث التوائم عن طريق النويات مثلثة التوائم للدماغ المتوسط حيث تتوضع أجسام الخلايا الواردة الأولية.

هذه الألياف الواردة نفسها تتشابك مع العصبونات المحركة الصادرة من نوع ألفا والتي ترجع مباشرة إلى الألياف خارج المغزلية للعضلة الماضغة، إن تنبيه ألياف ألفا الصادرة بواسطة ألياف (ia) الواردة يؤدي لتقلص العضلة، ولتوضيح ذلك يمكن جعل الفك بحالة فتح قليلاً والعضلات الماضغة بحالة

استرخاء - ضربة مفاجئة نحو الأسفل تجعل الفك يرتفع بشكل انعكاسي إن تقلص العضلة الماضغة يسبب تماس الأسنان. إن منعكس التمدد أو المنعكس العضلي يحدث بدون أي تدخل من الدماغ وهو مهم جداً في تحديد وضعية الراحة للفك السفلي.

فإذا كان هناك استرخاء كامل لكل العضلات التي تدعم الفك فإن قوى الجاذبية سوف تعمل على خفض الفك السفلي وعلى فصل أو تفريق السطوح المفصلية للمفصل الفكي الصدغي (T.M.J) ولمنع هذا الخلع فإن العضلات الرافعة و(عضلات أخرى) تبقى بحالة تقلص خفيف وتدعى هذه الحالة بالمقوية العضلية. هذه الخاصية للعضلات الرافعة تُعارض تأثير الجاذبية الأرضية على الفك وتبقي السطوح المفصلية للمفصل في تماس دائم.

إن منعكس التمدد أو المنعكس العضلي له خاصية تحديد المقوية العضلية في العضلات الرافعة . فعندما تسحب الجاذبية الأرضية الفك نحو الأسفل تتمدد العضلات الرافعة بصورة مُنفَعِلة وهي بدورها تخلق تمدداً في المغازل العضلية وهذه المعلومات تمر بشكل انعكاسي من العصبونات الواردة والناشئة عن المغازل العضلية إلى العصبونات المحركة من نوع ألفا التي ترجع إلى الألياف خارج المغزلية للعضلات الرافعة

وهكذا فإن تمدداً منفعلاً يسبب تقليصاً فاعلاً يزيل التمدد في المغازل العضلية والمقوية العضلية يمكن أن تتأثر أيضاً بواسطة السيالة الواردة من مستقبلات حسية أخرى مثل تلك القادمة من الجلد أو المخاطية الفموية.

إن منعكس التمدد والمقوية العضلية الناتجة يمكن أيضاً أن يتأثر بالمراكز العصبية العليا التي تسبب فعالية زائدة للألياف العصبية من نوع غاما والصادرة إلى الألياف العضلية داخل المغزلية للمغازل العضلية وكلما تزداد هذه الفعالية تتقلص الألياف العضلية داخل المغزلية مسببة تمدداً جزئياً لمناطق السلسلة النووية والحقيبة النووية للمغازل وهذا يقلل من مقدار التمدد اللازم في العضلة ككل قبل أن تحدث فعاليات الألياف المغزلية الواردة

لذلك فإن المراكز العليا تستطيع أن تستعمل الجهاز المحرك المغزلي لكي تغير من حساسية المغازل العضلية للتمدد. غير أن الفعالية الزائدة للألياف الصادرة غاما تزيد من حساسية منعكس التمدد بينما نقصان فعاليتها ينقص حساسية هذا المنعكس

وعندما تتقلص العضلة تقصر المغازل وبسبب هذا وقف فعالية الألياف الواردة منها وإذا ما نظم التحمل الكهربائي لفعالية العصب الوارد ستلاحظ فترة سكون للعضلات خلال فترة التقلص هذه (حيث لا فعالية كهربائية خلال فترة

التقلص هذا). وفعالية الألياف الصادرة غاما تستطيع أن تؤثر على طول فترة السكون، ففعالية عالية للألياف غاما الصادرة تسبب تقلصاً للألياف العضلية داخل المغزلية - مما يقلل من زمن توقف المغزل أثناء تقلص العضلة في حين أن فعالية منخفضة للألياف الصادرة غاما تطيل من زمن السكون هنا.

فترة السكون للعضلات الماضغةmasticatory muscle silent period

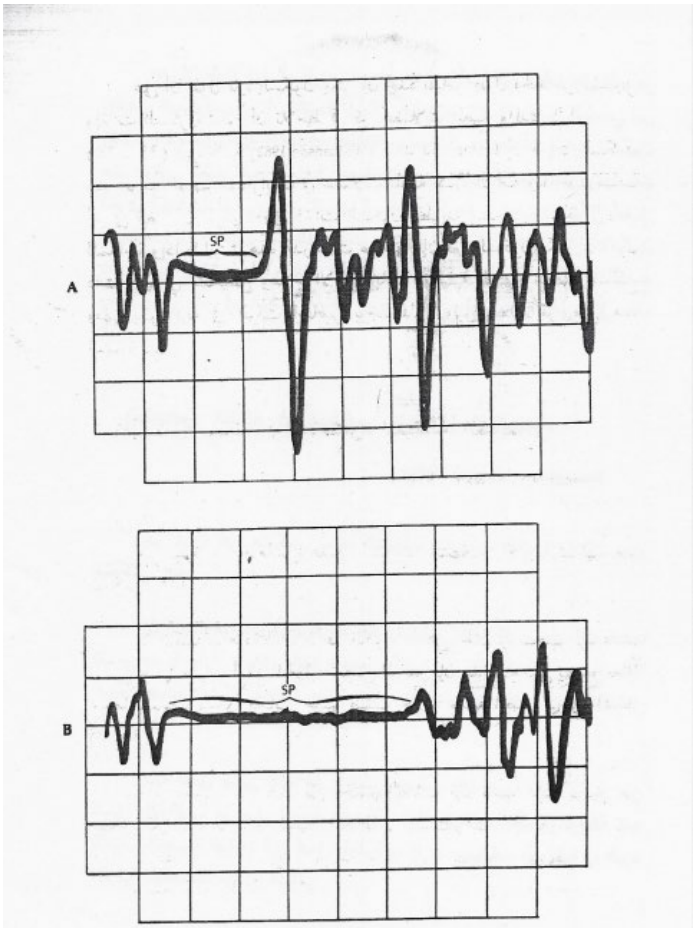
في كل مرة تتقلص العضلة تتولد نبضة كهربائية وهذه النبضات يمكن أن تسجل بواسطة جهاز تخطيط العضلات الكهربائي، الذي يتكون من ألكترودات توضع على الجلد فوق العضلة لكي تلتقط النبضات الكهربائية وترسلها الى المضخم ثم تنقل هذه النبضات بعد ذلك الى مسجل مخطط، حيث تظهر عندها كسلسلة من التموجات. وعندما تسترخي العضلات فإن التموجات تكون أقصر غير أنها لا تختفي حتى في حالة الراحة. حيث تكون في حالة تقلص طفيف ومستمر (المقوية العضلية يمكن مراقبة فترة السكون الرئيسية بواسطة تسجيل النشاط الكهربائي العضلات المضغ وبشكل نموذجي للعضلة الماضغة.

إن كز الأسنان على بعضها لدى مريض ما يؤدي لزيادة طول تموجات مخطط العضلات الكهربائي. وأثناء فترة الكز فإن ضربة مفاجئة نحو الأسفل وموجهة إلى الذقن بنفس الطريقة الموصوفة لإثارة منعكس التمدد نلاحظ أنه مباشرة بعد تلك الضربة تحدث فترة سكون غير متوقعة من الفعالية الكهربائية في العضلة

على الرغم من أن التقلص يبدو وكأنه باق.

لقد افترض أن الضربة الموجهة إلى الذقن تنشط المغازل العضلية وتسبب في نقل المعلومات إلى الجهاز العصبي المركزي عن طريق النواة القحفية المتوسطة عند ذلك يحدث انقطاع في النواه الحركية للعصب القحفي الخامس. (مثلث التوائم) ولا ترسل أية نبضات محركة إلى عضلات المضغ لزمن قصير جداً ثم تعود النبضات المحركة وتتابع العضلة تقلصها.

