الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
People's Democratic Republic of Algeria
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministry of Higher Education and Scientific Research
University of Algiers 3 جامعة الجزائر 3
Sport and Physical Education Institute معهد التربية البدنية والرياضية

مطبوعة محاضرات مقياس علم وظائف الاعضاء

المستوى : **طلبة السنة الاولى ليسانس**

إعداد الأستاذة: **د.إيكان سومية**

البريد الالكتروني: soumayaikene @gmail.com

السنة الجامعية: 2021 / 2022

1- معلومات عامة عن المقياس:

عنوان الوحدة: أساسية **المقياس** : علم وظائف الاعضاء

نوع الدرس : أعمال موجهة ■ محاضرة □

سداسي ■ سنو ي □ **المعامل** : 2 **الرصيد:** 3

المدة الزمنية: 12 أسبوع

الفئة المستهدفة : السنة الأولى ليسانس جذع مشترك

أهداف التعلم

- ❖ أهم المعارف النظرية المرتبطة بتخصص علم وظائف الاعظاء.
- ❖ الرفع من المستوى المعرفي للطالب في التخصص، وربطه بالتخصص.

المعارف المسبقة المطلوبة:

- ✓ معرفة بعض المفاهيم والمصطلحات ذات الصلة.
- ✓ معرفة مكونات الأجهزة الرئيسية في الجسم للاطلاع على أهم وظائفها.

طريقة التقييم: المتابعة الدائمة و الامتحانات

-كيفية تقييم التعلم : يكون التقييم بطريقتين:

1-تقييم كتابي أخر السداسي والذي يحوي كل ما تم التطرق إليه و مناقشته أثناء المحاضرة إضافة إلى الموارد التي طلب منكم الاطلاع عليها و التي تمت مناقشتها .ويتضمن التقويم أسئلة التحليل والتركيب والفهم والاستنباط. والعلامة تكون 50٪ من المعدل العام.

2-التقييم المستمر و الذي يقوم به الأستاذ المكلف بالأعمال التوجيهية. و العلامة تكون 50 ٪من المعدل العام.

المعدل النهائي للنجاح يكون اكثر او يساوي 10 من 20

ملاحظة: اذا كان المقياس لا يحتوي على اعمال موجهة او أعمال تطبيقية ، تحتسب المحاضرة فقط 100%.

2-معلومات عن الأستاذ

الجامعة: الجزائر3 –دالي ابراهيم

المعهد :التربية البدنية والرياضية

الأستاذة :د.إيكان سومية

الرتبة: أستاذة محاضرة ب

البريد الالكتروني:soumayaikene @gmail.com

3-محتوى المقياس

الدرس الأول : مدخل عام لعلم وظائف الاعضاء

الدرس الثاني: الانظمة الطاقوية

الدرس الثالث: فيزيولوجيا الجهاز العضلي

الدرس الرابع: فيزيولوجيا الجهاز الدوراني

الدرس الخامس: فيزيولوجيا الجهاز التنفسي

الدرس السادس: فيزيولوجيا الجهاز العصبي

الدرس السابع: فيزيولوجيا الجهاز الهضمي

4-قائمة المراجع الكتب باللغة العربية:

1-محمد فتحى فرج بيومى، هانى عبد الحميد عبد السميع أساسيات علم وظائف الأعضاء مكتبة الدار العربية للكتاب, 2008.

2- يوسف لازم كماش، صالح بشير أبو خيط علم وظائف الأعضاء في المجال الرياضي , دار زهران للنشر والتوزيع, 2012

3- سعد كمال طه, مبادىء الفسيولوجي (علم وظائف الاعضاء), كتب عربية, 2006.

4-خالد الكبيسي ، علم وظائف الاعضاء (المهن الطبية المساعدة)، دار وائل للطباعة والنشر والتوزيع, 2002

5- ناهد عبد الرحيم، العلوم الحيوية و الصحة الرياضية ، القاهرة : دار الكتاب الحديث ، ط1. 2010 .

المطبوعات البيداغوجيا:

6- بقشوط أحمد، مطبوعة بيداغوجيا، تشريح الجهاز الحركي (العظام- المفاصل- العضلات)، جامعة حسيبة بن بوعلي بشلف، معهد التربية البدنية والرياضية، سنة 2020-2021.

7- بقشوط احمد، دروس عبر الخط، علم وظائف الأعضاء، فيزيولوجيا ، جامعة حسيبة بن بوعلي بشلف، معهد التربية البدنية والرياضية، سنة 2020

8- فتني مونية، مطبوعة دروس علم التشريح، جامعة الجزائر 3، معهد التربية البدنية والرياضية، سنة 2020-2021.

9-توهامي بوزكاريا، مطبوعة محاضرات علم التشريح وعلم وظائف الأعضاء، جامعة الجزائر 3/ معهد التربية البدنية والرياضية، سنة 2020-2021.

-الكتب باللغة الأجنبية:

10 -Elaine MARIEB ANATOMIE ET PHYSIOLOGIE HUMAINES, 11e édition MonLab

Relié Illustré, 15 août 2019

-الرو ابط الالكترونية للمقالات العلمية او فيديوهات او مو اقع تعليمية

- chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.univ-chlef.dz/ieps/wp-content/uploads/publications/a-bekechout/ANATOMIE-SMS.pdf

- https://www.facebook.com/ieps.chlef/posts/1955930187975464/?locale=ar_AR 10-10-2021.

- https://www.facebook.com/ieps.chlef/posts/1955930187975464/?locale=ar_AR https://l.facebook.com/l.php?u=http%3A%2F%2Fwww.univ-chlef.dz%2Fieps%2Findex.php%3Foption%3Dcom_content%26view%3Darticle%26id%3D268%26Itemid%3D177%26fbclid%3DIwZXh0bgNhZW0CMTAAYnJpZBExMjRqb0ZpRVB2R2JWcUFCdgEejR1u8h9ftpuox-RQOjbKJX4DWdGfJq6H6VmhcyHE2I_zdErPV1OBgjzciNQ_aem_4NU9J5DNhAwsT1YIEz9ZiQ&h=AT2DLfHjuwmvGUa--XQC58DRVosdjQKhQac2-pyyMeEBF67dtHXITCQvMEMbfcN7W9AWH_Kb7ZDMwe4_2bF29conHPZczYJEmSRSuxMfNLF-gZ5XTMA9skY0W3E2zafurxXFqziaFLLmKqA_&__tn__=-UK-R&c[0]=AT0CfvNZVk32rwKEMIZB2m4zkvjwHrEWfTxngEHbJhLWO3v5OHVy9H72yodfhXTOEH19Y9DFa7-6AkQcs6CLmvZGp-OESYbeJ4fPNxgTrDtv8Vp_wFAT3Sdz_OUwhvbyRwVaPWropOp0g9kPCEyGTfJUsuoC_bmbD1sppOGb7V0IFqFrUmBlh_b7XtpuTGNI4_7A-dmVAA

قائمة المحتويات

الموضوع	الصفحة
الدرس الأول : مدخل عام لعلم وظائف الاعضاء	**01**
الدرس الثاني: الانظمة الطاقوية	06
الدرس الثالث: فيزيولوجيا الجهاز العضلي	19
الدرس الرابع: فيزيولوجيا الجهاز الدوراني	**37**
الدرس الخامس: فيزيولوجيا الجهاز التنفسي	**49**
الدرس السادس: فيزيولوجيا الجهاز العصبي	**57**
الدرس السابع: فيزيولوجيا الجهاز الهضمي	**71**

المحاضرة الأولى: مدخل في علم وظائف الاعضاء

تمهيد

علم الفزيولوجيا او علم زظائف الاعضاء هوفرع من فرع البيولوجيا ترجع كلمة بيولوجيBiologyإلى اللغة اللاتينية، فهي مشتقة من أصل لاتيني وتتكون من مقطعين هما Bio وتعني حياة و Logy هو العلم، أي أن البيولوجي هو علم الحياة أو الأحياء الذي يدرس أسباب الحياة بكل مظاهر الكائنات الحية بدأً بالميكروبات وحتى الإنسان فهو يدرس الانسان والحيوان والنبات بل يتناول أيضا الناحية الوراثة ومرحلة ما قبل الولادة.

لأهمية هذا العلم اتسع ميادين المعرفة فيه فيمكن درونظر:

أ- الجانب المورفولوجي:

وهو الجانب الذي يتناول العلوم التي تدرس وصف وشكل الأجسام.

ب-الجانب الفسيولوجي:

هو الجانب الذي يتناول وظائف الجسم الحيوية وكيفية عمل الأعضاءعلم الفسيولوجية يعني علم وظائف الأعضاء

2- ما هو علم الفيزيولوجيا أ و علم وظائف الأعضاء؟ PHYSIOLOGIE

هو العلم الذي يعتني بدراسة:

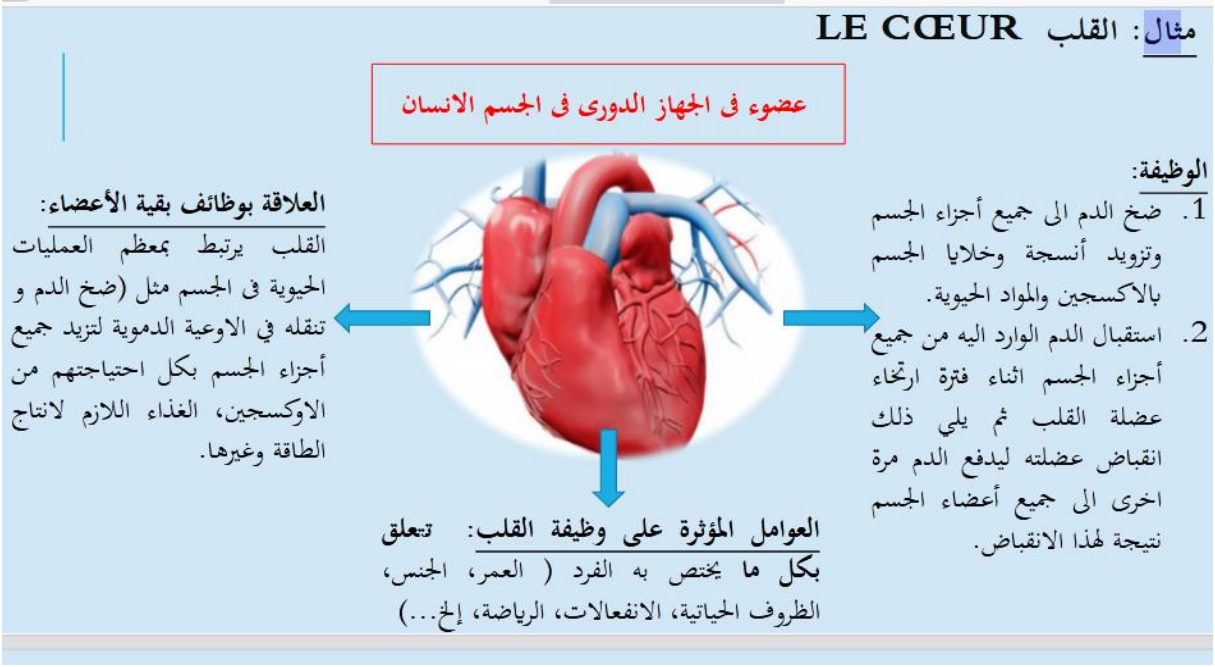
1. جميع كيفية عمل كل الوظائف الحيوية لأعضاء واجهزة الجسم ومنها.
2. العلاقة التنظيمية التي تربط وظائف اعضاء واجهزة الجسم ببعضها البعض.
3. تأثيرالعوامل الداخلية والخارجية على أداء أعضاء واجهزة الجسم.
4. مدى تكيف الأداء الوظيفي لأعضاءالجسم المختلفة مع المثيراالتي يتعرض لها الجسم ,ومدى تأثير هذا التكيف في مجابهة الظروف المختلفة التي يتعرض لها الجسم.

كما يوجد عدة فروع لعلم الفيزيولوجيا نذكر مثلا **علم النفس الفسيولوجي:** هو مدى تأثير الاجهزة الجسم الوظيفية بأسباب نفسية كالغصب والتوتر والاحباط ... الخ

أن الدراسات الفيزيولوجيا تهدف أساسا إلى محاولة الاجابة على الاسئلة التالية:

- ماهي الوظيفة؟
- كيف تؤدى هذه الوظيفة؟

- ماهي العوامل المؤثرة على الوظيفة؟
- كيف تندمج هذه الوظيفة مع الوظائف الاخرى؟



2- فيزيولوجيا الجهد البدني :

هوالعلم الذي يهتم بدراسة التغييرات الفيزيولوجية التي تحدث في الجسم تحت تأثير مزاولة نشاط بدني سواء لمرة واحدة كاستجابة مباشرة او كنتيجة للآداء المتكرر للجهد البدني والانتظام في عملية التدريب الرياضي وذلك بهدف معرفة التأثيرالذي يحدثه التمرين البدني على اعضاء واجهزة الجسم المختلفة مثل:الجهاز العضلي، الجهازالدوري، الجهازالتنفسي،إلخ...

3- أهمية فيزيولوجيا الرياضة في النقاط التالية:

- **الانتقاء :**

انتقاء اللاعبين من خلال اجراء بعض القياسات الانثروبومترية مثل الطول، الوزن,,إلخ والقياسات الفيزيولوجية مثل معدل ضغط الدم، الحد الاقصى لاستهلاك الاكسجين....إلخ والقياسات البيوكيميائية مثل معدل كرات الدم الحمراء والبيضاء، الهيموجلوبين، حمض اللبن ...إلخ ليتم توجيه اللاعبين إلى الرياضات التي تتناسب مع قدراتهم الفيزيولوجية.

- **تحديد وتقنين الحمل التدريبي:**

تحديد الحمل التدريبي بما يتلائم مع قدرة الفرد الفيزيولوجية وذلك للاستفادة من تأثيراتها لإيجابية وتجنب السلبية منها، ومن ثم تطوير ورفع اللياقة البدنية والكفاءة الوظيفية لما يتلائم مع معايير التحديات البدنية الخاصة بنوع المنافسة الرياضية.

- **التعرف على التأثيرات الفيزيولوجية للتدريب:**

عند اداء مكونات حمل التدريب الخارجي من حيث الحجم والشدة والراحة خلال الجرع التدريبية لا يمكن للمدرب أن يفهم ويلاحظ ما مدى تطابق مكونات الحمل مع قدرة الرياضي الفيزيولوجيا أثناء أداء مجموعة من التمارينات البدنية إلا من خلال الملاحظة أو سؤال الرياضي او من خلال الزمن الذي طبق من خلال الاداء والراحة وهذا يعتمد على التقويم الذاتي و صدق الرياضيين، إلا أن الفهم الصحيح بين مكونات الحمل الخارجي وإمكانية وقدرة الاجهزة الداخلية (الحمل الداخلي) للرياضي تأتي من خلال مؤشرات الفيزيولوجيا مثل النبض أثناء أو بعد الاداء مباشرة لمعرفة شدة الحمل الممارس و فضلا عن وقت الراحة لمعرفة إذا ما وصل الرياضي إلى الاستشفاء أو وفق القدرة البدنية المراد تطويرها إضافة إلى الراحة بين التكرارات والمجموعات.

- **الاختبارات والمقاييس:**

تعد الاختبارات الفيزيولوجيا من اهم العوامل التي يجب أن تصاحب المنهج التدريبي حتى نتمكن من ملائمةالحمل التدريب والمستوى الرياضي ومن ثم يمكن رفع أو خفض الحمل التدريبي على وفق هذه الاختبارات، كما تياعد هذه الاختبرات الفيزيولوجيا على كشف أي خلل في الحالة الصحية ومن ثم معالجة ذلك قبل أن تتفاقم عند الرياضي مما يؤدي إلى عدم المشاركة في التدريب أو المنافسة وحتى إلى الخسارة الرياضي.

- **الحالة الصحية:**

متابعة الحالة الصحية الفيزيولوجية للرياضي للمحافظة على صحة اللاعبين وسلامتهم اثناء التدريب، فالقنين الخاطئ للحمل التدريبي قد يودي إلى خلل في اجهزة الجسم ومخاطره الجسمية

4- تقسيمات الفيزيولوجيا

تقسيمات الفيزيولوجيا: تنقسم الدراسات الفيزيولوجية الى ثلاثة اقسام:

أ- الفيزيولوجيا العامة:

تقوم بدراسة الخصائص الاساسية المشتركة بين معظم الكائنات الحية دون التقيد بنوع معين من هذه الكائنات كالحيوان ،الانسان والنبات وذلك عن طريق دراسة العمليات الحيوية المميزة للكائن الحي (التغذية، التنفس، التكاثر...)الخ مثلا دراسة التنفس كعملية حيوية بصورة عامة وهذا يعتمد على تركيب الخلية التي تتشابه في كثير من الخواص (خلية سمكة، ضفدعة هي واحدة ومتشابهة)

ب- فيزيولوجيا المجموعات الخاصة:

ويعني هذا الفرع بدراسة الخصائص الوظيفية لمجموعة معينة مثلا الحيوان او النبات) مثل فزيولوجيا الاسماك ، الحشرات، الثديات (وقد تختص بدراسة نوع واحد) فيزيولوجيا الانسان مثلا.

ج- الفيزيولوجيا المقارنة:

وهي دراسة مقارنة للطرق التي تؤدي بها الكائنات الحية وظائف متشابهة، مثلا ظاهرة التنفس عند الانسان والضفدع، كلاهما يتنفسو لكن طريقة وميكانيكية التنفس تختلف من كائن لاخروعليه فان الالية تختلف والاعضاء تختلف.

5- بعض المصطلحات في فيزيولوجيا الجهاد البدني:

الأيض: هي كل التغيرات الكيميائية والاستجابات التي تحدث في الجسم أثناء انتاج الطاقة للتشغيل اوالعمل.

العتبة التدريبية: مقدار الشدة الكافية لتحقيق الاستجابة المناسبة للجهازين الدوري والتنفسي أثناء الجهد البدني، ويصل معدل نبضات القلب إلى 60% من معدل القلب.

العتبة الفارقة اللاهوائية: قدرة العضلات على العمل مع كفاءة الأنظمة الخاصة بتخليص الجسم من حامض اللاكتيك الناتج عن ذلك.

الكفاءةاللاهوائية: قدرةعضلية قوية تعتمد على انتاج الطاقة بطريقة لا هوائية الفرد في تكرار انقباض اوبمعدل مدة لا تزيدعن 1إلى2 دقيقة.

التحمل الهوائي: قدرة الجسم على استهلاك اكبر قدر من الاكسجين خلال وحدة زمنية معينة، وبالتالي انتاج طاقة حركية تمكن الفرد من الاستمرار في الاداء البدني لفترة طويلة مع تأخير ظهور التعب.

العتبة الاوكسيجينية: هي العتبة التي بعدها يبدأ التحسن في النظام الاوكسيجيني.

القدرة الاوكسجينية: قدرة الجسم على انتاج الاوكسيجين الطاقة بوجود الاكسجين.

القدرة اللاأوكسيجينية: قدرة الاكسيجين الجسم على انتاج الطاقة اللازمة للتقلص العضلي بدون الاعتماد على الاوكسجين.

التمارين البدنية الاوكسيجينية:هي وتلك التمارين التي تؤدي الى تحسين كفاءة نظم انتاج الطاقة بوجود الاوكسجين والتحمل الدوري التنفسي.

الحالة الثابتة:هي تلك الحالة التي يستقر عندها الاداء بمعدل نبض ثابت تقريبا لمدة معينة من الزمن.

اللياقة الفيزيولوجية: لياقة كل وظائف الجسم المختلفة و كفاءة عمل جميع أجهزته.

الكفاءة البدنية: كفاءة الجسم في انتاج الطاقة الهوائية واللاهوائية خلال النشاط البدني.

للياقة الدورية التنفسية: قدرة الجهازين الدوري والتنفسي على توجيه الاوكسجين الى العضلات العاملة لاستهلاكه اثناء العمل البدني الذي يؤديه لمدة

طويلة.

الوحدات الحركية: عبارةعن العصب المحرك ومجموعة الالياف العضلية التي يسيطر عليها ذلك العصب. مفهوم وظيفي الذي يربط بين الجهازين مختلفين (التركيب والوظيفة) هما الجهاز العصبي والجهازالعضلي .

المغازل العضلية: جسيمات خاصة تتحسس التغييير الحاصل في طول العضلة (معدل ذلك التغيير(وتكون منتشرة في العضلة المتمركزة في الوسط.

بيوت الطاقة" كوندريالميتو": احد عضيات الخلية ليس لها شكل ثابت وتتغيير حسب الحالة االفزيولوجية.

الاستجابة:عبارةعن ردود الافعال التي تحدث في الاجهزة الداخلية عند التدريب لمرة واحدة. تغيير في البناء اوالوظيفة يحدث نتيجة التدريب لمرة واحدة.

التكيف: تغييراو اكثر في البناء او الوظيفة تحدث كنتيجة لتكرار مجموعة من التمارينات البدنية.

النشاط البدني: حركة ناتجة من العضلات الهيكلية المكونة للجسم والذي ينتج عنه استهلاك طاقة.

التقلص البدني: وهو عبارة عن تحويل طاقة كيميائية مخزونة في العضلة الى طاقة حركية (ميكانيكية) بمساعدة البناء التركيبي الخاص بالليف العضلي

المحاضرة الثانية: الانظمة الطاقوية

تمهيد

يعتبر علم وظائف الأعضاء **هو فرع أساسي من فروع علم الأحياء يدرس** كيف تعمل الكائنات الحية وأجزاؤها .**إنه يركز على الوظائف الطبيعية للهياكل البيولوجية، بدءًا من الجزيئات والخلايا الفردية وصولًا إلى الأنسجة والأعضاء والأنظمة المعقدة في الكائن الحي بأكمله.**

بشكل أساسي، يحاول علم وظائف الأعضاء الإجابة على السؤال" :**كيف يعمل هذا؟**"

أولا: بعض المفاهيم في علم وظائف الاعضاء

فسيولوجيا الحركة physiologie du mouvement

هو العلم الذي يدرس التغييرات و التأثيرات الوظيفية المباشرة و البعيدة المدى التي تسببها الحركة (التمرينات البدنية) في وظائف العضلات و الأعضاء و الأجهزة الجسمية المختلفة جراء الجهد البدني ،و علاقة هعه الأنشطة بالصحة و اللياقة البدنية

فسيولوجيا الجهد البدني Physiologie de l’éffort

تعني معرفة الحالة التي يصل إليها الرياضي بعد أداء التدريبات الرياضية المقننة وفق برامج علمية مدروسة للوصول إى مرحلة الإنجاز، ويتطلب ذلك معرفة الحالة الطبيعية في وقت الراحة و حالة ما بعد الجهد مع ملاحظة التغييرات الحاصلة ما بين الحالتين مثل معدل النبض و حمض اللبن تعد دراسة وظائف الأعضاء خلال أداء الجهد البدني العامل المهم في رفع مستوى الإنجاز الرياضي إذا ما أستخدم بشكل صحيح و ملائم للقابلية البدنية والوظيفية

فسيولوجيا المرض Physiopathologie

معرفة الحالات غير الطبيعية و المرضية التي قد يصلها الرياضي أثناء أداء الجهد و لهعا يجب معرفة القابلية البدنية والوظيفية قبل ممارسة أي نشاط بدني أو رياضي لتجنب الوصول إى الحالة المرضية

علم النفس الفسيولوجيpsychophysiologie

التعرف على الأسباب الفسيولوجية للظواهر النفسية المرضية كالفصام و الاكتئاب و الوسواس ومحاولة ترجمة السلوك الإنساني بخطاب فسيولوجي أو عضوي يستمد لغة خطابه من كل من الجهاز العصبي و الجهاز الهرموني .

ثانيا: الأيض le métabolisme

يعرف الأيض بأنه التغييرات الكيميائية التي تتم في الخلايا أو الأعضاء الحية لتأمين الطاقة البيولوجية الضرورية لاستمرار الحياة و الأيض يتضمن فقط التغييرات الكيميائية التي تحدث داخل خلايا الأنسجة في الجسم و لا تتضمن التغييرات التي قد تحدث أثناء عملية هضم الطعام في الجهاز الهضمي.

يتكون الأيض من مرحلتين هما:

البناء: anabolisme هي عملية تصنيع أو تخليق المركبات الكيمياوية المعقدة (الكبيرة) اللازمة لنمو الخلية و صيانتها من مركبات بسيطة (صغيرة) مثل:

تحول سكر الجلوكوز إى جليكوجين يخزن في الجسم ،تحول الاحماض الدهنية و الكولسترول إى دهون تخزن تحت الجلد في مناطق مختلفة من الجسم ، وتحول الأحماض الأمينية إى مواد بروتينية تضاف إى بروتين الجسم وتجرى عملية البناء في جميع خلايا الجسم عدا الخلايا العصبية التي لا يحصل فيها تجدد هي عملية ضرورية للنمو وإصلاح الأنسجة ويتم ذلك بعملية كيميائية تدعى التصنيع بإزالة الماء، وهي تحتاج إى طاقة

الهدم: catabolisme

هو عملية تفكيك أو تحطيم المركبات الغعائية المعقدة التركيب إى مكونات بسيطة ، و تتم هذه العملية بواسطة التحلل المائي **hydrolyse** بإضافة الماء و هي تطلق طاقة.

مثل التحلل الكيماوي للدهون و الكربوهيدرات لإنتاج الطاقة حيث يتحول الجلوكوز و الأحماض الدهنية و الأمينية إي طاقة و ماء و ثاني أكسيد الكربون عندما يتجاوز البناء الهدم تحدث زيادة في الوزن و العك صحيح في حالة تجاوز الهدم البناء يحدث انخفاض في الوزن و إذا تساوت العمليتان يبقى وزن الجسم ثابت

ثالثا: أنظمة إنتاج الطاقة

مقدمة:

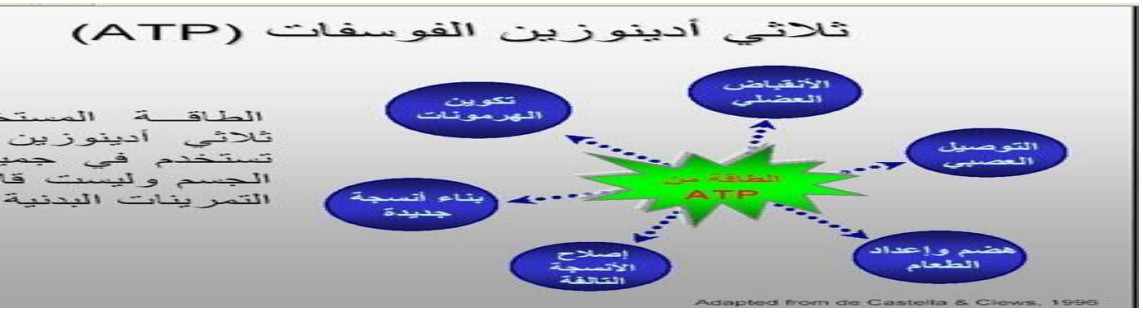
إن موضوع الطاقة يعتبر من الموضوعات الضرورية والهامة التي يجب على المدرب أن يراعيها جيدا ويضعها في الاعتبار عند تخطيطه لبرامج التدريب واختياره للتدريبات وطرق التدريب المناسبة لتنفيع تلك البرامج لتحقيق الهدف منها، وذلك لضمان الارتقاء بمستوي اللاعب ووصوله لمستويات الرياضية العالية.

نظرا لكون مصدر الطاقة الأصلي في الحياة هو الغذاء، حيث يأكله الإنسان والحيوان في شكل الكربوهيدرات والبروتين والدهون وبعلك يحصل على مركبات الطاقة في شكلها الغذائي وهو الغلوكوز والأحماض الدهنية والأحماض الامينية، يقوم الجسم بتخزينها أو استخدامها وتحويلها إى أشكال أخرى من الطاقة بواسطة التمثيل الغذائي (الأيض)

يوجد في جسم الإنسان مواد غذائية مهضومة ومتحولة بواسطة العمليات الأيضية إلى مركبات كيميائية قابلة لإنتاج وإطلاق طاقة كيميائية:

أدينوزين ثلاثي فوسفات **ATP** والفوسفو كرياتين **PC**

تستخدم هذه الطاقة الكيميائية الكامنة بالعضلات لأجل القيام بالانقباضات العضلية، أي تحولها إلى طاقة ميكانيكية أو طاقة حركية تنفعها العضلات الهيكلية..



يعد جزيء ثلاثي فوسفات الأدينوزين" **ATP**" المصدر الأساسي لإنتاج الطاقة في جميع خلايا الجسم وهو مركب كيميائي، له قابلية خاصة في الدخول بالعديد من تفاعلات تجهيز الطاقة العضلية وهذا بفضل وجود حوافز كيميائية تسمى الانزيمات والتي لها خاصية تسهيل الهدم، ويحتوي على رابطتين عليتين في الطاقة، كل واحدة تخزن حوالي **8000** كالوري

يوجد ثلاث أنظمة لإنتاج الطاقة يتوقف عليها حدود النشاط الرياضي وتختلف فيما بينها في كيفية وكمية إنتاج **ATP** وهي:

1. **النظام الفوسفاجيني أو النظام اللاهوائي لا لبني أو**ATP –CP أوAnaérobie Alactique

2.**نظام الجليكوجين لاكتيك أو النظام اللاهوائي لبني** أوAnaérobie Lactique

3.**النظام الهوائي** aérobie O2

1.**نظام الفوسفاجين** ATP-CP système phosphagène:

يكون الجهد المفضل: السرعة

هو النظام الأكثر بساطة والأكثر سرعة لإنتاج الطاقة **ATP**

إن عملية تحطيم مركب **(ATP)** الآتي والسريع جراء الانقباضات العضلية أي تحطم الرباط لجزيئة الفوسفات الأخيرة بواسطة إنزيم خاص يسمى (**ATPase**) سوف ينتج عنه مركبين هما ثنائي فوسفات الأدينوسين **(ADP)** والفوسفات الحرة اللاعضوية **(Pi)** ثم تنطلق طاقة **(Energie)** تساعد على تنفيع الانقباضات العضلية المطلوبة.

ATPase

ATP ⟶ **ADP + Pi +Energie**

لكن كمية **ATP** الموجودة في العضلات لا تكفي لإمداد الطاقة اللازمة لأقصى نشاط عضلي سوى لمدة **3**ثا بالنسبة لشخص خامل و **7** ثواني حتى بالنسبة للرياضي جيد التدريب ومعنى هذا أنها تكفي لسباق **50**م ومن هنا كان لابد من توافر نظام أيضي يعمل على بناء جزيئات **ATP** من جديد باستمرار حتى أثناء النشاط الرياضي ، والنظام هذا يعمل على تعويض الفاقد في **ATP** هو الفوسفوكرياتين

CP . يتم إعادة بناء مركب الطاقة الرئيسية **ATP** عن طريق مركب طاقوي موجود داخل الخلية و مخزن في الألياف العضلية يسمى الفوسفوكرياتين **CP** (2-3) أمثال محتواها من **ATP** ، الطاقة المحررة **E** عن طريق انفصال الفوسفات عن الكرياتين تستعمل لبناء جزيئات **ATP** جديدة بمساعدة أنزيم كرياتين كيناز الذي يعمل على فصل الفوسفات **(Pi)** عن الكرياتين **C** الطاقة المحررة تستعمل لجمع **(Pi)** الحرة مع جزيء **ADP** لتكوين **ATP**

Créatine kinase CK

ATP + Créatine ⟶ CP +

ADPبواسطة هذا النظام تتفادى الخلية مؤقتا نقص كمية **ATP** باستخدام مخزون**CP**

هذه العملية سريعة ولا تتطلب وجود عضيات خلوية متخصصة، هذا النظام لا يستخدم الأكسجين لهذا يسمى لاهوائي.

وبما أن كميات مركبات الطاقة لنظام الفوسفاجيناللاهوائي **(ATP-CP)** والمخزنة بالألياف العضلية محدودة وقليلة نسبياً، حيث تبلغ حولي(**0,3** مول) فقط بالنسبة لعضلات الإناث (**0,6** مول) في عضلات الذكور، لعلك فإن كمية الطاقة التي سوف ينتجها هعا النظام قليلة ومحدودة جداً.

إن فائدة هذا النظام اللاهوائي هو سرعة تجهيز الطاقة وقلة كميتها.

خلال الثواني الأولى(**3-7**ثا) للتمرين العضلي ذو الشدة العالية مثل سباق السرعة كمية **ATP** المخزنة في العضلة تنفع بسرعة و بعد مدة(**10-15** ثانية) ينفع مخزون **CP** بمقدار إنتاج **ATP** ، ولا يسمح بضمان انقباضات عضلية إضافية ، بعد هذه المرحلة يجب على العضلات استخدام مصادر أخرى لاستمرار ضمان إمداد الطاقة يستخدم هذا النظام في الأنشطة ذات شدة قصوى ومدة قصيرة كما في سباقات عدو المسافات القصيرة **100**م والوثب والقفز والدفع والرمي بألعاب المضمار والميدان ومختلف حركات رياضة الجمباز.

مميزات النظام اللاهوائي الفوسفاجيني:

- يعمل بدون وجود أكسجين يعد المصدر الأول للطاقة
- سريع جدا في تحرير الطاقة اللازمة خلال العمل العضلي عالي الشدة العي يتطلب زمنا قصيرا لا يدوم طويلا **10-15** ثانية

- إنتاج الطاقة محدود جدا وينتج جزيء واحد من **ATP** مخزون الطاقة في العضلة قليل.

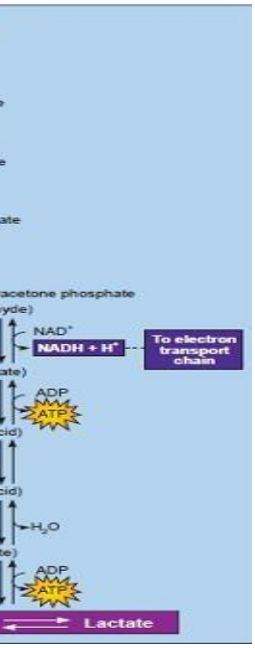
2.نظام حامض اللاكتيك أو اللاهوائي لبني Le système anaérobie lactique

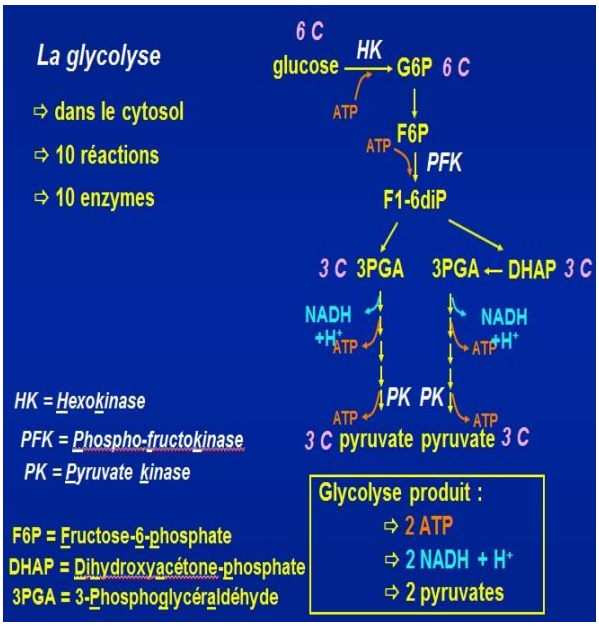
- هنا الجهد المفضل : المقاومة **la résistance**

يطلق على نظام حامض اللاكتيك اللاهوائي هذا بنظام الجلكزة اللاهوائية لتحرير الطاقة وأن مصطلح الجلايكولي **glycolyse** يرجع إلى عملية تحطيم الكربوهيدرات أي السكريات، ومصطلح اللاهوائي **Anaérobie** يعني بدون وجود عنصر الأوكسجين في التفاعلات يمثل الجلوكوز **99%** من السكريات الموجودة في الدم تأتي كلها من هضم هيدرات الكاربون و تفكيك جليكوجين الكبد.

