المبحث الثالث

تنظيم عملية التنفس

تعد عملية التنفس عند الحيوانات فعلاً عصبياً انعكاسياً ذاتياً مستقلاً عن الإرادة . واستمرار عملية التنفس يخضع للحركات الآلية للتنفس التي تنشأ من الانقباضات المنتظمة لعضلات الصدر و الحجاب الحاجز . وعموماً هناك آليتان تتحكمان في تنظيم عملية التنفس:آلية التنظيم العصبي وآلية التنظيم الخلطي .

آلية التنظيم العصبي :

يتم التنظيم العصبي لعمل الجهاز التنفسي من خلال العمل الذي تقوم به التكوينات العصبية الموجودة في كل من المخ المستطيل وقاع البطين الرابع منه . وتشكل هذه التكوينات العصبية ما يسمى بمراكز التنفس Respiratory centre ومراكز التنفس هذه تشمل أربع مناطق متميزة تسهم كلها في تنظيم عملية التنفس وهذه المناطق هي :

أ- **مركز الشهيق** : توجد الخلايا العصبية لهذا المركز في المنطقة الظهرية من المخ المستطيل . إن تنبيه الخلايا العصبية لهذا المركز يؤدي إلى تنشيط عملية الشهيق هذا ويمكن تميز نوعين من الخلايا العصبية في هذا المركز .

النوع الأول : خلايا عصبية تعطي محاور عصبية تتجه بشكل أساسي نحو العصب الحجابي (Phremic nerwe) .

النوع الثاني : خلايا عصبية بينيه (Intermeurons) وهي ذات تأثير مثبط لعمل خلايا النوع الأول . ويمكن تحريض هذه الخلايا العصبية البينية من خلال التنبيهات العصبية القادمة من الرئتين وذلك عندما تتوسع الرئتان أكثر من الحدود الفيزيولوجية . الأمر الذي يثبط عمل مركز الشهيق وبالتالي إنهاء عملية الشهيق .

ب- **مركز الزفير** : تتوضع الخلايا العصبية لمركز الزفير في المنطقة البطنية من المخ المستطيل . وهي تتألف عموماً من نواتين كل منهما تحتوي على خلايا عصبية تنبه كل من عمليتي الشهيق والزفير ، وهاتان النواتان هما : النواة الملتبسة والنواة خلف الملتبسة والخلايا العصبية للنواة الملتبسة تعطي محاور عصبية تدخل ضمن الأعصاب القحفية

وتتجه إلى بعض عضلات القناة التنفسية وخاصة الحنجرة . أما خلايا النواة خلف الملتبسة فترسل محاور عصبية محركة تنتهي في عضلة الحجاب الحاجز أو العضلات الوربية الضلعية .

جـ- **مركز الشهيق العميق** : إن تنبيه الخلايا العصبية لهذا المركز يؤدي إلى إرسال دفعات عصبية مستمرة لمركز الشهيق في المخ المستطيل مما يؤدي إلى حدوث شهيق عميق وقسري يدوم فترة أطول من المعتاد وزفير سطحي وقصير . ولكن عمل هذا المركز لا يستمر لفترة طويلة إذ أن عمله يؤدي إلى توسع الرئتين وتمدد جدرانهما .

د- **المركز الناهي** : إن الخلايا العصبية لهذا المركز تتلقى سيالة عصبية منبهه من مركز الشهيق وترسل بدورها دفعات عصبية إلى مركز الزفير في المخ المستطيل ويتلخص عمل هذا المركز بأنه ينشط مركز الزفير ويثبط جزئياً مركز الشهيق . وبهذا يشارك في عمليات تنظيم التنفس وعمله يساعد في عدم توسع الرئتين أكثر من الحدود الفيزيولوجية.