إن زمن غياب الفعالية الكهربائية يدعى بفترة السكون (Silent period) إن المسجل أو oscilloscope يظهر فترة السكون كخط مستقيم شكل (٢) - (٤).



شكل رقم (2 ـ 4)

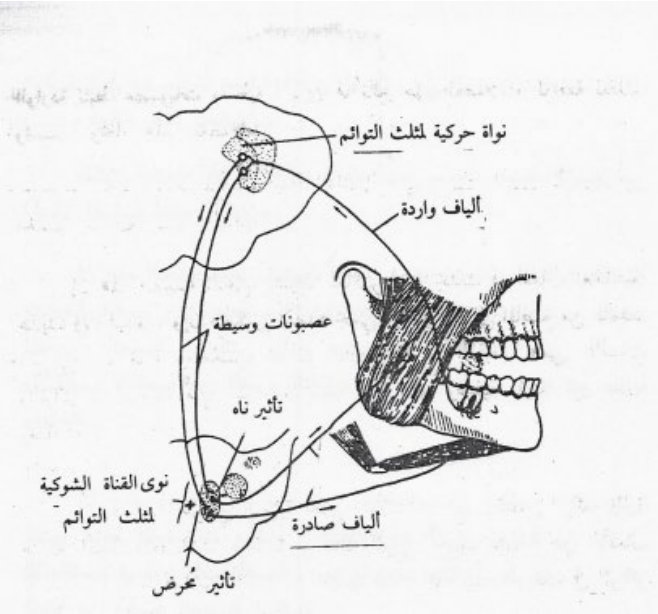
على أن طول فترة السكون يمكن أن تحدد بقياس طول الخط على المسجل وفترات السكون يمكن أن تلاحظ في كل عضلات المضغ والمدى الطبيعي من (١٦- ٣٥)ميلي ثانية (Williamson ١٩٨٢) ولقد ذكر Laskin أن فترات السكون عند المرضى لديهم اضطرابات في عضلات المضغ كبيرة الأهمية وتقترح دراسات أخرى أيضاً إن المرضى ذوي فترات السكون الطويلة يستجيبون بشكل أفضل للمعالجة وإذا ما أثبتت هذه الدراسات صحتها فإن فترة السكون يمكن أن تكون ذات أهمية في تشخيص وعلاج الاضطرابات الوظيفية للجهاز العضلي الماضغ ومهما يكن فإنه في الوقت الحاضر يوجد دليل وثيق Solberg على مثل هذه النتيجة.

منعكس التألم أو منعكس العضلة القابضةNociceptive (Flexor) Reflex

هو عبارة عن منعكس عديد التشابك للتنبهات الكبيرة ولذلك يعتبر منعكس حماية

إن الأمثلة موجودة في الأطراف الكبيرة كما هي الحال في سحب اليد عندما تلمس جسماً حاراً. أما في الجهاز العضلي الماضع فإن هذا المنعكس يصبح عندما نصادف بشكل فجائي جسم صلب خلال عملية المضغ كما في الشكل. (٥-٢)

حالما تطبق السن بقوة على الجسم الصلب فإن تنبيهاً مؤذياً يرسل من السن والتراكيب ما حول السنية المحيطة. والمستقبلات الحسية المرافقة تنبه الألياف العصبية الواردة التي تحمل المعلومات إلى العصبونات الوسطية في النواة الحركية للعصب مثلث التوائم.



إن الفعل الحاصل من جراء هذا المنعكس هو أكثر تعقيداً منه في منعكس التمدد الذي يجب فيه أن تنتظم بعض المجموعات العضلية لكي تنفذ الاستجابة العضلية المطلوبة (المرغوبة) وفي هذا المنعكس لا يحدث فقط تثبيط للعضلات الرافعة لكي تمنع اغلاق الفك فوق الجسم الصلب ولكن يجب على عضلات الفتح أن تنشط لكي تُجنب الاسنان الأذى المحتمل.

عندما تصل المعلومات الواردة من المستقبلات الحسية إلى العصبونات الوسطية يحدث فعلين مميزين:

تقود العصبونات الوسطية التنبيه إلى الألياف الصادرة للعضلات الفاتحة للفك وهذا الفعل يسبب تقلص هذه العضلات وفي نفس الوقت فإن الألياف الواردة تثبط عصبونات وسطية أخرى لها تأثير على العضلات الرافعة للفك وتسبب ارتخاء هذه العضلات

وتكون النتيجة الحاصلة هبوط الفك السفلي بسرعة وابتعاد الأسنان عن الجسم المسبب للتنبيه الشديد.

إن هذه العملية تدعى التثبيط المعاكس وهو يحدث في أفعال انعكاسية عديدة في الجسم. وإن منعكس التمدد يحمي الجهاز العضلي الماضغ من التمدد المفاجئ للعضلة ومنعكس (التألم Nociceptive أو الأذية) يحمي الأسنان والتراكيب الداعمة من الضرر الناشئ عن قوى وظيفية ثقيلة غير عادية ومفاجئة.

إن جسيمات غولجي الوترية تحمي العضلات من التقلص الزائد بإثارة التنبيه المثبط للعضلات مباشرة. هناك أنواع أخرى عديدة من الأفعال الانعكاسية في العضلات الماضغة، بعضها معقد جداً ويُسيطر عليه في المراكز العليا من الجملة العصبية المركزية.

تلعب الأفعال الانعكاسية دوراً كبيراً في الوظيفة مثال: (المضغ - البلع –السعال –التكلم-التقيؤ)

التعصيب المتبادل Reciprocal innervation

للسيطرة على العضلات المتضادة بالوظيفة أهمية حيوية في فعالية المنعكس ولها أهمية موازية في وظيفة الجسم اليومية. كما في الجمل العضلية الأخرى فإن كل عضلة تدعم الرأس وتسيطر على وظيفته بشكل جزئي لها ما يعاكسها وهذا ما يوازن أو يعادل فعاليتها. هذا هو المبدأ الأساسي للتوازن العضلي والموصوف سابقاً.

هناك مجموعات عضلية معينة تقوم برفع الفك السفلي إلى الأعلى كما يوجد مجموعات عضلية أخرى تخفضه نحو الأسفل. ولكي يرتفع الفك بواسطة العضلة الصدغية والجناحية الأنسية والماضغة فإن العضلات فوق اللامية يجب أن تسترخي وتستطيل، وبطريقة مشابهة لكي ينخفض الفك فإن العضلات فوق اللامية يجب أن تتقلص بينما العضلات الرافعة يجب أن تسترخي وتستطيل. إن الآلية العصبية المسيطرة على هذه المجموعات المتضادة تعرف بالتعصيب المتبادل reciprocal innervation وهذه الظاهرة تمكن من تحقيق سيطرة دقيقة ومتلائمة لحركات الفك

وللمحافظة على العلاقة الهيكلية للجمجمة والفك والرقبة فإن كلا من المجموعات العضلية المتعاكسة وظيفياً يجب أن تبقى في حالة ثابتة من المقوية العضلية الضعيفة. وهذا ما يُبطل فعل الجاذبية على الجمجمة ويبقى أو يحفظ الراس بما يدعى وضعية الوقوف (postural position) وكما نوقش سابقاً فإن المقوية العضلية تلعب دوراً هاماً في وضعية الراحة للفك السفلي بالإضافة إلى ممانعتها أي انزياح منفعل له

إن العضلات التي تكون في حالة تقلص دائم تتعب بسرعة بسبب نقص التروية الدموية لها والتراكم الحادث للمنتجات الاستقلابية في الأنسجة العضلية.