تبدأ الجلكزة اللاهوائية عند تكوين **G6P** جزيء مكون من **6** كربون ، في الأخير ينتج عن هعه السلسة من التفاعلات حامض البيروفيك **acide pyruvique** جزيء يتكون من **3** ذرات كربون +الهيدروجين + طاقة) تستخدم لتجديد **ATP** (في غياب) نقص (الأكسجين يتحد الهيدروجين بحمض البيروفيك لتكوين حمض اللاكتيك

الربح الصافي هو **3** مول **ATP** عن طريق **1** مول جليكوجين و **2** مول **ATP** عن طريق **1** مول جلوكوز





هذا النظام لا ينتج كمية كبيرة من **ATP**، العمل المدمج ما بين أنظمة **ATP–CP** والجلكزة اللاهوائية تسمح للعضلة بإنتاج الطاقة عندما يكون إمداد الأكسجين محدود شيء آخر يحد هعا النظام هو ت راكم حمض اللاكتيك داخل العضلة وفي السوائل العضوية حموضة الألياف العضلية تعطل تكسير الجليكوجين بتغيير الوظيفة الأنزيمية للجلكزة اللاهوائية وخفض قدرة إنشاء جسور اتحاد الأكتين مع الميوزين. وعندما يتم تجمع وارتفاع تركيزها الحامض بالعضلات والدم إلى درجات عالية (أكثر من **4** ملمول/لتر) يطرأ التعب العضلي موقتاً على العضلات العاملة للرياضي ، ويصبح غير قادراً على الاستمرار بذلك النشاط

بواسطة هذا النظام تدفق استهلاك الطاقة قد يصل إلى**200** مرة أكثر عن حالة الراحة ولكن سرعته في توفير الطاقة أقل من سرعة النظام الفوسفاجيني. هذا النظام لا يمكنه تلبية حاجيات الجسم من الطاقة، بدون وجود وسيلة أخرى للتجديد **ATP** قدرتنا على مواصلة التمرين تصبح محدودة ببضع دقائق **2–3**د

هذا النظام يكون السائد في الأنشطة والمسابقات والتمارين الرياضية ذات الشدة العالية والتي تستغرق فترة زمنية تتراوح ما بين (**1**د **30**ثا)

- **2** إلى**3** د(مثل سباقات المقاومة) (**résistance**)

الجري للمسافات المتوسطة ما بين **400** – **800**م ، السباحة لمسافات أقل من **200**م .

مميزات نظام حامض اللاكتيك

- يعمل بدون وجود الأكسجين تحدث التفاعلات في السيتوبلازم مصدر الطاقة فيه الجلوكوز
- زمن التدخل : خلال الثواني الأولى للتمرين لكن بدرجة أقل من النظام اللاهوائي اللالبني، أهميته في تجديد **ATP** تبدأ بعد **10**–**15**ثا سريع في عملية تحرر الطاقة ، خاصة في النشاطات العضلية الشديدة والتي تستغرق فترة قصيرة يدوم فترة من **1** د **30**ثا إلى**2**–**3** د
- إنتاج الطاقة فيه محدود **2** جزيئات **ATP** من جزيء (جلوكوز) ينتج عنه حامض اللاكتيك الذي يسبب التعب العضلي

3.نظام الطاقة الهوائي :Filière aérobie

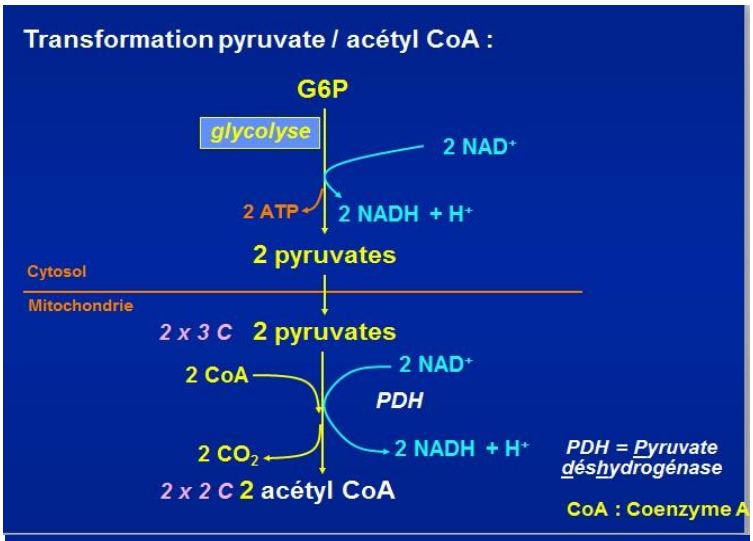
آخر نظام خلوي لإنتاج الطاقة هو النظام الهوائي (أكسدة العناصر الغذائية السكريات و الليبيدات)، فهو أكثر تعقيد من النظامين السابقين العملية التي من خلالها يتم استخلاص الطاقة لتجديد **ATP** عن طريق الأكسدة بتوفر عنصر الأكسجين) النظام الهوائي (تحدث داخل عضيات خلوية متخصصة : الميتوكندريا) في العضلات نجدها ملتصقة باللويفات ومنتشرة في السيتوبلازم (الأيض الهوائي هو النظام الأساسي الذي يسمح بإمداد الطاقة خلال تدريبات التحمل الهوائية بفعالية وكمية كبيرة يملك أفضلية القدرة على استخدام الطاقة عن طريق هدم السكريات **(glucides)** الدهون **(lipides)** أي الأحماض الدهنية والبروتينات **(proteines)** أي الأحماض الأمينية

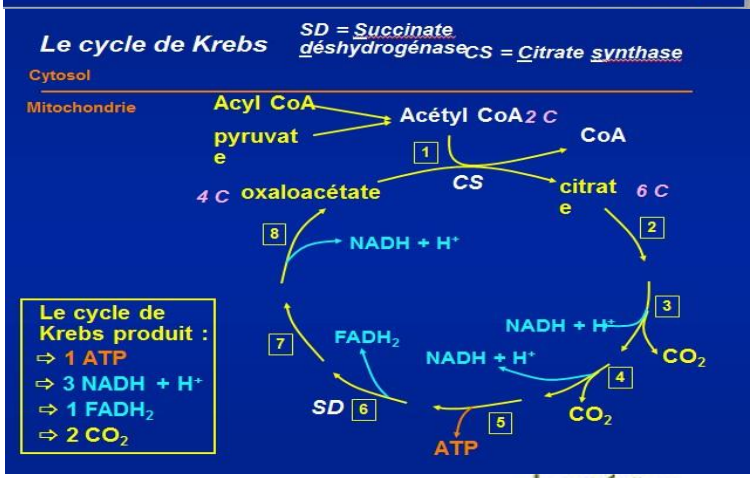
(la chaine وسلسلة نقل الإلكترونات **(cycle de creps)** حلقة كريب، **(la glycolyse)** ثلاث عمليات مشتركة :الجلكزة **(de transport des électrons**

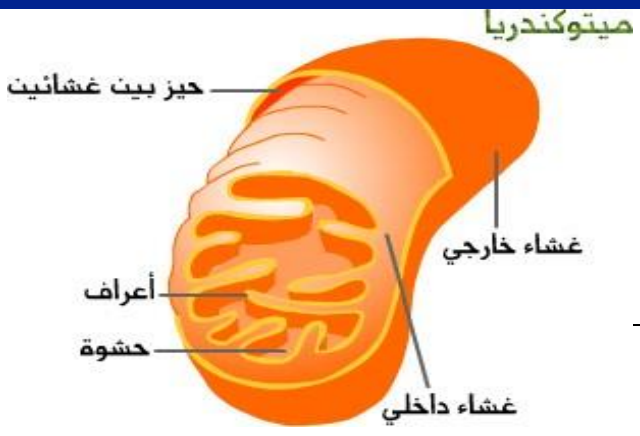
تخزن العضلة الهيكلية والكبد حوالي **1200** إلى**2000** كيلو كالوري على شكل جليكوجين حوالي **100**غ في الكبد و**300**غ في العضلات هذا بالنسبة لشخص خامل أما بالنسبة للرياضي يمكن أن تكون أكثر

الميتوكوندريا: Mitochondrie

هي مركز معظم التفاعلات الكيميائية التي تحول الطاقة الموجودة في الغذاء إلى شكل آخر من أشكال الطاقة الكيميائية(**ATP**) بعملية التنف الخلوي . هي أجسام على شكل كروي ، أو عصوي ، أو أنبوبي ، و يبلغ طولها(**1-5**) ميكروميتر تكثر في الخلايا النشطة جدا، يصل عددها إلى**1000** في الخلية الكبدية مثلا. يحيط الميتوكوندريا جدار يتألف من غشائين، يمتد الغشاء الداخلي على شكل صفائح تسمى الأعراف، إن أكثر من **90%** من الطاقة التي تستخدمها الخلايا مصدرها التنف الهوائي وبما أن الأنزيمات التنفسية الضرورية لحدوث هذه العملية) أي أكسدة المواد الغعائية لتحرير الطاقة(موجودة في الميتوكوندريا لذا سميت بيوت الطاقة للخلية







– إن تدريبات التحمل الهوائية المنتظمة سوف تقود إلى زيادة أحجام وأعداد هذه المتقدرات داخل الخلايا قد تصل إلمائات في الخلية الواحدة

الجلكزة – la glycolyse :

هي السبيل المشتر لهدم هيدرات الكاربون بوجود أو غياب الأكسجين .في غياب الأكسجين نتحصل

على **2** مول **ATP** و **2** (+ **NADH+H**) حمض البيروفيك أو (حمض اللاكتيك)

بوجود الأكسجين يتحول حمض البيروفيكإى أستيلكوأنزيم **(acétyl CoA)** جزيئ مكون من **2** كربون ، المنتوج الوحيد العي تتقبله الميتوكندريا وبعد تحول حمض البيروفيكإى **(acétyl CoA)** في وجود الأكسجين نتحصل على

NADH+H2

ب- حلقة كريب (cycle de creps) :

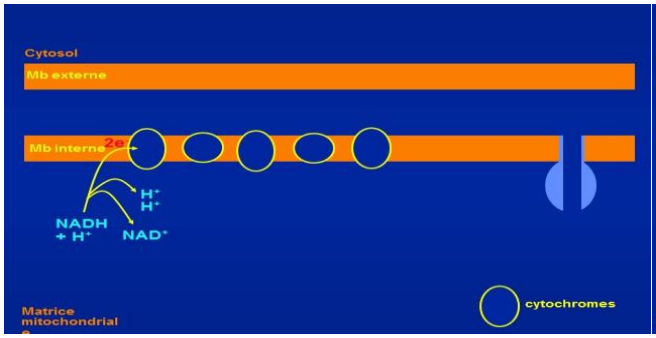
بعد تحوله يدخل الأستيل **COA** داخل الميتوكندريا أين يدخل في سلسلة من التفاعلات الكيميائية تسمى حلقة كريب تسمح بأكسدته بالكامل ، في نهاية الحلقة نتحصل على:

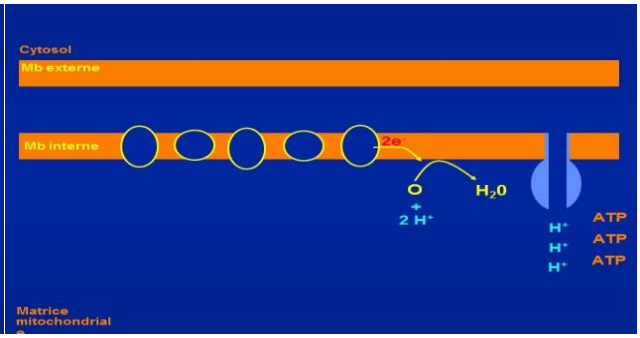
1(+**FADH**و) **3** (+**NADH**) و **ATP** مول **1**

تتحد ذرات الكربون مع الأكسجين لتكوين **CO2** يطرح خارج الخلية يمر داخل الدورة الدموية حيث يتم طرحه أثناء الزفير

ج- سلسلة نقل الإلكترونات la chaine de transport des électrons

خلال الجلكزة تتحرر أيونات الهيدروجين+**H** خلال تحول الجلوكوز إلى حمض البيروفيك، أيونات+**H** أخرى كثيرة تتحرر خلال حلقة كريب، إذا تجمعت داخل الخلية تزداد درجة الحموضة الخلوية، من حسن الحظ أن حلقة كريب مرتبطة بسلسلة أخرى من التفاعلات الكيميائية تحمل اسم سلسلة نقل الإلكترونات يتم التكفل بأيونات الهيدروجين حيث ترتبط بمرافق أنزيم **coenzyme:NAD** و **FAD** اللذان ينقلانها إلى سلسلة الإلكترونات





خلال هذه الحلقة، الطاقة الموجودة في بروتون الهيدروجين **H+** تستعمل لضمان الفسفرة التأكسدية، أي إضافة فوسفات إلى جزيء **ATP** لتكوين **ADP** في نهاية الحلقة ،أيونات الهيدروجين تتحد مع الأكسجين لتكوين الماء ، مما يسمح بتفادي حموضة الوسط

المنتوج النهائي: **bilan final**

ATP + 2 (NADH) +10(FADH) **مول**4

في المجموع38 **مول أو جزيء** ATP **تم تخليقها عن طريق واحد مول جلوكوز و** 39 **مول** ATP **عن طريق واحد مول جليكوجين**

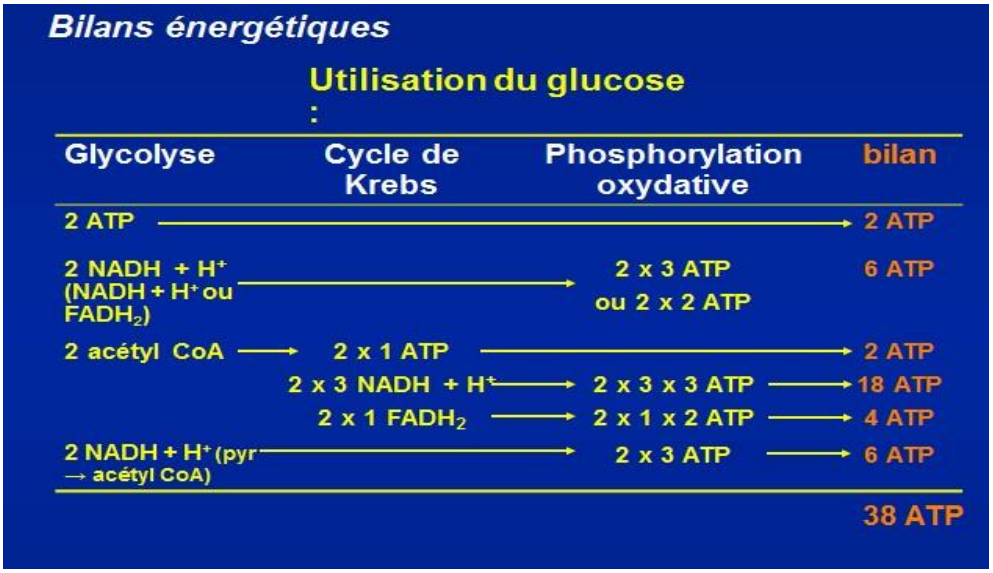
ملاحظة:

1NADH+H = 3ATP

1FADH+H = 2ATP

Glucose($C_6H_{12}O_6$) + $6O_2$ ⟵ 38ATP + $6H_2O$ + $6CO_2$

طاقة هذا النظام الهوائي تستخدم في الأنشطة ذات شدة معتدلة و لمدة غير محدودة مثل سباق الضاحية **crosscountry** وسباق الماراثون **42,2** كلم والثلاثي (**1500**م سباحة + **40**كلم دراجة+**10**كلم عدو)

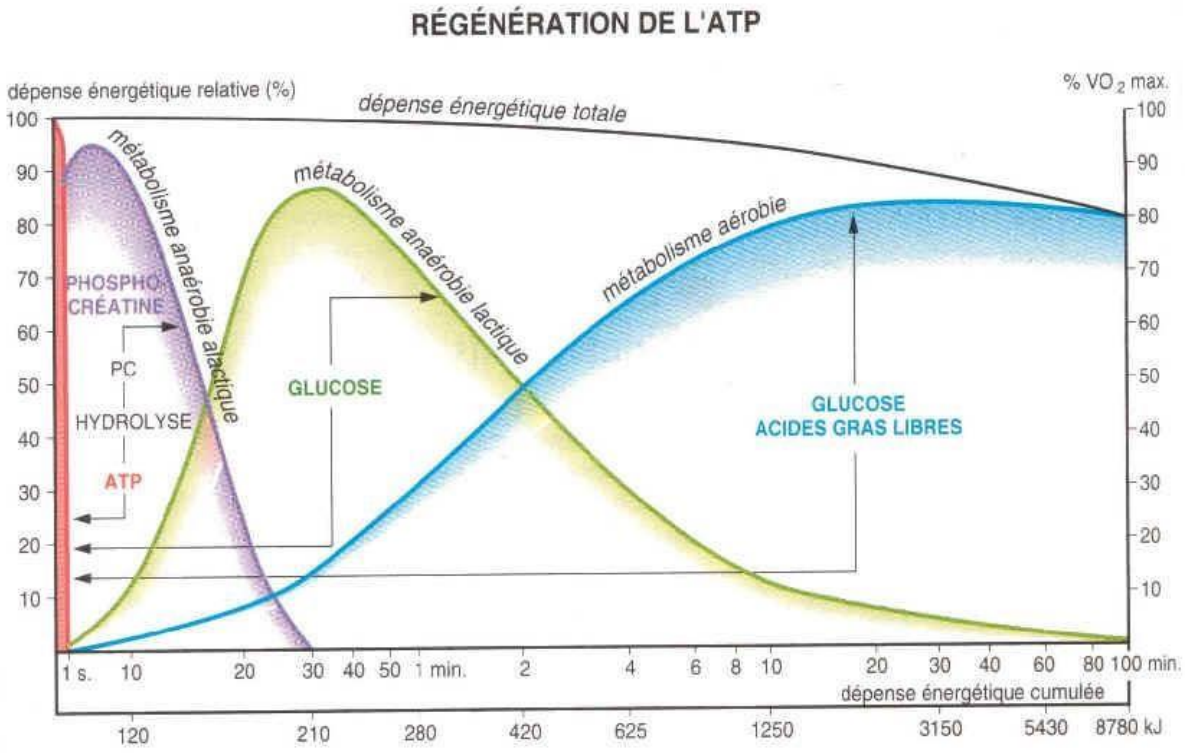


مميزات النظام الهوائي:

- يعمل بوجود الأكسجين
- تحدث التفاعلات الكيميائية في السيتوبلازم وتكتمل بعيدا في الميتوكوندريا
- مصدر الطاقة فيه الجلايكوجين والدهون والبروتينات بطيء في تحرير الطاقة لكن يدوم لفترة طويلة
- يكون السائد في الأنشطة ذات شدة خفيفة إلى معتدلة والتي تستغرق وقتا طويلا (أنشطة التحمل)
- إنتاج الطاقة فيه كبير وغير محدود وتعتمد التفاعلات فيه على توفر الأكسجين
- لا يحدث التعب العضلي مصاحبا لإنتاج الطاقة

التداخل بين نظم إنتاج الطاقة (مشاركة مختلف المنابع):

من خلال الشكل الموالي يمكننا فهم أن مجموع منابع الطاقة تبدأ في العمل في نف الوقت ولا يبدو أي نظام مستقل عن الآخر فهي مترابطة، لكن مساهمتهم متعاقبة بسبب زمن التدخل الفعلي المختلف ويتوقف التفاعل بينها على التغييرات التي تحدث في شدة و سرعة الأداء والمسافة والزمن المستغرق، ففي سباق العدو **100-200**م النظام السائد هو الفوسفاجيني وكلما تقل سرعة الأداء وتزيد المسافة فإن النظام يتحول إى حامض اللاكتيك أو الهوائي كمصدر لإمداد الطاقة ويتفاعل نظام حامض اللاكتيك مع نظام الهوائي كما في جري (**400 – 800** م) ، وعندما يطول زمن الأداء فإن مصادر الطاقة الهوائية تسهم بشكل أكبر، لعلك فإن معظم الاختبارات التي تقي نظم الطاقة تعتمد على الزمن



جدول توزيع الأنشطة الرياضية وفق نظم الطاقة السائدة

مدة التدخل	النظام اللاهوائي اللا لبني	النظام اللاهوائي اللبني	النظام الهوائي
05 ث	85%	10%	5%
10 ث	50%	35%	15%
30 ث	15%	65%	20%
01 د	8%	62%	30%
02 د	4%	46%	50%
04 د	2%	28%	70%
10د	1%	9%	90%
30 د	1%	4%	95%
01 سا	1%	2%	97%
02 سا	1%	1%	98%

ينصب اهتمامنا حول جانبي القدرة و السعة لكل منبع حيث تتغيران حسب شدة التمرين والمدة التي يستغرقها و كما كمية مخزون الطاقة تمثل القدرة (قدرة المنبع) كمية العمل المنجز بوحدة الزمن، تمثل السعة (سعة المنبع) كمية الطاقة الجاهزة في المنبع أو النظام، فلكل نظام سعة و قدرة محددة

العتبة الهوائية و العتبة اللاهوائية:

يعتبر التمرين هوائي عندما تصل نسبة ال لاكتات**2** ملي مول/ل هعا الحد يحمل اسم العتبة الهوائية ، بعد هعا الحد كل زيادة في الشدة التمرين تؤدي آليا زيادة سريعة في اللاكتات ، تقع العتبة اللاهوائية عند حد **04** ميلي مول/ل

يطلق على مصطلح العتبة الفارقة اللاهوائية**le seuil anaérobique** مستوى شدة الحمل البدني العي يزيد بعدها معدل انتقال حامض اللاكتيك من العضلات اى الدم بدرجة تزيد عن معدل التخلص منه في الدم .هي اعلى معدل حيوي يبقى عنده تركيز حامض اللاكتيك في حالة ثباته اثناء التدريب.

لعلك نرى ان تطوير الحد الاقصى لاستهلاك الاوكسجين للرياضي من الضرورات من اجل تطوير القابلية الهوائية فحسب بل لعلاقته المباشرة بالعتبة الفارقة اللاهوائية التي تكون العامل الرئي العي يعتمد عليه الرياضي طول زمن المنافسة ويتراوح معدل القلب عند مستوى العتبة الفارقة اللاهوائية **180** ضربة / دقيقة وهعا يعتبر مؤشراً للمدرب للتأكد على ان تأثير احماله التدريبية في هعا المستوى لتحسين وتطوير تحمل اللاعب الهوائي.

تعويض الدين الاوكسجين :

ونقصد بالدين الأكسجيني كمية **O2** المستهلكة أثناء فترة استعادة الشفاء بعد الأداء البدني والتي تزيد عن نف الكمية المستهلكة أثناء الراحة ، بما في ذلك استعادة مخزون الطاقة المستهلكة خلال العمل و إزالة حامض اللاكتيك هي كمية الاوكسجين المستهلكة لأكسدة المواد الناتجة عن العمل اثناء الاستشفاء مطروحا منه كمية الاوكسجين المستهلكة اثناء الراحة.

خاتمة

من الضروري على المدرب أو المربي أن يحصن نفسه علميا في كيفية و معرفة عمل أنظمة الطاقة في جسم الإنسان الرياضي لكي يبني عليه العملية التدريبية. ولعلك فإن تدريب نظم إنتاج الطاقة ورفع كفاءتها يعني رفع كفاءة الجسم في إنتاج الطاقة ، أي رفع كفاءة الجسم في الأداء الرياضي ، ولعلك أصبحت برامج التدريب كلها تقوم على أسس تنمية والفهم التطبيقي لنظم إنتاج الطاقة وأصبح إنتاج الطاقة وتنميتها هما لغة التدريب الرياضي الحديث والمدخل المباشر لرفع مستوى الأداء الرياضي دون إهدار للوقت والجهد العي يبعل في اتجاهات تدريبية أخري بعيدة كل البعد عن نوعية الأداء الرياضي التخصصي.

المحاضرة الرابعة: فيزيولوجيا الجهاز العضلي

مقدمة

تعتمد قدرة جسم الإنسان على الحركة، وضخ الدم، وأداء عدد لا يحصى من الوظائف على نظام العضلات الرائع والمعقد. فيزيولوجيا العضلات هي دراسة كيفية عمل العضلات، من المستوى الجزيئي إلى الإجراءات المتكاملة للأعضاء بأكملها.

توجد ثلاثة أنواع أساسية من العضلات في جسم الإنسان، لكل منها خصائص ووظائف مميزة: اولا العضلات الهيكلية: موقعها :متصلة بالعظام، ومسؤولة عن الحركة وهي إرادية (نحن نتحكم في حركتها بوعيوظهر مخططة بسبب الترتيب المنظم للبروتينات الانقباضية، ووظيفتها تنتج الحركة، تحافظ على الوضعية، تولد الحرارة.

أما العضلات الملساء نجدها في جدران الأعضاء الداخلية (مثل الجهاز الهضمي والأوعية الدموية والمثانة والرحم فهي لا إرادية (لا نتحكم فيها بوعي) وتظهر غير مخططة (ملساء) ووظيفتها تنظم حجم الأعضاء، تحرك المواد عبر الممرات (الحركة الدودية)، تتحكم في تدفق الدم.

ويوجد ايضا عضلة القلب توجد فقط في القلب فهي لا إرادية وتظهر مخططة، ولكنها تحتوي أيضًا على أقراص بينية (وصلات متخصصة تسمح بالاتصال الكهربائي السريع ووظيفتها تضخ الدم في جميع أنحاء الجسم.

1-تعريف الجهاز العضلي:

هو احد المكونات الثلاثة للجهاز الحركي الذي يتكون من العظام والمفاصل والعضلات المتحركة، فإن العضلات هي الجزء الحيوي للجهاز الحركي وانقباضها وارتخائها يؤدي الى حدوث الحركات المختلفة بالجسم سواء كانت خارجية مثل المشي والجري وتحريك أي عضو من الأعضاء الخارجية و أيضا الحركات الداخلية التي تقوم بها الاعضاء الداخلية بالجسم مثل المعدة والامعاء والمثانة وجدار الاوعية الدموية وقنوات الغدد المختلفة وغيرها، كما ان هناك عضلة القلب التي تعمل باستمرار منذ فترة تكوين الجنين الأولي قبل الولادة و حتى الوفاة.

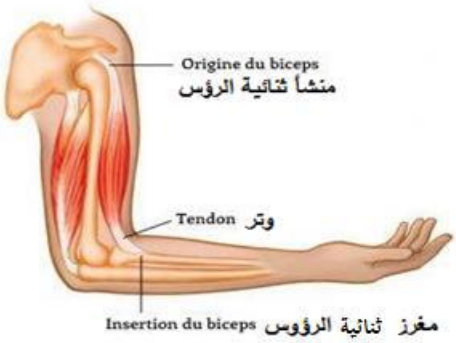
هناك 3 أنواع من العضلات

1- العضلات الملساء : غير مخططة ولارادية، توجد هذه العضلات في القناة الهضمية والممرات التنفسية الأجهزة البولية والتناسلية والأوعية الدموية، و بسبب وجودها في هذه التراكيب فهي قادرة على التحكم بتدفق المواد المارة فيها مثلا(:التقلص الاستداري(péristaltique mouvement)

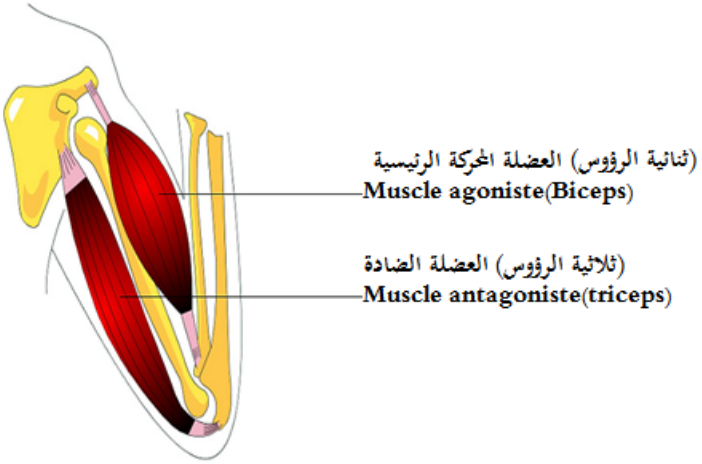
2- العضلات القلبية: مخططة لإرادية توجد في القلب حيث يؤدي انقباضها إلى ضخ الدم في الشرايين وهي تشترك مع العضلات الملساء في أنه يتم التحكم فيها بواسطة الجهاز العصبي الذاتي.

3- العضلات الهيكلية (المخططة): تشكل الجزء الأكبر من العضلات في الجسم يبلغ عددها بالجسم حوالي 600 عضلة تمثل حوالي 40% من وزن الجسم لدي الشخص العادي ذكر و 28% لدى النساء. سميت هذه العضلات بالهيكلية نظرا لارتباط معظمها بعظام الهيكل . ولهذا فهي قادرة بالتآزر مع عظام الهيكل ومع الجهاز العصبي على احداث الحركة الموضعية(العين) و الانتقالية (الأطراف.) مخططة ، إرادية لأن الجهاز العصبي المركزي عموما وتحديدا الدماغ ، يعبر عن إرادته أو عما يفكر فيه عن طريق التحكم فيها بالانقباض.

تتميز العضلة الهيكلية بان لها طرفين احدهما يسمى بأصل(منشأ) العضلة origine حيث يلتصق وتر العضلة بالعظمة الثابتة مما يجعلها غير قابلة للحركة، والطرف الآخريعرف(بالمغرز) أو المدغم insertion أين يلتصق وترالعضلة بالعظمة المتحركة مما يجعلها قابلة للحركة بدرجات متفاوتة. عند القيام بالحركة فإن العظام تعمل مثل الرافعات والمفاصل تعمل مثل نقاط الارتكاز.



العضلة التي تلتصق بعيدا تعطي حركة أقوى العضلة التي تلتصق قريبا تعطي مجال حركة أكثر أي أن القوة تزداد بابتعاد المغرز عن المفصل بينما مجال الحركة يقل، أي أن القوة ومجال الحركة يتناسبان عكسيا تتم معظم الحركات بواسطة مجموعة من العضلات و ليس عضلة واحدة وتكون معظم العضلات مرتبة بشكل أزواج مضادة حول المفصل (مثل ثني بسط، تبعيد تقريب) تسمى العضلة التي تقوم بالحركة المطلوبة بالمحرك الرئيسي agoniste فعند تقلص هذه العضلة فإن عضلة أخرى تسمى بالعضلة الضادة antagoniste تنبسط، فمثلا عند ثني مفصل المرفق فإن العضلة ثنائية الرأس العضدية تنقبض وتسمى بالعضلة المحركة بينما العضلة ثلاثية الرؤوس العضدية تنبسط وتسمى بالعضلة الضادة، لكن عند بسط مفصل المرفق فإن العضلة ثلاثية الرؤوس العضدية تكون عضلة محركة بينما العضلة ثنائية الرأس تكون عضلة ضادة



وهناك عضلات تسمى عضلات مؤازرة muscles synergiques تساعد العضلة الشادة (المحركة) بالتقليل من الحركات الغير مرغوب فيها للعظم الثابت، لذا عندما تلتقي العضلة بمفصلين أو أكثر، تقلصها يحدث حركة في كل المفاصل إذا لم تتواجد عضلات مؤازرة لتثبيتها فمثلا عند ثني المرفق فإن العضلة الدالية و الصدرية الكبرى تثبتان الذراع والكتف و تسميان مؤازرة كذلك يمكن قبض اليد دون ثني المعصم لأن عضلات مؤازرة ثبتت المعصم و سمحت للعضلات المحركة بتحريك مفاصل الأصابع فقط

2-مميزات العضلة الهيكلية:

- **قابلية التهيج أو استثارية (excitabilité)**: يقصد بذلك استقبال المنبهات والاستجابة لها وتكون تلك المنبهات غالبا مادة كيمائية كالنواقل العصبية والتغيرات في درجة الحرارة أو ميكانيكية (قرط على الجلد مثلا.)
- **قابلية التقلص أو الانقباضية (contractilité)** : أي أن الألياف العضلية لديها القدرة على أن تقصر من طولها عند استقبالها لمنبه واف.
- **قابلية التمدد (extensibilité)** : اذ يمكن شد الألياف العضلية لتأخذ طولا أكبر من طولها الطبيعي أثناء الراحة، الخاصية التي تتميز بها العضلة دون أي حركة نشطة ، حيث تبقى في حالة انقباض خفيف مستمر و لا إرادي (خلال وضعية الوقوف(النغمة العضلية)
- **المرونة أو المطاطية (élasticité)** :هي قابلية الليف العضلي العودة إلى طوله الطبيعي بعد التقلص

3- الوظائف العامة للعضلات:

- احداث الحركة :

هناك نوعين من الحركة : حركة موضعية كحركة العين في محجرها مما يمكنها من التوجه نحو الاشياء التي نريد رؤيتها دون الحاجة إلى تحريك الرأس أو كحركات عضلات العنق التي تحرك الرأس في اتجاهات عديدة . و هناك حركة انتقالية تساعدنا على الانتقال من مكان لآخر أو على تغيير وضع الجسم للحفاظ على التوازن.

- **الحفاظ على وضع الجسم (القوام)** : تعمل كثير من عضلات الجسم بشكل مستمر للحفاظ على وضع الجسم– ثابت ومستقر رغم وجود تأثير دائم لقوة الجاذبية

- **تثبيت المفاصل**: تفتقر بعض المفاصل إلى وجود أنسجة داعمة لها ولذلك تقوم العضلات اثناء شدها للعظام المحيطة بالمفصل بتثبيت المفصل واعطائه دعما ومن أوضح الأمثلة ، مفصلا الركبة و الكتف.

–**توليد الحرارة و الحفاظ على درجة حرارة الجسم:** تستهلك العضلات عند انقباضها طاقة كيمائية على هيئة ATPحيث أن العضلات لا تستغل هذه الطاقة بنسبة % 100 فإن جزء من هذه الطاقة % 75 يتبدد على هيئة حرارة لها أهمية حيوية لأنها تبقي الجسم على حرارة مناسبة تنتشر في الأنسجة المحيطة و تعطي احساسا بالدفء خاصة في فصل الشتاء.

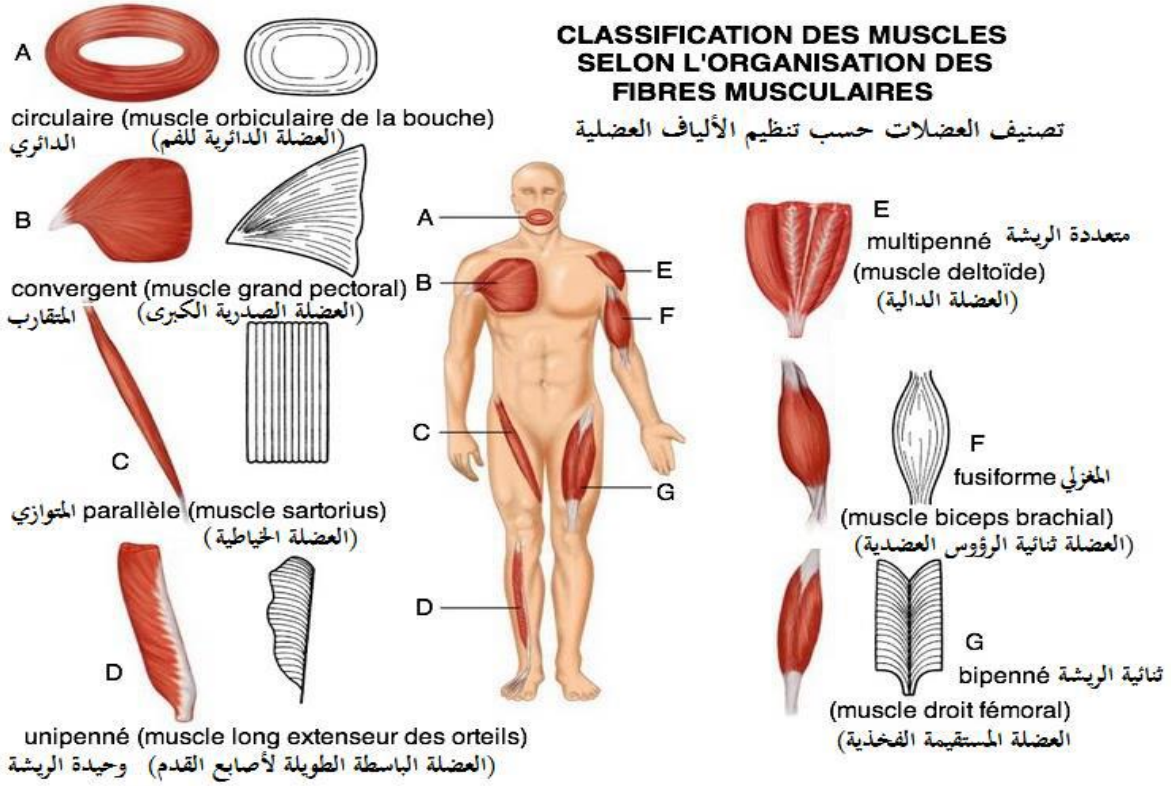
بما أن العضلات الهيكلية تمثل حوالي % 40 من كتلة الجسم فأغلب الحرارة تتحرر بواسطتها، يعتبر الارتجاف الذي يحدث عند التعرض للجو البارد آلية فسيولوجية اذ تنقبض العضلات الهيكلية لتثبيت الحرارة في الجسم وتعيد إليه الدفء أو تمنع المزيد من الانخفاض في درجة حرارة الجسم(الحفاظ على التوازن الوظيفي للجسم .