الباب الثالث

فيزيولوجيا الجهاز الهضمي

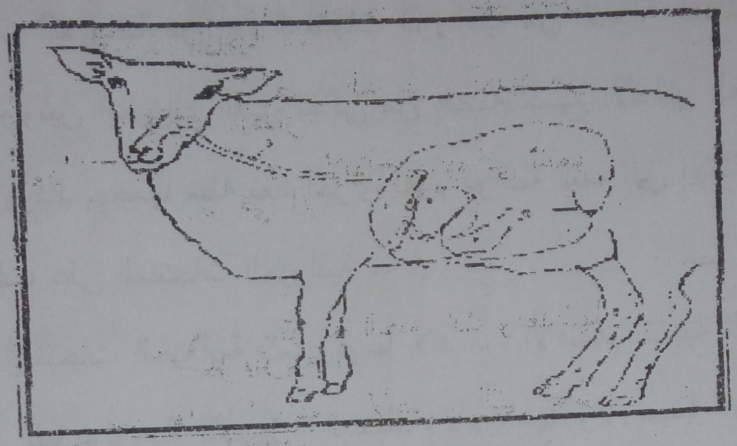
مقدمة :

تعد المنتجات الحيوانية من أهم المنتجات الزراعية من الناحية الغذائية ، كونها تشكل المصدر الرئيسي للبروتين الحيواني الذي تعاني من نقصه جميع الأقطار العربية والعديد من دول العالم ، معاناة يزداد حجمها سنه بعد أخرى لعدم مواكبة النمو في الإنتاج الحيواني للنمو السكاني وزيادة الطلب على المنتجات الحيوانية .

ولتحسين المنتجات الحيوانية كماً ونوعاً لابد من الاهتمام بتربية الحيوانات وتغذيتها وبدراسة الوظائف الفيزيولوجية للأجهزة المختلفة لأجسامها ولا سيما الأجهزة التي تؤثر مباشرة في زيادة أعداد الحيوانات وزيادة إنتاجها من اللحم والحليب . ويعد الجهاز الهضمي من أهم أجهزة الجسم التي تؤثر تأثيراً مباشراً وكبيراً على إنتاجي الحيوان وعلى صحته . ولقد قامت الكثير من الأبحاث العلمية في العالم بدراسة فيزيولوجياً الهضم عند بعض أنواع الحيوانات ولاسيما المجترات منها ، لكونها من الحيوانات المنتجة للبروتين الحيواني (لحم ، حليب) ذات القيمة الغذائية العالية بالنسبة للإنسان من جهة . ولكونها من الحيوانات الاقتصادية من جهة أخرى .

حيث أن هذه الحيوانات تستطيع تركيب بروتينات أجسامها إبتداءً من مواد غذائية رخيصة الثمن مثل الألبان وبقايا الشوندر السكري والنخالة مع إضافة بسيطة لمواد آزوتية رخيصة الثمن مثل (اليوريا بنسبة 5 %) يساعدها بذلك الكائنات الحية المجهرية القاطنة في المعدة المركبة لهذه الحيوانات علماً أن هذه الكائنات الحية المجهرية من بكتريا وحيوانات أو أولي تقوم أولاً تفكيك اليوريا إلى أمونياك وغاز ثاني أوكسيد الكربون ، ثم بعد ذلك تقوم بتركيب البروتين الخاص بها من هذه الأمونياك . هذا البروتين المكون من قبل الكائنات الحية المجهرية ، يستعمله الحيوان المجتر فيما بعد في بناء جسمه وبالتالي تكوين منتجاته المختلفة من لحم وحليب .

يمتد الجهاز الهضمي عند الحيوانات من فتحة الفم حتى فتحة الشرج ، وهو يشمل على الفم والبلعوم والمريء والمعدة و الأمعاء الدقيقة والغليظة والتي تنتهي بفتحة الشرج . (الشكل رقم 12)



الشكل رقم(12) يوضح مكونات الجهاز الهضمي

١ – الفم ٢ – البلعوم ٣ – المري ٤ – الكرش
٥ – الشبكية ٦ – الورقية ٧ – الأنفحة

تتكون المواد الغذائية التي يأكلها الحيوان من بروتينات وسكريات ودهون وأملاح معدنية و فيتامينات وماء . القليل من هذه المواد يمكن امتصاصه مباشرة في المعدة و الأمعاء لذلك تخضع أغلب المواد الغذائية في القناة الهضمية للحيوان إلى مجموعة من العمليات والتي تشمل على المعاملة الآلية والكيميائية والجرثومية مجموع هذه العمليات تشكل ما يسمى بعملية الهضم .

والمقصود بعملية الهضم هو مجموع العمليات التي تتعرض لها المواد الغذائية داخل القناة الهضمية للحيوان والتي بنتيجتها تتحول هذه المواد من مركبات كيميائية معقدة إلى مواد أبسط ذات وزن جزيئي بسيط وقابلة للانحلال في الماء وسهلة الامتصاص .