وبشكل معاكس فإن العضلات التي تكون في حالة التقلص الخاص بالمقوية العضلية تسمح بالدوران الدموي المناسب الذي يؤمن المواد الاستقلابية اللازمة للأنسجة العضلية ولذلك فإن المقوية العضلية الطبيعية لا تسبب الارهاق أو التعب

- تنظيم الفعالية العضلية Regulation of muscle activity

لخلق حركة دقيقة للفك السفلي فإن السيالة الواردة من مستقبلات الحس المختلفة يجب أن تصل للجهاز العصبي المركزي عبر الألياف العصبية الواردة وهنا على الدماغ أن يُحاكي وينظم هذه السيالة وأن يحدث فعاليات حركية مناسبة عبر الألياف العصبية الصادرة

هذه الفعاليات الحركية تتضمن تقلص بعض المجموعات العضلية وتثبيط بعضها الآخر. وبشكل عام يعتقد أن نظام غاما الصادر يبقى فعال بشكل دائم بالرغم من أنه ليس بالضرورة أن يحدث الحركة

إن تدفق سيالة غاما تجعل العصبونات المحركة الفا جاهزة بشكل انعكاسي (لا إرادي) لاستقبال نبضات صادرة من القشرة أو مباشرة من السيالة الواردة من المغازل العضلية. ومن المحتمل أن السيطرة على معظم الحركات الفكية تكون بواسطة حلقة اتصال ما بين العصبونات الصادرة غاما والعصبونات الواردة من المغازل والعصبونات المحركة الفا هذا النتاج المختلط يؤدي إلى التقلص أو التثبيط المطلوب للعضلات ويسمح للجهاز العصبي العضلي بأن يبقى تحت السيطرة اللازمة.

وهناك حالات مختلفة للجهاز الماضغ تؤثر بشكل كبير على حركة الفك ووظيفته والمستقبلات الحسية في الأربطة حول الأسنان والسمحاق واللسان والأنسجة الرخوة الأخرى للفم والمفاصل الفكية الصدغية تلقم بشكل راجع وباستمرار المعلومات التي تُعالج وتستعمل للبدء بالفعالية العضلية. ويتم تجنب التنبيهات المؤذية بشكل لا إرادي بحيث تحدث الحركة الوظيفية بالحد الأدنى من الأذى لأنسجة وتراكيب الجهاز العضلي الماضغ

هناك نشاط نوعي تتعلم عليه العضلات (engrams) يتطور هذا النشاط ويُعاد بواسطة الأثر الذي يتركه هذا النشاط في الدماغ وهذه الأنشطة سمة مهمة في الفعاليات الانعكاسية للمضغ والبلع والكلام.

التأثير في المراكز العليا:influence from the higher centers

إن المكون الرئيسي للمركب الدماغي هو القشرة التي يمكن أن يشبه عملها بعمل الكومبيوتر فالنبضات التي تستقبل بواسطة المراكز العليا تنشر وتقيم بواسطة القشرة وحالما تقيم النبضات الواردة فإن القشرة تبدأ بالاستجابات الحركية المرغوبة عبر العصبونات الصادرة على الرغم من أن القشرة هي المحدد الرئيسي للعمل إلا أنه هناك مناطق أخرى من الدماغ يمكن أن تؤثر في استجابته

١ - الجهاز الشبكي the reticular system
٢ - الجهاز الحافي the limbic system
٣ -ما تحت السرير البصري the hypothalamus

١- الجهاز الشبكي Reticular system

يقع الجهاز الشبكي في المنطقة المركزية من جزع الدماغ ويعمل كمحطة نقل أو ينقل التنبيهات الحسية إلى القشرة وهذه التنبيهات تولد رد فعل أو استجابة من القشرة وهذه الاستجابة إما أن تمر عائدة إلى الجهاز الشبكي أو تستعمل مباشرة كسيالة محركة إلى أنحاء مختلفة من الجسم.

ويعتقد بأن الجهاز الشبكي قادر على تعديل فعالية العصبونات المحركة وحتى أنه يولد ما يعرف بالفعالية العضلية غير المناسبة والتي تحدث من دون قصد أو وعي ولا تشترك في إنجاز الحركة الخاصة أو المهمة المطلوبة. مثال: مد اللسان عند رسم لوحة. أو حك اليدين ببعضهما بشكل عصبي قبل إنجاز عمل ما

٢ - الجهاز الحافي Limbic system

المنطقة الثانوية التي يمكن أن تؤثر في استجابة القشرة هي الجهاز الحافي منطقة من الدماغ مسؤولة بشكل أولي عن العواطف ويتكون من ثلاث وهو مناطق

اللوزه Amygdala

الحجاب septum

الحصين Hippocampus

عندما تتنبه اللوزه فإنه يحدث شعور بالقلق anxiety أو الخوف fear أو العدوانية aggression أو الذعر panic وهذا يتعلق بكمية التنبيه وعندما يتنبه الحجاب مع الحصين أو بدونه يحصل الغضب، وإن خلق هذه الحالات مع الانفعالية العاطفية بواسطة الجهاز الحافي سوف يعدل استجابة القشرة تجاه أي تنبيه معطى

٣ - ما تحت السرير البصري Hypo thalamus

المنطقة الثالثة وهي ما تحت السرير البصري وتقع في قاعدة الدماغ وهي مركز منظم لوظائف حركية عديدة. حيث تنظم الفعاليات عن طريق الجهاز العصبي اللا إرادي كما أنها مسؤولة بشكل أساسي عن استجابة الجسم للهرب أو القتال تجاه المحرضات الخارجية (flight or fight) وهي تهيئ طاقات الجسم الفيزيائية لتنفيذ المهمة المطلوبة. وكما في الجهاز الحافي فإن ما تحت السرير البصري هو مركز مهم للانفعالات وحيث أنه ينظم الوظائف الحركية فهو مركز هام لتوازن السلوك أو استقراره.

إن تنبيه ما تحت السرير البصري التابع للهرة يمكن أن يُحدث سلوكاً هجوميا بالإضافة الى انه يثبط فتح الفم و بشكل عام يمكن تلخيص ما سبق بانه عندما يرسل تنبيه للدماغ فانه يحدث رد فعل داخلي معقد جدا لكي يحدد الاستجابة المناسبة وبتأثير من الجهاز الحافي والجهاز الشبكي وما تحت السرير يُحدد اتجاه وشدة الفعل الذي سيتخذونه و غالباً ما يكون اوتوماتيكياً كما في المضغ وعلى الرغم من أن المريض مدرك له إلا أنه ليس للوعي عنده أي مشاركة فعالة بإنجازه .وفي حال غياب اي حالة انفعالية هامة يكون مهماً فقط إنجاز الوظائف بشكل كاف : ومهما يكن فإنه عندما تظهر مستويات عالية من الحالات الانفعالية كالخوف أو الاحباط Frustration والقلق أو المرح فإن التعديلات الكبيرة التالية للفعالية العضلية يمكن أن تحدث على الشكل التالي :

١ - تحصل زيادة في التنبيه للجهاز الصادر غاما مما يحدث تمدداً للمناطق الحسية في المغازل العضلية وعندما تتمدد المغازل جزئياً تحتاج العضلة ككل لأقل تمدد حاصل لوحدات المنعكس التمددي وتنتج في النهاية زيادة في المقوية العضلية كذلك تصبح العضلات أكثر حساسية للتنبيهات الخارجية التي تؤدي غالباً لزيادة الفعالية العضلية وكلا الحالتين تؤديان إلى زيادة الضغط داخل المفصل الفكي الصدغي (T.M.J) .