4–تصنيف العضلات حسب تنظيم الألياف العضلية:

تحتوي العضلة على ألياف عضلية بشكل حزم داخل العضلات، إن تنظيم هذه الحزم بالنسبة إلى وتر العضلة يأخذ أحد الأشكال التالية:

- **الشكل الدائري: Circulaire** أليافها مرتبة على شكل حلقات دائرية نحو المركز ،تتمثل وظيفتها في إغلاق فتحة القناة مثل العضلة الدائرية للفم أو العين Exemple : Le muscle orbiculaire de la bouche ou de l’œil
- **الشكل المتقارب: convergent** تتجمع مغازل العضلة نحو الوتر الوحيد من الاصل إلى المغرز ، شكلها يشبه يد المروحة اليدوية ،مثلا: العضلة الموجودة في الجزء الأمامي للجذع . Grand pectoral
- **الشكل المتوازي : parallèle** تتجه أليافها بص ورة متوازية من الأصل إلى المغرز ،مثلا : العضلة الخياطية.
- **الشكل وحيدة ، ثنائية و متعددةالريشة: Uni, bi et multi Penné** اتجاه أليافها يشبه تنظيم الريشة ، حيث تتجه بصورة مائلة من الأصل إلى المغرز إما من جهة واحدة و تسمى وحيدة الريشة أو من جهتين فتسمى ثنائية الريشة أو متعددة الريشة. مثلا: العضلة الباسطة الطويلة لأصابع القدم Le muscle long extenseur des orteils و العضلة المستقيمة الفخذية le muscle droit fémoral و العضلة الداليةle muscle deltoïde

- **الشكل المغزلي : fusiforme** تركيب أليافها يكون شبيهاً بالمغزل، حيث تكون مدببة الطرفين منتفخة الوسط، وتتكون من ألياف طويلة ، ومن أهم العضلات المغزلية : ثنائية الرؤوس العضدية و رباعية الرؤوس الفخذية.



5-تسمية العضلات الهيكلية:

تحتوي العضلات مثل العظام على شكل و حجم مختلف ملائم للدور الذي تلعبه في الجسم .تسمى العضلات الهيكلية حسب بعض المواصفات التي ترتكز على الخصائص البنيوية و الوظيفية.

1- للدلالة على اتجاه الألياف العضلية: Direction des fibres –

تسمى بعض العضلات مقارنة بخط وهمي على العموم لمسطح الأوسط للجسم أو المحور العمودي لعظم الطرف.

عندما يحمل إسم العضلة مصطلح مستقيمة) Droit (،هذا يعني أن ألياف العضلة متوازية مع الخط الوهمي الناصف للجسم .نفس الشيئ عندما تحمل العضلة إسم المائلة Oblique ، هذا يعني أن ألياف العضلة مائلة مقارنة بالخط الوهمي مثلا : العضلة البطنية المستقيمة Droit de l'abdomen و العضلة البطنية المائلة الخارجية Oblique externe

2- للدلالة على حجمها النسبي: La taille relative du muscle –

مصطلحات مثل الصغيرة ،الكبيرة الطويلة القصيرة الكبرى الصغرى تشكل في الغالب أسماء العضلات مثلا: العضلة الصدرية الكبيرة pectoral grand ، المقربة الطويلةlong adducteur

3- للدلالة على موقعها La localisation du muscle – :

يمثل إسم بعض العضلات العظم الذي تشترك معه ،مثلا تقع العضلة الصدغية على العظم الصدغي و الضنبوبية الأمامية أمام الضنبوب.

4-للدلالة على عدد المنشأ Le nombre d'origine – :

تمثل مصطلحات مثل ثنائي ثلاثي و رباعي الرؤوس أسماء العضلة ،نستنتج أن هذه الأخيرة لها اثنان أو ثلاث أو أربع مصادر.مثل ثنائية ال أ رس biceps brachial ، رباعية الرؤوس الفخذيةQuadriceps fémoral

5- للدلالة على نقاط اتصالها (أصلها و مغرزها: Les points d'insertion –

تسمى بعض العضلات حسب نقاط الاتصال مثلا – :العضلة القصية الترقوية الخشائية sternocléidomastoïdien نقطة الاتصال الأصلية بالقص Sternum و الترقوة Clavicule و نقطة مغرزه على نتوء عظم الصدغية

Processus mastoïdien de l'os temporal

6- للدلالة على شكلها: La forme du muscle –

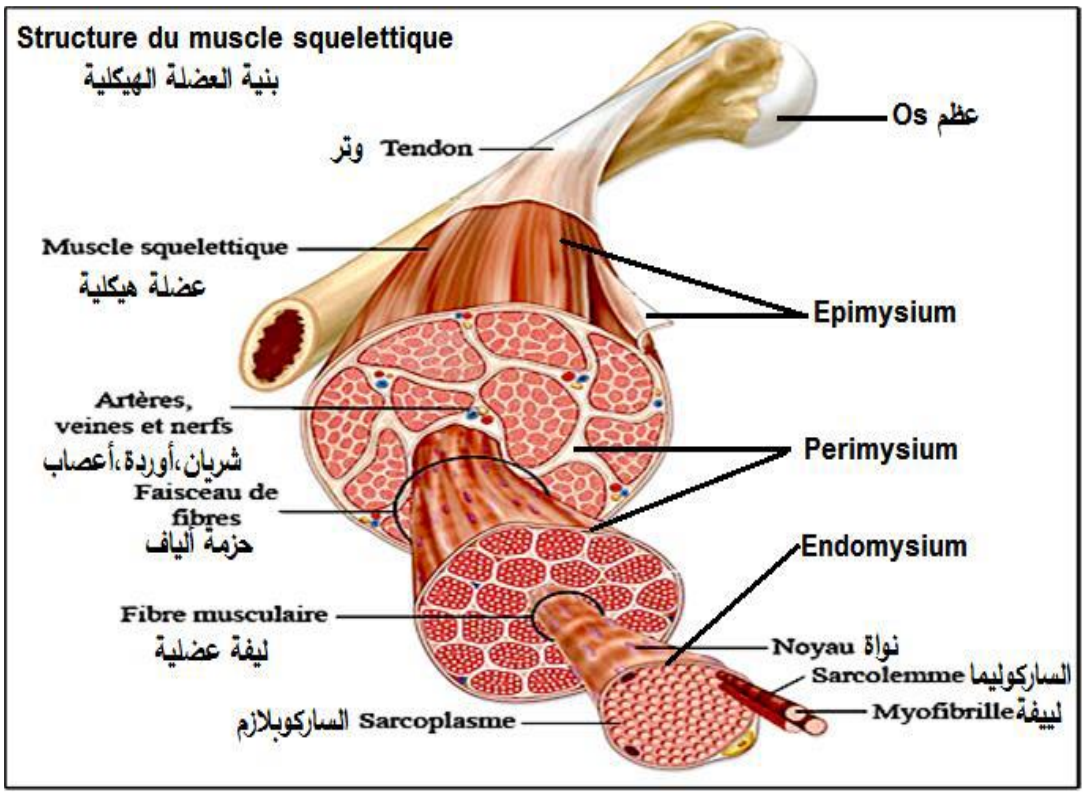
مثلا العضلة الدالية Muscle deltoide ، شكلها مثلث بالتقريب أو العضلة الشبه المنحرفة muscle trapèze

7- للدلالة على حركتها (وظيفتها L'action du muscle –)

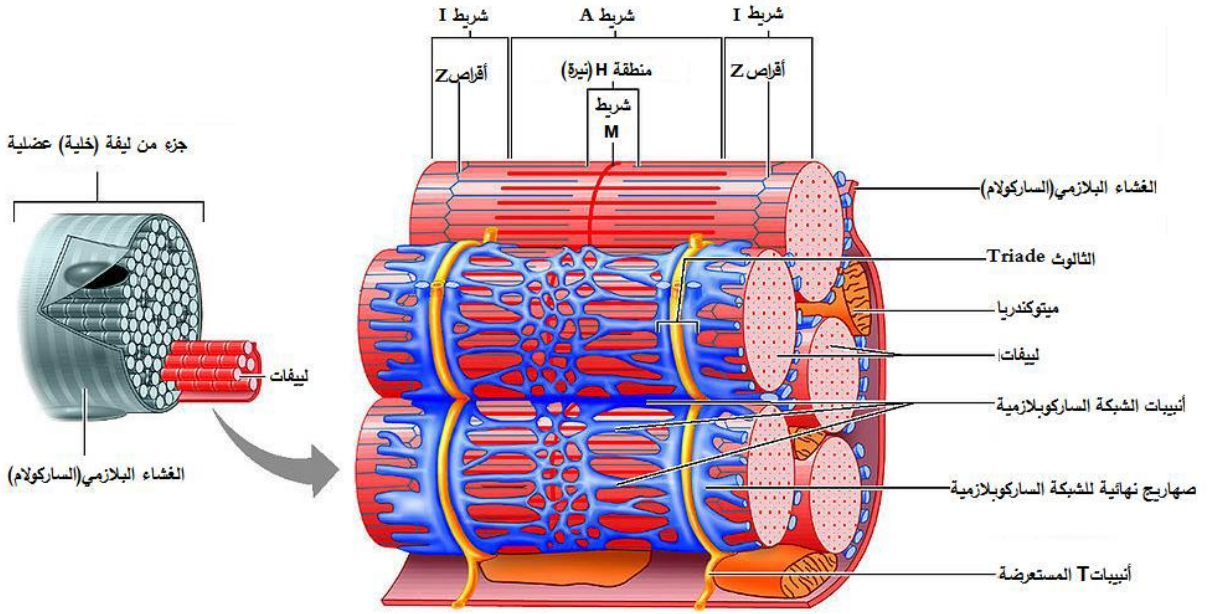
مبعدة، مقربة ، ثانية ، باسطة,,, الخFléchisseur, extenseur, adducteur, abducteur مثلا : فالعضلة المقربة للفخذ ، العضلة الباسطة للأصابع

6-تركيب العضلة الهيكلية: structure du muscle squelettique

كل عضلة محاطة بغشاء من نسيج ضام يسمى épimysium يتصل بالأوتار الاربطة للعضلة بالعظم، تتألف العضلة الهيكلية من مجموعة حزم عضلية محاطة بغشاء أربط يسمى périmysium ويكون بين هذه الحزم ألياف كولاجين، وألياف مرنة، وأوعية دموية وأعصاب. تتكون الحزمة العضلية من مجموعة من الخلايا العضلية أو الألياف العضلية محاطة بغشاء ا ربط يسمىendomysium الليفة العضلية عبارة عن خلية طويلة قد يصل طولها إلى طول العضلة كلها في معظم الأحيان ، يت ا روح قطر ها ما بين 100 – 10 ميكرون.، أسطوانية الشكل، تحتوي عدة مئات من الأنوية موجودة على سطح الخلية بمقربة تحت الغشاء البلازمي المسمى الساركولام sarcoleme غشاء رقيق مرن .والليفة العضلية أطول أنواع الخلايا في الجسم نشأت من اندماج عدة خلايا عضلية myoblaste في المرحلة الجنينية

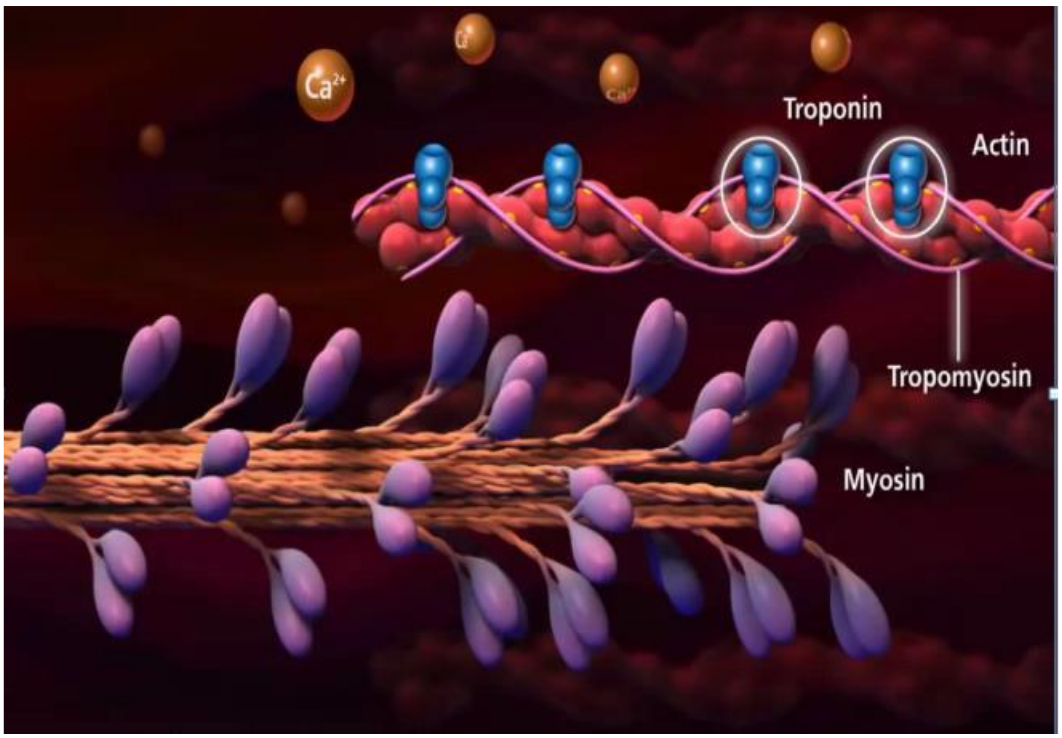


يحتوي ساركوبلازم(Sarcoplasme سيتوبلازم الليف العضلي المخطط)على صبغة بروتينية حم ا رء اللون تشبه هيموجلوبين خلايا الدم الحم ا رء و تسمى ميوجلوبين. myoglobine يحتوي على شبكة إندوبلازمية ملساء تقوم بتخزين الكالسيوم إلى حين الحاجة(انقباض العضلات.)كما أنه توجد شبكة من الأنيبيبات المستعرضة والتي تدعي (أنيبيبات) T والتي من أهم وظائفها نقل السيال العصبي إلى داخل الليف العضلي مما يساهم في استجابة العضلة ككل وبشكل أسرع .اجتماع الأنيبيبات المستعرضة مع الشبكة الساركوبلازمية حولها من الناحيتين يكون ما يعرف بالثالوث. .(triade)

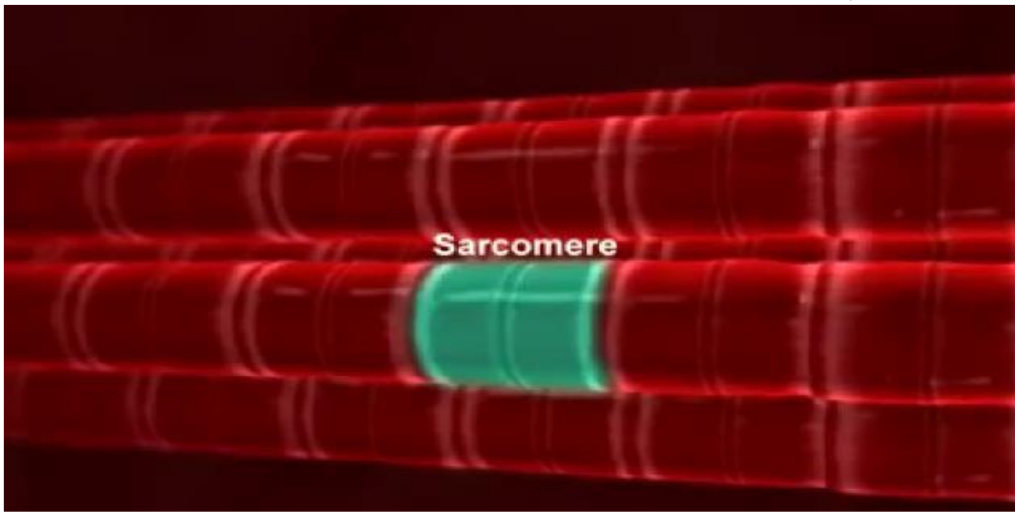


يحتوي الليف العضلي على الآلاف من الليفات العضلية myofibrilles تشبه مجموعة من العصي الرفيعة المرتبة بشكل حزم متوازية متراصة تمتد بطول الخلية العضلية ، يتراوح قطرها ما بين 2 – 1

ميكرومتر) 6–10 m (وهي عبارة عن البروتينات التي تقوم بعملية الانقباض والتي تحتل أكبر المساحة (تمثل حوالي % 80 من حجم الخلية) ولا تترك إلا القليل منها للسيتوسول الذي يحتوي على غلايكوجين وميتوكندريا . من هذه الليفات ما هو قابل للتقلص كالأكتين (Actin) البروتين الذي يكون الخيوط الرفيعة والميوسين (Myosin) البروتين الحركي الذي يكون الخيوط الثخينة ومنها ما هو تنظيمي كالتروبونين (Troponin) والتروبوميوسين. . (Tropomyosin)



وعلى اساس اتحاد هذين النوعين من الخيوط(أكتين و الميوزين)وانفصالهما تأسست النظرية المعروفة بنظرية انزلاق الخيوطthéorie de glissement de myofilaments تظهر تحت المجهر الضوئي مناطق فاتحة وأخرى قاتمة وبشكل متكرر على طول الليف .كل تكرار لهذا النمط بين خطي **z** يسمى بالقُسَيم العضلي (Sarcomère) ، و هو عبارة عن سلاسل صغيرة جدا لوحدات التقلص.



يحتوي القُسَيم العضلي (Sarcomère) الأجزاء التالية:

– 1أقراص Z: يتكون كل قسيم عضلي من شريطي Z يحيطان به على جانبيه وهو عبارة عن بروتين ترتبط به الخيوط الرفيعة

– 2شريط I: هي المنطقة الأفتح(النيرة) في القسيم العضلي وتحتوي فقط على الخيوط الرفيعة، ويقسمه من المنتصف قرص Z ، ويكون نصفها الأول في قسيم عضلي ونصفها الآخر في القسيم المجاور.

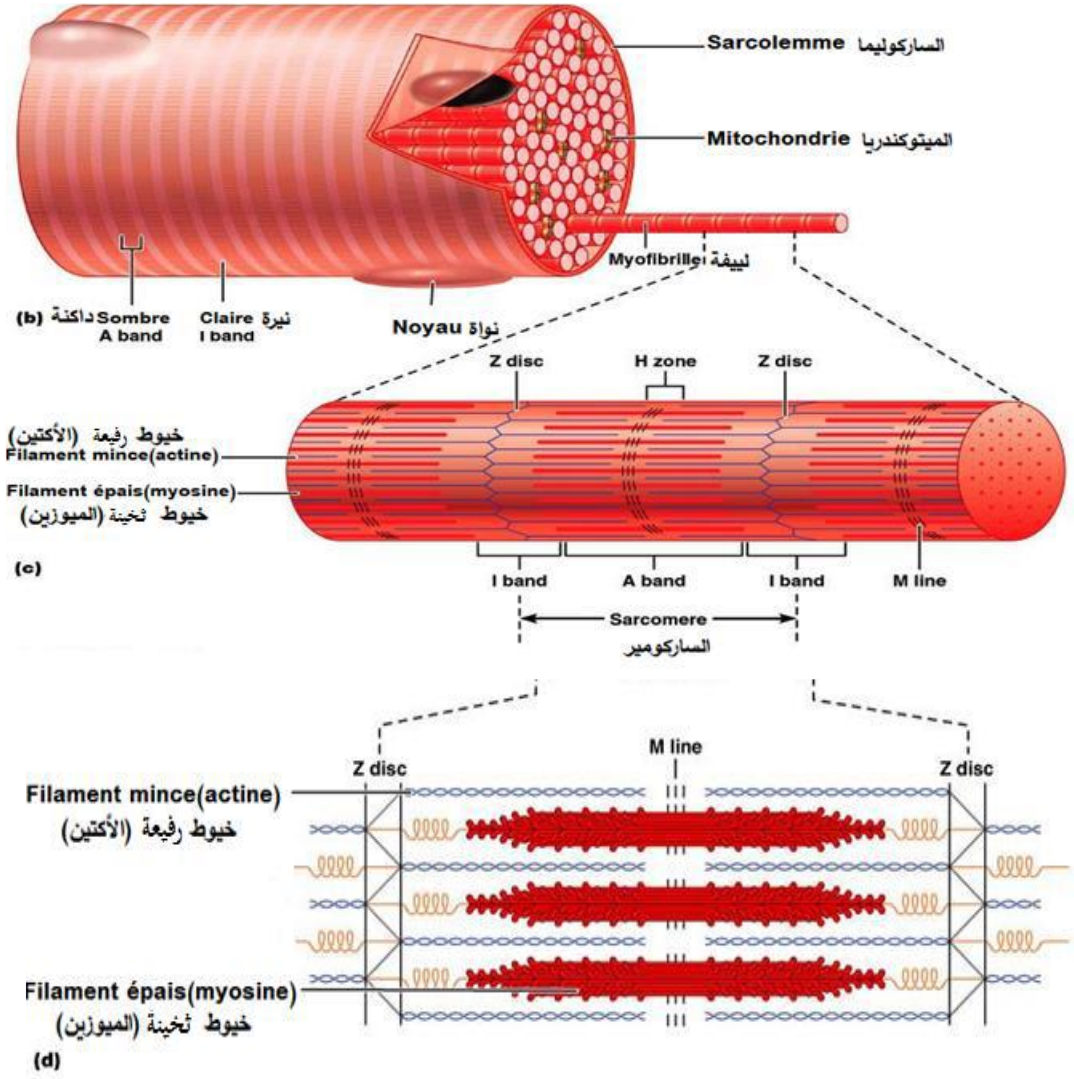
– 3شريط A: تشكل المنطقة الأكثر قتامة (داكنة) في القسيم العضلي، وتحتوي على كامل الطول الأكتين، وتكون منطقة الأطراف أشد قتامة من المنطقة الوسطى.

– 4منطقة : H هي المنطقة الأقل قتامة (شبه مضيئة)وتحتوي فقط على خطوط الميوسين.

– 5شريط M: هو عبارة عن بروتينات تصل بين الخيوط الثخينة في منتصف منطقة. A

من أهم التراكيب التي توجد في القسيم هي بروتين التيتين (Titin) يعمل على تثبيت الخيوط المنقبضة (الميوسين تحديدا) وعلى إعادة العضلة إلى وضعها الأصلي بعد الانقباض.يساعد التيتين في أداء وظيفته بروتينٌ آخر هو بروتين النِّبيولين. (Nebulin)

التعاقب بين الأشرطة النيرة I band (و داكنة) A band ، تعطي للخلية في مجملها الشكل المخطط.



7- آلية الإنقباض العضلي: **أولا يجب معرفة** امداد الجسم بالطاقة لتقلص العضلات يتطلب انقباض العضلات إمدادًا ثابتًا من ATP. تستخدم العضلات عدة آليات لتوليد:ATP

فهناك نظام فوسفات الكرياتين: المدته دفعات قصيرة من النشاط المكثف (مثل أول 10-15 ثانية).

:يتبرع فوسفات الكرياتين (CP) بمجموعة فوسفات إلى ADP لإعادة توليد ATP بسرعة.

ويوجد التحلل اللاهوائي (اللاأكسجيني مدته نشاط متوسط إلى مكثف (مثل 30-90 ثانية).

يتم تكسير الجلوكوز إلى بيروفات، والذي يتم تحويله بعد ذلك إلى حمض اللاكتيك في غياب الأكسجين الكافي. ينتج كمية صغيرة من ATP بسرعة.

ويوجد أيضا **التنفس الهوائي (الفسفرة التأكسدية)** :مدته نشاط طويل الأمد، منخفض إلى متوسط الشدة. يتم تكسير الجلوكوز والأحماض الدهنية والأحماض الأمينية بالكامل في وجود الأكسجين، مما ينتج كمية كبيرة من ATP. يحدث في الميتوكوندريا.

1-عند مرور السيالة العصبية عن طريق المحور و وصولها إلى الصفيحة العصبية النهائية تحدث موجة زوال الاستقطاب نتيجة جهد الفعل

potentiel d'action، دخول شوارد الصوديوم +Na يؤدي إلى فتح قنوات الكالسيوم +ca2 مما يسمح بدخوله لتشغيل اندماج و اتحاد الاستيل كولين بالغشاء البلازمي قبل مشبكي للعصبون و بالتالي طرح الأستيل كولين في الشق المشبكي

2-يتحد الاستيل كولين بمستقبلات خاصة به موجودة في الغشاء البلازمي للخلية العضلية(الساركولام) على مستوى الشق بعد

المشبكي مما يسمح بفتح القنوات المستقبلة للأستيلكولين

3-دخول شوارد الصوديوم +Na يؤدي إلى زوال استقطاب الغشاء مولدة بذلك جهد الفعل العضلي (الحركي)الذي ينتقل طوليا عبر غشاء الساركوليما . يتم تكسير الأستيل كولين إلى أستيل و كولين بواسطة أنزيم الأستيل كولين إستيراز ، انخفاض تركيز الكولين في الشق المشبكي يؤدي إلى امتصاصه و انتقاله إلى الشق المشبكي للعصبون لإعادة بناء الأستيل كولين من جديد.

4-يتحرر الكالسيوم +ca2 من الشبكة الساركوبلازمية ليقوم بتنشيط و تحريك الميوزين نحو الأكتين

5-تثبيت 4 ايونات + ca2 على التروبونين يؤدي إلى كشف مواقع الارتباط مع الميوزين(دوران رؤوس الميوزين)فتصبح هذه المواقع قابلة للتفاعل مما يؤدي إلى تشكيل الروابط المستعرضة pont d'union ( )تمتد من خيوط الميوزين و ترتبط بخيوط الاكتين

6-تتداخل و تلتصق رؤوس الميوزين المحتوية على الطاقة ATP على مواقع الأكتين مؤدية إلى انزلاق خيوط الأكتين على خيوط الميوزين(جذب خيوط الأكتين)بمساعدة الATP تحدث عملية الإسترخاء بعد الامتصاص النشيط لأيونات +ca2 بواسطة الشبكة الساركوبلازمية ، بعدها يدخل بروتين التروبونين و يعمل على فصل الإرتباطات التقاطعية بين رؤوس الميوزين و الأكتين حيث تنزلق خيوط الأكتين مرة أخرى إلى وضعها الطبيعي و يتطلب ذلكATP أما الأستيل كولين بعد انخفاض تركيزه في النهاية

المحورية العصبية و تكسيره إلى أستيل و كولين بواسطة أنزيمacétylcholinestéras يعود إلى الصفيحة العصبية النهائية التي تعمل على إعادة بناءه و الحفاظ على تركيزه باستمرار بعد امتصاص الكولين و التخلص من acétate بواسطة الدورة الدموية حيث يعاد إنتاج الاستيل كولين بواسطة أنزيم choline transférase acétyleعن طريق الكولين و acétyle coA الآتي من الميتوكندريا.

8-الانقباض العضلي

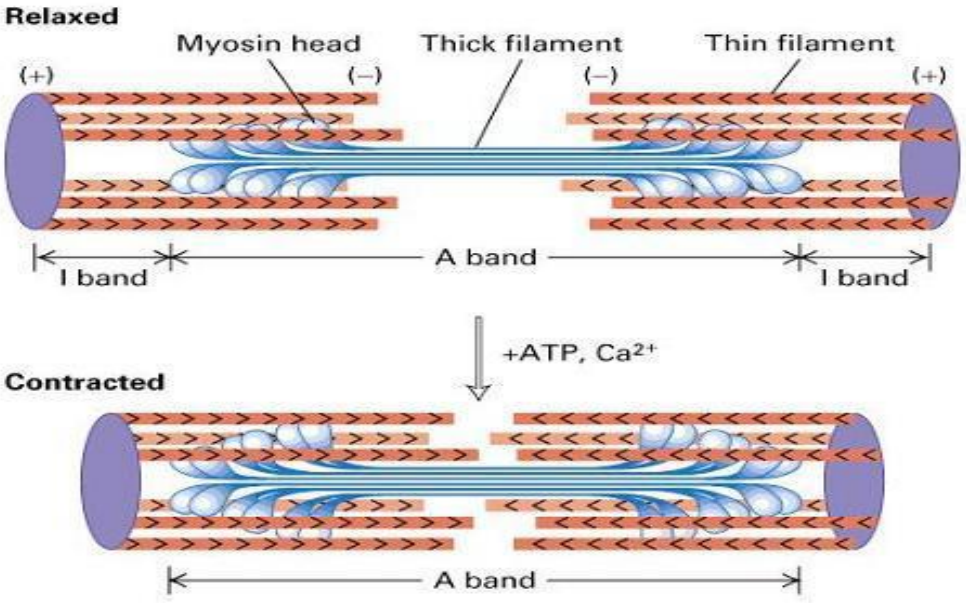
منذ لحظة وصول المنبه او المثير العصبي الى العضلة وحتى نهاية الانقباض البسيط تمر العضلة بثلاث مراحل:

1- مرحلة الكمون وهي فترة زمنية قصيرة تقدر بحوالي 10 ملي ثانية تنقضي بين لحظة اعطاء الحافز او المثير وبين بداية عملية التقلص او الانقباض ، وتحدث في تلك الفترة مجموعة من التغيرات الكيميائية والفيزيائية بالعضلة كاستعداد لعملية الانقباض

2- مرحلة الانقباض وفيها تنقبض العضلة وتتقلص الياف بانزلاقها وتتداخل فتائل الاكتين وفتائل الميوزين مما يترتب عليه حدوث قصر في الياف العضلة وزيادة في توترها وتستغرق تلك العملية حوالي 40ملي ثانية.

3- مرحلة الانبساط او الارتخاء هذه المرحلة تمثل رجوع الالياف العضلية الى سابق طولها او توترها قبل الانقباض ، وتستغرق تلك الفترة حوالي50 ملي ثانية

ملاحظة: 1 ثانية = 1000 ملي ثانية.



9- الوحدة الحركية والاتصال العضلي العصبي

عند دخول الليف العصبي الحركي إلى العضلة يتفرع إلى عدد كبير من الفروع العصبية ، كل ليف عصبي حركي يغذي عدد من الالياف العضلية يتراوح ما بين 100 - 5 ليف عضلي بواسطة تفرعاته النهائية التي يتصل الواحد منها بالصفائح الحركية لليفة العضلية ويطلق على مجموعة الالياف العضلية التي تتصل بها ليفة عصبية واحدة اسم الوحدة الحركية وينبغي الاشارة الى انه كلما قل عدد الالياف

العضلية بالوحدة الحركية كانت الحركة الناتجة سريعة ودقيقة ولكن ينقصها القوة و ينطبق ذلك على حركات عضلات الاصابع وحركة العين(حوالي 10 ألياف لكل وحدة حركية) ، في حين انه كلما زاد عدد الالياف العضلية بالوحدة الحركية زادت قوة الانقباض وكانت الحركة اكثر قوة(عضلات الفخذ يصل عدد الالياف إلى 1000 لكل وحدة حركية)، كما ان هنالك عاملا اخر يتحكم في مقدار القوة الناتجة بالعضلة وهو مقدار استثارة او تنبيه اكبر عدد ممكن من الوحدات الحركية بالعضلة حيث تصل قوة الانقباض الى اقصاها عندما تستثار جميع الوحدات الحركية بالعضلة.

10-العوامل المؤثرة على الانقباضة العضلية البسيطة:

تتاثر الانقباضة العضلية البسيطة بعدد من اهم العوامل التي تؤدي الى زيادة قوة الانقباضة او نقصها ومن اهم تلك العوامل ما يلي:

يمكن أن تؤثر عدة عوامل على القوة التي تولدها العضلة:

- **عدد الألياف العضلية المنشطة** :يؤدي تجنيد المزيد من الوحدات الحركية إلى تقلصات أقوى.
- **تردد التحفيز** :يؤدي زيادة تردد جهود الفعل إلى التجميع وتقلصات أقوى (الكزاز.)
- **طول العضلة الأولي** :يوجد طول عضلي أمثل يمكن عنده تشكيل أكبر عدد من الجسور المتقاطعة، مما يؤدي إلى أقصى قوة توليد.
- **حجم الألياف العضلية** :يمكن للألياف العضلية الأكبر حجمًا (الضخامة) أن تولد قوة أكبر.

1- حالة العضلة قبل الانقباض : ويطلق على هذا العامل الطول الابتدائي للألياف العضلية ، ويعني ذلك انه كلما زاد طول الالياف العضلية

نتيجة لشدها قبل بدء الانقباض كانت درجة الانقباض اقوى ، وتستمر هذه العلاقة الطردية الى حدود معينة من درجة شد الالياف او طولها ، فاذا تم تجاوز تلك الحدود يحدث العكس وتقل درجة الانقباض العضلي.

2- درجة حرارة العضلة : يؤدي ارتفاع درجة حرارة العضلة الى زيادة قوة و سرعة الانقباض العضلي البسيط نتيجة لزيادة سرعة التغيرات الكيميائية المنتجة بالعضلة ، وهذا ما يفسر اهمية قيام اللاعب بعملية الاحماء قبل اداء الجهد البدني.

3- التعب العضلي : يؤثر التعب العضلي سلبا على قوة الانقباض حيث يسبب التنبيه المستمر والمتتالي للعضلة الى ضعف الانقباض وطول زمن التقلص العضلي

4- النشاط البدني والتدريب الرياضي : يؤدي التدريب الرياضي المنتظم الى زيادة سرعة الانقباض.

11- التعب العضلي و التكيفات العضلية:

التعب العضلي هو عدم قدرة العضلة الفسيولوجية على الانقباض بقوة حتى عند تحفيزها. يمكن أن يحدث بسبب:

- تراكم حمض اللاكتيك.
- استنفاد ATP والجليكوجين.
- اختلالات أيونية (مثل تراكم البوتاسيوم).
- تعب الجهاز العصبي المركزي.
- تجمع وتراكم فضلات التعب بالعضلة ومن اهمها حامض اللاكتيك وحامض البيروفيك وثاني اوكسيد الكاربون والفوسفات الحامضية مما يؤدي إلى إنخفاض pH الدم
- –نقص مواد الطاقة اللازمة للانقباض العضلي مثل نقص مخزون الطاقة الفوسفاتي او الجليكوجيني
- –تعب الاتصال العضلي العصبي الذي ينتج عن خلل في انتقال جهد الفعل عبر غشاء الليفة العضلية
- –نقص كمية الدم المغذية للعضلة و بالتالي نقص الاكسجين المغذي للأنسجة العضلية
- –إرتفاع درجة حرارة العضلات
- –التلف الميكروسكوبي للألياف العضلية الناتج عن الاداء العضلي مما يؤدي إلى الألم العضلي
- ضياع كمية هائلة من الماء و الإلكتروليت بواسطة العرق مما يؤدي إلى إنخفاض كبير في حجم الدم

.التكيفات العضلية:

يمكن للعضلات التكيف مع أنواع مختلفة من التدريب:

- **تدريب التحمل** :يزيد من القدرة الهوائية، وعدد الميتوكوندريا، والإمداد الدموي، ونشاط الإنزيمات المؤكسدة. يؤدي إلى زيادة مقاومة الإجهاد.
- **تدريب المقاومة** :يزيد من حجم الألياف العضلية (الضخامة)، وعدد الليفات العضلية، والقوة.