فمثلاً تتحول بروتينات المواد الغذائية بمساعدة عملية الهضم إلى حموض أمينية والسكريات إلى سكر الغلوكوز وكلا المركبين يمتصان بسهولة عبر جدران الأمعاء الدقيقة للحيوان .

أنواع عمليات الهضم عند الحيوانات الاقتصادية :

1-**الهضم الآلي (الميكانيكي)** : ويشمل على عمليات تناول المواد الغذائية والمضغ والبلع والاجترار وحركات المعدة و الأمعاء . ويساعد هذا النوع من الهضم في تقطيع أجزاء الطعام إلى قطع صغيرة ، مما يؤدي إلى ازدياد سطح المادة الغذائية المعرض لفعل العصارات الهضمية .

2-**الهضم الكيميائي** : ويقصد به تأثير الأنظيمات الهاضمة الموجودة في العصارات الهضمية المعدية والمعوية على المواد الغذائية . ويساعد هذا النوع من الهضم في تحويل المركبات الكيميائية المعقدة للمواد الغذائية إلى مواد أبسط ذات وزن جزيئي بسيط قابلة للانحلال في الماء وسهلة الامتصاص .

3-**الهضم الميكروبي** : ويحدث هذا النوع من الهضم في الكرش عند الحيوانات المجترة (أبقار ، أغنام ، ماعز ، جمال) وفي الأمعاء الغليظة عند الحيوانات المجترة وغير المجترة وهو يشمل على تأثير البكتريا والحيوانات الأوالي (البروتوزوا) على المواد الغذائية . وتفرز هذه الكائنات الحية المجهرية أنظيمات مختلفة تساعد في تحليل المواد الغذائية إلى عناصرها الأولية .

تركيب القناة الهضمية عند الحيوانات المستأنسة :

يختلف تركيب الجهاز الهضمي عند الحيوانات المستأنسة باختلاف أنواعها وعموماً يمكن تقسيم الحيوانات المستأنسة على أساس تركيب جهازها الهضمي إلى ثلاث مجموعات :

أ- الحيوانات ذوات المعدة البسيطة (المفردة) :

وتضم الخيول والخنازير والكلاب والقطط والأرانب ، وتتكون القناة الهضمية عندها من الفم – البلعوم – المريء – المعدة – الأمعاء الدقيقة – والأمعاء الغليظة التي تنتهي بالشرج . ويتم هضم المواد الغذائية عند هذه الحيوانات بفضل الهضم الكيميائي (الأنظيمي) في المعدة والأمعاء الدقيقة . أما الهضم الميكروبي فيتم عندها بشكل بسيط في الأمعاء الغليظة

ب-الحيوانات ذوات المعدة المركبة (المجترات) :

وتشمل الأبقار والجاموس والأغنام والماعز والجمال . وتتكون القناة الهضمية عند هذه الحيوانات من نفس الأجزاء للقناة الهضمية عند الحيوانات ذوات المعدة البسيطة (انظر الشكل رقم 10) ولكن هناك إختلاف في تركيب المعدة عند هذه الحيوانات ، حيث إن المعدة عندها تتكون من أربعة أجزاء هي : الكرش – الشبكية – أم التلافيف (الورقية) والمعدة الحقيقية (الأنفحة) . وتتم عملية الهضم للمواد الغذائية عند الحيوانات المجترة بشكل أساسي في الكرش والشبكية وذلك بفضل الهضم الميكروبي .

جـ-الطيور :

تختلف القناة الهضمية عند الطيور عن كلا المجموعتين السابقتين من الناحية التشريحية ، فهي تتكون من الفم والمريء والحويصلة والمعدة الغدية والمعدة العضلية (القونصة) والأمعاء الدقيقة والأعورين والأمعاء الغليظة التي تنتهي بالمزرق .

الهضم في تجويف الفم :

تشمل العمليات الهضمية الحادثة في تجويف الفم على :

أ- تناول المواد الغذائية والماء .

ب- مضغ الطعام وإفراز اللعاب .

ج- بلع المواد الغذائية الممضوغة .