٢ - توجد فعالية عضلية غير مناسبة وتتعلق جزئياً بالفعالية الصادرة غاما وكما أشير سابقاً فإن الجهاز الشبكي وبتأثير الجهاز الحافي وتحت السرير يمكن أن يخلق فعالية عضلية إضافية لا تتعلق بإنجاز المهمة النوعية المفترضة. وهذه الفعاليات تفسر دور العادات العصبية كالعض على أظافر اليدين أو على أقلام الرصاص أو كز الأسنان على بعضها أو صرير الأسنان (وهذا سيفسر في فصول قادمة)
ولهذه الفعاليات تأثيراً دراماتيكياً على وظيفة الجهاز الماضغ

الوظائف الرئيسية للجملة الماضغة: major functions of the masticatory system

إن التشريح العصبي والفيزيولوجي الذين شرحا سابقاً يفسر كيفية تنفيذ الحركات الوظيفية الهامة للفك السفلي. وهناك ثلاث وظائف رئيسية للجملة هي : ١ - المضغ ٢ - البلع ٣ - الكلام هذا بالإضافة إلى وظائف ثانوية أخرى كالمساعدة على التنفس والتعبير عن الأفعال وهذه الحركات الوظيفية هي عبارة عن حوادث عصبية عضلية معقدة ومتناهية التناسق فالمعلومات الحسية الواردة من أجزاء الجملة الماضغة (الأسنان - الرباط ما حول السن - الشفتين - اللسان - الخدين - قبة الحنك) يتم تلقيها ثم تكاملها مع الأفعال الانعكاسية الموجودة والنشاطات العضلية المكتسبة بالتعلم للوصول إلى الفعالية الوظيفية المرغوبة .وبما أن إطباق الأسنان يلعب دوراً رئيسياً في وظيفة الجملة الماضغة لذا كان من الضروري الفهم الحقيقي لتلك الفعاليات الوظيفية

المضغ: mastication

يعرف المضغ بأنه عملية طحن الطعام وهو يشكل المرحلة الأولى للهضم حيث يحطم الطعام إلى أجزاء صغيرة لتسهيل بلعه. وهو في أكثر الأحيان فعل ممتع يستخدم حواس الذوق واللمس والشم وعندما يكون الشخص جائعاً فإن المضغ عندئذ يشكل عملاً باعثاً على الرضا والمتعة إذ أن التلقيم الراجعback Feed يهيئ هذه المشاعر عندما يكون الفم ممتلئ، إن للمضغ تأثير مرخ بإنقاصه للمقوية العضلية والإثارة العصبية

إن المضغ عملية معقدة تستخدم فيها العضلات والأسنان والنسج الداعمة للأسنان بالإضافة إلى الشفاه والخدين واللسان وقبة الحنك والغدد اللعابية وهو عبارة عن وظيفة آلية لا إرادية عملياً إلا أنه يمكن وضعها تحت السيطرة الإرادية عند الرغبة بذلك

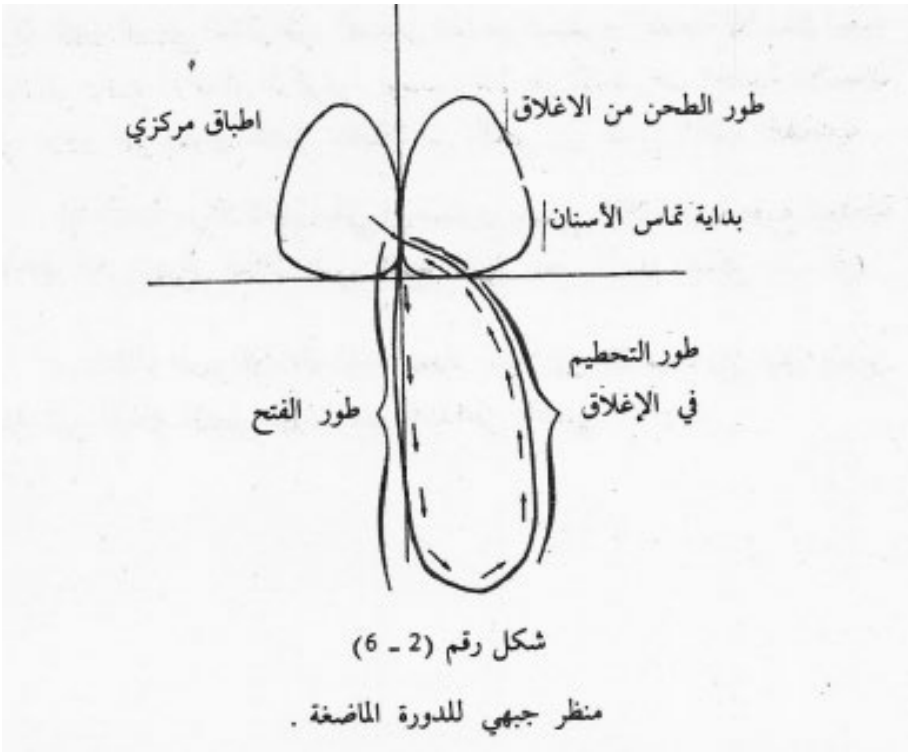
دورة المضغ: The chewing stroke

يحصل المضغ بتقريب وتبعيد دوري للأسنان العلوية والسفلية المسيطر عليه جيداً وكل فتح وغلق للفك السفلي يشكل دورة مضغ لها شكل الدورة ويمكن أن تقسم كل دورة مضغ إلى طور الفتح وطور الاغلاق، وحركة الاغلاق قسمت بدورها إلى:

مرحلة (تحطيم) crushing phase

مرحلة (طحن) grinding phase

وتتكرر دورات المضغ حتى يتم تحطيم الطعام تماماً.



شكل رقم (2 ـ 6)

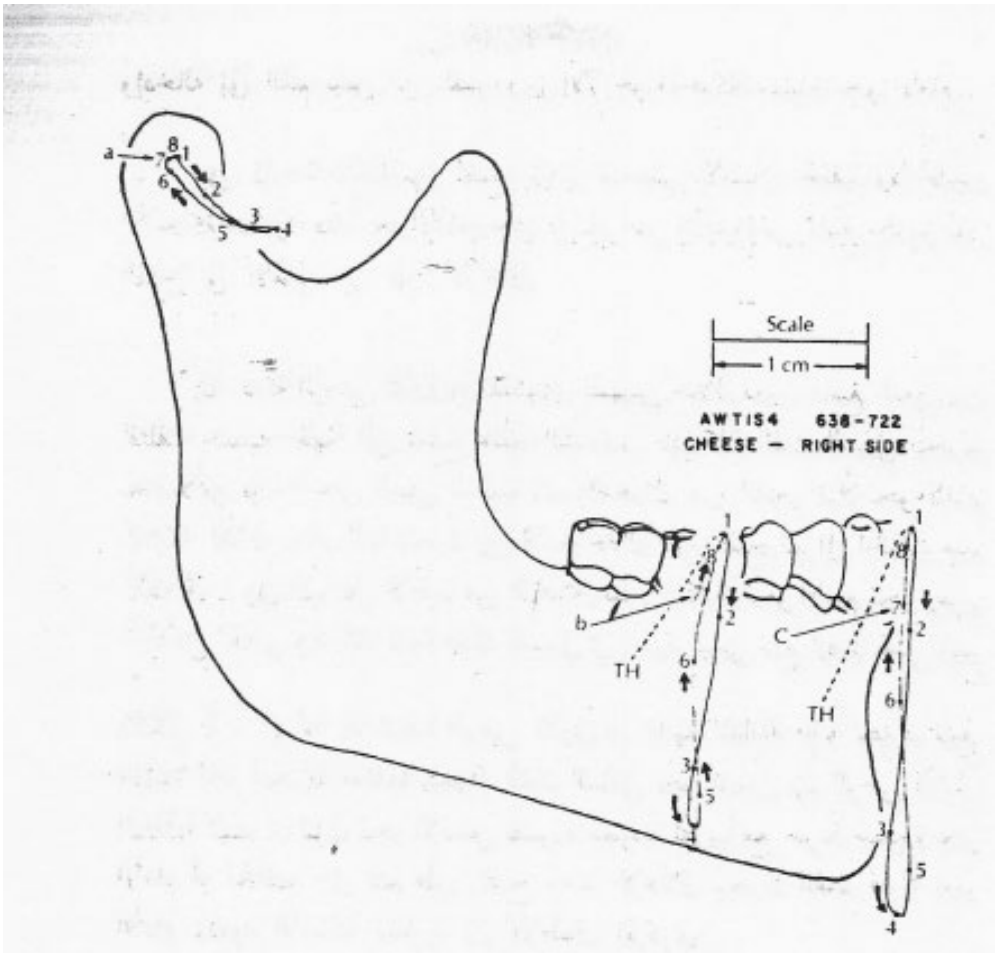
منظر جبهي للدورة الماضغة .