.فيزيولوجيا العضلات الملساء وعضلة القلب

بينما غالبًا ما تكون فيزيولوجيا العضلات الهيكلية هي التركيز الأساسي، من المهم فهم الجوانب الفريدة للعضلات الملساء وعضلة القلب:

العضلات الملساء :آلية الانقباض :تعتمد على مسار كالمودولين–الكالسيوم مختلف بدلاً من التروبونين. تقلصات أبطأ ومستمرة. **التحكم** :الجهاز العصبي اللاإرادي، الهرمونات، والعوامل المحلية. **الخصائص** : يمكنها الحفاظ على التوتر لفترات طويلة بقليل من الطاقة، وتظهر مرونة (يمكن أن تتمدد بشكل كبير)

عضلة القلب: آلية الانقباض :مشابهة للعضلات الهيكلية (الخيوط المنزلقة)، ولكن مع جهود فعل أطول ومرحلة هضبة بسبب تدفق .Ca^{2+} **التحكم** :لا إرادي، إيقاع ذاتي متأصل (خلايا تنظيم ضربات القلب)،

يتم تعديله بواسطة الجهاز العصبي اللاإرادي. **الخصائص** :تضمن الأقراص البينية اقترانًا كهربائيًا سريعًا، ومقاومة عالية للإجهاد بسبب الإمداد الدموي الغني والميتوكوندريا.

12- انواع الالياف العضلية

يمكن تصنيف ألياف العضلات الهيكلية بناءً على سرعة انقباضها ومسارها الأيضي الأساسي:

- **ألياف الأكسدة البطيئة (النوع الأول):**
  - **اللون** :أحمر (بسبب ارتفاع محتوى الميوغلوبين والإمداد الدموي الغني).
  - **السرعة** :سرعة انقباض بطيئة.
  - **مقاومة الإجهاد** :عالية (تعتمد على التنفس الهوائي).
  - **الوظيفة** :أنشطة التحمل، الحفاظ على الوضعية.
- **ألياف الأكسدة السريعة النوع:IIa**
  - **اللون** :أحمر/وردي.
  - **السرعة** :سرعة انقباض سريعة.
  - **مقاومة الإجهاد** :متوسطة (تستخدم كل من المسارات الهوائية واللاهوائية)
  - **الوظيفة** :المشي، الجري السريع.
- **ألياف تحلل السكر السريعة (النوع:IIb/IIx)**
  - **اللون** :أبيض (محتوى ميوغلوبين منخفض).
  - **السرعة** :سرعة انقباض سريعة جدًا.
  - **مقاومة الإجهاد** :منخفضة (تعتمد في المقام الأول على تحلل السكر اللاهوائي).

13-الخصائص التكوينية لأنواع الألياف العضلية الثلاث des fibres musculaires caractéristiques structurale

الخصائص	نوع الالياف		
	البطيئة الألياف المؤكسدة Type I	**السريعة الألياف المؤكسدة** Type IIa	**الألياف السريعة جدا الجلايكولية** type IIb
قطر الليفة	أصغر	متوسطة	أكبر
احتوائها على الميوجلوبين	نسبة كبيرة	متوسطة	ضعيفة
احتوائها على	ضعيفة	متوسطة	عالية

الجليكوجين			
احتوائها على الميتوكندريا	وفيرة	متوسطة	محدودة
الشعيرات الدموية	وفيرة	متوسطة	محدودة
لون الألياف	حمراء	وردية	بيضاء
قدرة استخدام الأكسجين	عالية جدا	عالية	ضعيفة
محتوى مخزون الدهون	عالية	متوسط	ضعيف
مقاومة التعب	عالية جدا	عاليا	ضعيف
تدخلها أثناء التمرينات	طويلة ومعتدلة	طويلة ذو شدة عالية أو معتدلة	قصيرة ذو شدة صغيرة
سرعة الانقباضات	بطيئة 100 ملي ثانية	سريعة 50 ملي ثانية	سريعة جدا 25 ملي ثانية
السعة الهوائية	عالية	وسيطة	ضعيفة
السعة اللاهوائية	ضعيفة	وسيطة	عالية

14-الاختلافات الوراثية بين الرياضيين في نسبة الألياف السريعة و البطيئة:

إن تحديد نسبة الالياف العضلية لدى الفرد يخضع للوراثة ، بعض الأشخاص يحتوون على ألياف سريعة أكثر وبعضهم على ألياف بطيئة أكثر في تكوينهم العضلي نتيجة اختلاف العوامل الوراثية ، وهذا يحدد قدرة هؤلاء الأفراد على ممارسة التفوق في أحد رياضات السرعة أو التحمل، فبعض الأفراد ولدو ليكونوا عدائي مراطون و بعضهم ليصبحوا عدائي السرعة.

تحتوي العضلات في المتوسط على:

50%ألياف عضلية بطيئة

25%ألياف عضلية سريعة مؤكسدة

25%ألياف عضلية سريعة جدا

- مع السن تفقد العضلات الالياف السريعة مما يسمح بارتفاع نسبة الألياف البطيئة

تختلف نسبة الألياف حسب وظيفة العضلة وقد يغلب احد هذه الانواع في تركيب بنيان الجسم لشخص ما فيتميز اداؤه البدني بالصفة التي تكون عليها طبيعة هذه الالياف .**مثلا: 90 بالمئة** و تحتوي العضلة – على نسبة عالية من الالياف البطيئة •)soléaire(75 تحتوي العضلة النعلية 80 بينما تحتوي العضلة ذات – العضدية ذات الرؤوس الثلاث على نسبة عالية من الالياف السريعة 60 و التوأمية droit antérieurوالفخذية المستقيمة vaste externe الرأسين و العضلة المتسعة الوحشية في الغالب على مزيج من النوعين يصل إلى حوالي % 50 لكل نوعjumeaux يؤدي التدريب البدني التحملي(الهوائي)

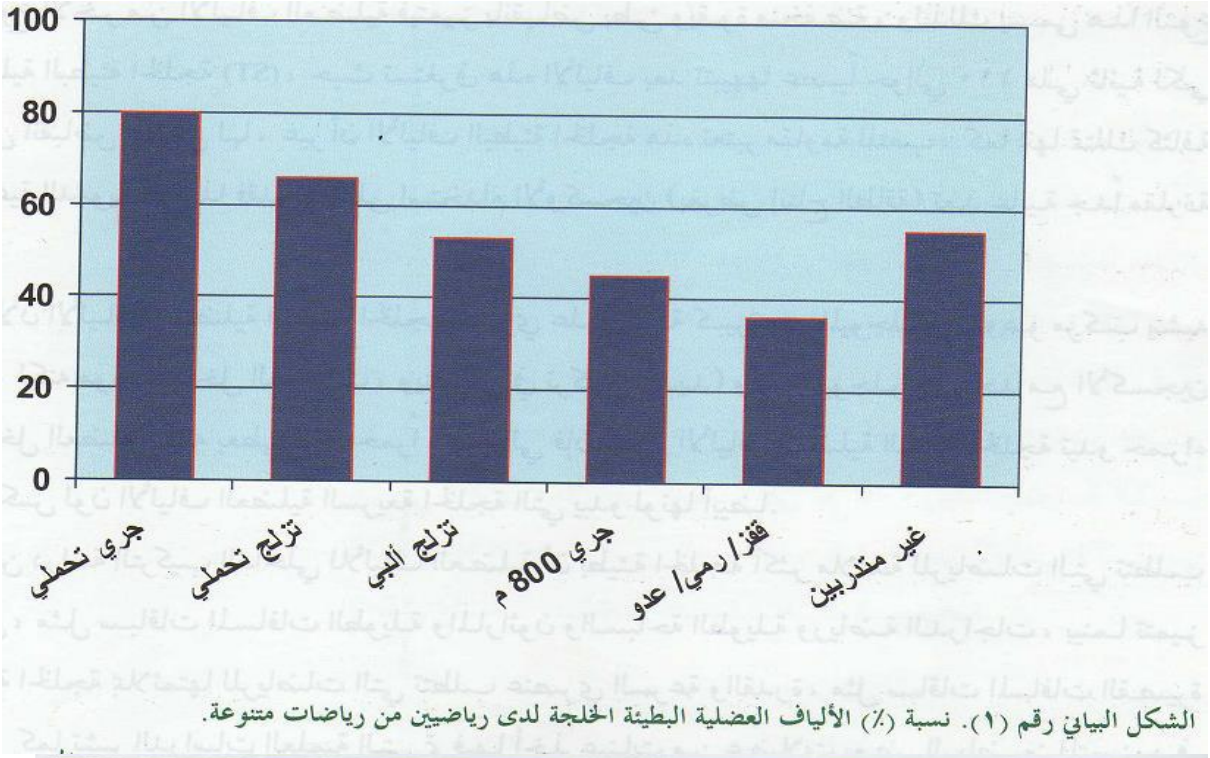
إلى رفع كفاءة و فعالية الالياف العضلية البطيئة بينما يؤدي التدريب البدني العنيف والقصير الأمد إلى رفع كفاءة و فعالية الالياف العضلية السريعة.

يبين أن الألياف البطيئة تتدخل قبل الألياف السريعة و هذا مهما يكون نوع الحركة

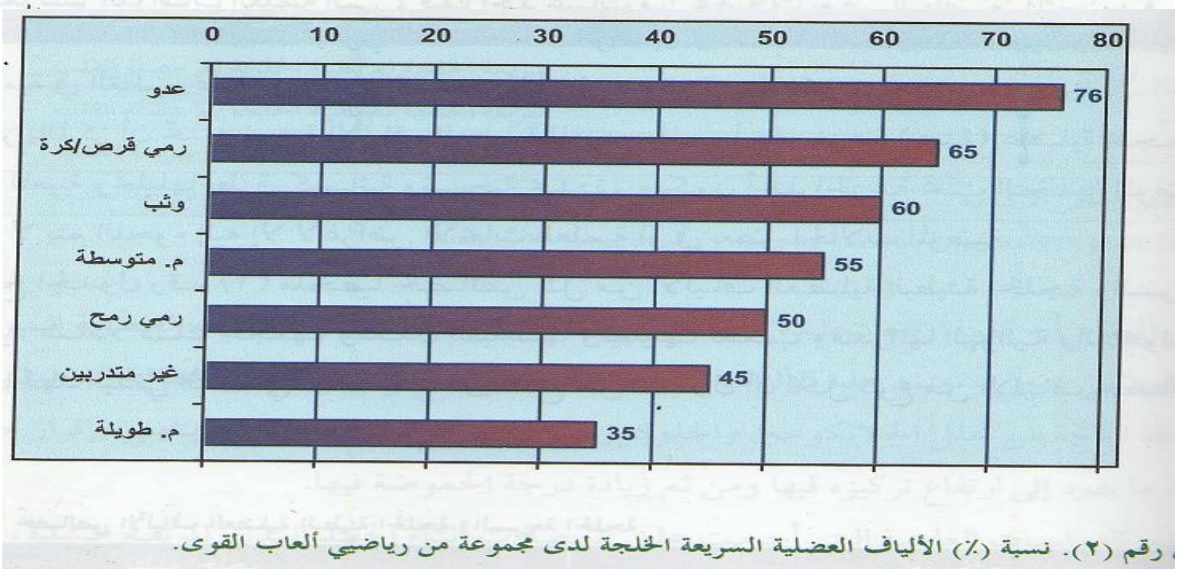
شدة خفيفة تؤدي إلى تدخل الألياف البطيئة نوعI

شدة معتدلة تؤدي إلى تدخل الألياف البطيئة و السريعة نوعIIa

شدة عالية تؤدي إلى تدخل الألياف البطيئة و السريعة نوع IIa وIIb



الشكل البياني رقم (١). نسبة (٪) الألياف العضلية البطيئة الخلجة لدى رياضيين من رياضات متنوعة.



رقم (٢). نسبة (٪) الألياف العضلية السريعة الخلجة لدى مجموعة من رياضيي ألعاب القوى.

15- اشكال الانقباض العضلي وانواعهtypes de contraction musculaire

تختلف اشكال الانقباض العضلي تبعا للتغيير الذي يحدث في طول العضلة ومقدار ما يتولد بها من توتر ينشأ عنه تثبيت او تحريك بعض اجزاء الجسم وهنالك نوعان اساسيان من الانقباض العضلي هما:

1- الانقباض العضلي متساوي الطول(الثابت ( ) الايزومتري contraction musculaire (isométrique

في هذا النوع من الانقباض ينشا توتر بالعضلة عند انقباضها ، الا انه لا يحدث تغير في طول الالياف العضلية وبناء على ذلك لا يظهر عملا ميكانيكيا للعضلة ومن امثلة ذلك توتر العضلات التي تحافظ على بقاء الجسم في وضع قوامي معتدmuscles de la posture

كعضلات الظهر والعضلات الباسطة للفخذين والساقين) semi tendineux et membraneux (، فانقباض هذه العضلات لا تنتج عنه حركة ظاهرة للجسم ، ولكنها تعمل على اتزان الجسم ومقاومته لتاثيرات الجاذبية الارضية اثناء الوقوف والجلوس.

كذلك عند محاولة الشخص دفع مقاومة ثابتة تفوق قدراته البدنية كدفع جدار او جهاز مثبت على الارض ، وعند محاولة لاعب الجمباز الثبات بالجسم في وضع معين لفترة ما ، مثل الثبات في وضع تعلق الزاوية على جهاز الحلق او الوقوف على الذراعين أو توقيف الحركة في وضعية معينة وسيطة و المحافظة عليها مدة 30 – 15 الكرسي » ثانية حسب القدرات: « الظهر على الحائط ، الساقين مثنية والمحافظة على هذه الوضعية لأطول مدة ممكنة بدون وضع اليدين على الفخذ للإحساس بالتقلصات.

16-التضخم العضلي:

ينسب إلى الاساطير الإغريقية أن شابا يدعى ميلو كان ينشد أن يصبح أقوى رجل على وجه الارض ، فبدأ منذ صغره برفع ثور صغير إلى مستوى الكتفين ، و مرت الايام و السنوات و هو يرفع ذلك الثور الذي يزداد وزنا و كبرا ، و عندما اكتمل نمو الثور استطاع ميلو أن يحوز على لقب أقوى رجل و أن يفوز كذلك ببطولة المصارعة في القرن قبل الميلاد إن الأساس العلمي لبناء القوة العضلية عن طريق قاعدتي التدرج و زيادة العبء لم يتغير منذ أيام ميلو الإغريقي ، إن الأثقال و آلات رفع الأثقال فقط هي التي حلت محل الثور إن الانقباض العضلي القريب من الشدة القصوى لهو المؤدي لزيادة قوة العضلات و حجمها ، إن معدل تكوين البروتين في العضلة له علاقة كبيرة بمعدل دخول الاحماض الامينية إلى داخل الخلية و التي ترتبط ارتباطا كبيرا بمقدار شدة التوتر العضلي و مدته.

يتوقف حجم عضلة الانسان العادي على العوامل الوراثية و التغذية بالإضافة إلى مستوى إفراز هرمون الذكورة فيه المعروف باسم التستوستيرون testosterone و هذا الهرمون هو المسؤول عن زيادة حجم عضلات الرجال عن النساء، و بالتدريب يمكن أن يزيد حجم العضلة بمقدار % 60 – 30 و هذه الزيادة ترجع إلى زيادة قطر الألياف العضلية

إختيار قوة التمرين المناسب للعضلة:

إن العضلة التي لا تعمل تحت تأثير معقول لا تنمو حتى لو تدربت زمنا طويلا،بينما العضلات التي تتدرب فتنقبض بما يقارب قوتها العظمى على الإنقباض سوف تزداد قوتها حتى لو كانت عدد مرات التدريب قليلة، لكن زيادة جرعات التدريب عن هذا الحد خاصة للاعب الناشئ قد يؤدي إلى نتائج عكسية

من إرهاق و ضمور في العضلات المشتركة في التدريب لقد تم تبيان أنه بواسطة 10 تكرار (répétitions)في 10 – 6 سلاسل(séries)

3مرات في الأسبوع يتم التوصل إلى أحسن تنمية للكتلة العضلية

ملاحظة:

عدد التكرار المنجز يعتمد على الحمولة(la charge)

. % 10 × 75 – % 8 × 80 – % 6 × 85 – % 4 × 90 – % 3 × 95 –% 1 × 100

و تشمل التغييرات التي تحدث داخل اللألياف المتضخمة ما يلي:

–زيادة سمك(قطر) و عدد الليفات داخل كل ليفة(الاكتين و الميوزين)بما تتناسب مع درجة التضخم في الليفة و تكوين وحدات إضافية من وحدات الساركومير زيادة في حجم الساركوبلازم

–زيادة عدد و حجم جسيمات الميتوكوندريا

–زيادة مكونات النظام الفوسفاجيني ATP–CP بمقدار% 40 – 25

–زيادة مخزون الجليكوجين العضلي بنسبة تصل إلى% 100

–زيادة الدهون المخزنة في الليفة بنسبة تصل إلى% 100 – 75

–زيادة كمية أنزيمات الأكسدة الهوائية بما تزيد من معدل و كفاءة النظام الايض الهوائي بمقدار% 45

–و أخيرا زيادة في نوعية التوصيل العصبي للعضلات عند ممارسة تدريبات الأثقال ، فإن معدل عمليات هدم البروتين في العضلات يزداد ، و تحدث تلف ميكروسكوبي على مستوى الليفات الامر الذي يقود إلى تكاثر عدد الخلايا الثانوية و من ثم اقترابها من الخلايا العضلية التالفة ، حيث تعطيها نواتها مما تساهم في ترميم الالياف العضلية المصابة بالتلف و زيادة ألياف الاكتين و الميوزين التي هي أساس تكوين وحدات الساركومير ، و يعتقد أن عملية ترميم العضلات تدوم لحوالي 48ساعة بعد حدوث الإصابة أو القيام بتمرينات الاثقال ، لذا لا ينصح بإجراء تمرينات الاثقال العنيفة بشكل يومي لان ذلك لا يعطي الألياف العضلية فرصة لترميم التلف الحاصل من جراء التدريب السابق قبل البدء بالتدريب اللاحق.

المحاضرة الرابعة: فسيولوجية القلب و الجهاز الدوري

تمهيد

الجهاز الدوري، أو جهاز الدوران، هو شبكة معقدة وحيوية من الأوعية الدموية، والدم، والقلب، تعمل معًا لنقل المواد الحيوية في جميع أنحاء الجسم. وظيفته الأساسية هي توصيل الأكسجين والمغذيات إلى الخلايا، ونقل ثاني أكسيد الكربون والفضلات الأيضية بعيدًا عنها، بالإضافة إلى توزيع الهرمونات، وتنظيم درجة حرارة الجسم، والمساهمة في وظائف المناعة.

يتكون الجهاز الدوري من ثلاثة عناصر أساسية:

- **القلب (Heart):** هو العضو العضلي الذي يعمل كمضخة، ويدفع الدم عبر الأوعية الدموية.
- **الأوعية الدموية (Blood Vessels):** هي شبكة من الأنابيب التي يتدفق الدم من خلالها. تشمل الشرايين، والشعيرات الدموية، والأوردة.
- **الدم (Blood):** هو سائل متخصص يحمل الأكسجين والمغذيات والهرمونات والفضلات.

يتألف الجهاز الدوري الدموي من : القلب، الأوعية الدموية و الدم

أولا: القلب

القلب هو عضو مجوف بحجم قبضة اليد، ويقع في منتصف الصدر، مائلًا قليلًا إلى اليسار. يتكون من أربع حجرات رئيسية:

- **الأذين الأيمن (Right Atrium):** يستقبل الدم غير المؤكسج من الجسم.
- **البطين الأيمن (Right Ventricle):** يضخ الدم غير المؤكسج إلى الرئتين.
- **الأذين الأيسر (Left Atrium):** يستقبل الدم المؤكسج من الرئتين.
- **البطين الأيسر (Left Ventricle):** يضخ الدم المؤكسج إلى بقية أجزاء الجسم.

صمامات القلب (Heart Valves): يحتوي القلب على أربعة صمامات تضمن تدفق الدم في اتجاه واحد فقط وتمنع الارتجاع:

- **الصمامات الأذينية البطينية (Atrioventricular Valves – AV Valves):**
  - **الصمام ثلاثي الشرفات (Tricuspid Valve):** بين الأذين الأيمن والبطين الأيمن.
  - **الصمام التاجي/الميترالي (Mitral Valve):** بين الأذين الأيسر والبطين الأيسر.
- **الصمامات الهلالية (Semilunar Valves – SL Valves):**
  - **الصمام الرئوي (Pulmonary Valve):** بين البطين الأيمن والشريان الرئوي.
  - **الصمام الأورطي (Aortic Valve):** بين البطين الأيسر والشريان الأورطي.

الدورة الدموية في القلب:

1. يصل الدم غير المؤكسج (الغني بثاني أكسيد الكربون) من الجسم عبر الوريدين الأجوفين العلوي والسفلي إلى الأذين الأيمن.
2. ينتقل الدم من الأذين الأيمن عبر الصمام ثلاثي الشرفات إلى البطين الأيمن.
3. يضخ البطين الأيمن الدم عبر الصمام الرئوي إلى الشريان الرئوي، الذي يحمله إلى الرئتين ليتأكسج ويتخلص من ثاني أكسيد الكربون.
4. يعود الدم المؤكسج من الرئتين عبر الأوردة الرئوية إلى الأذين الأيسر.
5. ينتقل الدم من الأذين الأيسر عبر الصمام التاجي إلى البطين الأيسر.
6. يضخ البطين الأيسر الدم المؤكسج بقوة عبر الصمام الأورطي إلى الشريان الأورطي، ومنه إلى الشرايين لتوزيعه على جميع أنسجة الجسم.

النظام التوصيلي للقلب (Cardiac Conduction System): القلب له قدرة ذاتية على توليد النبضات الكهربائية التي تحفز انقباضه. يتضمن هذا النظام:

- **العقدة الجيبية الأذينية (Sinoatrial Node – SA Node):** تُعرف باسم "ناظم الخطى" الطبيعي للقلب، وتولد النبضات الكهربائية.
- **العقدة الأذينية البطينية (Atrioventricular Node – AV Node):** تؤخر النبضات قليلًا قبل تمريرها.
- **حزمة هيس (Bundle of His) وألياف بوركينجي (Purkinje Fibers):** تنشر النبضات بسرعة إلى البطينين لتنسيق انقباضهما.

الدورة القلبية (Cardiac Cycle): تصف الدورة القلبية الأحداث الميكانيكية والكهربائية المتكررة للقلب من بداية نبضة واحدة إلى بداية النبضة التالية. تتكون من مرحلتين رئيسيتين:

- **الانقباض (Systole):** مرحلة انقباض عضلة القلب وطرد الدم إلى الأوعية (عندما ينقبض البطينان).
- **الانبساط (Diastole):** مرحلة استرخاء عضلة القلب وامتلاء الحجرات بالدم.

ثانيا: الأوعية الدموية

تُشكل الأوعية الدموية شبكة معقدة تسمح بتدفق الدم في جميع أنحاء الجسم. تُصنف إلى ثلاثة أنواع رئيسية:

- **الشرايين (Arteries):**
  - تحمل الدم **بعيدًا عن القلب**.
  - تحمل الدم المؤكسج باستثناء الشريان الرئوي.
  - جدرانها سميكة ومرنة ومطاطية لتحمل ضغط الدم العالي.

- تتفرع إلى شرايين أصغر تسمى **شُرينات.(Arterioles)**

- **الشعيرات الدموية:(Capillaries)**

–هي أصغر الأوعية الدموية، وجدرانها رقيقة جدًا (طبقة واحدة من الخلايا).

–تشكل شبكة واسعة بين الشرايين والأوردة.

– هي الموقع الرئيسي لتبادل الأكسجين والمغذيات والفضلات بين الدم والأنسجة.

- **الأوردة:(Veins)**

–تحمل الدم **باتجاه القلب.**

–تحمل الدم غير المؤكسج (باستثناء الأوردة الرئوية)

– جدرانها أرق وأقل مرونة من الشرايين.

– تحتوي على **صمامات (Valves)** تمنع رجوع الدم للخلف، خاصة في الأطراف، وتساعد في تدفق الدم باتجاه القلب ضد الجاذبية.

–تتجمع الأوردة الصغيرة (وريْدات Venules) – لتشكل أوردة أكبر.

ثالثا: الدم:

الدم نسيج ضام سائل فريد من نوعه، يشكل حوالي 7–8% من وزن الجسم. يتكون من:

- **البلازما:(Plasma)**
  - الجزء السائل من الدم (حوالي 55% من حجم الدم).
  - يتكون معظمه من الماء (92%)، بالإضافة إلى البروتينات البلازمية (مثل الألبومين، والجلوبيولين، والفيبرينوجين)، والأملاح، والمغذيات، والهرمونات، والفضلات.
  - وظيفته نقل المواد المختلفة، والمساهمة في تنظيم الضغط الاسموزي.
- **الخلايا المكونة للدم (Formed Elements):** حوالي 45% من حجم الدم.

خلايا الدم الحمراء (Red Blood Cells – Erythrocytes):

- أكثر أنواع الخلايا وفرة في الدم.
- عديمة النواة، وشكلها مقعر الوجهين.
- تحتوي على **الهيموغلوبين(Hemoglobin)** ، وهو بروتين يحتوي على الحديد، مسؤول عن نقل الأكسجين من الرئتين إلى الأنسجة ونقل جزء من ثاني أكسيد الكربون.

خلايا الدم البيضاء (White Blood Cells – Leukocytes):

- جزء من الجهاز المناعي، تدافع عن الجسم ضد العدوى والأمراض.

- أنواعها تشمل العدلات، واللمفاويات، والوحيدات، والحمضات، والقعدات، لكل منها وظيفة محددة.

الصفائح الدموية (Platelets – Thrombocytes):

- شظايا خلوية صغيرة، تلعب دورًا حاسمًا في **تخثر الدم (Blood Clotting)** ووقف النزيف.

ويمكن تقسيم العمليات القلبية التي يقوم بها القلب الى دورتين رئيسيتين باكثر تفصيلا:

اولا :الدورة الممهدة للدورة الدموية الرئويةCirculation pulmonaire

ثانيا :الدورة الممهدة للدورة الدموية الجهازيةCirculation systémique

اولا :الدورة الممهدة للدورة الدموية الرئوية: Circulation pulmonaire

تستغرق رحلة مرور الدم من القلب اى الرئة ثم عودته اى القلب مرة اخرى حوالي 6 ثواني ، وتسمى هذه الرحلة بالدورة الرئوية او الدورة الصغرى petite circulation وتسير خطواتها بشكل متوافق على النحو الاتي:

1- وصول الدم الوريدي المتحد بثاني اوكسيد الكاربون عن طريق الوريد الاجوف العلوي و السفلي اى الاذين الايمن للقلب .

2- تجمع الدم الوريدي بالاذين الايمن oreillette droite – للقلب تمهيدا لدفعه.

3- مرور الدم من الاذين الايمن الى البطين الايمن Ventricule droit – عبر الصمام الثلاثي الشرفات. Valve tricuspide

4- دفع البطين الايمن للدم الوريدي الى الرئتين عن طريق الشريان الرئوي عبر الصمام الهلالي أو الرئوي.

(دور الصمامات هو مرور الدم في اتجاه واحد و الزيادة في فعالية الجهاز الدوري الدموي)

5- وصول الدم المؤكسد من الرئتين اى الاذين الايسر oreillette gauche – للقلب عبر الاوردة الرئوية Pulmonaire Veine الاربعة.

ثانيا :الدورة الممهدة للدورة الدموية الجهازية: Circulation systémique

تاتي هذه الدورة استكمالا للدورة الرئوية، وتسير خطواتها كما يلي:

1-مرور الدم من الاذين الايسر الى البطين الايسر Ventricule gauche عبر الصمام الإكليلي Valve Mitral

2- دفع الدم من البطين الايسر الى الشريان الاورطي أو الأبهري (aorte) عبر الصمام الهلالي للأورطي اى كافة خلايا وانسجة الجسم عن طريق التفرعات الرئيسية للشريان الاورطي وهي:

أ) الاورطي الصاعد. Aorte ascendant

ب) الاورطي النازل.Aorte descendant

3- نقل الدم المتحد بثاني اوكسيد الكاربون عن طريق الوريد الاجوف العلوي و السفلي اى الاذين الايمن للقلب.

ملحوظة:

هنا دورة دموية قصيرة جدا يطلق عليها الدورة التاجية circulation coronaire و هي التي تغذي عضلة القلب ذاتها حيث تحتاج ألياف العضلة القلبية كأي ألياف أخرى إى كميات كافية من الدم العي ينقل إليها الاكسجين و مواد الطاقة اللازمة للانقباض ، وتتم الدورة التاجية عبر شريانين ينشآن من جعر الاورطي عقب خروجه مباشرة من البطين الأيسر و يمران على جانبي القلب بما يمثل شكل التاج و لذا سميا بالشريانين التاجيين حيث يغذي كل منها نصف القلب.

ضربات القلب:

عضلة القلب مثلها مثل الاوردة والشرايين عضلة مجوفة الا انها تنقبض وتنبسط بانتظام وفي انبساطها يتدفق الدم الى تجاويفها(diastole) ، وفي انقباضها (systole) يندفع الدم خارجا بقوة الى الشرايين الرئيسية في دورتيه:

(1) الدورة الرئوية حيث يتم التبادل الغازي.

(2) الدورة الجهازية وفيها يدفع الدم الى كافة انحاء الجسم يوجد في القلب أنسجة متخصصة تقوم بتوصيل الإثارة العصبية من الأذينين إلى البطينين و تسمى في مجملها بالجهاز الناقل الذي يتألف من مجموعة من الأنسجة المتخصصة التي تتكون مما يلي:

العقدة الجيبية الأذينية (noeud Sinusal () Noeud sino auriculaire)

وهي عبارة عن كتلة صغيرة من نسيج خاص(عضلي)توجد في جدار الأذين الأيمن بالقرب من النقطة التي يصب عندها الوريد الأجوف العلوي في الأذين الأيمن و من هذه العقدة تنشأ نبضة القلب و يتحدد معدل ضرباته بالكامل و لذا تدعى بمنظم ضربات القلب (pacemaker du coeur فهو مصدر الانقباض الآلي لعضلة القلب myocarde

العقدة الأذينية البطنية le noeud auriculo-ventriculaire

توجد أيضا في جدار الأذين الأيمن و لكن عند أسفل الحاجز العي يفصل بين الأذنين ، تلعب العقدة الأذنية البطنية دور محطة الترحيل اذ تنشط النبضات الكهربائية التي تمر بها قادمة من العقدة الجيبية الأذنية ، وتدفع بها اى البطينين عبر حزمة هي يتمثل دورها في استقبال و خفض سرعة الاثارة الكهربائية و بالتالي التنسيق الفعال لحركة الدم بين الاذينين و البطينين ، و بالتالي الوقاية من الإثارة المتسارعة للبطينينTachycardie

الحزمة الاذنية البطنيةfaisceau auriculo-ventriculaire

تسمى أيضا حزمة هي faisceau de His و هي تنشأ من العقدة الأذينية البطينية و تمتد لأسفل مسافة قصيرة تتفر بعدها إلى فرعين أيمن و أيسر عبر البطينين ليمتدا حتى قمة القلب لأسفل ثم يصعدان مرة أخرى لأعلى في اتجاه قاعدة القلب كل في البطين الخاص- به حتى تنتهي بشبكة من الألياف يطلق عليها شبكة بركنجي (Purkinje fibres de)

شبكة بركنجي: fibres de purkinje

و هي عبارة عن شبكة دقيقة من الخيوط أو الألياف تنشأ عن تفر نهايتي حزمة هي توجد هذه الشبكة بصورة رئيسة أسفل البطانة الداخلية لكل بطين ، وتصل أليافها إى الجزء الرئيسي من عضلة القلب Myocarde وبوصول النبضات ينقبض البطينين معا. يسمى الايقا المنتظم ما بين انقباض وانبساط القلب بمعدل ضربات القلب اذا ما قمنا بحصر عدد هعه الايقاعات من على الصدر مباشرة باستخدام سماعة طبية ، سنجد ان عددها يتراوح ما بين 80 – 70 ضربة في الدقيقة لدى الافراد غير المدربين في حالة الراحة ، ويتم في العادة قياس عدد ضربات القلب بطريقة غير مباشرة عن طريق الشرايين الرئيسية برسغ اليد (الشريان الكعبري artère radial) أو الرقبة (الشريان السباتي العنقي artère carotide) ، ويسمى العدد الناتج بمعدل النبض. rythme cardiaque ويتراوح ما بين 100 – 50 ضربة في الدقيقة وفقا لرأي الجمعية الامريكية للقلب.

اما عن تأثير المجهود البدني على عدد ضربات القلب بالنسبة للرياضيين فان حجم هذا التأثير يتفاوت تبعا للمتغيرات التالية:

أ – الحالة التدريبية .

ب – العمر التدريبي .

ج – نو النشاط الرياضي التخصصي .

وعلى ذلك نجد ان التأثيرات الناتجة عن حجم الجهد العي يبذله لاعب تنس الطاولة تختلف تماما عن التأثيرات الناجمة عن حجم الجهد الذي يبعله لاعب المارثون ، وعلى هذا فان عدد ضربات القلب يتراوح ما بين 60 – 40 ضربة في الدقيقة لدى الرياضيين في حالة الراحة، اما اثناء الجهد البدني العنيف فيصل عدد الضربات ما بين 220 – 180 ضربة في الدقيقة، ويتأثر عدد الضربات هذه الى ذات العوامل الثلاث التي اشرنا اليها مسبقا.

رسم القلب الكهربائي: ECG

الموجات: les ondes

موجة :P وهي تحدث بسبب الجهد الكهربائي المتولد عند زوال استقطاب الأذينين(انقباضها)

معقد :QRS وهو مركب من 3 موجات هي موجة Q وموجة R وموجة S وهعه الموجات تحدث جميعها نتيجة زوال استقطاب البطينين (انقباضهما.)

إعادة استقطاب الأذينين(إنبساطهما)

موجة :T وهي تنتج من عودة استقطاب البطينين (. انبساطهما)

الخصائص الفسيولوجية لعضلة القلب:

هنا مجموعة من الخصائص التي تنفرد بها عضلة القلب ، و تتميز بها عن العضلات الأخرى بالجسم ، و من أهم هذه الخصائص ما يلي:

1- خاصية العمل ذاتيا (عضلية القلب):

إن عضلة القلب تعمل من تلقاء نفسها ، و لديها القدرة على توليد دافع ذاتي للإنقباض بدون أي تنبيه أو تأثير خارجي ، كما أنها لا تخضع لتنبيه صادر من الجهاز العصبي لكي تعمل ، و هعه الخاصية تعتمد على العقدة الجيبية الأذينية Noeud sino auriculaire التي تنبعث منها النبضات الكهربائية و تنتشر في أجزاء القلب

2-خاصية الإيقاعية :

تتميز عضلة القلب بآلية منتظمة للانقباض و الارتخاء، و منشأ هذه الآلية هو العقدة الجيب أذينية التي تصدر نبضات كهربائية بمعدل حوالي 120نبضة في الدقيقة ، تنتشر تلك النبضات عن طريق الجهاز التوصيلي لعضلة القلب، وفي الوقت العي يتأثر معدلها بفعل العصب الحائر(نضير السمبثاوي) parasympatique فيصل ذلك المعدل إلى 70 نبضة في الدقيقة لدى الشخص السليم البالغ في حالة راحة.