د- طرق تناول المواد الغذائية والماء عند الحيوانات : تأكل الحيوانات المواد الغذائية بشكل دوري ومنتظم بهدف الحصول على العناصر الغذائية اللازمة لها والكفيلة باستمرار حياتها وتظهر الحاجة العامة لجسم الحيوان للمواد الغذائية والماء بالشعور الطبيعي عنده بالجوع والعطش .

وتبحث الحيوانات عموماً عن طعامها وشرابها بوساطة أعضاء حواسها المختلفة (النظر ، الشم ، اللمس) حيث تمكنها حاستا النظر واللمس من تحديد مكان وجود المواد الغذائية وكثافتها . أما حاسة الشم فتساعدها في اختيار الجيد والسليم من العلف وتجنبها تناول

الأعشاب السامة والمواد الغذائية الفاسدة . كذلك تساعدها مستقبلات التجويف الفموي في انتقاء وتناول الأجزاء المناسبة من العلف وتجنبها الشوائب .

وتختلف طريقة تناول المواد الغذائية باختلاف فصائل الحيوان . فالحيوانات ذوات المخلب تستخدم مخالبها في القبض على فريستها ومن ثم تتناولها بمساعدة شفاهها واسنانها الحادة . والفصيلة الخيلية تستخدم شفتها العليا في تناول طعامها حيث تتميز عندها الشفة العليا بالقوة والحساسية والمرونة ، وتدفع أثناء الرعي الشفة العليا عند الخيول الحشائش إلى قواطع الفم التي تقضمها بدورها

- وتستخدم الأبقار لسانها الطويل والقوي والخشن والقادر على الحركة في جميع الاتجاهات في تناول غذائها .

- أما الأغنام والماعز فتستعمل القواطع الأمامية والشفاه المتحركة في تناول طعامها ونتيجة لوجود الشفاه المتحركة عندها فهي تستطيع تناول الأعشاب في المرعى ولو كانت قصيرة

أما تناول الماء والمواد السائلة فيتم عند الحيوانات عن طريق المص والشفط ، إذ تغلق الحيوانات فمها الغاطس في الماء إلى من فتحه صغيرة في مقدمته ، بعد ذلك يقوم اللسان بالحركة إلى مؤخرة تجويف الفم ويرجع الشدقين إلى الخلف فيقل الضغط في فراغ الفم فيندفع الماء إليه .

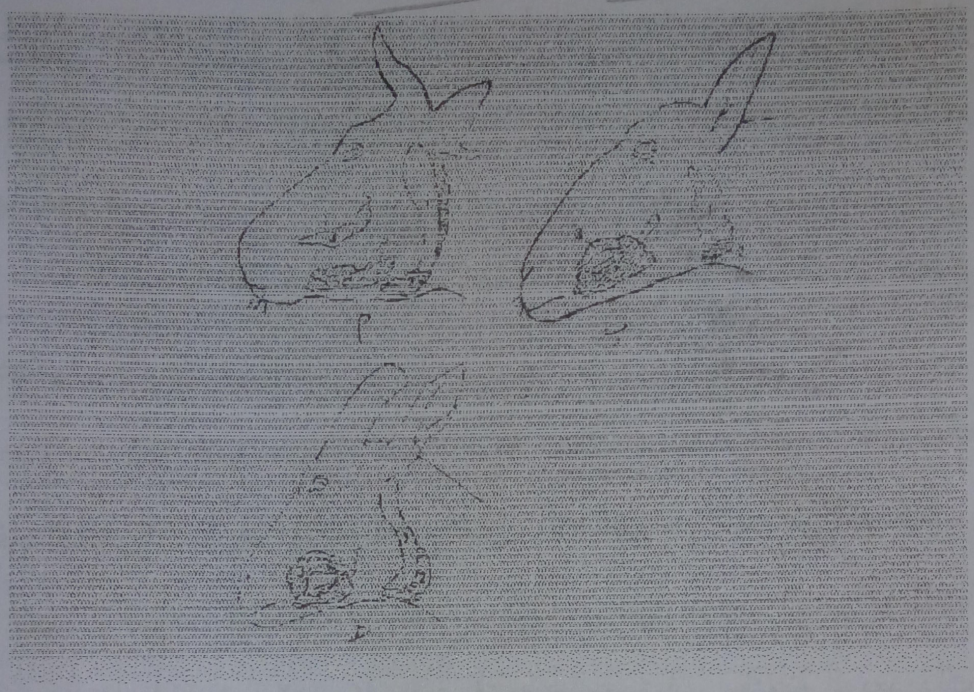
ب- المضغ وإفراز اللعاب :