وعندما نراقب الفك السفلي في المستوى الجبهي خلال دورة مضغ واحدة نلاحظ تتابع ما يلي: في دورة الفتح ينزل الفك السفلي من وضع الإطباق المركزي حتى يصل إلى نقطة تكون فيها الحدود القاطعة للأسنان بعيدة عنبعضها بمقدار من ١٦ - ١٨ مم ومع بدء حركة الإغلاق فإنه يتحرك جانباً بمقدار من٦ -٥مم بعيداً عن الخط المتوسط

المرحلة الأولى من حركة الاغلاق تؤدي لاحتجاز الطعام بين الأسنان وهي تدعى (مرحلة التحطيم) ومع اقتراب الأسنان من بعضها فإن الانزياح الجانبي للفك السفلي يتناقص بحيث يصبح من ٣ -٤ مم عندما تكون الأسنان بعيدة عن بعضها بمقدار ٣ مم وهنا تكون الحدبات الخدية للأسنان السفلية واقعة تماماً تحت الحدبات الخدية للأسنان العلوية وذلك في الجهة التي انزاح نحوها الفك السفلي

ومع استمرار إغلاق الفك السفلي يستمر انحصار اللقمة الطعامية بين الأسنان وهنا تبدأ مرحلة الطحن من دورة الإغلاق. إن ما يقود حركة الفك السفلي خلال طور الصحن هذا هو السطوح الطاحنة للأسنان ليعود ثانية إلى وضع الاطباق المركزي - وسبب هذا هو المنحدرات الحدبية للأسنان التي ستمر عبر بعضها لتصل بالنهاية من القص إلى طحن اللقمة الطعامية

إذا تتبعنا حركة قاطع سفلي في مستوى سهمي خلال دورة مضغ نموذجية نلاحظ أنه يتحرك خلال طور الفتح قليلاً نحو الأمام (شكل ٢ - ٧). وخلال طور الإغلاق فإنه يتحرك قليلاً إلى الخلف، وفي نهاية الطور يعود إلى الأمام ليصل إلى وضع التداخل الحدبي.



دورة المضغ للجانب العامل في المستوى السهمي لاحظ أنه أثناء الفتح يتحرك القاطع قليلاً نحو الأمام إلى وضع التداخل الحدبي وعندها يعود قليلا إلى الوضع الخلفي

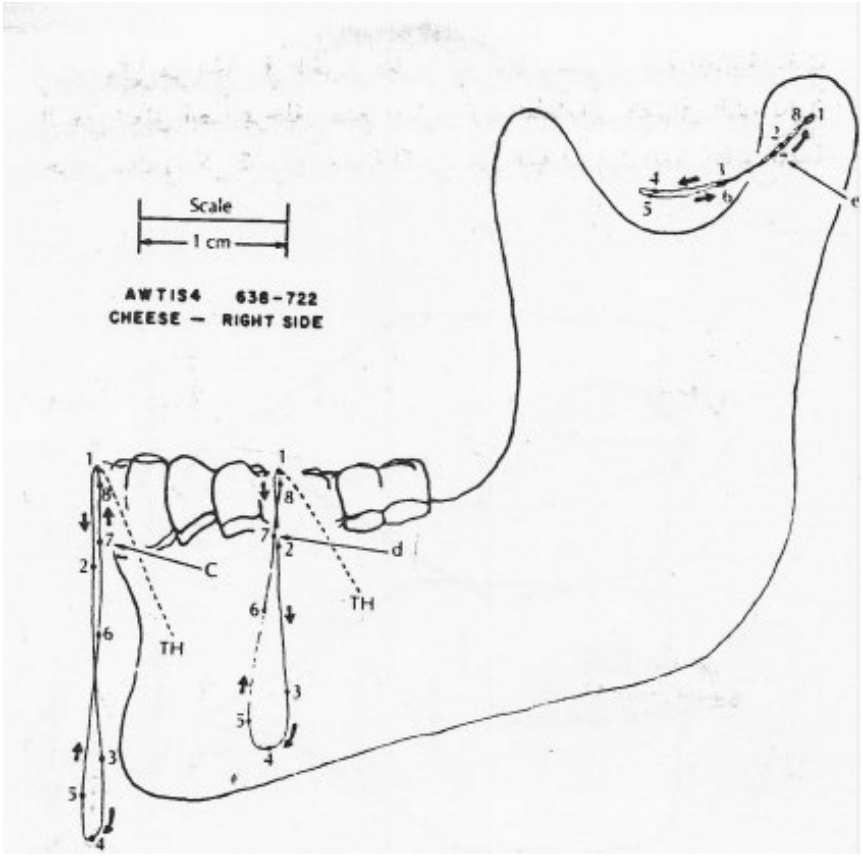
يتعلق مقدار الحركة نحو الأمام بمرحلة المضغ فخلال المراحل الأولى يكون قطع الطعام ضرورياً وخلال ذلك يتحرك الفك السفلي نحو الأمام بمقدار لا باس به حسب موضع القاطع المقابل في الفك العلوي

وبعد قطع الطعام إدخاله إلى الفم ليس من الضروري إلا إجراء حركة ضئيلة نحو الأمام.

وفي المرحلة التالية من المضغ يتركز التحطيم بالأسنان الخلفية ولا تحدث إلا حركة صغيرة جداً نحو الأمام وحتى في المراحل المتأخرة من المضغ يكون طور الفتح إلى الأمام من طور الإغلاق.

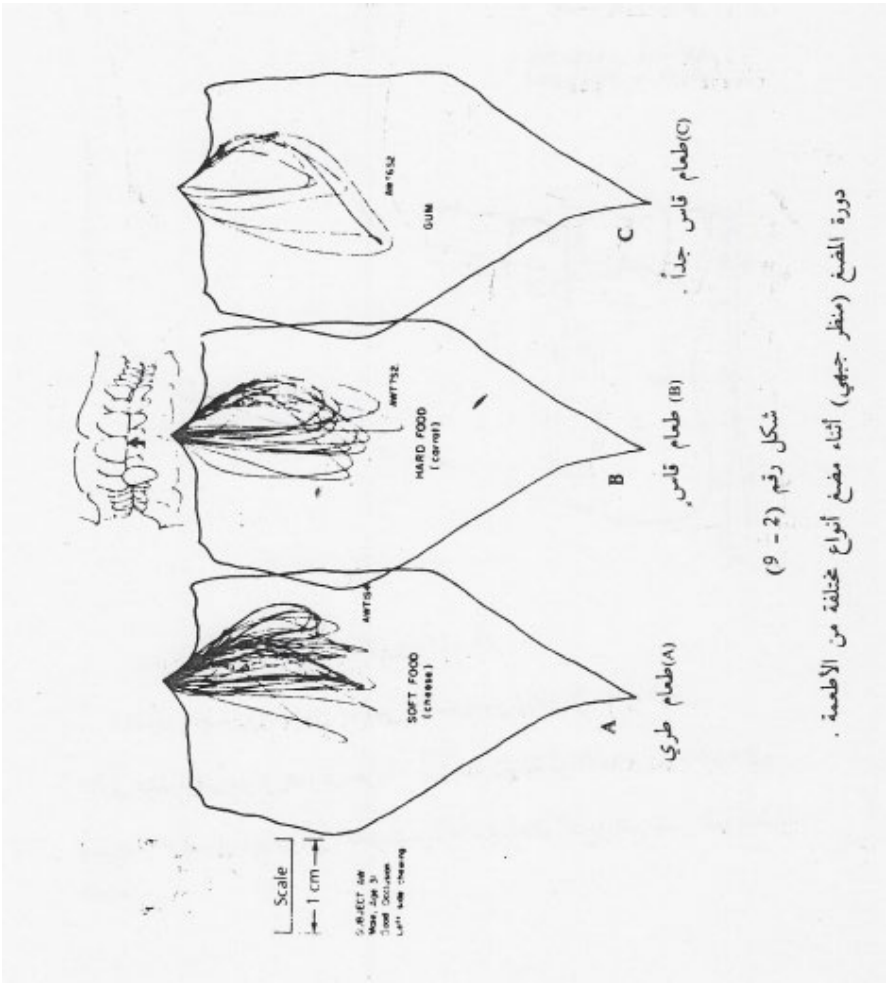
إن حركة الرحى الأولى في المستوى السهمي خلال دورة المضغ النموذجية تختلف حسب الجهة التي يمضغ عليها الشخص فإذا كان الفك السفلي يتحرك نحو الأيمن فإن الرحى اليمنى السفلية تتحرك خلال دورة الفتح قليلا نحو الأمام كحركة القاطع - أي أنها تتحرك إلى الأمام خلال طور الفتح ثم إلى الخلف عند الإغلاق ، وفي المراحل الأخيرة من الإغلاق تتحرك قليلا نحو الأمام نحو وضع التداخل الحدبي وكذلك لقمة الفك السفلي في الجهة اليمنى تتبع أيضاً نفس الممر شكل (٢-٧) أما إذا تتبعنا الرحى الأولى في الجهة المقابلة فإننا نجدها تتبع نموذجاً آخر للحركة فعندما يتحرك الفك السفلي نحو اليمين فإن الرحى الاولى السفلية اليسرى تنزل نحو الأسفل بصورة عمودية تقريباً مع حركة صغيرة نحو الأمام أو الخلف حتى تتم طور الفتح وعند الإغلاق يتحرك الفك قليلا نحو الأمام وتعود الأسنان مباشرة إلى الإطباق المركزي .