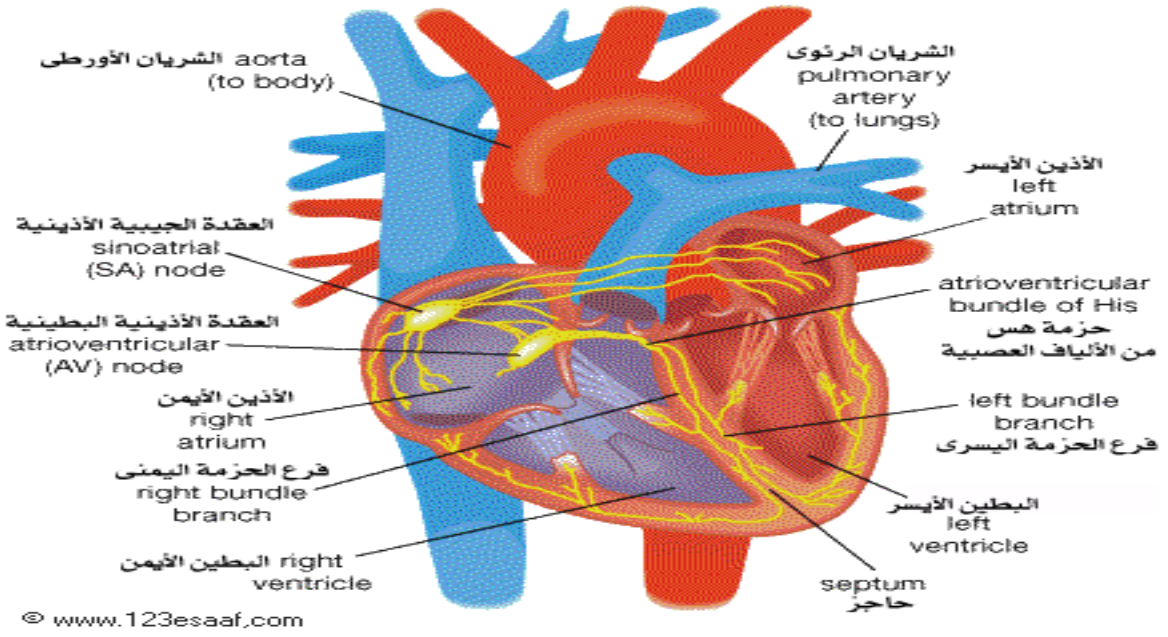
3- خاصية الاستثارية : تخضع عضلة القلب في انقباضها لقانون خاص يعرف بقانون" الكل أو العدم " و هو أحد القوانين المميزة لانقباض عضلة القلب أن عضلة القلب إذا ما استثيرت بمنبه ما stimulus فإنها إما تنقبض بكامل قوتها أو لا تستجيب على الاطلاق ، فإذا كانت شدة المثير كافية فسوف يحدث الانقباض ، و إذا ما كان المثير ضعيفا لا تنقبض عضلة القلب.

4- خاصية التوصيل(النقل):

تتميز عضلة القلب بالقدرة على نقل الموجة الانقباضية من منشأها في العقدة الجيب أذينية إى جميع أجزاء القلب حيث تقوم حزمة" هي" و شبكة" بيركينجي"بدور واضح و متطور في عملية النقل هعه و تتأثر خاصية التوصيل بفعل الاعصاب التي تغعي القلب و منها العصب السمبثاوي الذي يزيد سرعة التوصيل و العصب نضير السمبثاوي العي يقلل سرعة التوصيل.

5- خاصية الامتناع(الرفض):

الامتنا أو الرفض هي فترة زمنية بعد انتهاء التقلص مباشرة تكون فيها عضلة القلب غير قادرة على الاستجابة لحافز آخر ، أي عدم الاستجابة للحوافز على الرغم من قوة الحافز اذا كانت العضلة في مرحلة التقلص غير انها تستجيب في مرحلة الانبساط ولكن يعقبها مرحلة انبساط طويلة أي عدم الاستجابة اى حافز اخر حتى ولو تعرضت لعلك ، وهي من الخصائص المهمة لعضلة القلب لانها تحافظ على وظيفة القلب كمضخة لدفع الدم من خلال الامتلاء في مرحلة الانبساط والانقباض لقعف الدم و هذا يضمن عدم تعرض عضلة القلب لانقباض تشنجي مستمر مثلما يحدث في بعض الأحيان للعضلات الهيكلية فيؤدي إلى توقف الدورة الدموية و حدوث الأغماء او الوفاة.



الدورة القلبية: le cycle cardiaque

يقصد بالدورة القلبية جميع العمليات المرافقة للنبضة القلبية الواحدة ،و تتمثل في انقباض الأذينين معا يليهما انقباض البطينين معا ثم ارتخاء عضلة القلب ككل

حجم الضربة: volume d'éjection systolique (VES)

كمية الدم التي يدفعها القلب في كل ضربة من ضربات البطين ان حجم ضربة القلب في الاشخاص المدربين اكبر منه في الاشخاص غير المدربين وذلك في اثناء المجهود أو بعده ، وقد يصل حجم ضربة القلب لدى العكور غير المدربين ما بين (70 – 80 (ملليلتر / ضربة في وضع الوقوف ، في حين يصل ما بين(100 – 110 (ملليلتر / ضربة لدى المدربين ذوي المستويات العليا في اثناء الراحة في وضع الوقوف.

وهنالك علاقة بين حجم الضربة وعدد ضربات القلب ، فكلما كان حجم الضربة اكبر كان معدل ضربات القلب اقل وهعا يفسر سبب انخفاض معدل ضربات القلب لدى الافراد المدربين.

معدل ضربات القلب: rythme cardiaque

هو عدد ضربات البطين في الدقيقة الواحدة ، يتراوح ما بين (50 – 60 (ضربة / دقيقة في اثناء الراحة لدى الاشخاص المدربين وبمعدل (72 (ضربة / دقيقة وحتى اكثر لدى الاشخاص غير المتدربين.

فارتفاع عدد ضربات القلب الى حد معين في اثناء الجهد ثم عودتها الى حالتها السابقة بعد الجهد ، والفترة الزمنية للرجو اى حالتها قبل الجهد الموالي مؤشر مهم يعتمد عليه في العديد من الفحوص الطبية والعاملين في التدريب الرياضي واللياقة البدنية كتقدير قابلية ولياقة الجسم على تحمل الجهد ، وان لسرعة عودة ضربات القلب الى حالتها الطبيعية بعد انتهاء الجهد مباشرة علاقة مميزة للجسم الرياضي ودلالة واضحة على تكيف القلب وجهاز الدوران على الجهد الذي يتعرض له جسم الرياضي

. **الناتج القلبي:Débit cardiaque**

هو كمية الدم التي يضخها القلب من البطين الايسر في الدقيقة الواحدة ويتراوح الناتج القلبي بحوالي 5 6 –لتر / دقيقة في الشخص البالغ السليم في اثناء الراحة . ويزداد في اثناء المجهود الرياضي الى حوالي 35 لتر / دقيقة لدى الاشخاص المدربين تدريبا عاليا في اثناء القيام بمجهود ذي حمل عالي جدا.

و يعتمد الناتج القلبي على عاملين هما:

أ) حجم الضربة.Volume d'éjection systolique

ب) معدل نبض القلب. Rythme cardiaque

ويمكن التعبير رياضيا عن العلاقة بين الناتج القلبي وحجم الضربة ومعدل ضربات القلب بالمعادلة التالية:

"عدد ضربات القلب في الدقيقة الواحدة × الناتج القلبي = حجم الضربة»

مثال لشخص عادي : حجم الضربة((× 75 ملل(70 ض/د (5250 =)ملل/د أي 5 ل/د)

العوامل المؤثرة على معدل النبض:

يتاثر معدل القلب(زيادة أو نقصا) بعدد من العوامل الفسيولوجية ذات أهمية في مجال دراسة وظائف القلب سواء بالنسبة للأشخاص الرياضيين أو الغير رياضيين ،و تتلخص أهم تلك العوامل فيما يلي:

1- أعصاب القلب :

الأعصاب التي تتصل بالقلب و التي تتمثل في عصبين رئيسيين هما : العصب السمبثاوي و نشاطه يحدث زيادة في معدل نبضات القلب، و العصب الآخر هو نظير السمبثاوي و تأثيره يحدث العك بأن يقلل من معدل نبضات القلب.

2- الحرارة و الرطوبة(الهواء):

إن منظم النبض حساس جدا لأي تغيير في درجة الحرارة ، حيث تزداد سرعة القلب عند التعرض لبيئة مرتفعة الحرارة و تقل عند التعرض للدرجات الحرارية المنخفضة من الملاحظ أن ارتفا درجة الحرارة بمقدار درجة واحدة مئوية يؤدي إلى زيادة في معدل النبض بمقدار 10 نبضات في الدقيقة

3- الإنفعالات و الحالة النفسية:

يزيد معدل نبض القلب في حالات الف رح و الخوف و الغضب ، بينما يقل معدل النبض في حالات الحزن و الاكتئاب.

4-نشاط الهرمونات:

يؤثر نشاط الهرمونات على معدل نبض القلب ، فمثلا هرمون الأدرينالين يسبب زيادة معدل و قوة نبض القلب

5-غازات الدم:

تزداد سرعة معدل نبض القلب في حالة زيادة نسبة غاز ثاني أكسيد الكربون Co2 في الدم ، كما تزداد أيضا في حالة نقص الاكسجين O2 و يؤدي الحرمان المطلق من الاكسجين إى توقف عضلة القلب.

6- إنقباض العضلات :

يؤدي إنقباض العضلات (جهد) إلى زيادة في معدل نبض القلب ، على أساس أن إنقباض العضلات يضاعف رجو الدم الوريدي إلى القلب.

8- وضع الجسم: يختلف معدل نبض القلب في الأوضا التي يتخعها الجسم ، فيزداد المعدل بمقدار – 10 – 5 نبضات عند تغيير وضع الجسم من ال رقود إلى وضع الجلوس أو الوقوف يصل عدد الضربات في وضع الرقود لدى الشخص الغير مدرب في حالة الراحة اى نحو 65 والجلوس 70 والوقوف 80 نبضة / الدقيقة.

9- حالة الجسم : يتغير معدل نبض القلب تبعا للحالة الجسمية ، حيث ينخفض بشكل واضح في حالة النوم الهادئ العميق(الاسترخاء– الإرادي)، و يزداد معدل النبض تدريجيا عند الاستيقاظ من النوم و مع بدايات النشاط.

10- الجهد البدني: يزداد معدل النبض بسرعة عند ممارسة الرياضة و أداء جهد بدني ، و تتناسب سرعة معدل النبض طرديا مع شدة الجهد– المبعول و تحدث تلك الزيادة نتيجة مجم وعة متداخلة من العوامل السابقة ، و التي تظهر تحت تأثير الجهد البدني ، و من أهمها ما يلي:

أ – تأثير إرتفاع درجة حرارة الدم.

د – زيادة عمليات التمثيل الغذائي .

هـ – زيادة نشاط الهرمونات .

و – إنقباض العضلات .

ح– تغييرات ضغط الدم.

د – نقص السوائل la déshydratation

11- المرحلة العمرية : يرتفع عدد ضربات القلب لدى الاطفال ويقل بتقدم العمر فعلى سبيل المثال :

الرضيع 160 – ض/د 12 – .سنة . 82 ض/د.

سنتان 140 – ض/د 14 – .سنة 78 ض/د.

8 –سنوات 90 ض/د 15 – .سنة 76 ض/د..

10 –سنوات 86 ض/د .البالغ 100 – 50 – ض/د.

12- الجنس: حيث تزيد عدد الضربات قليلا لدى المرأة بحدود 6 – ضربات منها عند الرجل لنف س العمر اذ علمت ان الاختلاف يبدأ بين الجنسين عند 8 – 7 سنوات.

13- الطول والوزن: بزيادة مسطح الجسم تزداد الحاجة اى عدد اكبر من الضربات لتغطية احتياجات الجسم من الطاقة الاساسية وطاقة الانتاج.

14- الحالة التدريبية : ترتبط بالعمر التدريبي ونجد ان عدد الضربات يقل لدى المدُربين ، وان سرعة العودة الى الحالة الطبيعية تعد مؤشرا على اللياقة البدنية والزمن المثالي للعودة هو دقيقتان من نهاية التدريب.

15- النشاط المهني : تقل الضربات لدى العاملين بأنشطة مهنية تتطلب جهدا جسمانيا ، بينما تزيد لدى العاملين بالأعمال المكتبية (الذهنية.)

ضغط الدم: pression sanguine

هو الضغط الذي يحدثه الدم على جدران الاوعية الدموية مسببا تمددها وانفتاحها ." يدفع القلب الدم من البطين الايسر الى الشريان الاورطي بقوة تعادل 50 ضعف دفع البطين الايمن للدم بالشريان الرئوي ، ومن الشريان الاورطي ينتشر الدم بالأوعية الدم وية مشكلا ضغطا على العضلات الملساء المبطنة لها ، ولما كان كل انقباض بعضلة القلب يعقبه انبساط ، فان حجم الضغط على جدران الاوعية الدموية يتردد ما بين ارتفاع وانخفاض حيث يسمى كالاتي:

1- الضغط الانقباضي pression systolique ويتراوح ما بين 140 – 100 ملليمتر /زئبق في حالة الراحة لدى الشخص الغير مدرب.

2- الضغط الانبساطي : pression diastolique ويتراوح ما بين 90 – 60 ملليمتر زئبق في حالة الراحة لدى الشخص الغير مدرب

يصل ضغط الدم الانقباضي لدى الرياضيين بعد اداء المجهود الرياضي اى) 175 (ملم / زئبق. ان هذه التغيرات في ضغط الدم تحدث بسبب التغيرات في كمية الدم المدفوعة من القلب وحجم الاوعية الدموية ، فزيادة كمية الدم التي يدفعها القلب تؤدي اى سريان الدم في الشرايين يساعد على زيادة المقاومة في الشرايين الوسطى ونتيجة لعلك يتعين على القلب زيادة قوة الضخ ليندفع الدم داخل الشرايين الضيقة المنقبضة مما يؤدي الى ارتفاع ضغط الدم

أما اتساع الاوعية الدموية فيؤدي الى انخفاض ضغط الدم ، ويتأثر ضغط الدم بحجم الدم فهو يزداد مع زيادته وينخفض عندما يقل هذا الحجم.

لذلك الأشخاص العين يعانون من زيادة في ضغط الدم تعطى لهم أدوية لخفض نسبة الماء في الدم و بالتالي حجم الدم

ان الزيادة الحاصلة في ضغط الدم الانقباضي مع تقدم العمر تكون قليلة لدى الرياضيين مقارنة بغيرهم عند اداء مجهود رياضي معين.

ان تدريبات المطاولة الهوائية المنتظمة التي تكون في حدود الشدة شبه القصوى تقلل من الضغط الانقباضي والضغط الانبساطي في اثناء الراحة.

تنظيم ضغط الدم بواسطة آليات معقدة تشمل:

- **التحكم العصبي** :الجهاز العصبي الذاتي (الودي واللاودي) يؤثر على معدل ضربات القلب، وقوة الانقباض، وتضيق/توسع الأوعية الدموية.
- **التحكم الهرموني** :هرمونات مثل الأدرينالين، والنورأدرينالين، والأنجيوتنسين، والفازوبريسين (الهرمون المضاد لإدرار البول ADH) – تؤثر على حجم الدم ومقاومة الأوعية الدموية.

- **تنظيم حجم الدم** :الكلى تلعب دورًا حاسمًا في تنظيم حجم الدم عن طريق التحكم في إفراز الماء والأملاح.

خلاصة

الجهاز الدوري نظام معقد ومتكامل، وجميع أجزائه تعمل بتناغم للحفاظ على حياة وصحة الجسم. أي خلل في أحد مكوناته يمكن أن يؤثر بشكل كبير على الصحة العامة وله وظائف عديدة كل ماذكرناه سابقا بالإضافة إلى نقل الغازات والمغذيات والفضلات، يقوم الجهاز الدوري بوظائف حيوية أخرى:

- **النقل الهرموني** :يحمل الهرمونات من الغدد الصماء إلى الخلايا المستهدفة.
- **التنظيم الحراري** :يساعد على تنظيم درجة حرارة الجسم عن طريق توجيه تدفق الدم نحو الجلد (لتبديد الحرارة) أو بعيدًا عنه (للحفاظ على الحرارة.(
- **الدفاع المناعي** :يحتوي الدم على خلايا الدم البيضاء والأجسام المضادة التي تحمي الجسم من مسببات الأمراض.
- **تخثر الدم** :الصفائح الدموية وعوامل التخثر في البلازما تمنع فقدان الدم المفرط عند الإصابة.

المحاضرة الخامسة: فسيولوجية الجهاز التنفسي

تمهيد

الجهاز التنفسي هو النظام الحيوي المسؤول عن تبادل الغازات بين الجسم والبيئة الخارجية. وظيفته الأساسية هي إمداد الجسم بالأكسجين اللازم لإنتاج الطاقة الخلوية، والتخلص من ثاني أكسيد الكربون الناتج كفضلات أيضية. هذا التبادل الحيوي للغازات ضروري للحفاظ على وظائف الجسم السليمة.

1- تعريف الجهاز التنفسي:

هو مجموعة الاعضاء التي تؤدي وظيفة التنفس و يتكون من الرئتين والممرات الهوائية المختلفة، يقوم الجهاز التنفسي بمد الدم بالأكسجين الذي تحتاجه ملايين الخلايا الجسمية بصورة مستمرة لإطلاق الطاقة التي تحتاجها للقيام بوظائفها الحيوية و التخلص من ثاني أكسيد الكربون إلى الخارج.

يتلخص دور الجهاز التنفسي في:

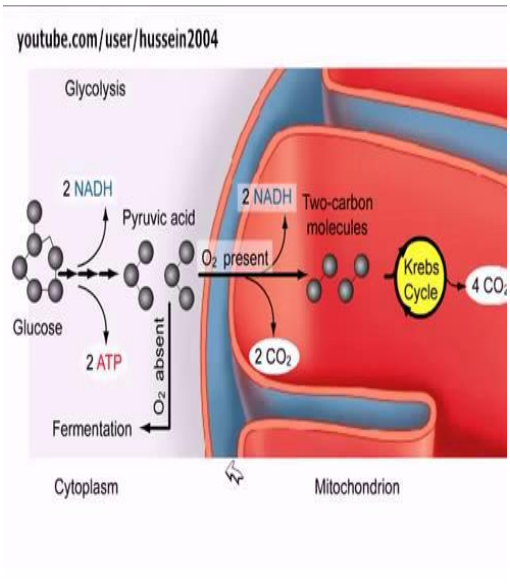
- امداد الأنسجة بالأكسجين و التخلص من ثاني أكسيد الكربون
- الحفاظ على PH الدم عند مستوى معين
- الصوت ، السعال ، العطس، وظيفة الأيض

تشمل عملية التنفس ثلاث جوانب رئيسية:

أ- التنفس الخارجي: و يتضمن مرور الأكسجين من الهواء إلى الحويصلات الهوائية في الرئتين و من ثم إلى الدم عن طريق تبادل الغازات في الشعيرات الدموية للرئتين حيث تتخلص الشعيرات الدموية من ثاني أكسيد الكربون و تحصل على أكسجين الهواء الخارجي

ب- التنفس الداخلي: و يقصد به مرور الأكسجين من الدم إلى أنسجة الجسم المختلفة و انتقال ثاني أكسيد الكربون من الانسجة إلى الدم

ج- التنفس الخلوي: و بواسطته يتم الاستغلال الحقيقي للأكسجين في خلايا الجسم و تتحرر الطاقة اللازمة لنشاط وظائف الجسم من خلال عملية تبادل الغازات بين الدم و الخلايا.



التركيب التشريحي للجهاز التنفسي:

2- مكونات الجهاز التنفسي:

يتكون الجهاز التنفسي بشكل عام من الاجزاء الرئيسية الخمسة التالية:

1- الممرات الهوائية :

تتكون الممرات الهوائية من الاتي:

الانف ، البلعوم ، الحنجرة ،الرغامة، القصبة الهوائية الرئيسية اليسرى واليمنى و القصيبات الهوائية الثانوية و القصيبات الهوائية النهائية.

العضو	الوظائف الأساسية
التجويف الانفي	ترشيح وتنقية و ترطيب الهواء الداخل و نقله للبلعوم
التجويف الفمي	تسخين وترطيب الهواء و نقله للبلعوم ويساعد على اصدار الاصوات
البلعوم	ينقل الهواء للحنجرة التي تحتوي على الاحبال الصوتية و تساعد على عملية البلع
الحنجرة	ينقل الهواء الى القصبة الهوائية و اصدار الاصوات
القصبة الهوائية	طرد الاجسام الغريبة التي قد تدخل مع هواء الشهيق
الراتين(الحويصلات الرئوية)	تتم التبادلات الغازية مع الدم المار في الشعيرات الدموية المحيطة بها

2- الرئتان : تعد الرئتان عضو التنفس الرئيسي نسيجهما اسفنجي وتتصلان بالرغامة عن طريق القصبة الهوائية الرئيسية اليمنى و اليسرى تنقسم الرئة اليمنى إلى ثلاث فصوص واليسرى إلى فصين و ينقسم كل فص إلى حوالي 200 فصيص يحتوي كل منها على عدة أكياس هوائية(حويصلات) تحتوي الرئة على300 مليون حويصله للقيام بعملية تبادل الغازات، و يتم تبادل غاز الأكسجين و ثاني أكسيد الكربون عبر غشاء حويصلات الرئة و غشاء الشعيرات الدموية و غشاء قاعدي خارج الغشائين.

3- عضلات التنفس : الجزء العضلي المكون من جزئين هامين هما :

عضلة الحجاب الحاجز و العضلات بين الضلوع الداخلية والخارجية التي تعمل على اتساع و ضيق حجم القفص الصدري خلال عملية التنفس.

4- الدورة الرئوية: هي الدورة الدموية التي تحمل الدم المشبع بثاني اوكسيد الكاربون الى الرئتين للتخلص منه ثم حمل الاوكسجين في طريق العودة الى القلب وتسمى ايضا بالدورة الصغرى. يعتبر الدم وسيط بين الأنسجة و الرئتين و العكس صحيح.

4-المركز التنفسي : ينظم عمليات التنفس مراكز توجد في النخاع المستطيل و القنطرة في الدماغ و تزيد سرعة التنفس أو تقل تبعا لحاجة الجسم الى الطاقة للقيام بوظائفه الحيوية عندما يقل الضغط الجزئي للأكسجين او يزداد الضغط الجزئي لثاني أكسيد الكربون بصورة ملحوظة في الدم ترسل المستقبلات الكيميائية الطرفية في الشريان الأورطي والشريان التاجي و القلب (الحساسة لتغييرات ضغط O2و CO2 و PH) رسائل إلى مراكز التنفس مما يؤدي إلى الزيادة في انقباض عضلات الحجاب الحاجز العضلات الوريبية(بين الضلوع) لتزيد من معدل التنفس(عدد مرات التنفس أي سرعة

التنفس) و عمق كل من الشهيق والزفير.

3- آلية التنفس:

يقصد بآلية التنفس ميكانيكية الشهيق والزفير ، وما يتبعهما من تبادل للغازات بالحويصلات الهوائية ، تتم عملية الشهيق و الزفير بواسطة نوعين من الحركة هما:

أ التنفس البطني:respiration diaphragmatique –

يعتمد هذا التنفس عل حركة الحجاب الحاجز فقط و يأخذ الشكل الهادئ ، لذا فإننا نعتمد على هذا النوع من التنفس أثناء النوم أو الراحة

ب التنفس الضلعي: respiration costale –

و هو نوع التنفس الذي يحدث عند القيام بالحركة أو المجهود البدني ، و فيه تتم عملية التنفس بمشاركة عضلات ما بين الضلوع و عضلة الحجاب الحاجز.

-عرض لعملية الشهيق و الزفير في حالة الراحة

-الشهيق: inspiration

انقباض كل من العضلات بين الضلوع الخارجية ، وعضلة الحجاب الحاجز في حالة الشهيق العادي أما في حالة الشهيق العميق تتدخل كذلك العضلة القصية الترقوية الخشائية sternocléidomastoïdien و العضلة الصدرية الصغيرة petit pectoral مما يؤدي إلى اتساع القفص الصدري و بالتالي انخفاض ضغط الهواء داخل الرئتين عنه بخارجهما مما يؤدي الى زيادة حجم التجويف الصدري ، وبالتالي سحب الهواء الى الرئتين عبر الممرات التنفسية من أكبر ضغط إلى أقل ضغط حتى يتساوى الضغطان الداخلي والخارجي ، ومن ثم ينتشر الهواء بالحويصلات.

ينتقل الاوكسجين من الدم الى الخلايا لاستخدامه في اكسدة المواد الغذائية في العمليات الايضية يتم ذلك وفقا لخاصية تسمى خاصية الانتشار Diffusion وتعني الحركة التلقائية للجزيئات او الذرات من الوسط الاعلى تركيزا الى الوسط الاقل تركيزا.

8- تبادل الغازات بين هواء الراتين و الهواء الجوي

-تتم نتيجة اختلاف ضغط الغازات : حيث يتم الانتقال من الضغط العالي الى الضغط المنخفض

-ضغط الاكسجين في الهواء الجوي يبلغ 158ملم زئبقي اكبر من ضغطه في الحويصلات الذي يبلغ 100ملم زئبقي

-ضغط ثاني اكسيد الكربون في هواء الحويصلات 40ملم زئبقي اكبر من ضغطه في الهواء الجوي الذي يبلغ 3ملم زئبقي

-الزفير: expiration

يعقب سحب الهواء الجوي الى الرئتين ارتفاع الضغط بداخلهما ثم انبساط العضلات بين الضلوع الخارجية وعضلة الحجاب الحاجز ، وبالتالي طرد الهواء من داخل الرئتين عبر الممرات التنفسية الى الخارج.

تتدخل عضلات بين الضلوع الداخلية و عضلات البطن oblique interne et externe et grand droit في حالة الزفير العميق. كنتيجة لأكسدة المواد الغذائية بخلايا الجسم ينتج عن ذلك ثاني اوكسيد

الكاربون ويتم التخلص منه بالخلايا عن طريق اتحاد جزء صغير منه بالخلايا الحمراء بالدم وتكوين مركبا كيميائي يدعى الكاربينو هيموغلوبين. (Carbinohémoglobine(Hbco2

بدخول الهواء وملامسة الاوكسجين لجدران الحويصلة الهوائية التي يحيط بها كم كبير من الشعيرات الدموية الرقيقة تقوم خلايا الدم الحمراء بالاتحاد بالأوكسجين وتكوين مركبا كيميائيا يدعى بالأوكسي هيموغلوبين) Hbo2 (، كما تتحد بلازما الدم بنسبة اقل من الاوكسجين وتحمله مذابا بها.

مميزات والفرق بين عملتي الشهيق والزفير:

م	عملية الشهيق	عملية الزفير
1	تنقبض العضلات بين الضلوع فترتفع الضلوع إلى أعلى.	تنبسط العضلات بين الضلوع فتنهبط الضلوع إلى أسفل.
2	تنقبض عضلة الحجاب الحاجز فيهبط الحجاب الحاجز إلى أسفل.	تنبسط عضلة الحجاب الحاجز فيرتفع الحجاب الحاجز إلى أسفل.
3	يزيد اتساع التجويف الصدري ويقل ضغط الهواء داخل الرئتين	يقل اتساع التجويف الصدري ويزيد ضغط الهواء داخل الرئتين
4	يندفع الهواء إلى داخل الرئتين مارا بالأنف ثم القصبة الهوائية.	يندفع الهواء إلى خارج الرئتين مارا بالقصبة الهوائية ثم الأنف

4-مكونات هواء التنفس:

يتكون الهواء الجوي من مزيج من عدة غازات:

-النيتروجين N 78.06 %

-الاكسجين O2 20.90 %

- ثاني اكسيد الكربون CO2 0.03%

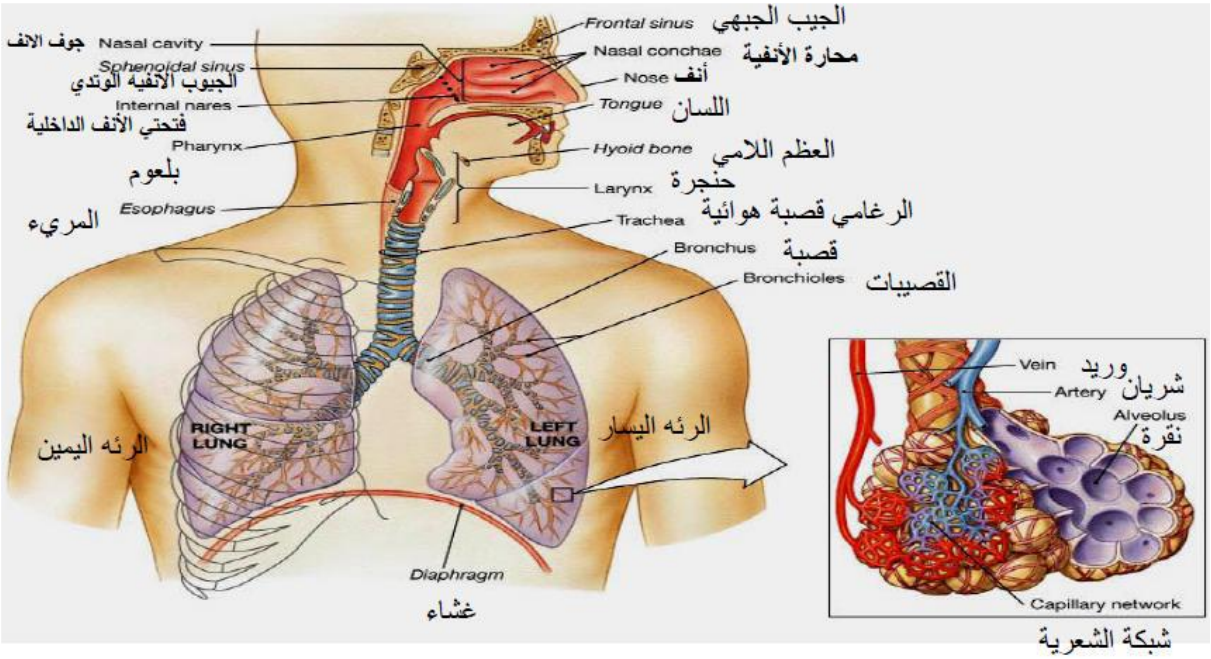
-غازات نادرة 1.00 % و بخار الماء حسب حالة الجو في كل 500 ملل في هواء التنفس يتم امتصاص حوالي 25 (ملل) من الاكسجين تستهلك خلايا الجسم في وقت الراحة حوالي 250 ملل من الأكسجين كل دقيقة، أو نحو 300 لتر في كل 24 ساعة وتزداد هذه النسبة نحو 15 – 10 ضعفا في حالة التمارين الرياضية.

5-تبادل الغازات في الرئتين:

ينتشر الغاز من منطقة الضغط العالي إلى منطقة الضغط المنخفض.

الدم الوارد للراتين يحتوي على الاكسجين عند ضغط 40ملم زئبقي اقل مما هو في الحويصلات 60 ملم زئبقي مما يسهل انتقاله من الحويصلات الى الدم.

الضغط الوريدي لثاني اكسيد الكربون 44ملم زئبقي اقل من ضغطه في الحويصلات 40ملم زئبقي يمكنه الدم من التخلص



هناك عدة عوامل باستطاعتها التأثير على نوعية الانتشار:

- فارق الضغط الجزئي بين المساحتين(جدران الحويصلات الهوائية و الشعيرات الدموية)، كلما كان فارق التركيز بين المساحتين كبير كلما كان الانتشار سريع ، ينعدم الانتشار عند توازن التركيز (تساوي.)
- كلما كانت مساحة التبادل كبيرة كلما كان الانتشار فعال طبيعة و خصائص مساحة التبادل (السمك و النفاذية)، كلما كانت المساحة ذات جدار رقيق و نفاذ كلما كان الانتشار كبير

5- المتغيرات الفسيولوجية التي تستخدم للكشف عن مقدار لياقة الجهاز التنفسي:

1- معدل التنفس: Rythme respiratoire

و يعني عدد مرات التنفس في الدقيقة الواحدة، و لدى الأشخاص الأصحاء البالغين يكون المعدل 16 مرة /د في حالة الراحة.و قد يصل إلى 10 مرة لدى الذكور الرياضيين و زيادة دورتين بالنسبة للمرأة

2- حجم هواء التنفس العادي: le volume courant

و يقصد به مقدار الهواء الذي يمكن أن يستنشقه الشخص خلال عملية الشهيق الهادئ أو يطرده خلال عملية الزفير الهادئ أيضا و يقدر هذا الحجم بمقدار 500 ملل أي ما يعادل نصف لتر.

3- حجم التهوية الرئوية أثناء الراحة: Le debit ventilatoire de repos

هو حجم الهواء الداخل و الخارج من الرئتين في الدقيقة الواحدة و يتراوح مقداره ما بين 7 – 6 لترات لدى الشخص السليم البالغ في حالة الراحة.

حجم هواء التنفس الواحد العادي ×ناتج ضرب معدل التنفس/ د

12مرة ×500 ملل 6 =ل/د

الجهد البدني و استجابات وظائف التنفس:

تحت تأثير الجهد البدني تحدث مجموعة من التغيرات في وظائف الجهاز التنفسي تعكس أنواع الاستجابات المباشرة لأداء هذا الجهد ، و تختلف مستويات الاستجابة في تلك الوظائف طبقا لاختلاف نوع و درجة الجهد المبذول ، و يمكن تلخيص أهم تلك الاستجابات فيما يلي:

1- إستجابات معدل التنفس: les reponses du rythme respiratoire –

يتضاعف معدل التنفس عند أداء الجهد البدني ليصل إلى نحو 4 – 3 أضعاف قيم الراحة عندما تكون درجة الحمل عند المستوى الأقصى ، وهذا يعني أن معدلات التنفس قد تصل في هذه الحالة إلى نحو 50 – 36مرة في الدقيقة.

2- إستجابات حجم هواء التنفس العادي: du volume courant les reponses –

كما ذكرنا سابقا فإن مقدار حجم هواء التنفس العادي في حالة الراحة يكون بمتوسط قدره 500 ملل (0.5ل) و يتضاعف هذا الحجم نتيجة لتدريبات الجهد الأقصى ليصل إلى نحو 3000 ملل 3 (ل)أي بمقدار 6 أضعاف قيم الراحة تقريبا.

3- إستجابات حجم التهوية الرئوية u volume de ventilation pulmonairereponses –

عندما تصل درجة الحمل البدني إلى مستوى الجهد الاقصى فإن حجم التهوية الرئوية قد يبلغ – 80 120لتر في الدقيقة ، و يرتبط ذلك بزيادة استهلاك الطاقة اللازمة لأداء الجهد.

4- استجابات تبادل غازات التنفس: les reponses des échanges gazeux –

تتضاعف معدلات التبادل الغازي عند أداء المجهودات البدنية مرتفعة الشدة، و ترتبط تلك الزيادة بحجم التهوية الرئوية.

5- إستجابات إستهلاك الأكسجينles réponses de la consomation d'oxygène –

يكون معدل استهلاك الاكسجين في حالة الراحة في حدود ربع لتر/ د تقريبا 250 (ملل/د)و يرتفع عند اداء تدريبات التحمل ذات الشدة القصوى ليبلغ نحو 6 – 5 ل/د بمعنى أنه يتضاعف إلى مقدار – 20 24ضعف تقريبا.

6- إستجابات الهواء المتبقي في الرئتينles reponses du volume residuel –

تحت تأثير الجهد البدني ي زيد حجم الهواء المتبقي بالرئتين بعد إطلاق أقصى زفير ،و يساعد ذلك على عدم اختلال مكونات هواء الحويصلات الرئوية تحت تأثير الجهد المبذول و خاصة بالنسبة لغازي الاكسجين و ثاني أكسيد الكربون

8- التغيرات والتكيفات الفسيولوجية الخاصة بالجهاز التنفسي الناجمة عن الجهد البدني:

Adaptations et Changements physiologiques induit par l'éffort :

يؤدي التدريب الرياضي المنتظم و المستمر وبصفة خاصة أحمال التدريب الهوائية التي تعتمد على استخدام الأكسجين و تتميز بها رياضات التحمل , الى جملة من التغيرات و التكيفات الفسيولوجية مقارنة بالأفراد غير الممارسين للرياضة ، تتخلص أهمها فيما يلي:

2- سرعة استجابة الجهاز التنفسي للمنبهات العصبية اللاإرادية بمراكز التنفس بالمخ .

3- سرعة عودة حموضة الدم Acidité – الى حالتها القلوية PH) Alcaline الدم.)

4- عدم ظهور ظاهرة دين الاوكسجين la dette d'oxygène المعوقة للأداء.

5- تناسب معدل استهلاك الاوكسجين ومكونات الحمل التدريبي أو التنافسي.

6- سرعة العودة الى الحالة الطبيعية في مرحلة استعادة الشفاء (عقب الاداء .)