- مضغ الطعام عند الحيوان : المضغ هو المعاملة الميكانيكية (الآلية) للمواد الغذائية داخل تجويف الفم ، حيث تفيد هذه المعاملة في تقطيع وتنعيم أجزاء الطعام الكبيرة ، بحيث يمكن بلعها بعد مزجها باللعاب . كما تفيد عملية المضغ في تحرير جزئي أو كلي للعناصر الغذائية الموجودة تحت البنية الخلوية السيلولوزية صعبة الهضم مما يزيد من سطحها المعرض للأنظيمات الهاضمة في المعدة والأمعاء .

وتبدأ عملية المضغ عند الحيوان بمجرد وصول المواد الغذائية إلى داخل فمه ، حيث يتم اقتراب فكية العلوي والسفلي من بعضهما مما يؤدي إلى تجمع هذه المواد الغذائية وانضغاطها بين أضراس الفكين التي تساعد على هرسها وتفتيتها بفضل الحركات الجانبية

التي يقوم بها الفك السفلي . ويقوم اللسان وعضلات الصدغ بحركات عديدة أثناء عملية المضغ بهدف إبقاء المواد الغذائية بين الأضراس حتى يتم طحنها جيداً .

-**إفراز اللعاب** : تصب داخل تجويف الفم عند الحيوانات أقنية ثلاثة أزواج رئيسة من الغدد اللعابية (الغدد النكفية ،وتحت الفكية ،وتحت اللسانية) شكل رقم (13) .



الشكل رقم (13) : يبين الغدد اللعابية المختلفة عند الحيوانات .

أ-عند الأبقار ، ب- عند الأغنام ، ج- عند الماعز .

1-الغدد النكفية ، 2-الغدد تحت الفكية ، 3-الغدد تحت اللسانية .

وتفرز جميع هذه الغدد إفرازات خاصة تسمى اللعاب Salive . وتختلف كمية اللعاب المفرزة داخل تجويف الفم باختلاف فصيلة الحيوان وطبيعة المؤثر Nature stimulus المسبب لإفراز اللعاب . هذا ويحدث إفراز اللعاب باستمرار إلا أن مستوى الإفراز يرتفع أثناء تناول الطعام وأثناء الاجترار عند الحيوانات المجترة Ruminants.

التركيب الكيميائي للعاب :

يتكون اللعاب عند الحيوان مما يقرب من 99% ماء و 1% مواد صلبة ، وتشمل الأخيرة على 0.7% من المواد العضوية و 0.3% من المواد غير العضوية ، وتشمل المواد العضوية على العديد من الأنظيمات مثل الأميلاز المحلل للنشاء إلى سكر الشعير (مالتوز) كما يحتوي على أنظيم المالتاز الذي يفكك سكر المالتوز إلى غلوكوز . وتوجد هذه الأنظيمات فقط في لعاب الإنسان والخنزير . أما لعاب المجترات والخيول فلا يحتوي على مثل هذه الأنظيمات . ويحتوي اللعاب أيضاً على مقادير ضئيلة من أنظيمات الليباز و الكاتالاز و اليوريا . كما يحتوي اللعاب أيضاً على كمية ضئيلة من المواد الآزوتية و اليوريا وحمض البول وبعض البروتينات مثل الألبومين و الغلوبيولين وبعض الحموض الأمينية ويوجد في اللعاب أيضاً مواد مخاطية تساعد في تجميع أجزاء الطعام الممضوغ ولصقها مع بعضها البعض على شكل كتل غذائية يسهل بلعها. أما المواد غير العضوية الموجودة في اللعاب فتشمل على العديد من الأملاح المعدنية أهمها بيكربونات الصوديوم وفوسفات الصوديوم والبوتاسيوم والكالسيوم .

الوظائف الفيزيولوجية للعاب :

يقوم اللعاب المفرز داخل تجويف الفم عند الحيوان بالوظائف التالية :

1-يبلل اللعاب المواد الغذائية الداخلة إلى تجويف الفم فيسهل مضغها ، كما أن المخاط الموجود فيه يساعد على تجميع جزيئات الطعام الممضوغة على شكل كتل غذائية يسهل بلعها

2-يرطب اللعاب الغشاء المخاطي للفم وبذلك فهو يخفف من تأثير المواد المخرشة عليه .