وتأخذ لقمة الفك السفلي في الجهة اليسرى مساراً مشابهاً لمسار الرحى الأولى اليسرى (الرحى المتفقة معها بالجهة).



الدورة الماضغة في المستوى السهمي للجانب غير العامل لاحظ أن الرحى الأولى تهبط مبدئياً بشكل عمودي تقريباً.
والمرحلة النهائية من الاغلاق تكون أيضاً شبه عمودية. اللقمه في الجانب غير العامل تتحرك للأمام خلال الفتح وتتبع نفس الممر أثناء العودة

وكما هو الحال في الحركة نحو الأمام فإن مقدار الحركة الجانبية للفك السفلي تتعلق أيضاً بمرحلة المضغ فعند دخول الطعام إلى الفم في البدء تكون حركة الفك الجانبية (شكل ٢ - ٩) أكبر مما هي عليه فيما بعد بعد تحطيم اللقمة الطعامية)



شكل رقم (2 - ٩)
دورة المضغ (منظر جبهي) أثناء مضغ أنواع مختلفة من الأطعمة .
(A)طعام طري
(B) طعام قاس
(C)طعام قاس جداً .

تماس الاسنان خلال المضغ

إذ أنه هنا أيضاً يتغير مقدار الحركة الجانبية تبعاً لقوام الطعام فكلما كان الطعام أكثر قساوة كلما كانت الحركة الجانبية أكبر، بالرغم من أن المضغ يمكن أن يكون ثنائي الجانب إلا أن معظم الأشخاص لديهم جهة مفضلة يحصل بها المضغ - بمعظمه - وهذه الجهة تكون عادة الجهة التي يوجد فيها عدد أكبر من التماسات ما بين الأسنان خلال الانزلاق الجانبي - والأشخاص الذين ليس لديهم جهة مفضلة للمضغ غالباً ما يبدلون مكان المضغ من جهة لأخرى بسهولة

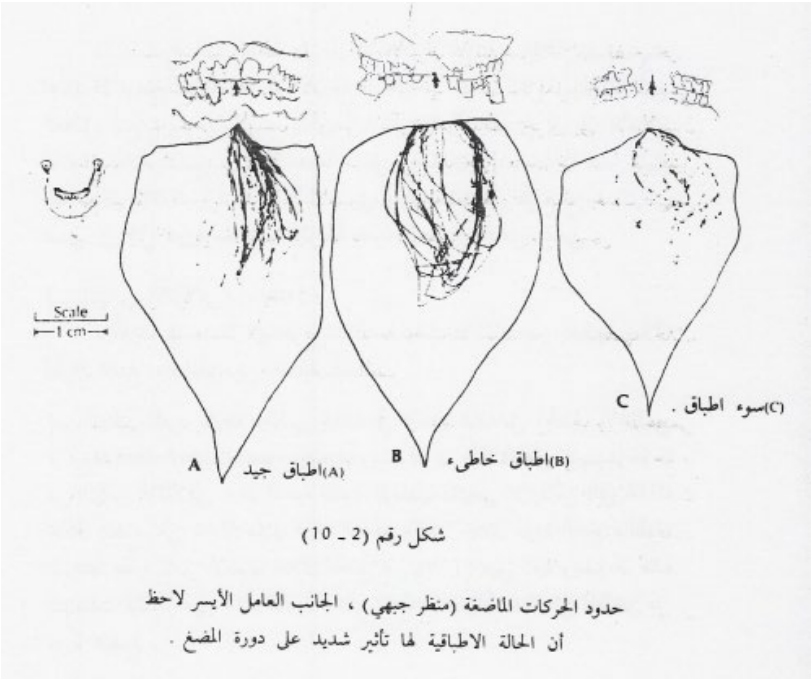
دلت الدراسات القديمة على أن الأسنان لا تتلامس خلال المضغ حيث اعتقد أن توضع الطعام بين الأسنان مع الوجود الدائم لرد فعل الجهاز العصبي العضلي يمنع تماس الأسنان. ولكن أشارت دراسات أخرى إلى أن الأسنان تتلامس خلال المضغ إذ أنه عندما يدخل الطعام إلى الفم يحدث تماس قليل ومع سحق اللقمة يتزايد تماس الأسنان وفي نهاية المضغ وقبل البلع يحدث التماس السني في كل دورة مضغ، ولوحظ نموذجان من التماس السني:

١ - التماس الانزلاقي Gliding

ويحدث عندما تمر السطوح المائلة لحدبات الأسنان عبر بعضها خلال أطوار الفتح والطحن من عملية المضغ.

٢ - التماس المفرد Single والذي يحدث في وضع التداخل الحدبي الأعظمي Maximum Inter Caspal Position M.I.C.P ويبدو أن كل الأشخاص لديهم درجة ما تحدث من التماس الانزلاقي. إن النسبة المئوية الوسطية للتماس الانزلاقي التي تحدث خلال المضغ هي ٦٠٪ خلال دورة الطحن ٥٦ %خلال دورة الفتح والطول المتوسط لفترة تماس الأسنان خلال المضغ هي (١١٤) ميلي ثانية ويبدو أن هذه التماسات تؤثر أو حتى تحدد الطور البدائي لفتح الفم والطور النهائي للطحن من دورة المضغ.

وخلال المضغ فإن نوعية وكمية تماس الأسنان تنتقل إلى الجهاز العصبي المركزي بشكل معلومات عن دورة المضغ. إن آلية التلقيم الراجع هذه تتيح إجراء تعديل دورة المضغ تبعاً للطعام الذي يتم مضغه وبشكل عام فإن السطوح الطاحنة للأسنان ذوات الحدبات العالية والوهاد العميقة تسمح بإجراء دورة مضغ عمودية بينما الأسنان المسطحة او المسحوله تساعد على حدوث دورة مضغ أكثر اتساعاً وعندما تتماس الأسنان الخلفية في حركات جانبية غير مرغوبة يؤدي سوء الإطباق هذا لحدوث دورة مضغ غير منتظمة وقابلية إعادتها قليلة



شكل رقم (2 - 10)

حدود الحركات الماضغة (منظر جبهي) ، الجانب العامل الأيسر لاحظ أن الحالة الاطباقية لها تأثير شديد على دورة المضغ .