7- زيادة الكفاءة الرئوية من حيث العمل الوظيفي:

8- زيادة السعة الحيوية Capacité vitale La وحجم التهوية الرئوية Le Débit ventilatoire

ترتفع كفاءة اللاعب في استغلال واستخلاص معدل الاوكسجين بالحويصلات الرئوية و نقله واستهلاكه في نشاط العضلات و سرعة التخلص من ثاني اوكسيد الكاربون كأحد مخلفات التمثيل الغذائي مقارنة بغير الرياضي ويؤدي ذلك إلى تميز الرياضيين بالاقتصادية في عمليات التنفس سواء كان ذلك في حالة الراحة أو عند أداء الجهد البدني مقارنة بغيرهم و بالتالي تأخر وصولهم إلى التعب مقارنة بغير الرياضيين عند أداء المجهودات البدنية.

9- زيادة الكفاءة الرئوية من حيث التركيب التشريحي : تتحسن قوة و كفاءة عضلات التنفس وخاصة عضلات ما بين الضلوع و عضلة الحجاب الحاجز ، فيزداد حجم القفص الصدري اتساعا و مرونة خلال عملية التنفس، و هذا يسمح لأداء العمليات التنفسية على نحو أفضل لدى الأشخاص الرياضيين وبصفة خاصة عند اداء الجهد البدني.

- يؤدي التدريب الرياضي المنتظم إلى زيادة كثافة الشعيرات الدموية المحيطة بالحويصلات الهوائية للرئتين نتيجة تفتح عدد من الشعيرات الدموية المقفلة أو الخاملة و تولد شعيرات دموية جديدة تحت تأثير التكرارات المتواصلة لأداء الجهد البدني ، مما يؤدي الى زيادة المساحة أو السطح الخاص بتبادل الغازات بين تلك الشعيرات وبين الحويصلات الهوائية للرئتين.
- تزداد مطاطية الرئتين و قدرتها على التمدد و الانكماش لأداء حركات التنفس القوي و العميق نتيجة التكيف للأعباء التدريبية المتنوعة التي يواجهها الرياضيون.

10- تتحسن العمليات التوافقية بين ميكانيكية التنفس و حجم المجهود البدني المبذول(عدم تسارع معدل التنفس)، وتساعد تلك العملية على حدوث استقرار أطول و أفضل لما يعرف بالحالة الثابتة لوظائف الجسم الفسيولوجية عند أداء المجهودات البدنية، و خاصة تلك التي تتميز بالديمومة أو الاستمرار لفترات زمنية طويلة في أنشطة التحمل الدوري التنفسي.

11 - زيادة حجم و نشاط أجسام الميتوكوندريا (Mitochondrie – بيوت الطاقة)

10- التنفس عند الضغوط المختلفة:

لمقصود به التنفس(عند الضغط الجوي الاعتيادي أو عند الضغط الأعلى من الطبيعي أي في منطقة منخفضة عن مستوى سطح البحر أو التنفس عند ضغط أقل من الضغط الجوي الاعتيادي أي التنفس في المرتفعات.)

في حالات التعرض الى ضغوط جوية مرتفعة جدا فان الزيادة في الضغط الجزئي لغاز النيتروجين يؤدي الى تخدير الجهاز العصبي و بالتالي يضعف عملية التنفس ثم يوقفه.

يتعرض الرياضي الى اللعب في اماكن منخفضة قليلا عن سطح البحر و في مثل هذا التعرض تتحسن التهوية ، أما عند التعرض الى ضغط أقل من الضغط الاعتيادي(المرتفعات) فكثيرا ما يؤدي الى الاختناق لأن الأكسجين الذي يصل الى خلايا الجسم سيقل عن المعتاد عليه و عند التنفس في الضغط الجوي الاعتيادي(عند سطح البحر)أي عند ضغط 760 ملم زئبق نسبة الاكسجين في الجو حوالي 20 %تقريبا أي ان الضغط الجزئي للأكسجين تقريبا 152 ملم زئبق 152 % (= 20 × 760 (ملم زئبق.

عند الصعود الى مكان مرتفع فالضغط الجوي يساوي نصف الضغط الجوي الاعتيادي أي = 2 / 760 : 380ملم زئبق ففي هذه الحالة فان الضغط الجزئي للأكسجين يصبح 76 %= 20 × 380 : ملم زئبق.

يحدث نتيجة التعرض الى مثل هذه الظروف أعراض و علامات مرضية ، منها:

الصداع والاجهاد مع زيادة معدل التنفس وزيادة ضربات القلب و ارتفاع ضغط الدم و يتبع هذه الاعراض هبوط في مستوى وظائف الجهاز التنفسي، وتزداد هذه الاعراض بزيادة المجهود الرياضي ، و عند تعود الرياضي على الظروف المحيطة به يصبح متأقلما ، نتيجة ما يلي:

-زيادة السعة الحيوية.

-زيادة نسبة هيموجلوبين و كريات الدم الحمراء.

علما بان الفرد يحتاج الى فترة زمنية تستغرق عدة اسابيع للتأقلم.

المحاضرة السابع: فيزيولوجية الجهاز العصبي

1- تعريف الجهاز العصبي:

الهيئة الادارية العليا التي تدير الجسم وتتولى مسؤولية عمليات التخطيط والتنفيذ والمتابعة والوقاية وإصدار الاوامر فيه ويعتبر الجهاز العصبي الجهة المسرقلة عن أساقبال المنبهات (المثيرات) المتنوعة التي ترد إليه من مصادر مختلفة وتحليلها وفك رموزها وتحديد نوعية الاستجابة المناسبة، ويتركب هذا الجهاز من المخ , الحبل الشوكي, الاعصاب المتصلة بالمخ والحبل السوكي من جهة والتي تمتد من وإلى العضلات، الغدد، أعصاب الحركة.

1-1-الخلية العصبية : هي الوحدة الاساسية التتي يتكون منها الجهاز العصبي كله وهي وحدة البناء والوظيفة فيه، حجمها 5-130 جزء من الالف /ملم. ويوجد 90 بالمئة في الدماغ وتختلف من حيث الحجم والشكل كما أنها لاتنقسم ولا تتجدد وما يتلف منها لا يتم تعويضه، تختلف وظائف الخلايا العصبية تبعا لمقعها ونوعها وخصائص تركيبهان وتعتبر النبضات العصبية هي الجزء الاساسي في كل الوظائف العصبية التي تقوم بها الخلية.

1-2- تركيب الخلايا العصبية: (النيورون the neuron)

- **جسم الخلية - الزرائد الشجيرية - محور الخلية العصبية**

1-3- أنواع الخلايا العصبية:

من حيث الوظيفة:

1- خلايا حسية: وهي التي تحتوي على محاور عصبية تنتقل الاحساسات الخارجية من سطح الجلد وأعضاء الحس المختلفة وكذلك الاحساسات القادمة من الاعضاء الداخلية، لتصل بها إلى مراكز الاستقبال الخاصة بها في الحبل الشوكي أو المخ.

2- الخلايا الحركية : هي التي تحتوي على محاور عصبية تحمل الاشارات والتنبيهات العصبية من المناطق المسؤولة عن الحركة في الدماغ إلى عضلات الجسم لكي تقوم هذه العضلات بالانقباض والارتخاء لتؤدي وظائفها المختلفة.

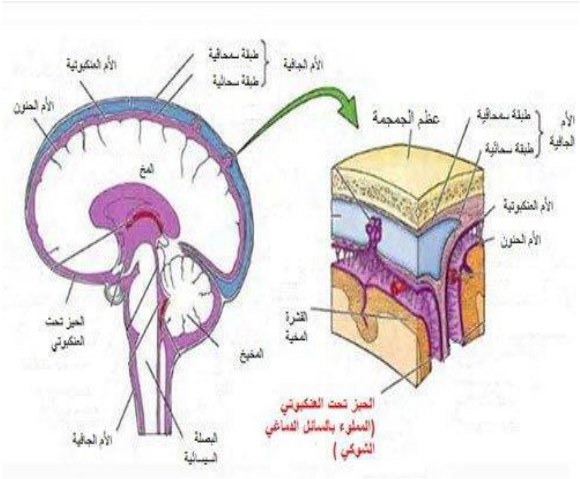
3- الحلايا العصبية الوسيطة (خلايا مختلطة أو المركزية أو الرابطة): خلايا الربط وهي التي تحتوي على محاور عصبية من النةعين السابقين حسية وحركية.

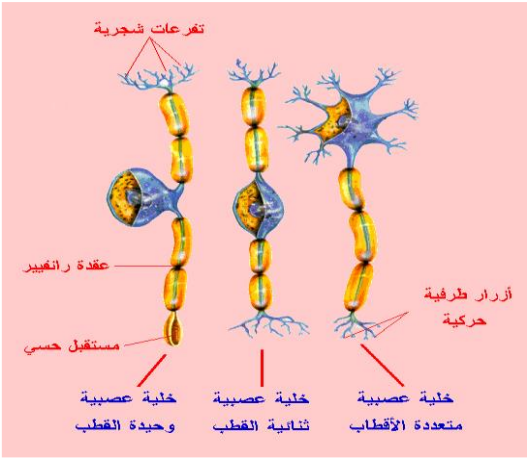
من حيث الشكل : تصنف الخلايا العصبية تبغا لعدد النتوءات التي تخرج من جسم الخلية:

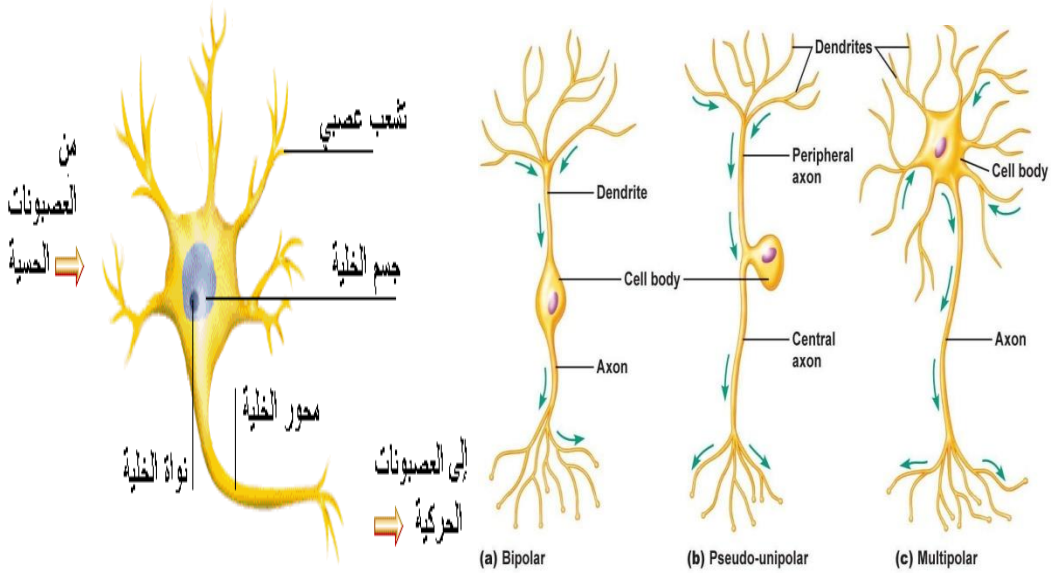
1- **خلايا عصبية وحيدة القطب** : وفي الغالب تقوم بتوصيل الاستثارة من أعضاء الحس إلى المخ والحبل الشوكي .

2- **خلايا عصبية ثنائية القطب:** ولها وظائف هامة تتكون شبكة العين.

3- **خلايا عصبية متعددة الاقطاب:** مسؤولة عن العديد من العمليات العصبية الفيزيولوجيا ةغالبا ما تكون هذه الخلايا في الجهاز العصبي. . وتكون محاور هذه الخلايا مسارات المخ العصبية من جهة ومسارات الأعصاب المحركة من جهة أخرى .







2- أقسام الجهاز العصبي: يقسم الجهاز العصبي إلى قسمين هما:

2-1- الجهاز العصبي المركزي: ويشمل المخ والحبل الشوكي يحيط بهم غلاف من ثلاث أغشية السحائية وهي من الداخل للخارج كالاتي: الام الحنون ولبلم العنكبوتية والام الجافية.

2-2- الجهاز العصبي الطرفي: ويشمل جميع الاعصاب خارج الجهاز العصبي المركزي سةاء الاعصاب المخية والاعصاب الشوكية.

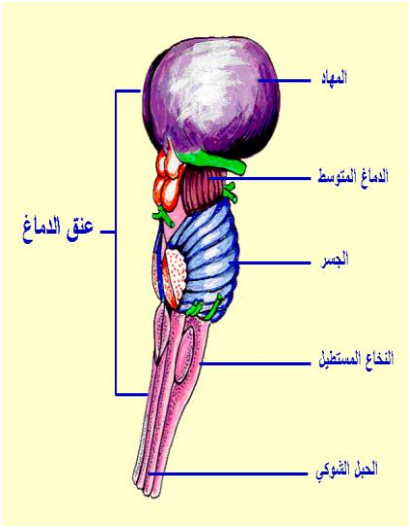
أولا: الجهاز العصبي المركزي:

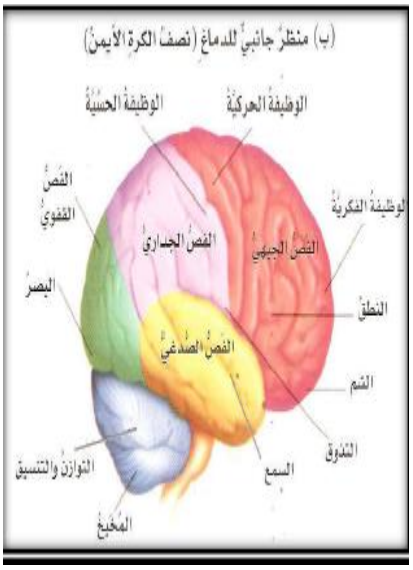
يهتم بشكل رئيسي بالحركات الارادية لعضلات الجسم التي تقوم بها الذراعين وباقي أعضاء الجسم، بالاضافة إلى عمليات التفكير وإصدار الاوامر والتذكر وغيرها ويتكون من الدماغ والحبل الشوكي.

1- الدماغ: يزن عند الانسان حوالي 1400غ ويمثل حوالي 2بالمئة من وزن الجسم وينقسم الدماغ إلى ثلاثة أقسام رئيسية : الدماغ الامامي – الدماغ المتوسط – الدماغ الخلفي.

أولا الدماغ الامامي: يتكون من نصفان الكرويان: المهاد – المهيد

1-النصفان الكرويان: وهو الجزء الاكبر من المخ ويشغل معظم التجويف الجمجمي, وهما مركز العمليات العقلية كالتفكير الذكاء والذاكرة والحواس، إذ لكل حاسة من الحواس الخمسة مركز عصبي محدد فيها، ويربط بيين نصفين كرة المخ قنطرة قوية من الالياف العصبية تسمى بالجسم الصلب أو الجسم المقرن الني تجعل المخ يعمل كوحدة واحدة. ويتكون كل نصف من أربعة فصوص هي الفص الجبهي، الجداري،الصدغي،والمؤخري،أو القفوي.

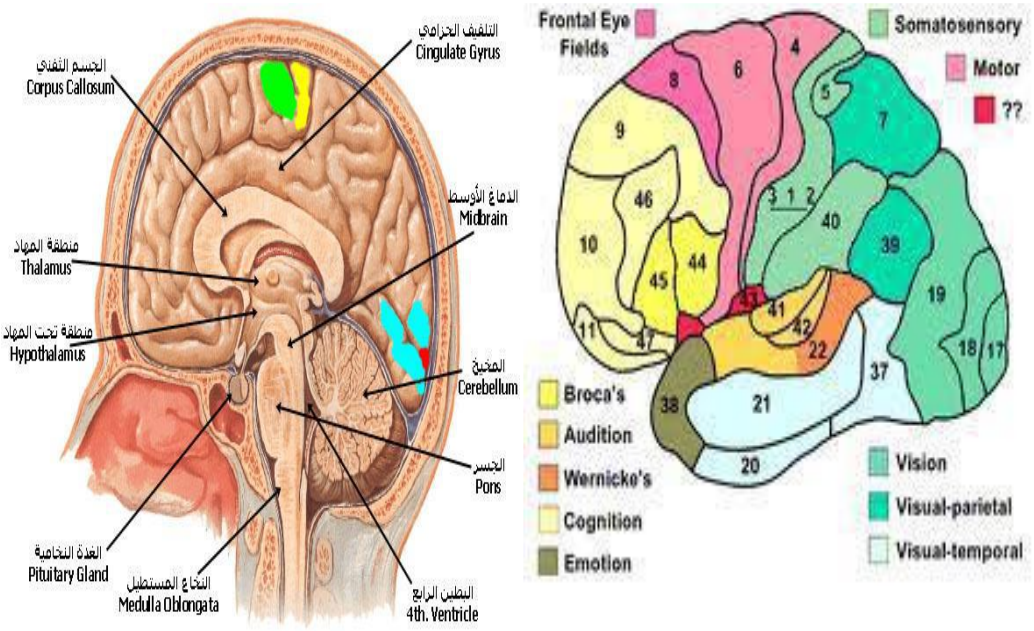




وعموما يمكن تلخيص ماسبق من باحات بوظائفها فيما يلي:

- **الباحات رقم 46-45-44-10-9 : منطقة الوظائف الذهنية بالفص الجبهي**
- **الباحات رقم 8-6-4 : المنطقة الحركية**
- **الباحات رقم 40- 5-3-2-1 : باحات الاحساس الجسمي**
- **الباحات رقم 39-7: الانتباه بالفص الصدغي**
- **الباحات رقم 19-18-17 باحات الابصار**
- **الباحات رقم 37-21-20 : مناطق الذاكرة**
- **الباحات رقم 38-11-47: التنظيم الانفعالي**
- **الباحات رقم 41 -42- 22 باحات السمع**

رسم توضيحي يمثل الفصوص الدماغية: الجبهي او الامامي، الفص الجداري،الفص الصدغي والقفوي



2-المهاد:

- يقع في الاجزاء الداخلية للمخ ويعتبر مركزا لعبور جميع أنواع الاحاسيس إلى اللحاء المخي ماعدا أحاسيس الشم.
- تقع فيه **مراكز الافعال الارادية والعواطف والذاكرة** وبعتبر من أهم مراكز المتابعة بالمخ كما يساعد المهاد بشكل خاص بتنظيم الانفعالات وفي عمايات الانتباه للغة والصور البصرية.

3- المهيد (تحت المهاد):

- له أهمية كبرى في **تنظيم السلوك الحركي** ولاعلاقة له بالاحاسيس. ويعتبر المهيد منطقة تكامل للوظائف الدافعية حيث تتحكم مراكزخ بالسلوك العدواني والنشاط الجنسي وحالات النوم واليقظة، ودرجة حرارة الجسم، وتنظيم مستوى الماء في الجسم، وهو يسيطر على دوافع الجوع والعطش والجنس والوظائف اللارادية، كما يتولى تنظيم نشاط الغدة النخامية.

ثانيا: الدماغ المتوسط:

- يشمل على عدد من المراكز العصبية التي **تعمل كمحطات متابعة للنظام السمعي البصري** ومن أهم مكوناته نظام التنبه الشبكي أو التكوين الشبكي وهو عبارة عن نظام دقيق يستطيع تنبيه الجسم إلى كل ما يتعرض له وإتخاذ الاحتياطات اللازمة السريعة، ويتكون من شبكة متداخلة من الخلايا العصبيةالتي تشكل فيما بينها مسارات عصبية ذات اتجاهين لمرور الاحاسيس من الاجهزة الحس إلى مراكز المخ.

ثالثا الدماغ الخلفي:

ويتكون من ثلاث مناطق أساسية هي **النخاع المستطيل (البصلة السيسائية والقنطرة والمخيخ** ولكل جزء منها وظائف محددة

أ- النخاع المستطيل:

- يقع أعلى النخاع الشوكي وهو امتداد له، له شكل مخروطي قاعدته الكبرى تتجه نحو الاعلى ويبلغ طوله تنظيم وتنسيق عدة عمليات جسدية **مثل التنفس –دقات القلب– البلع –افراز اللعاب كما انه له دور في الحفاظ على التوازن.**

ب–القنطرة (الجسر):

- تقع فوق النخاع المستطيل مباشرة وتصل القنطرة بين نصفي الدماغ الكرويين كما تعمل على ربط بين أجزاء المخ المختلفة، وتعتبر منطقة عبور الالياف الواردة (الحسية) التي تصل النخاع الشوكي مع القشرة المخية ثم مرور المسارات الحركية من القشرة المخية إلى المخيخ ويعتقد أنها تحتوي على ألياف أو **مراكز عصبية لها علاقة بالانفعالات.**

ج– **المخيخ:** يقع في مؤخرة الدماغ خلف القنطرة ومن اهم وظائفه:

- العمل على تنظيم الحركات الارادية وتنسيقها من أجل حفظ توازن الجسم أثناء الحركة.
- تنظيم العضلات الملساء
- تنظيم التناسق الحرك ونشاط العضلات وانقباضها.
- ضبط التوازن الحركي والمحافظة على وضع الجسم.

2– النخاع الشوكي:

وهو عبارة عن حزمة من الالياف العصبية التي تمتد من قاعدة الجمجمة عند الفقرة العنقية الاولى إلى أسفل الظهر ويتكون من قسمين داخلي وخارجي. وتخرج منه أزواج من الاعصاب الشوكية إلى أجزاء الجسم، والحبل الشوكي عبارة عن اسطوانة منحنية ناعمة تمر بالعمقد الفقري لمسافة تصل حوالي 46 سم وقطره 1,5 سم، والحبل الشوكي يهبط من فتحة كبيرة بالمختعرف يالثقب الاعظم ، أما الطرف العلوي يتصل بساق المخ (النخاع المستطيل)

2– الجهاز العصبي المحيطي:

يتكون من جميع انسجة الجهاز العصبي الواقعة خارج المخ والحبل الشوكي ينقسم إلى:

1– الاعصاب الدماغية:

وهي الاعصاب المتصلة وعددها 12 زوجا تخرج على الجانبين من سفل الدماغ, ولها أسماء تدل على وظائفها أو الاعضاء التي تتصل بها وقد تعرف بأرقامها (الشم، البصر، المحرك للعين، البكرى، التوأم الثلاثي، العصب المبعد، الوجهي ، السمعي، اللسان البلعومي، الحائر ، الاضافي، تحت اللساني) وهي إما حسية تنقل الاعصاب الدماعية النبضات الحسية إلى الدماغ من حواس البصر والسمع والشم والذوق وسائر أجزاء الرأس والوجه وأحاسيس مضغ الطعام وإبتلاعه.

أو حركية تنتقل النبضات الحركية التي تتحكم في العضلات المسؤولة عن حركة مقلة العين واللسان وتعبيرات الوجه والكلام والضغ وإفراز اللعاب وحركة الكتفين وإدارة الرأس.

وتقسم هذه الاعصاب وظيفيا إلى أعصاب حسية وأعصاب حركية وأعصاب مختلطة:

أ– أعصاب الحسية: العصب الشمي، البصري، السمعي ،

ب-الاعصاب الحركية: عصب الحركعيني، العصب البكري (يحرك العين بطريقة دائرية) ، العصب المبعد (يحرك المقلة أفقيا)، العصب مساعد / التابع (حركة الرقبة الدائرية والرأسية)، العصب تحت اللساني (يحرك اللسان عند المضغ والبلع والكلام)

ت-الاعصاب المختلطة الاربعة الباقية فهي:

- العصب المثلث أو التوأمي الثلاثي (يتصل بحركات المضغ والاحساس بالوجه)
- العصب اللساني البلعومي (الاحساس بالذوق والحرارة من الحلق كما يتصل بالحركات الخاصة بالبلع والقئ)
- العصب التائه أو المبهم (أول جزء من الجهاز العصبي التلقائي، يتصل بالقلب والاةعيى الدموية والاحشاء كما يتدخل في الاحساس بالذوق)
- العصب الوجهي (يختص بتحريك عضلات الوجه عند التغيير وكذا الذوق)

2- الاعصاب الشوكية:

هي الاعصاب المتصلة بالحبل الشوكي وعددها 31 زوج تخرج من الحبل الشوكي على جانبي العمود الفقري من فتحات بين الفقرات المتتالية وجميعها مختلطة.

وعلى إمتداد الحبل الشوكي يخرج من فتحات عظمية دقيقة تعرف بالفقرات المكونة للعمود الفقري عدد 31 زوج من الاعصاب الشوكية ترتبط من الجانب الخلفي بالمسارات الحسية ومن الجوانب الامامي بالمسارات الحركية المؤدية للعضلات، وتتوزع تلك الاعصاب على اربع مجموعات رئيسيةهي:

المناطق العنقيةّ: يبلغ عددها ثماني مناطق عصبية، وتعمل على إرسال الإشارات من وإلى مناطق الرأس، والرقبة، والكتفين، والذراعين، والأيدي.

المناطق الصدرية: يبلغ عددها 12 منطقة عصبية، وتعمل على إرسال الإشارات من وإلى الذراعين، والمنطقة الأمامية والخلفية من الصدر، والبطن.

المناطق القطنية: يبلغ عددها 5 مناطق عصبية، وتعمل على إرسال الإشارات من وإلى الساقين، والقدمين، وبعض أعضاء الحوض.

المناطق العجزية: يبلغ عددها 5 مناطق عصبية، وتعمل على إرسال الإشارات من وإلى أسفل الظهر، والأرداف، وأعضاء الحوض، والمناطق التناسلية، وبعض مناطق الساقين والقدمين.

ويمكن تلخيص عمله في وظيفتين:

1-ناقل أو موصل للإشارات العصبية حيث ينقل الإشارات العصبية من أجزاء الجسم المختلفة إلى المراكز الرئيسية في المخ كما يوصل الإشارات من المخ إلى أجزاء الجسم المختلفة.

2-حماية الجسم عن طريق قيامه بالاّستجابات الحركية بشكل مباشر حيث يعمل الحبل الشوكي في هذه الحالة كمركز تحكم مستقل وخاصة في حالة السلوك المنعكس الذي يتم مابين عضو الجسم والحبل الشوكي دون تدخل الدماغ.

2-3-الجهاز العصبي الذاتي:

ويختص بالحركات اللاإرادية بحيث يتولى السيطرة على أجهزة الجسم العمليات الحيوية الضرورية كالمعدة والأمعاء والغدد والقلب والرئتين وينقسم الجهاز العصبي المستقل (الذاتي) إلى قسمين الجهاز السمبثاوي (الودي) والجهاز الباراسمبثاوي (اللاودي) يلعب الجهاز العصبي المستقل دورا هاما في الدافعية والاّنفعالاّت يتولى أحدهما وظيفة الاّستثارة بينما يتولى الآخر وظيفة الكف. (أدوار المتضادة) .

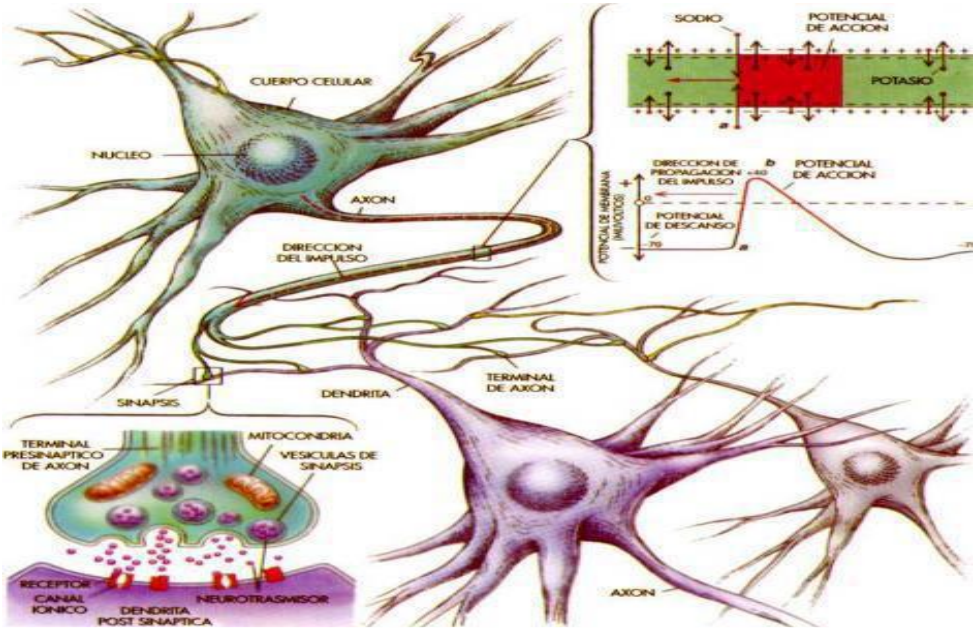
يقُسم هذا الجهاز إلى قسمين رئيسين، وفيما يلي بيان لكل منهما:

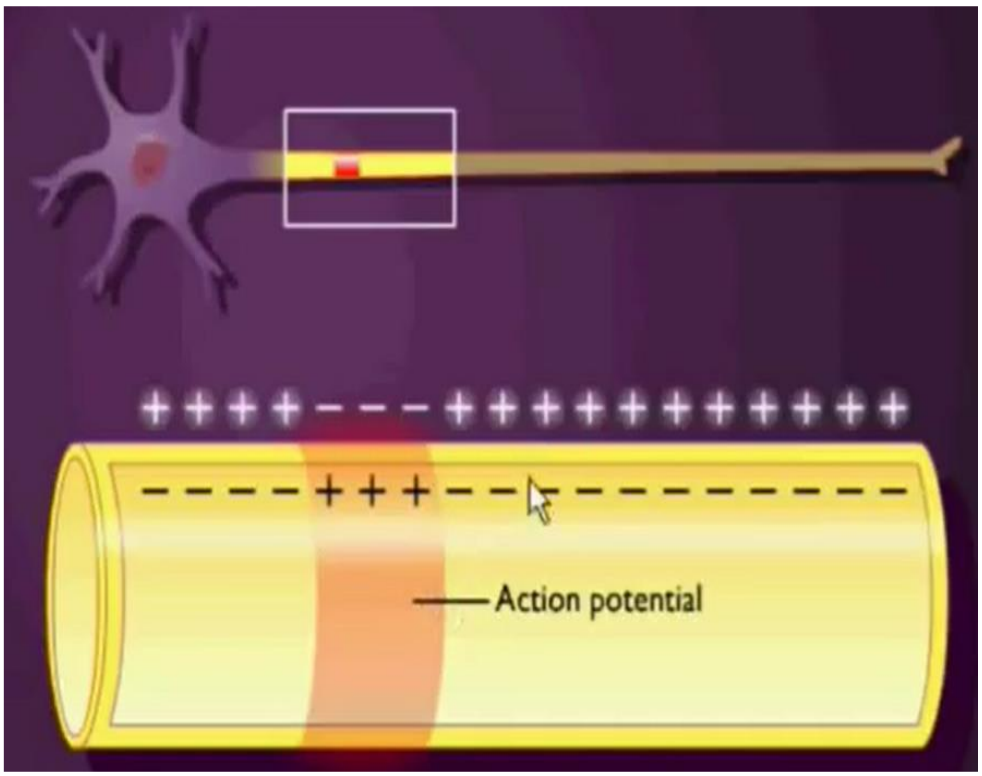
3-3-1-الجهاز الودّي:

ويرتبط بنوع من الاستجابة تسُمّى بالكر والفر ذلك أنّه يقوم بتحفيز كل من الجهاز التنفسي وجهاز الدوران والجهاز العضلي، ويؤثر الجهاز الودي في أجهزة الجسم المختلفة من خلال الوصلات الخارجة من المناطق الصدرية وأعلى القطنية من الحبل الشوكي، ومن الأمثلة على استجابة هذا الجهاز زيادة معدل دقات القلب وارتفاع ضغط الدم كرد فعل لحدث معينّ.

3-3-2- الجهاز اللاودّي:

ويطُلق عليه أيضاً مصطلح الجهاز القحفي العجزي ويرتبط هذا الجهاز بأوقاتَ الراحة والهضم ويلعب دوراً في وظائف حفظ الطاقة، وزيادة حركة وإفراز الجهاز الهضمي، وزيادة انقباضات المثانة.





فيزيولوجيا الخلية العصبية (السيال العصبي)

الليفة العصبية الغير المثارة تكون مستقطبة كهروبائيا إذ يكون السطح الخارجي للخلية نسبيا والداخلي سالبا ولهذا فإن غشاء الخلية بوصف بأنه بأنه يعاني من فرق في الجهد الكهربائي يدعى بفرق جهد الراحة الذي يبلغ حوالي 70 ميلي فولت, وتشبه الخلية (الغير المحفزة) بالبندفية التي في أي لحظة ممكن أن تثير (مهيئا للاطلاق) ويتجلى ذلك في التغيير المفاجئء في فرق الجهد الكهربائي, ويرجع وجود فرق في وقت الراحة (جهد الراحة) للاسباب التالية:

- أعداد الايونات الموجبة هي تقريبا نفس أعداد الايونات السالبة خارج وداخل الخلية, ولكن التوزيع غير متساوي في الايونات
- – النفاذية غير متساوية لايونات الصديوم والبوتاسيوم, فالغشاء العصبي أثناء الراحة أكثر نفاذية للبوتاسيوم منه للصديوم بحوالي 40 مرة
- وجود أيونات عضوية سالبة (معظمها بروتينات متأنية) ذات أوزان جزئية عالية داخل الخلية العصبية. إذ أم معظم هذه البروتينات تحمل شحن سالبة.

ونتيجة لهذه الاسباب الثلاثة مجتمعة تتسرب كمية من أيونات البوتاسيوم من داخل الخلية العصبية إلى خارجها على غشائها مكسبه إياه شحنة موجبة في حين يبقى في داخل الخلية يحمل شحنة سالبة، ولا تبتعد أيونات البوتاسيوم الموجبة المتسربة عن سطح الغشاء لانها تكون كنجذبة من قبل الايونات العضوية (البوتاسيوم (الموجبة) لان أوزانها الجزيئية عالية.

وعندما يستحدم مؤثرا (حافزا) كاف لغشاء الخلية العصبية فإن الاستقطاب يزال عن مكان التنبه، حيث تتغير بصورة جذرية وفجائية نفاذية غشاء الخلية العصبية لايونات الصديوم والبوتاسيوم، بحيث يصبح

الغشاء (بعد التنبيه) ولفترة قصيرة جدا أكثر نفاذية لايونات الصديوم منه لايونات البوتاسيوم، الامر الذي يؤدي إلى دخول كميات قليلة نسبيا من هذه الايونات إلى داخل الخلية العصبية في مكان التنبيه فقط ، وعليه يؤدي دخول أيونات الصديوم إلى تبدل في الجهد الكهروبائي على جانبي الغشاء في موضع التنبيه بحيث يصبح فرق الجهد الكهربائي أقل مما عليه قبل التنبيه **وتدعى هذه الظاهرة بزوال الاستقطاب.**

ويرجع زرال الاستقطاب إلى أندفاع كمية من أيونات الصديوم الموجبة من خارج إلى داخل الغشاء العصبي وفي هذا الصدد ينبغي ملاحظة أمرين.

- إذا كان زوال الاستقطاب ضئيل، فإنه سرعان ما يتلاشى موضعيا خلال أجزاء صغيرة من الثانية.
- أما إذا بلغ حدا معينا (حوالي خمسة قيمة جهد الراحة يسمى العتبة) فإنه تحدث تغيرات جذرية في الخواص النفاذية للغشاء العصبي ومما يؤدي إلى إندفاع كميات إضافية من أيونات الصديوم في فترة قصيرة إلى داخل الخلية عند موضع وعندئذ ينخفض جهد الراحة إلى الصفر ثم يتعدى ذلك بحيث يصبح السطح الخارجي للغشاء سالبا والسطح الداخلي موجبا بحوالي 30 ميلي فولت إلا أن هذه الحالة لا تدوم طويلا حيث يعود غشاء الخلية إلى طبيعة نفاذيته السابقة، مما يترتب عليه تسرب كمية قليلة من أيونات البوتاسيوم إلى خارج الغشاء فيكتسب السطح الخارجي من جديد شحنة موجبة بحوالي 70 ميلي فولت ويسمة هذه الظاهرة بعودة الاستقطاب وتدعى ظاهرة زوال الاستقطاب من 70 ملي فولت إلى 30 ملي فولت ومن ثم العودة إلى 70 ميلي فولت بجهد الفعالية action potential وجهد الفعالية المستقل بسرعة من الليف العصبي هو الواقع الحافز (السيال العصبي) إذ يكون جهد الفعالية الناتج من التنبيه (عديم الفائدة) إذا بقي في مكان التنبيه فقط.