3-يفرز مع اللعاب من الغدد اللعابية بعض المواد العضوية مثل الغلوكوز وفيروس الكلب . كما يفرز معه أيضاً بعض المواد غير العضوية مثل الزئبق ، البوتاسيوم ، الرصاص وبقايا الأدوية .

4- يساعد اللعاب عند بعض فصائل الحيوان في تنظيم حرارة الجسم . فمثلاً تفقد الكلاب كثيراً من حرارتها عن طريق تبخر ماء اللعاب من فمها وذلك أثناء عملية اللهاث الحري .

5- يقوم اللعاب عند المجترات بدور كبير في الحفاظ على التوازن الحمضي القلوي لمحتوى الكرش . حيث أن قلوية اللعاب عندها تعادل فرط الحموضة الناشئ من تكون الحموض العضوية في الكرش .

تنظيم إفراز اللعاب عند الحيوانات :

تتلقى الغدد اللعابية مددها العصبي من الجملة العصبية نظير الودية ، وذلك عن طريق العصب السابع والتاسع القحفيات . تنبيه هذه الأعصاب نظير الودية يؤدي إلى زيادة إفراز اللعاب وذلك بسبب ازدياد المدد الدموي للغدد اللعابية الناتج من اتساع الأوعية الدموية فيها . كما تتعصب الغدد اللعابية بأعصاب ودية عن طريق العقد الرقبية الودية . تنبيه نهاية هذه الأعصاب يؤدي إلى تقبض في الأوعية الدموية لهذه الغدد وبالتالي إفراز القليل من اللعاب اللزج لاحتوائه على مادة المخاطين .

يحدث إفراز اللعاب عند الحيوانات نتيجة للفعل الانعكاسي الشرطي وغير الشرطي .

المنعكس العصبي الشرطي لإفراز اللعاب : إن تنبيه نهاية بعض الأعصاب الحسية بالجسم ، كالعصب العيني والسمعي والشمي ، وذلك تحت ظروف خاصة يمكن أن يؤدي إلى إفراز اللعاب وذلك طبقاً للفعل الانعكاسي الشرطي . فمثلاً إذا سبق تقديم قطعة من اللحم إلى الكلب بدقائق عدة إحداث منبه شرطي مثل إضاءة لمبة حمراء أو قرع جرس ، وتكرار ذلك عدة مرات . فإنه يلاحظ بعد ذلك أن إضاءة اللمبة أو سماع صوت الجرس تكفي لكي يفرز الكلب اللعاب . في هذه الحالة أصبح ضوء اللمبة قرينة لتقديم الطعام للكلب بمعنى آخر منبهاً شرطياً لإفراز اللعاب .

المنعكس العصبي اللاشرطي لإفراز اللعاب : إن دخول المواد الغذائية إلى تجويف الفم ينبه ويهيج النهايات العصبية الحسية (المستقبلات) للغشاء المخاطي للفم واللسان . ومن هذه المستقبلات المنبهة تنشأ دوافع عصبية تذهب عبر الألياف العصبية الجاذبة للمركز والداخلة في تركيب العصب اللساني البلعومي إلى المركز المسؤول عن تنظيم إفراز اللعاب والموجود في المخ المستطيل . ومن هذا المركز تعود ردود الفعل عبر الألياف العصبية النابذة عن المركز إلى الغدد اللعابية فتحثها على إفراز اللعاب الغزير .

جـ-البلع Deglutition :

البلع هو انتقال المواد الغذائية الممضوغة والممزوجة باللعاب من تجويف الفم إلى المعدة. وتبدأ عملية البلع بدفع الطعام المبلل باللعاب والمجتمع على شكل كتلة غذائية من الجزء الأمامي للفم إلى الجزء الخلفي من اللسان ، وبحركات اللسان الإرادية إلى الخلف يتم دفع الكتلة الغذائية إلى البلعوم الذي تنقبض عضلاته دافعة الكتلة الغذائية إلى المريء الذي يحدث فيه تقلصات حوية بطيئة تدفع بالكتلة الغذائية إلى فؤاد المعدة الذي ينفتح انعكاسياً فتمر الكتلة الغذائية إلى تجويف المعدة .

محمود طه