وتختلف دورة المضغ عند الأشخاص الطبيعيين عنها عند المصابين باضطرابات TMJ فالأشخاص الطبيعيون لهم دورات مضغ منتظمة وفق مسارات واضحة وبأقل تكرار مما هو عليه في اضطرابات الـ T.M.J الذي يبدون نموذجاً مكرراً بشدة والدورة تكون أقصر بكثير وأبطأ مما هو عليه في الأشخاص الطبيعيين وذات مسار غير منتظم. ويبدو أن هذا المسار غير المنتظم والقابل للتكرار والحركة الأبطأ هو ذات علاقة بالحركة الوظيفية المتغيرة للقمة بالمفصل المصاب

قوى المضغ: Forcess of mastication

تختلف قوة العض العظمى التي يمكن تطبيقها على الأسنان من شخص لآخر، بشكل عام تكون عند الرجال أكبر منها عند النساء وقد بينت إحدى الدراسات أن قوة العض العظمى عند النساء تتراوح بين (٣٥,٨ و٤٤,٩) كغ بينما هي عند الرجال (٦٤,٤- ٥٣,٦) كغ وأكبر قوة عض ذكرت عند رجال الأسكيمو (١٥٦) كغ

وقد لوحظ أيضاً أن قوة العض العظمى على الرحى هي أكبر بعدة مرات من تلك التي تتطبق على القاطعة - في دراسة أخرى تراوحت القوة المطبقة على الرحى الأولى بـ (٨٩,٨- ٩١,٣) كغ بينما كانت القوة العظمى مطبقة على القاطعة تتراوح بين (٢٣,١ – ٣١,٢) كغ وتزداد قوة العض العظمي مع العمر حتى مرحلة البلوغ كما يمكن للمرء أن يزيدها بالتمرين والممارسة وبالتالي يكون للشخص الذي يتناول أطعمة قاسية قوة عض أكبر وهذا ما يفسر قوة العض الكبيرة لدى الأسكيمو. وتتغير القوة المطبقة على الأسنان خلال المضغ بدرجة كبيرة بين شخص وآخر، ففي الدراسة المعدة من قبل Gibbs وزملائه تبين أن هذه القوة خلال مرحلة الطحن على الأسنان الخلفية تعادل ٣٦,٢٪ من القوة العظمى للعض عند الشخص.

أما Anderson فقال بأن مضغ الجزر يتطلب حوالي ١٤ كغ من القوة بينما مضغ اللحمة يتطلب ٧ كغ وتطبق القوة الكبرى على منطقة الأرحاء. ويتم مضغ الأطعمة القاسية على منطقة الارحاء والضواحك الثانية

دور النسج الرخوة في المضغ Role of the soft tissues in mastication

لا يمكن أن يتم المضغ بدون مساعدة النسج الرخوة وحالما يدخل الطعام إلى الفم تقوم الشفاه بتوجيه وضبط الطعام إضافة إلى إغلاق التجويف الفموي وهذا ضروري خاصة عند تناول السوائل ويلعب اللسان دوراً كبير ليس فقط في التذوق بل في توجيه الطعام داخل الفم من أجل مضغ كاف إذ يقوم بضغط الطعام على قبة الحنك ثم يدفعه نحو السطوح الاطباقية للأسنان حيث يتم سحقه كما يفيد في نقل الطعام من الجهة اللسانية وتقوم العضلة الماضغة في الخد بإكمال هذا العمل من جهة الدهليز وهكذا حتى يصبح حجم الجزئيات الطعامية صغيراً لدرجة يمكن بلعها بسهولة

وبعد انتهاء الطعام يقوم اللسان بمسح سطوح الأسنان لإزالة البقايا الطعامية عنها وتنظيفها

- البلع Swallowing

هو سلسلة من التقلصات العضلية المتناسقة التي تدفع باللقمة الطعامية من الفم إلى المريء فالمعدة ويتم بواسطة فعاليات عضلية إرادية ولا إرادية أو انعكاسية وإن قرار البلع يعتمد على عدة عوامل منها:

١ - درجة نعومة الطعام degree of fineness of the food

٢ - شدة التحسس الذوقي intensity of taste extraction

٤ - درجة تزلق اللقمة degree of lubrication of the bolus

وخلال البلع تكون الشفتان منطبقتين ومغلقتين للتجويف الفموي والأسنان تكون في وضع التماس الحدبي الأعظمي حيث يتم تثبيت الفك السفلي. إن ثبات الفك السفلي جزء مهم من عملية البلع فيجب أن يتثبت جيداً. بحيث يكون تقلص العضلات فوق وتحت اللامية قادراً على السيطرة على حركة العظم اللامي اللازم بدوره من أجل البلع، والبلع الطبيعي لدى البالغين والذي يستخدم الأسنان لتثبيت الفك السفلي يدعي بالبلع الجداري somatic swallowأما عند الأطفال حيث لا يكون هناك أسنان يتم تثبيت الفك السفلي بواسطة اللسان الذي يُدفَع إلى الأمام بين الأقواس السنية والوسادات اللثوية ويستخدم هذا الطراز من البلع الذي يُدعى بالبلع الطفلي أو الحشوي (visceral swallow)

حتى يتم بزوغ الأسنان الخلفية ونموها لدرجة تسمح بإطباقها حيث يثبت الفك السفلي عندئذ بواسطتها ويحدث البلع البالغ. علماً أن هناك بعض الشذوذات بسبب توضع الأسنان السيء، ويمكن أن يستمر البلع الطفلي ويطول فيؤدي إلى بروز الأسنان الأمامية وبالتالي تشكيل عضة مفتوحة أمامية بسبب الفعل القوي لعضلات اللسان .وما يجب ذكره أنه ليس بالضرورة أن يؤدي الضغط اللساني القوي إلى حدوث سوء إطباق.

وفي البلع الطبيعي يتم ثبات الفك بواسطة التماس ما بين الأسنان أو معدل تماس الأسنان خلال البلع لفترة حوالي (٦٨٣ ميلي ثانية/ وهذا أطول بثلاث مرات من زمن التلامس خلال المضغ والقوة المطبقة على الأسنان خلال البلع ٦٦,٥ باوند وهي أكبر منها خلال المضغ بـ٧,٨ باوند ويعتقد بشكل عام أن الفك السفلي يأخذ وضع خلفي نسبياً عند استناده على الفك العلوي وإذا لم يحصل انطباق ما بين الأسنان عند تماسها يحصل انزلاق للفك نحو الأمام إلى وضع التداخل الحدبي. لقد أظهرت الدراسات أنه عندما يتم تماس متساو ومتزامن بين الأسنان في وضع الاغلاق الخلفي تكون العضلات بأقل توتر ممكن وأكثر انسجام وظيفي. ويُقسم عمل البلع إلى عدة مراحل.

- المرحلة الأولى First stage

إن المرحلة الأولى للبلع إرادية وتبدأ بتجزئة انتقائية للطعام الممضوغ إلى لقم صغيرة وهذا يتم بواسطة اللسان. بعد ذلك تتوضع اللقمة على ظهر اللسان وتضغط قليلا على قبة الحنك حيث ترتكز ذروة اللسان على قبة الحنك تماماً خلف القواطع وتغلق الشفاه وتتماس الأسنان وتبدأ موجة لا إرادية من التقلص في اللسان تؤدي لضغط اللقمة إلى الوراء وعندما تصل اللقمة إلى مؤخرة اللسان فإنها تنتقل إلى البلعوم.

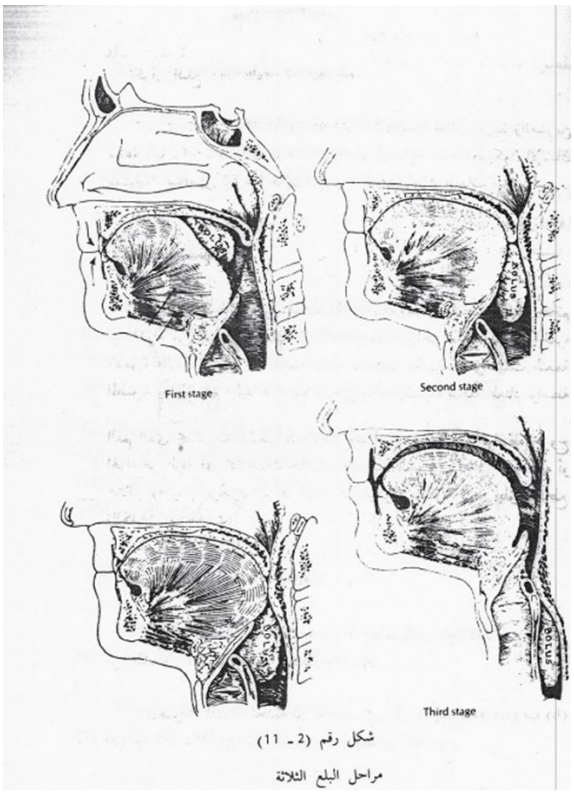
المرحلة الثانية Second stage

ما إن تصل اللقمة إلى البلعوم حتى تؤدي إلى حدوث موجه حوية تسبب تقلصاً في العضلات المعصرة للبلعوم وهذا يؤدي إلى دفع اللقمة الطعامية إلى المري. وخلال ذلك يرتفع شراع الحنك حتى يلامس الجدار البلعومي الخلفي ليسد المجاري الأنفية - أما لسان المزمار فيقوم بسد المجاري الهوائية المؤدية إلى الرغامي ويبقى الطعام في المري.