5-المشابك العصبية:

5-1-المشبك العصبي :

من الجدير بالذكر أن الخلايا العصبية لاّ يوجد بينها اتصال مباشر وإنما يتم نقل التنبهات العصبية من خلية إلى أخرى عن طريق مناطق الاّلتحام بين شجيرات الخلية إلى أخرى عن طريق التوصيل الكيميائي نتيجة وجود مواد كيميائية يطلق عليها المواصلات العصبية الكيميائية إذ تعمل على نقل الإشارة الكهروبائية من خلية إلى أخرى مثل: الأدرينالين، والنورأدرينالين، الأستيل كولين الدوبامين والسيرتونين وتؤدي زيادها أو نقصها إلى اضطراب الوظائف الجسمية والعقلية ومن ثم يتطلب الأمر إعادة التوازن لهذه المواصلات التي تعمل على تعديل كمية المواصلات في المشتبكات العصبية.

5-2-أنواع التشابك:

1)التشابكات العصبية الكهربائية: التشابكات العصبية الكهروبائية هي نقاط التي يمر عندها التيار الأيوني مباشرة عبر فجوات الاّتصال الكهربائي وذلك من خلية إلى أخرى وتتواجد هذه الفجوات بين

خلايا الاتصال العصبي وكذلك بين الألياف العضلية في القلب والألياف العضلية الملساء في جدار المعدة.

2)التشابكات العصبية الكيميائية: وهذه التشابكات أكثر تعقيدا من التشابكات الكهربائية حيث تحتوي على الحويصلات بها مواد كيميائية خاصة تسمى الناقلات العصبية والخلايا العصبية التي تحمل الإشارة العصبية جهة التشابكات تسمى الخلايا العصبية قبل التشابكية أما الخلايا التي تحمل الإشارة العصبية بعيدا عن هذه التشابكات فتسمى الخلايا العصبية بعد التشابكية. و في هذه التشابكات ينفصل غشاء ما قبل التشابك عن غشاء ما بعد التشابك بواسطة شق التشابك والذي يقدر بحوالي 30-20 ملل ميكرون وفي معظم الخلايا العصبية يتفرع المحور عند جايته إلى عدة فروع. كل فرع يقترب من التفرعات الشجيرية أو من جسم الخلية للخلية العصبية التي تليها وعادة ما تتصل الخلية العصبية بخلايا عصبية أخرى عن طريق ألّاف من التشابكات العصبية. والإشارة العصبية تأتي من محور الخلية العصبية ثم تنتشر في أفرع و نهايات عصبية كثيرة في آن واحد.

6-آلية نقل الاشارات العصبية في تشابكات الجهاز العصبي المركزي:

تنتقل الإشارات العصبية في تشابكات الجهاز العصبي المركزي من خلال عدة آليات بعضها مسبب حالة تحفيز لغشاء مايعد التشابك والبعض الآخر قد يؤدي إلى تثبيط الغشاء متبعد التشابك والبعض الآخر قد يؤدي إلى حالة تثبيط لغشاء ما قبل التشابك.

6-1-حالة التحفيز أو الحث بعد التشابك:

عند وصول الإشارة العصبية إلى نهايات العصبية والذي يؤدي إلى دخول أيونات الكالسيوم إلى هذه النهايات يتحرر الناقل العصبي من حويصلات التخزين ثم يفرز إلى شق. وحيث إن شق التشابك ضيق جدا ففي خلال 1000/1 من الثانية ينتشر الناقل العصبي ليصل لغشاء ما بعد التشابك ويرتبط بالمستقبلات الخاصة به على هذا الغشاي ويؤدي ارتباط الناقل العصبي بالمستقبلات الخاصة به على غشاء ما بعد التشابك إلى تغير نفاذية هذا الغشاء لأيونات الصوديوم والبوتاسيوم. الأمر الذي يؤدى إلى دخول أيونات الصوديوم إلى الخلية مابعد التشابك وبمجرد وصول هذا الجهد إلى قيمة معينة تسير موجة من التحفيز أو الحث في الخلية التي سرعان ما تنتشر لتمتد بطول المحور. ولقد وجد أن الناقل العصبي في معظم التشابكات المحفزة عبارة عن أسيتيل كولين كذكل يعتبر النورادرينالين والدوبامين والسيروتونين نواقلا عصبية في معظم التشابكات المحفزة حيث وجد أن مستويات هذه النواقل يزيد في الدماغ والحبل الشوكي أثناء حالة الحث.

6-2-حالة تثبيط ما بعد التشابك :

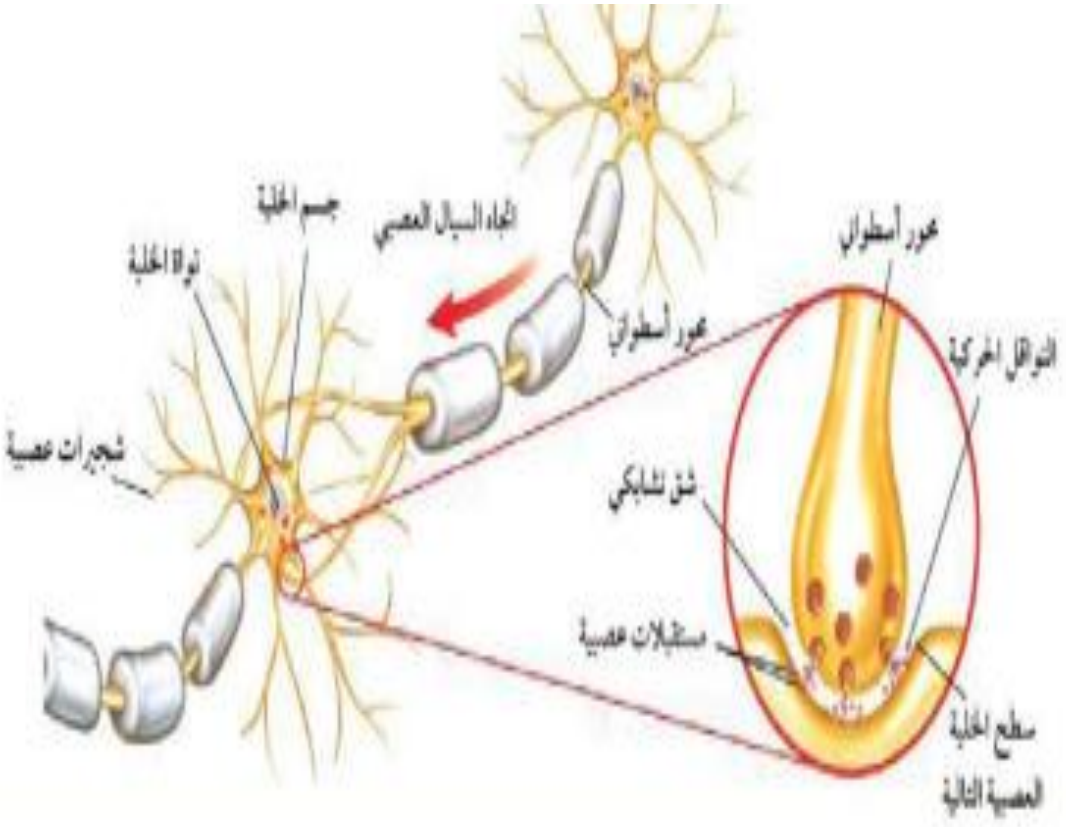
وهذا يكون الناقل العصبي من النوع المثبط مثل الجليسين أو حامض الجاما أمينوبيوتيرات. فعند ارتباط الناقل بالمستقبلات الخاصة به يحدث تغير في نفاذية الغشاء مابعد التشابك مؤديا إلى تراكم شحنة موجبة خارج الغشاء وهذا ما يسمى بزيادة الّاستقطاب أي أن الناحية الداخلية للغشاء

تصـبح سـالبة أكثر مما كانت عليه وقت الراحة وهنا يكون وقت الّستجابة هي حالة تثبيط حيث يتغير الجهد إلى ما يسمى تثبيط جهد مابعد التشابك وهذا يكون إما ناتجا عن:

1 –زيادة نفاذية الغشـاء مابعد التشـابك لأيونات الكلورين والتي يكون تركيزها أعلى خارج الغشـاء عن تركيزها داخل الغشـاء فتنتشـر هذه الأيونات سـالبة الشـحنة داخل الخلية وتجعل داخل الخلية أكثر سالبية الأمر الذي يؤدى إلى زيادة الّستقطاب.

2–زيادة نفاذية غشاء مابعد التشابك لأيونات البوتاسيوم والتي يكون تركيزها داخل الخلية فيؤدي ذلك إلى انتشار أوخروج أيونات البوتاسيوم من داخل الخلية إلى خارجها ووهذا يضيف شحنة موجبة خارج الخلية فيصبح خارج الخلية ذو شحنة موجبة أعلى الأمر الذي حالة زيادة اسـتقطاب ومن المعروف أن الخلايا العصـبية التي تفرز نهايتها نواقلا عصبية تسبب حالة تثبيط تسمى خلايا عصبية مثبطة.

6–3–حالة تثبيط ماقبل التشابك: يحدث هذا النوع من التثبيط عند تكوين التشابك بين محور الخلية مع محور خلية أخرى ولذا يطلق على هذا النوع تشـابك المحور محوري حيث تكون الخلية العصـبية خلية مثبطة والتي تتشابك محورها مع غشاء ماقبل التشابك والذي يتشابك بدوره مع غشاء ما بعد التشابك وينطلق من محور الخلية مادة ناقلة مثبطة مثل حامض الجاما أمينوبيوتيرات هذه المادة المثبطة تؤدي إلى فتح أيونات الكلورين في غشـاء مـاقبـل التشابك للخلية ومن هنا تندفع أيونات الكلورين من خارج الخلية فيقل جهد الفعل في النهاية العصـبية المنقولة من هذه الخلية وهذه الحالة يطلق عليها حالة تثبيط ماقبل التشابك.



7-تأثير التدريب على الجهاز العصبي:

يقوم الجهاز العصبي الذاتي بتنظيم وظائف عدة ودقيقة في العين والقلب والجهاز الهضمي , ويتم ذلك بشكل تلقائي بواسطة شبكة من الأعصاب التي تعمل بشكل ذاتي إذ تحمل هذه الأعصاب الإثارات العصبية فيكيف الجسم لعملية استهلاك الطاقة , فمثلاً عند الجري يعمل الجهاز السميثاوي على سعة المسالك التنفسية ويرفع الضغط الدموي ويحول السكر في الكبد إلى الدم.

أما الجهاز الباراسمبثاوي فيعمل بالعكس ويمتاز بقدرته على التحكم في افراز هرمون الادرنالين ويحتوي الجهاز العصبي الذايؤدي التدريب إلى تحسين وظائف الجهاز العصبي أي:

- تحسين قابلية الترابط والتوافق الحركي.

- تقصير زمن رد الفعل.

-يقلل زمن العبء (الجهد) تزداد سرعة الأستشارة (سرعة توصيل الإشارات العصبية) وهكذا يؤدي إلى تحسين التوافق الحركي والعمل المنظم في كل عضلة.

المحاضرة الثامنة: فيزيولوجيا الجهاز الهضمي

تمهيد

الجهاز الهضمي هو نظام معقد من الأعضاء والأنابيب، مسؤول عن معالجة الطعام الذي نأكله وتحويله إلى مواد بسيطة يمكن للجسم امتصاصها واستخدامها للطاقة والنمو وإصلاح الأنسجة.

1-تعريف الجهاز الهظمي:

الجهاز الهضمي قناة طويلة ومتعرجة تبدأ بالفم و تنتهي بفتحة الشرج .وهو الجهاز المسؤول عن هضم الأغذية حيث يحول جزيئات الغذاء المعقدة والكبيرة إلى جزيئات أصغر قابلة للامتصاص؛ أي تستطيع النفاذ عبرالأغشية الخلوية .

وتتم هذه العملية بواسطة تأثيرات ميكانيكية تحدث بفعل العضلات والأسنان وتأثيرات كيميائية تحفزها الإنزيمات .

ولعملية الهضم عدة مراحل في الجهاز الهضمي، تبدأ في الفم (تجويف الفم).

وتتضمن عملية الهضم تكسير الطعام إلى مكونات أصغر ثم أصغر والتي يمكن امتصاصها وهضمها إلى الجسم. ويساعد إفراز اللعاب على إنتاج بلعة يمكن ابتلاعها لتمرّ بالمريء ثم المعدة. ويحتوي اللعاب أيضًا على الإنزيم المحفز ويدعى بالأميلازالذي يبدأ عمله على الطعام في الفم. وهناك نوع آخر من إنزيمات الجهاز الهضمي والذي يدعى باللبياز اللساني والذي يتم إفرازه عن طريق بعض الحليمات اللسانية لتدخل اللعاب. كما تساعد عملية مضغ الطعام عملية الهضم بواسطة الأسنان والتقلصات العضلية للتمعج. ويعد وجود العصارة المعدية في المعدة شيء أساسي لاستمرار عملية الهضم لأن إنتاج المخاط يحدث في المعدة. والتمعج هو الانكماش الإيقاعي للعضلات الذي يبدأ في المريء ويمتد على طول جدارالمعدة وباقي الجهاز الهضمي. وهذه يؤدي إلى إنتاج الكيموسوالذي يتم امتصاصه ككيلوسفي الجهازاللمفاو يعند تكسيره بالكامل فيالأمعاء الدقيقة .وتحدث معظم عمليات هضم الطعام في الأمعاء الدقيقة. ويتم امتصاص الماء والمعادن مرة أخرى في الدم في قولون الأمعاءالغليظة .وتخرج الفضلات الناتجة عن عملية الهضم من فتحة الشرج عبر المستقيم.

2-وظائف الجهاز الهضمي الرئيسية

الجهاز الهضمي يقوم بعدة وظائف متكاملة لضمان الاستفادة الكاملة من الطعام:

- **البلعمة :(Ingestion)** تناول الطعام عن طريق الفم.
- **الدفع :(Propulsion)** تحريك الطعام عبر القناة الهضمية من الفم إلى الشرج.

- **الهضم الميكانيكي :(Mechanical Digestion)** التكسير الفيزيائي للطعام إلى قطع أصغر (مثل المضغ في الفم، والخلط في المعدة.)
- **الهضم الكيميائي :(Chemical Digestion)** تكسير جزيئات الطعام الكبيرة والمعقدة (مثل الكربوهيدرات والبروتينات والدهون) إلى جزيئات أصغر وأبسط (مثل السكريات الأحادية والأحماض الأمينية والأحماض الدهنية) بواسطة الإنزيمات الهضمية.
- **الامتصاص :(Absorption)** انتقال الجزيئات الغذائية المهضومة من القناة الهضمية إلى الدم أو الليمف ليتم توزيعها على خلايا الجسم.
- **التبرز :(Defecation/Elimination)** التخلص من المواد غير المهضومة والفضلات من الجسم.

3-مكونات الجهاز الهظمي:

✓ القناة الهضمية المعدية المعوية

القناة الهضمية عبارة عن جهاز مكوّن من عدة أعضاء. تقوم القناة بتلقي الطعام حيث يتم هضمه وتحويله لمواد أولية بسيطة يسهل على الجسم امتصاصها والاستفادة منها في النمو والحصول على الطاقة وتعويض الخلايا التالفة، ثم يتم طرد الفضَلات المتبقيّة. وعليه يمكن تلخيص الوظائف الرئيسيةّ للقناة الهضمية المعدية المعوية في ابتلاع وهضم وامتصاص الطعام والتغوّط أو إخراج فضلات الطعام من الجسم.

تختلف القناة الهضمية المعدية المعوية من حيوان لآخر. بعض الحيوانات لها معدات متعدّدة التجّاويف، بينما معدات بعض الحيوانات تتألف من تجويف واحد فقط. يبلغ طول القناة الهضمية المعدية المعوية في الإنسان البالغ السّويّ حوالي 5.6 مترًا أو 20 قدمًا، وتتكوّن من جزئين هما القناة المعدية المعوية العليا والقناة المعدية المعوية السّفلى. كما يمكن تقسيم القناة المعدية المعوية بناء على تكوينها أثناء فترة الطور الجنيني إلى المعي الأمامي،والمعي الأوسط،والمعي الخلفي.

✓ القناة الهضمية العليا

تتألف القناة الهضمية المعدية المعوية من الفم والبلعوم والمري والمعدة.

يحتوي الفم على الغشاء المخاطي الشّدقي، الذي يشمل فتحات الغدد اللعابيةّ، اللسان،الأسنان.

خلف الفم يقع البلعوم الذي يقود بدوره إلى أنبوب عضلي مجوّف، هو المري.

تحدث التمّعجّات، وهي عبارة عن تقلّصات عضلية لدفع الطّعام على طول المري الذي يمتد عبر الصّدر ثمّ يثقب الحجاب الحاجز ليصل إلى المعدة.

✓ القناة الهضمية السّفلى

تشمل القناة الهضمية المعدية المعوية السّفلى الأمعاء والشّرج.

-المعي

-الأمعاءالدقيقة، مكوّنة من ثلاثة أجزاء:

-العفج الصّائم اللفّائفي

-الأمعاءالغليظة، مكوّنة من ثلاثة أجزاء:

-الأعور وتُلحق بها لزّائدة الدّوديّة

-القولون القولون الصّاعد،القولون المعترض،القولون النازّل والثنية السّينية المستقيم

-الشرج

–الأعضاء الملحقة تشتمل الأعضاء الملحقة بالقناة الهضميةّ على:

- الكبد، والحويصل الصّفراوي

المرارة: يفرز الكبد الصّفراء إلى الأمعاء الدّقيقة عن طريق الجهاز الصّفراوي، إذ يقوم بتخزين هذه المادة الصّفراوية في المرارة الحويصل الصّفراوي. ليس للحويصل الصّفراوي وظيفة معيّنة أخرى، باستثناء تخزين وتركيز الصّفراء.

- المعثكلة البنكرياس: تفُرزا لمعثكلة سائل متساوي الضّغط لتنّاضحي يحوي البيكربونات وعدّة أنزيمات

هناك العديد من الأعضاء والمكونات الأخرى التي تشارك في عملية هضم الطعام .
وتدعى هذه الأعضاء بالغدد الهضمية المساعدة وهي الكبد و المرارة والبنكرياس.

وتتضمن المكونات الأخرى على الفم والأسنان واللهاة .وتعد القناة المعدية المعوية الأكبر بنية في الجهاز الهضمي. حيث تبدأ في الفم وتنتهي بفتحة الشرج مغطية مسافة ما يقارب تسعة أمتار. ويعد القولون أو الأمعاء الغليظة الجزء الأكبر في القناة المعدية المعوية. ويمتص الماء هنا ويتم تخزين ما تبقى من الفضلات قبل التبرز .وتحدث معظم عمليات هضم الطعام في الأمعاء الدقيقة. وتعد المعدة من أعضاء الهضم الأساسية. والتي يوجد في غشاءها المخاطي ملايين من الغدد المعدية المنطمرة. كما تعد إفرازاتها مهمة لإتمام وظيفة العضو. هناك العديد من الخلايا المتخصصة للقناة المعدية المعوية. والتي تتضمن مختلف خلايا الغدد المعدية والخلايا الذوقية وخلايا القناة البنكرياسية والخلايا المعوية وخلايا المايكروفولد.

1– الفم

الفم هو الجزء الأول من القناة المعدية المعوية وهو مجهز بعدة بنيات والتي منها تبدأ العمليات الأولى لعملية الهضم. وهذا يتضمن الغدد اللعابية والأسنان واللسان .

ويتكون الفم من منطقتي الدهليزوتجويفالفم .والدهليز هو المنطقة الواقعة بين الأسنانوالشفاهوالخدين والباقي هو تجويف الفم السليم. ويبطن معظم تجويف الفم الغشاء المخاطي للفم والغشاء المخاطي الذي ينتج مخاط مزلق والذي نحتاج منه كمية صغيرة فقط. وتختلف الأغشية المخاطية من حيث التركيب في مناطق مختلفة للجسم ولكن جميعها تنتج مخاط مزلق ويكون إفرازه إما بواسطة الخلايا السطحية أو الغدد الكامنة في الأغلب.

الغدد اللعابية

هناك ثلاثة أزواج من الغدد اللعابية الرئيسية ويوجد ما بين 800 إلى 1000غدةلعابيةصغيرة، وجميعها تساعد بشكل رئيسي في عملية الهضم وأيضًا تلعب دورًا مهمًا في الحفاظ على صحة الأسنان وترطيب الفم وبدون هذه الغدد سيكون الكلام مستحيلًا. والغدد الرئيسية هي غدد خارجية الإفراز حيث تفرز اللعاب عبر فتحات تسمى قنوات. وجميع هذه الغدد تنتهي في الفم، وأكبرها الغدد الكنفية وإفرازاتها الأساسية هي المَصأليّاً. وأما الزوج الثاني من الغدد يقع تحت الفك وتسمى هذه الغدد بغدد تحت الفك السفلي حيث تنتج كلا من السوائل المَصأليةّ والمخاط. ويتم إنتاج السوائل المَصأليةّ بواسطة الغدد المَصأليةّ في الغدد اللعابية والتي تنتج أيضًا الليباز اللساني. وتنتج الغدد اللعابية ما يقارب 70% من لعاب تجويف الفم. وثالث زوج من الغدد اللعابية الرئيسية هي غدد تحت اللسان والتي تقع تحت اللسان وإفرازاتها المخاط مع نسبة قليلة من اللعاب. ويعتبر الغشاء المخاطي الفموي

الغشاء المخاطي المبطن للفم وأيضًا المبطن للسان والحنك وأرضية الفم غدد لعابية صغيرة وتفُرز بشكل أساسي المخاط ويتم تزويدها بالأعصاب بواسطة العصب الوجهي) العصب القحفي السابع .(وتفُرز الغدد أيضًا في المرحلة الأولى لتكسير وتفكيك الطعام الأميليز حيث يقوم بتكسير الكربوهيدرونات في الغذاء لتحويل محتوى النشأ إلى مالتوز. وهناك العديد من الغدد على سطح اللسان التي تحيط ببراعم التذوق في الجزء الخلفي من اللسان وتنتج هذه الغدد أيضًا الليباز اللساني. والليباز هو أنزيم الهضم الذي يحُفز تحلل الليبيدات(الدهون).

ويطلق على هذه الغدد مصطلح غدد فون ابنر والتي تبين أيضًا أن لها وظيفة أخرى في إفراز الهستانز والذي يوفر خط دفاع مبكر خارج الجهاز المناعي ضد الميكروبات في الغذاء عندما ترتبط مع الغدد في أنسجة اللسان. ويمكن أن تحُفز المعلومات الحسية إفراز اللعاب لتوفير السوائل الضرورية لعمل اللسان ولتسهيل ابتلاع الطعام أيضًا.

اللعاب

وظيفة اللعاب في الجهاز الهضمي ترطيب وتليين الطعام وجعلها في شكل بلعة .وتساعد البلعة بالترطيب الذي يوفره اللعاب من الفم إلى المرئ. ومن أهميته أيضًا وجوده في لعاب أنزيمات الجهاز الهضمي الأميليز والليباز.

ويعمل الأميليز على تكسير النشا في الكربوهيدرات إلى سكريات بسيطة من المالتوز وسكر العنب التي تكُسر فيما بعد في الأمعاء الدقيقة. واللعاب في الفم مسؤولة عن 30% من هضم النشأ الأولي. وأما الليباز فإنه يقوم بتكسير الدهون، حيث يتم إنتاجه في البنكرياس وتحريره ليكمل هضم هذه الدهون.

ويعتبر وجود الليباز اللعابي في الأطفال الرضع مهم وذلك لأنه لم يتكون لديهم ليباز البنكرياس. بالإضافة إلى دوره في تجهيز أنزيمات الهضم أما اللعاب فإنه يقوم بتطهير الفم والأسنان. ولليباز أيضًا دور مناعي في تزويد جهاز الإنسان بالأجسام المضادة كالكرين المناعي أ. ويمكن اعتبار أنزيم الليباز مفتاح لمنع التهاب الغدد اللعابية وأهمها التهاب الغدة الكنفية.

اللسان

يدخل الطعام الفم حيث تبدأ المرحلة الأولى لعملية الهضم بواسطة حركة الفم وإفراز اللعاب. ويعد اللسان عضو سميك وعضلي حسي حيث يتم استقبال أول معلومات حسية بواسطة براعم التذوق على سطح اللسان ويبدأ اللسان بالعمل إذا كان الطعم مقبول محركًا الطعام في الفم مما يحفز إفراز اللعاب من الغدد اللعابية. وتساعد نوعية سائل اللعاب في تليين الطعام ويبدأ محتوى أنزيمها بتكسير الطعام في الفم .

وأول جزء من الطعام الذي يتم تكسيره هو نشا الهيدروكربونات. يكون اللسان مرتبطًا بقاع الفم عن طريق مجموعة رباطية تسمى بالجام وهذا يعطيه إمكانية التنقل لتحريك الطعام)والكلام(؛ ويتم التحكم الأمثل بتحريك الطعام من خلال عمل العديد من العضلات والمحدودة في نطاقها الخارجي من خلال تمدد الجام .ومجموعتيعضلاتاللسانهما العضلات الأربع الداخلية التي تنشأ في اللسان وتشارك في تشكيله والعضلات الأربع الخارجية التي تنشأ في العظام وتشارك في حركته.

حاسة التذوق

حاسة التذوق هي شكل من أشكال الاستقبال الكيميائي الذي يحدث في مستقبلات متخصصة من الخلايا الذوقية الواردة في هياكل تدعى ببراعم التذوق في الفم .براعم التذوق هي في الأساس على السطح العلوي)ظهر(من اللسان. وإدراك الطعم هو شيء أساسي يساعد على منع استهلاك الأطعمة الضارة أو الفاسدة وهذه هي وظيفة من وظائف نظام الذوقية حيث أن براعم التذوق في المقدمة. كما أن هناك براعم تذوق في أماكن آخرى في الفم وليس فقط على سطح اللسان. وهي مزودة بأعصاب

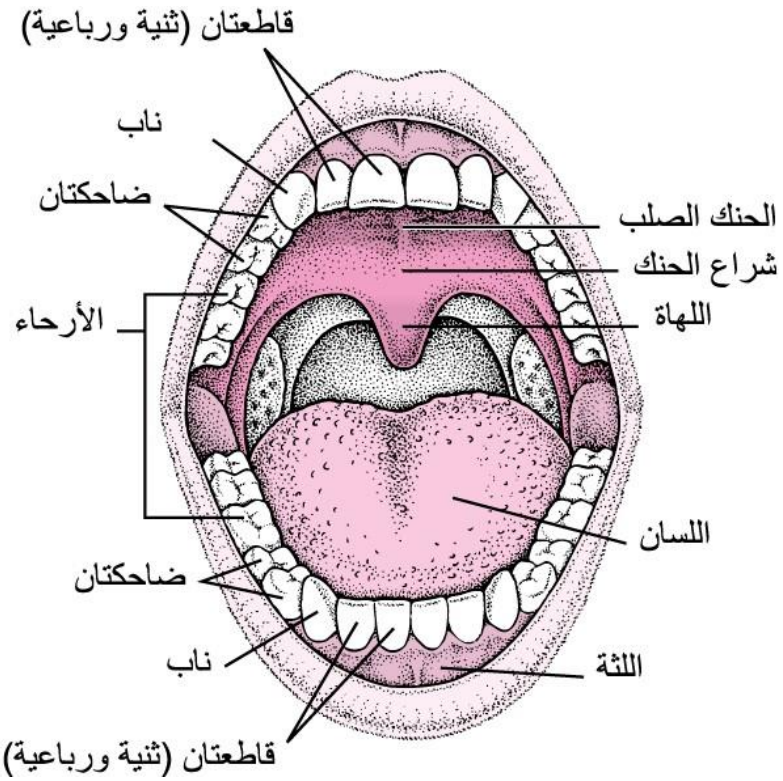
بواسطة فرع من العصب الوجهي حبل الطبل، والعصب اللساني البلعومي. يحيث يتم إرسال إشارات التذوق عبر هذهالأعصابالقحفيةإلى الدماغ .الذي له القدرة على التمييز بين الصفات الكيميائية للطعام. ويشار إلى الخمسة أنواع الأساسية للطعم بالمالح والحامض والمر والحالي ، وأحدث إضافة لهذه الأنواع هو أومامي)الطعم اللذيذ اللطيف(. والكشف عن الملوحة والحموضة يمكّن سيطرةالملحوالتوازن الحمضي. والكشف عن طعم المرارة فهو تحذير من السموم – وكثير من الدفاعات النباتية هي من المركبات السامة المرّه ويدل الطعم الحلو على تلك الأطعمة التي من شأنها توفير الطاقة؛ العطل الأولي للكربوهيدرات المعطية للطاقة عن طريق الأميليز اللعابي الذي يعطي الطعم الحلو لأن السكريات البسيطة هي النتيجة الأولى. كما يعتقد أن طعم الأومامي هو إشارة إلى وجود المواد الغذائية الغنية بالبروتين. أما الطعم الحامض فهو حمضي ويوجد كثيرًا في الأطعمة السيئة. فالمخ عليه أن يقرر بسرعة ما إذا يجب عليه أكل الطعام أو لا. وكانت هذه النتائج في عام 1991، حيث أنها تصف مستقبلاتحاسةالشمالأولى التي ساعدت على توجيه البحث إلى حاسة التذوق. توجد مستقبلات الشم على سطوح الخلايا في الأنف والتي ترتبط بالمواد الكيميائية حتى تمكنها من الكشف عن الروائح. وأفترض أن إشارات مستقبلات الطعم تعمل سوياً مع الإشارات الموجودة في الأنف، لتشكل فكرة النكهات الغذائية المعقدة.

الأسنان

الأسنان هي هياكل معقدة مصنوعة من مواد مخصصة لها. وهي أيضًا مصنوعة من مادة تشبه العظم تسمى العاج، والتي تغطيها أصلب الأنسجة في الجسم وهو المينا. والأسنان لها أشكال مختلفة لتتعامل مع مختلف جوانب المضغ الذي يعمل على تمزيق ومضغ قطع الطعام إلى قطع أصغر ثم أصغر. وهذا يؤدي إلى وجود مساحة أكبر بكثير لعمل الانزيمات الهاضمة. وتمت تسمية الأسنان بعد أدوارها الخاصة في عملية المضغ–القواطع تستخدم لقطع أو قضم قطع الطعام. الأنياب ، وتستخدم للتمزيق. الضواحك والأضراس تستخدم للمضغ والطحن.

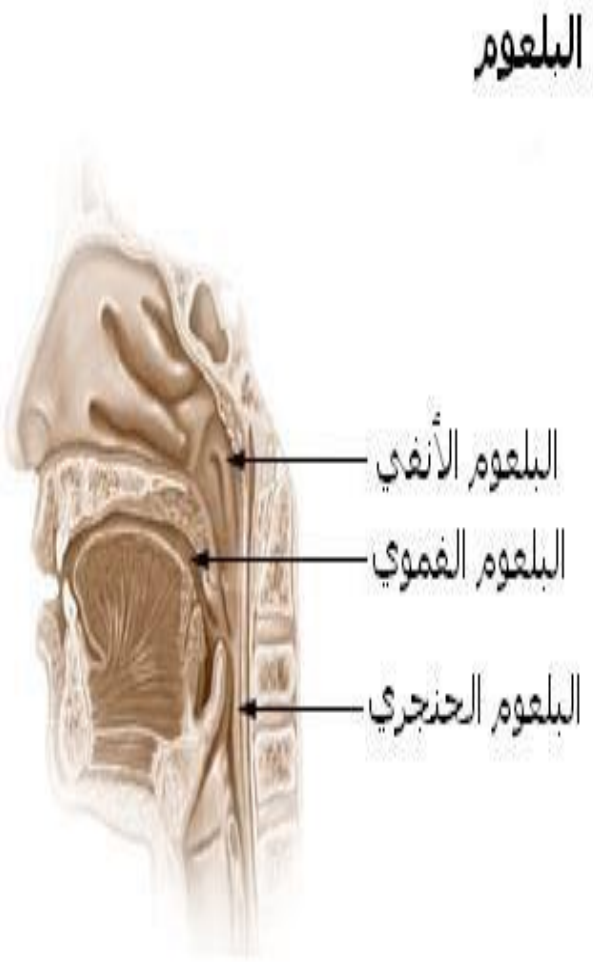
وتظهر نتيجة مضغ الطعام بمساعدة اللعاب والمخاط في تشكيل بلعة لينة يمكنها النزول إلى الأسفل إلى القناة المعوية المعدية العلوية ثم إلى المعدة. وتساعد أيضًا الأنزيمات الهاضمة في اللعاب على الحفاظ على نظافة الأسنان عن طريق تحطيم أي جزيئات طعام موجودة.

اللهاة



اللهاة هي رفرف غضروفي مرن ومعلق على مدخل الحنجرة. ويغطى اللهاة غشاء مخاطي، كما توجد براعم التذوق على سطح اللسان والتي تواجه في الفم. كما يواجه سطح الحنجرة الحنجرة. وتكمن وظيفة اللهاة في حماية مدخل المزمار –الفتحة بين الحبال الصوتية– وعادة مايشار للجزء العلوي أنه جزء من الحنجرة خلال عملية التنفس مع عمله السفلي. ولكن أثناء البلع، تنطوي اللهاة للأسفل لتصبح في وضعية أفقية، مع جانبها العلوي والذي يعمل كجزء من البلعوم. وبهذه الطريقة فإنها تمنع الطعام من الدخول إلى القصبة الهوائية، وتوجهها إلى جزء المريء الخلفي. وأثناء عملية البلع فإن حركة اللسان إلى الوراء تجبر اللهاة والتي تجبر فتحة المزمار من منع دخول أي يتم ابتلاعه إلى الحنجرة المؤدية للرئتين كما تسُحبالحنجرةإلى الأمام لتساعد في هذه العملية. ويتم تحفيز الحنجرة عن طريق المواد المتناولة التي تؤدي إلى سعال قوي لا إرادي من أجل حماية الرئتين.

البلعوم



البلعوم هو جزء من المنطقة الموصلة للجهاز التنفسي وأيضًا جزء من الجهاز الهضمي. وهو جزء من الحلق يقع مباشرة خلف تجويف الأنف في الجزء الخلفي للفم وفوق المريء والحنجرة. ويتكون البلعوم من ثلاثة أجزاء. ويشارك في الجهاز الهضمي كلا من البلعوم الفموي والبلعوم الحنجري وهما الجزئين السفليين .

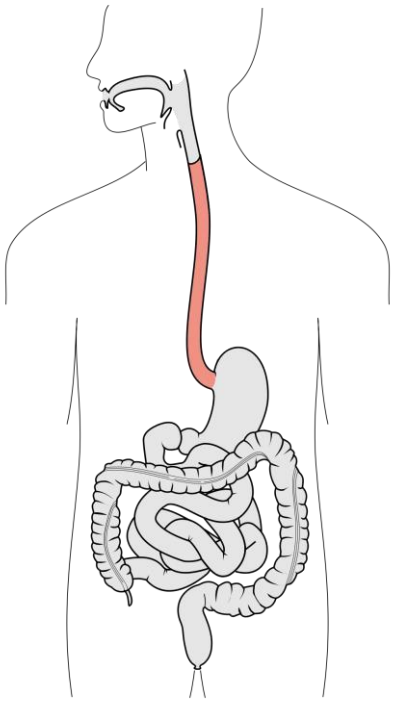
والبلعوم الحنجري متصل بالمريء ويعمل بمثابة ممر لكل من الهواء والغذاء .

يدخل الهواء إلى الحنجرة الأمامية ولكن أي شيء يبتلع له الأولوية ويتم حظر مرور الهواء بشكل مؤقت. ويعصب البلعوم عن طريق الضفيرة البلعوميةللعصبالمبهم.وتدفع عضلات البلعوم الطعام إلى المريء حيث يلتقي البلعوم بالمريء عند مدخل المريء الذي يقع خلف الغضروف الحلقي.