خلال هذه المرحلة من البلع تؤدي الفعاليات التقلصية لعضلات البلعوم إلى انفتاح الفوهة البلعومية لنفير أوستاش التي تكون مغلقة في الحالة الطبيعية علماً أن المرحلتين السابقتين من البلع تدومان حوالي الثانية الواحدة.

المرحلة الثالثة Third stage

تشتمل المرحلة الثالثة على مرور اللقمة خلال المري إلى المعدة حيث تقوم الموجات الحوية بإنزال اللقمة على طول المري ويستمر مرورها خلال المري ٦ - ٧ ثانية وما إن تقترب اللقمة من فؤاد المعدة حتى تسترخي المعصرة الفؤادية وتسمح بالمرور إلى المعدة.



شكل رقم (2 - 11)

مراحل البلع الثلاثة

تكرار البلع Frequency of swallowing

بينت الدراسات أن دورة البلع تحدث ٥٦٠ مرة خلال الأربع والعشرين ساعة منها ١٤٦ مرة خلال الطعام و٣٩٤ مرة بين الوجبات عندما يكون الإنسان مستيقظاً إضافة إلى ٥٠ مرة خلال النوم بسبب نقص إفراز اللعاب خلال النوم.

الكلام Speech

هو ثالث الوظائف الرئيسية للجملة الماضغة وهو يحدث عندما يُدفع حجم من الهواء من الرئتين بواسطة تقلص الحجاب الحاجز عبر الحنجرة والحفرة الفموية فالتقلص والارتخاء المنظمين للحبال الصوتية يولد صوتاً يملك النغمة المطلوبة وما إن يتم توليد هذه النغمة حتى يأخذ الصوت شكله المعتاد بواسطة الفم الذي يحدد رنته والنطق الدقيق له وبما أن الصوت يتولد بواسطة خروج الهواء من الرئة فهو إذا يحدث خلال الزفير ويتم الشهيق عادة في نهاية جمله أو خلال توقف ما ويكون سريعاً أما الزفير فيكون متطاولاً يتيح نطق المقاطع والكلمات والعبارات

نطق الصوت Articulation of sound

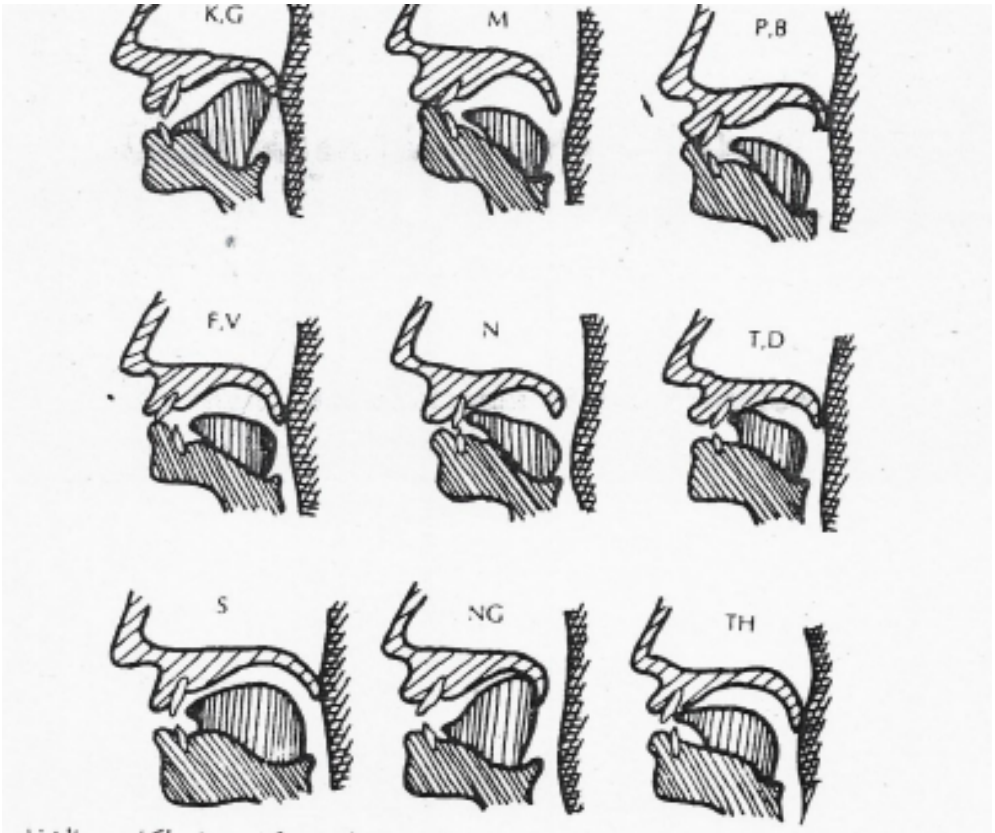
يستطيع الانسان أن يحدث العديد من الأصوات بتغيير العلاقات بين كل من الشفتين واللسان وبين الحنك والأسنان.

الأصوات المهمة المحدثة بواسطة الشفتين هي الأصوات م (M) ب (B) (P) وخلال ذلك تتقارب الشفتان من بعضهما ثم تتماسان

الأسنان مهمة في نطق س (S) حيث تكون الحدود القاطعة للأسنان العلوية والسفلية عندئذ قريبة جداً من بعضها ولكن غير متماسة حيث يتولد الصوت س (S) من مرور الهواء بين الأسنان

اللسان والحنك مهمان خاصة عند نطق الصوت D حيث تمتد ذروة اللسان التلامس سقف الحنك خلف القواطع تماماً

يوجد أيضاً العديد من الأصوات المشكلة من اشتراك تلك البنى التشريحية فمثلاً يلمس اللسان ذروة القواطع العلوية لتكوين الصوت ث (TH) وتلامس الشفة السفلى الحافة القاطعة للأسنان العلوية عند نطق الأصوات ف (F) ف (v) أما من أجل الأصوات ك (K) و (G) فإن الجزء الخلفي من اللسان يرتفع حتى يلامس الحنك الرخو.



شكل رقم (2 ـ 12) (إخراج الصوت المطلوب بالتوضع الخاص بكل حرف لكل من الشفاه ـ اللسان والأسنان) .

خلال المراحل الأولى من الحياة يتعلم الناس نطق كل حرف بشكله الخاص وخلال الكلام لا يحدث تماس بين الأسنان ولكن إذا كان هناك سن سيء التوضع يتماس مع سن مقابل أثناء الحديث فإن المعلومات الحسية من السن والرباط حول السن سرعان ما تنتقل إلى الدماغ الذي يفسر هذه العلامات على أنها مؤذية لدرجة كبيرة بحيث يتم تغير نمط الكلام حالاً بواسطة الطرق العصبية الصادرة بحيث يتم تطوير نمط كلام يؤدي لتجنب تماس الأسنان وهذا النمط الجديد من الكلام يؤدي إلى انحراف جانبي بسيط للفك السفلي لإحداث الصوت المطلوب ودون تماس للأسنان وما إن يتعلم الكلام حتى يصبح تحت تأثير التحكم غير الواعي للجهاز العصبي العضلي بشكل شبه تام وبهذا المعنى يمكن أن نقول عن الكلام إنه منعكس مكتسب بالتعليم