المريء

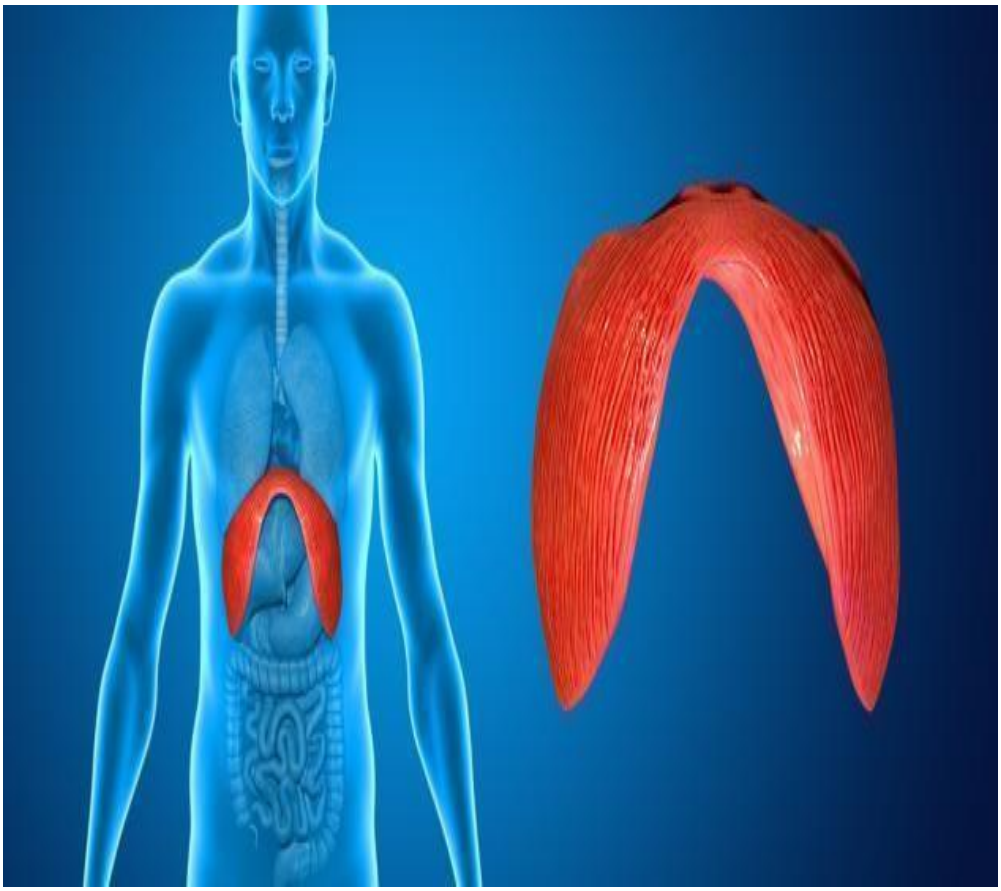
هو عضو يتألف من أنبوب عضلي يمر خلاله الغذاء من البلعوم إلى المعدة. كما يمتد المريء مع الجزء الحنجري للبلعوم. ويمر عبر المنصف الخلفي في الصدر ويدخل المعدة من خلال ثقب في

الحجاب الحاجز الصدري وهي الفرجة المريئية على المستوى العاشر للفقرات الصدرية. ومتوسط طول المريء 25 سم ويختلف باختلاف الارتفاع. ويقسم إلى أجزاء عنقية وصدرية وبطنية. ويلتقي البلعوم بالمريء عند مدخل المريء الذي يقع وراءالغضروفالحلقي .ويغلق المريء من الجهتين في وقت الراحة من قبل مصرات المريء العلوية والسفلية. يتم إثارة فتحة المصرة العلوية بواسطة عملية البلع المنعكس حتى يتاح مرور الغذاء. وتقوم المصرة أيضًا بمنع الارتجاع من المريء إلى البلعوم. ويوجد فيالمريء أغشية مخاطية وظهارة تمتلك وظيفة وقائية يحيث يتم استبدالها بشكل مستمر نظرا لحجم الطعام الذي يمر داخل المريء.



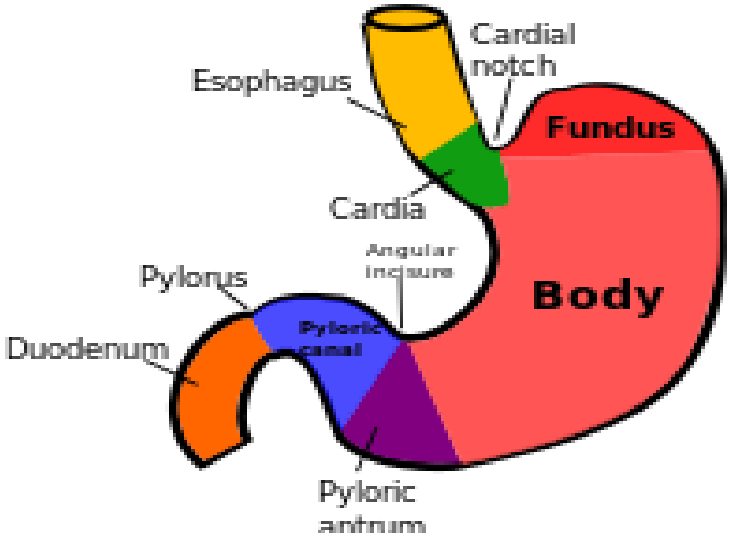
يمر الغذاء من الفم مرورا بالبلعوم إلى المريء خلال عملية البلع. حيث تقوم اللهاة بالتمدد للأسفل لتصبح بوضع افقي أكثر لمنع دخول الطعام للقصبة الهوائية وتوجيه الطعام للمريء. وعند وصولها للمري فأن البلعة تنزل وصولا للمعدة عن طريق الانكماش الإيقاعي واسترخاء العضلات المعروفة باسم التمعج. والمصرة المريئية السفلية هي المصرة العضلية المحيطة بالجزء السفلي من المريء. ويتم التحكم بالتقاطع الذي بين المريء والمعدة التقاطع المعدي من خلال المصرة المريئية السفلية والذي يبقى ضيق في جميع الأوقات ماعدا وقت البلع والتقيؤ لمنع محتويات المعدة من دخول المريء. وبما أن المريء ليس لديه نفس حماية المعدة من الحمض فأن أي فشل في هذه المصرة من الممكن أن يؤدي إلى حرقة في المعدة. ويحتوي المريء على غشاء مخاطي للظهارة كوظيفة وقائية بالإضافة إلى توفير سطح أملس لمرور الطعام. ونظرًا لكمية المواد الغذائية العالية التي تمر على مر الزمن ،فإنه يتم تجديد هذا الغشاء بشكل مستمر.

الحجاب الحاجز



التجويف الصدري عن التجويف البطني حيث توجد معظم أعضاء الهضم. تقوم العضلة المعطلة بإلصاق الاثني عشر الصاعد بالحجاب الحاجز. ويعتقد أن هذه العضلة تساعد الجهاز الهضمي في أن التصاقها يوفر زاوية أوسع للثنية الاثنا عشرية الصائمية لتسهيل مرور المواد الهاضمة. ويلتصق الحجاب الحاجز أيضا بالمراسي وهي منطقة عارية في الكبد. ويدخل المريء في البطن من خلال ثقب في الحجاب الحاجز على مستوى ت10.

المعدة



حمض المعدة وبالعاميّة عصارة المعدة ينتج في المعدة ويلعب دورا حيويا في عملية الهضم، كما أنه يحتوي بشكل أساسي علىحمضالهيدروكلوريكوكلوريدالصوديوم .يتم انتاج الغاسترين هرمون الببتيد عن طريق خلايا في بواب المعدة وأعلى الأمعاء في الغدد المعدية الذي ويحفز إنتاج العصارة المعدية والتي تنشط الإنزيمات الهاضمة. ومولدالببسينهو إنزيم طليعي مولد للإنزيم تنتجها الخلايا الرئيسية في المعدة وحمض المعدة ينشط هذا إلى إنزيم البيبسين الذي يبدأ هضم البروتينات.

تتلف هاتين المادتين الكيميائيتين جدار المعدة، ويفرز المخاط من قبل الغدد المعدية التي لا تعد ولا تحصى في المعدة، لتوفير طبقة واقية لزجة تحميها من الآثار الضارة للمواد الكيميائية. وفي نفس الوقت يتم هضم البروتين ويحدث تماوج ميكانيكي من خلال عملية التمعج، وموجات من تقلصات عضلية تتحرك على طول جدار المعدة. وهذا يسمح باختلاط كتلة الطعام مع الإنزيمات الهاضمة .

والليباز المعدي الذي يفرز عن طريق الخلايا الرئيسية في غدد قاع المعدة في الغشاء المخاطي للمعدة، هو الليباز الحمضي، مقابل الليباز البنكرياسي القلوي وهذا يذيب الدهون إلى حد ما على الرغم من أن كفاءته لا توازي كفاءة الليباز البنكرياسي. والمعدة عضو قابل للتمدد وتستطيع أن تتوسع بشكل طبيعي حتى تحتفظ بلتر من الطعام. أما معدة الطفل حديث الولادة فإنها قادرة على التوسع لتحتفظ بما يقارب 30 ملليلتر. ويقوم الطحال بتكسير كريات الدم الحمراء والبيضاء الميتة.

ولهذا السبب يعرف الطحال أحياناً بمقبرة كريات الدم الحمراء. وناتج هذا الهضم هوالبيليروبين الصبغي الذي يرُسل إلى الكبد ويفُرز في قناة الصفراء .والناتج الآخر هو الحديد والذي يستخدم في تكوين خلايا الدم الحمراء في نخاع العظم .ويعامل الطب الغربي الطحال فقط على أنه عضو من أعضاء الجهاز الليمفاوي، بالرغم من أن مجموعة كاملة من وظائفه المهمة ليست مفهومة بعد. وعلى نقيض هذا الرأي، يعتبر الطب الصيني الشعبي الطحال عضو ذو أهمية مركزية في الجهاز الهضمي. ويعتبر دور الطحال مؤثرًا على صحة الجسم وحيوته حيث يقوم بهضم المواد من المعدة وتحويلها إلى مواد غذائية قابلة للإستخدام وطاقة. والأعراض التي تشمل فقدان الشهية، عسر الهضم،

الانتفاخ واليرقان قد تكون مؤشرًا على خلل في الطحال .علاوة على ذلك، يلعب الطحال دورًا في التمثيل الغذائي للماء وتخليص الجسم من السوائل الزائدة. وفي الغرب، يرُى الطحال بأنه مرتبط بالمعدة لكن فيالطبالصينييشار إليه بأنه جهاز ويشملالبنكرياس.وفي الطب الصيني الشعبي تعتبر السوائل في الجسم تحت سيطرة الطحال. وهذه السوائل تشمل إنزيمات الهضم،اللعاب،المخاط، السوائل في المفاصل، الدموع، العرق والبول .وتصُنفّ السوائل على أنها خفيفة القوام أو غليظة أو قد تكون خفيفة وغليظة بنفس الوقت وتعتبر مغ أذ لكل الأنسجة والأعضاء.

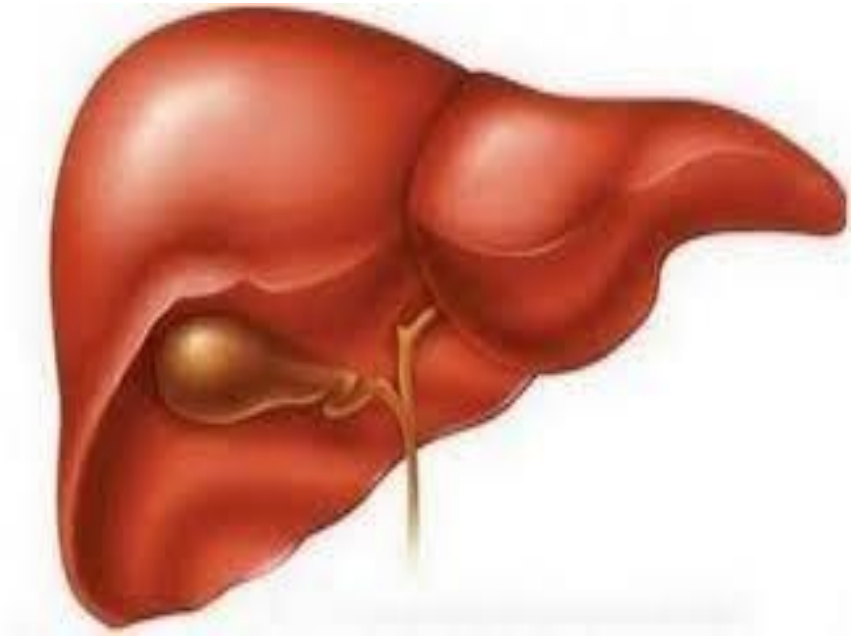
وهناك مكانين يتم فيهم الوخز بالإبرة في العلاج الإبري وهما المعدة والطحال (بالقرب من الركبة)، أما منتصف أسفل الركبة فإنه يجب ضمها إلى أنسجة الجهاز الهضمي.

الكبد

الكبد ثاني أكبر عضو في الجسم بعد البشرة وهي من الغدد الهضمية الملحقة والتي تلعب دورًا في عملية الأيض)ا لتمثيل الغذائي (في الجسم. وللكبد العديد من الوظائف والبعض منها مهمة في عملية الهضم. يستطيع الكبد إزالة السموم الناتجة من عمليات الأيض المختلفة، وصنع البروتين وإنتاج المواد الكيميائية الحيوية اللازمة للهضم. وتنظم تخزين الجليكوجين والذي يمكن تكوينه من الجلوكوز تكون الجليكوجين. ويقوم الكبد أيضًا بصنع الجلوكوز من أحماض أمينية معينة .

ووظيفتها الهضمية تتضمن بشكل كبير تكسيرالكربوهيدرات .وتحافظ أيضًا على استقلاب البروتين في تركيبه وانحلاله. وفي التمثيل الغذائي للدهون يتكون الكولسترول .ويتم إنتاج الدهون أيضًا من عملية تكوين الدهون. يكوّن الكبد الجزء الأكبر من البروتين الدهني. ويقع الكبد في الربع الأيمن العلوي للبطن تحت الحجاب الحاجز والتي متصلة في جزء واحد، وهو الجزء الأيمن للمعدة وفوق المرارة. تنتج الكبد الصفراء العصارة الصفراوية، وهي مركب قلوي يساعد في عملية الهضم.

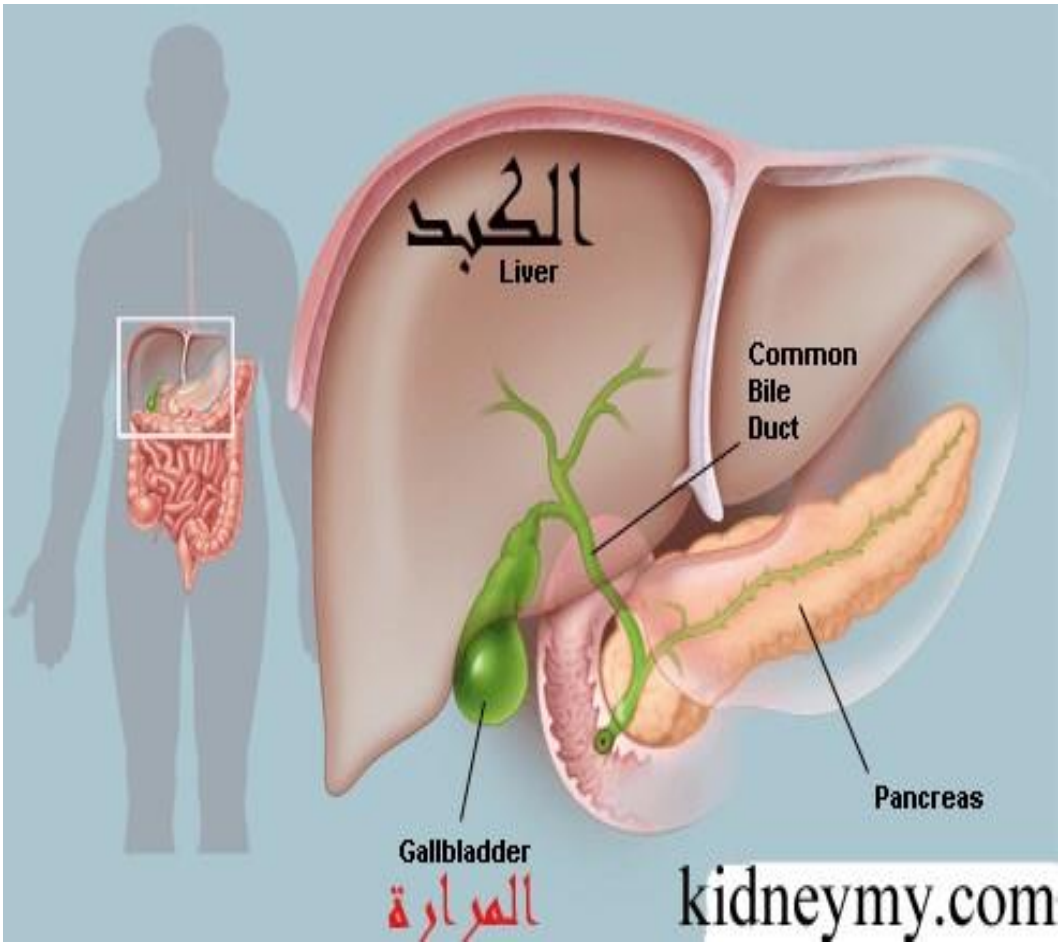
الصفراء



تنُتج الصفراء من الكبد وتتكون من) 97%(من الماء، أملاح الصفراء، مخاط وأصباغ ،1 % دهون وأملاح غير عضوية. ويعد البيليروبين أهم أصباغها. وتعمل الصفراء بشكل جزئي كمادة تقلل التوتر السطحي بين سائلين أو بين صلب وسائل وتساعد في استحلاب الدهون من الكتلة الشبه سائلة من الطعام المهضوم جزئيا .

يتم تكسير دهون الطعام بفعل الصفراء إلى وحدات أصغر تسمى بالمذيلات. وينشأ من هذا التكسير إلى مذيلات مساحة سطح كبيرة لأنزيمات البنكرياس والليباز للعمل عليها. يهضم الليباز الدهون الثلاثية والتي يتم تكسيرها إلى اثنين من الأحماض الدهنية وأحادي الغليسريد. حيث يتم امتصاصها عن طريق الزُغابات في جدار الأمعاء. وإذا لم يتم امتصاص الدهون بهذه الطريقة في الأمعاء الدقيقة فإن المشاكل ستزداد فيما بعد في الأمعاء الغليظة والتي ليست مهيئة لإمتصاص الدهون. وتساعد الصفراء أيضًا في امتصاص فيتامين ك من الغذاء. يتم جمع الصفراء ونقلها من خلال القناة الكبدية المشتركة. ترتبط هذه القناة مع القناة المرارية لتتصل في القناة الصفراوية المشتركة مع المرارة. تخُزن الصفراء في المرارة لبتم إطلاقها عند إرسال الغذاء إلى معي الاثنا عشر وأيضًا بعد ساعات قليلة من إرساله.

المرارة



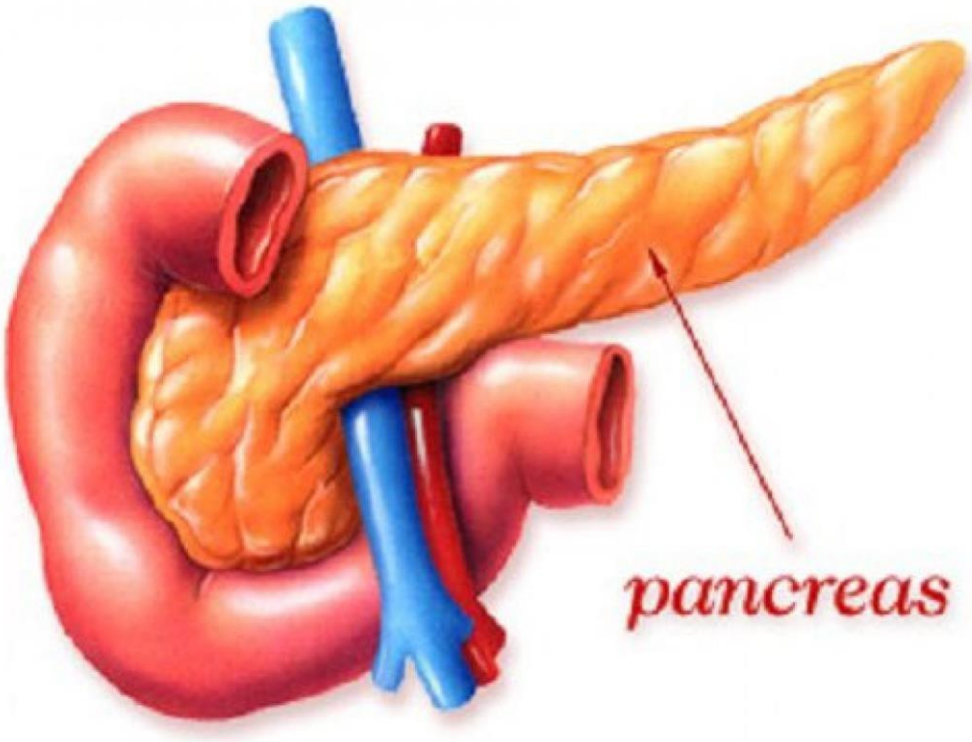
المرارة جزء مجوف في الجهاز الصفراوي والتي تقع أسفل الكبد، وبوجود المرارة يتستطيع الجسم التخلص من أي اكتئاب صغير. وهي عضو صغير حيث تخُزَّن فيها الصفراء (العصارة الصفراوية) التي تنتجها الكبد قبل إطلاقها إلى الأمعاء الدقيقة. وتتدفق الصفراء إلى الكبد بواسطة قنوات صفراوية وإلى المرارة ليتم تخزينها هناك. ويتم إطلاق الصفراء استجابة للكوليسيستوكينين وهو هرمون بيبتيدي يفُرز من الاثنا عشر.

ويعتمد إنتاج الكوليسيستوكنين من الغدد الصماء في معي الاثنا عشر على وجود الدهون فيها. ويقُسم إلى ثلاث أقسام القاع والجسم والرقبة. ترتبط الرقبة بالشجرة الصفراوية عن طريق القناة المرارية والتي ترتبط فيما بعد بالقناة الكبدية المشتركة لتشكل القناة الصفراوية المشتركة. وعند تقاطع هاتين القناتين يوجد طية مخاطية تسمى جَيبَة هارتمان حيث تبدأ المرارة عادة بالالتصاق.

وتعد الطبقة العضلية للجسم نسيج عضلي أملس والذي يساعد المرارة على التقلص، بالتالي تستطيع إطلاق الصفراء إلى القناة الصفراوية. وتحتاج المرارة إلى تخزين الصفراء على هيئة شبه سائل طبيعي في معظم الأوقات. ويتم إفراز أيوناتالهيدروجينمن البطانة الداخلية للمرارة لتبقي الصفراءحمضيةبما فيه الكفاية لمنع تصلبها. ولتخفيف الصفراء، يتم إضافة الماء والكهارل)الشوارد الكهربائية(من

الجهاز الهضمي. وأيضًا تربط الأملاح نفسها بجزئيات الكوليسترول الموجودة في الصفراء لحفظها من التبلور. وإذا كان هناك الكثير من الكوليسترول والبيليروبين في الصفراء، أو كانت المرارة ليست فارغة بشكل صحيح فإن الأجهزة يمكن أن تصاب بالفشل. وهذه هي طريقة تكوين حصوات المرارة الحصوات الصفراوية، عندما تغُطى قطعة صغيرة من الكالسيوم بالكوليسترول أو بالبيليروبين تقوم الصفراء بالتبلور لتشكل حصاة المرارة والغرض الرئيسي من المرارة هو حفظ الصفراء وإطلاقها. يتم إطلاق الصفراء إلى الأمعاء الدقيقة للمساعدة في هضم الدهون عن طريق تكسير الجزيئات الكبيرة إلى جزيئات أصغر. وبعد امتصاص الدهون، يتم أيضًا امتصاص الصفراء ونقلها مرة أخرى إلى الكبد لإعادة استخدامها.

البنكرياس



عمل الهرمونات الهاضمة

البنكرياس والاثني عشر والقناة الصفراوية

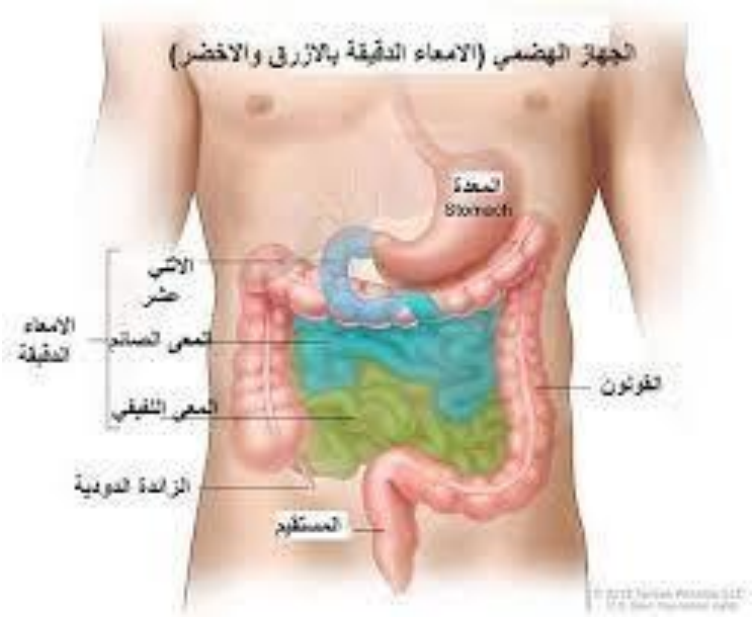
يعدالبنكرياس عضو رئيسي ويعمل كغدة هضمية ملحقة في الجهاز الهضمي .ويعتبر البنكرياس غدة صماء باطنية الإفراز وغدة إفرازية معاً. ويفرز الجزء الأصم الأنسولينو ذلك عندما يرتفع سكرالدم حيث يقوم الأنسولين بنقل الجلوكوز من الدم إلى العضلات أو إلى الأنسجة الأخرى لاستخدامه كطاقة.

وأما عند انخفاض سكر الدم يطُلق هذا الجزء الجلوكاجون حيث يسمح بتخزين السكر ليتم تكسيره إلى جلوكوز بواسطة الكبد لإعادة توازن مستويات السكر في الدم. وينتج البنكرياس إنزيمات هضمية مهمة في العصارة البنكرياسية والتي تنُقل إلى معي الاثنا عشر. يقع البنكرياس خلف المعدة. ويتصل بمعي الاثنا عشر بواسطة القناة البنكرياسية والتي تكون مرتبطة بالقرب من اتصال القناة الصفراوية حيث تستطيع العصارة البنكرياسية والصفراوية العمل على الكيموس (الكتلة شبه السائلة من الطعام المهضوم الجزئية) والتي يتم إطلاقها من المعدة إلى معي الاثنا عشر .تحتوي إفرازات البنكرياس المائية المفرزة من خلايا القناة البنكرياسية على أيونات البيكربونات القلوية والتي تساعد الصفراء في تعادل الكيموس الحمضي الذي يخُض بواسطة المعدة. ويعتبر البنكرياس أيضًا المصدر الرئيسي للإنزيمات المستخدمة في هضم الدهون والبروتين. ويتم إطلاق بعض هذه الإنزيمات استجابة لإنتاج هرمون الكوليسيستوكينين في معي الاثنا عشر. وبالمقابل يتم إنتاج الأنزيمات التي تهضم السكريات من جدار الامعاء. تمتلئ الخلايا بحبيبات إفرازية والتي تحتوي على سلائف الإنزيمات الهاضمة. وأهم الإنزيمات البروتينية مولد التريبسين ومولد الكيمو تربسين وهي إنزيمات بنكرياسية تعمل على هضم البروتين. ويتم إنتاج أيضا إنزيم الإيلاستارز. وتفُرز كميات قليلة من اللباز والأميليز. ويفرز البنكرياس أيضًا إنزيمالفوسفوليباواليسوفوسفولييباز واستريز الكوليسترول. وتعد طلائع الإنزيم المتغيرات الغير نشطة للإنزيم والتي تمنع ظهور التهاب البنكرياس الذي يحدث بسبب التدهور الذاتي. وعند إطلاقها في الأمعاء، ينُشط إنزيم الإنتيروببتيداز الموجود في الغشاء المخاطي للأمعاء مولدالتربسنوذلك عن طريق انقسامه ليكوّن التربسين. والمزيد من الانقسامات تنُتج إنزيمالكيموتربسين.

القناة المعوية المعدية السفلية

تشمل القناة المعوية المعدية السفلية الأمعاء الدقيقة وجميع ما يتعلق بالأمعاء الغليظة. وتعرف الأمعاء أيضًا بالأحشاء المعي أو بالقناة الهضمية. وتبدأ القناة المعوية المعدية السفلية بالمصرات البوابية للمعدة وتنتهي بفتحة الشرج. وتقُسم الأمعاء الدقيقة إلى معي الاثنا عشر العفج والصائم واللفائفي. ويعتبر المصران الأعور العلامة الفاصلة بين الامعاء الدقيقة والغليظة. وأما الأمعاء الغليظة فأنها تشمل المستقيم والقناة الشرجية.

الأمعاء الدقيقة



يؤكل الطعام، وبعد ساعة يبدأ الأكل بالوصول إلى الأمعاء الدقيقة وبعد ساعتين تفرغ المعدة. وحتى هذا الوقت يسمى الطعام بالبلعة. بعد ذلك يصبح الطعام شبه سائل مهضوم بشكل جزئي حيث يطلق عليه مصطلح الكيموس. وفي الأمعاء الدقيقة، تصبحدرجةالحموضةحاسمة حيث تحتاج لأن تكون متوازنة بشكل دقيق من أجل تنشيط الإنزيمات الهاضمة. الكيموس حامضية جِدًا ومع انخفاض درجة الحموضة يتم تحريرها من المعدة وهي بحاجة لأن تكون أكثر قلوية. ويتم هذا في معي الاثنا عشر عن طريق إضافة الصفراء من المرارة بالإضافة إلى إفرازات البيكربونات من القناة البنكرياسية وأيضا إفرازات المخاط الغنية بالبيكربونات من غدد الاثناعشر والتي تعرف بغدد بونر. تصل الكيموس إلى الأمعاء حيث يتم تحريرها من المعدة من خلال فتح المصررات البوابية للمعدة. وينتج من ذلك مزيج من السائل القلوي حيث يقوم بإبطال مفعول حمض المعدة الذي قد يتُلف بطانة من الأمعاء. يقوم المخاط بتزييت وترطيب جدار الأمعاء. وعندما يتم تقليل حجم وتركيب جزيئات الطعام المهضوم بما فيه الكفاية، يمكن امتصاصها من خلال جدار الأمعاء ومن ثم نقلها إلى مجرى الدم. والوعاء الأول المستقبَل للكيموس هو بصلة الاثنا عشر. ومن هنا تمر الكيموس إلى معي الاثنا عشر وهو أول قسم من أقسام الأمعاء الدقيقة الثلاثة. وثاني قسم المعي الصائم وأما ثالث قسم فهو المعي اللفائفي. ويعتبر معي الاثنا عشر أصغر وأقصر قسم في الأمعاء الدقيقة. وهو أنبوب مجوف ويأخذ شكل حرف C حيث يقوم بربط المعدة بمعي الصائم. وتسمى بدايته ببَصَلَةُ الاثنا عشر وينتهي بالعضلة المعلقة للاثنا عشر. وتساعد فكرة ارتباط هذه العضلة المعلقة بالحجاب الحاجز في مرور الطعام وذلك بجعل الزاوية أوسع عند مكان الارتباط.

الأعور وبداية القولون الصاعد

الأعور هو الكيس الذي يحدث الانقسام بين الأمعاء الدقيقة والأمعاء الغليظة. ويتلقى الأعور الكيموس من الجزء الأخير من الأمعاء الدقيقة، وطرفي الدقاق، ويتصل بالقولون الصاعد للأمعاء الغليظة. وفي هذا التقاطع توجد المصرة أو الصمام، صمام اللفائفي الأعوري الذي يبطئ مرور الكيموس من الدقاق مما يسمح بحدوث المزيد من الهضم. وهو أيضا موقع الزائدة الملحقة.

الأمعاء الغليظة

في الأمعاء يكون مرور الطعام المهضوم في القولون أبطأ بكثير حيث يستغرق من 12 إلى 50 ساعة إلى أن يتم التخلص منه بالتغوط. ويخدم القولون أساسًا كموقع لتخمر المواد القابلة للهضم من قبل نبيت القناة الهضمية والوقت الذي يستغرقه يختلف اختلافا كبيرا بين الأفراد.

وظائف الأعضاء

تخضع أربعة أعضاء للاختصاص فيالمملكةالحيوانيةّ العضو الأول هواللسان و يوجد في شعبة الحبليآّت فقط.

العضو الثآّني هو المري.الحوصلة هي عبارة عن ضخامة المري عند الطّيور، والحشرات واللافقاريّات الأخرى المعتادة على تخزين الطّعام بشكل مؤقّت.

العضو الثآّلث هوالمعدة .تملك الطّيور بالإضافة إلى المعدة الغدّيةّ، معدة عضليةّ هي "الحوصلة" أو الجيب الهضمي العضلي. تستعمل الحوصلة لطحن الطّعام بشكل آلي.

العضو الرّابع هوالأمعاءالغليظة.الأعورهو عبارة عن تجيّب خارجي في الأمعاء الغليظة وهو يوجد في الحيوانات النبّاتيةّ غير المجترّة مثل الأرانب. ويساعد الأعور في هضم المواد النّباتيّة مثلاالسيللوز.

- **الوظيفة المناعيةّ**

يشكل السّبيل المعدي المعوي أيضًا جزءًا بارزًا في الجهاز المناعي وتعتبر قيمة درجة الحموضةpH الوسط المعدي المنخفضة والتي تتراوح بين 1− 4 تعتبر قاتلة للعديد من المتعضيات المجهرية التي

تدخل المعدة، يعمل المخاط على إبطال تأثير العديد من هذه المتعضّيات المجهريةّ باحتوائه علىالمضادات الحيويةّ .(IgA هناك أيضًا عوامل أخرى في السّبيل المعدي المعوي تلعب دورًا في الوظيفة المناعيةّ، هي الأنزيمات الموجودة في اللعاب والصّفراء .في التفّاعلات التبّادليةّ، تلعب بعض الأنزيمات، مثلCyp 3A4 ، دورًا فعّالاً في وظيفة الأمعاء المتمثلّة بإزالة السّميةّ النآّتجة عن المستضدّات و الحيويات الأجنبية، مثل بعض الأدوية التي يتطلّبهاالأيض الأوّلي .الفلورا الجراثيم المعويّة (المعزّزة للصحّة تساعد في منع تكاثر الجراثيم المؤذية التي قد تنمو في ال أمعىَ. تقُاوم المتعضّيات المجهريةّ أيضًا من قبل جهاز المناعة الشّامل الذي يشتمل على النّسيج اللمفاوي المرتبط بالمعي.

مراحل عملية الهضم

دور اللعاب

يتم إنتاج اللعاب من طرف الغدد اللعابية بمعدل 1,5 لتر في اليوم. وخلال عملية المضغ يمتزج اللعاب مع الأغذية ويتلخص دوره في:

ترطيب الطعام وذلك لتسهيل بلعه وتذوقه.

تحليل النشا إلى سكر بسيط بواسطة أنزيم النشواز اللعابي أوالأميلاز.

نشاء–إنزيم الأميلاز - سكرالشعير (المالتوز)

هناك ثلاثة أزواج من الغدد اللعابية الرئيسية ويوجد ما بين 800 إلى 1000غدةلعابيةصغيرة، وجميعها تساعد بشكل رئيسي في عملية الهضم وأيضًا تلعب دورًا مهمًا في الحفاظ على صحة الأسنان وترطيب الفم وبدون هذه الغدد سيكون الكلام مستحيلًا. والغدد الرئيسية هي غدد خارجية الإفراز حيث تفرز اللعاب عبر فتحات تسمى قنوات. وجميع هذه الغدد تنتهي في الفم، وأكبرها الغدد الكنفية وإفرازاتها الأساسية هي المَصألياّ. وأما الزوج الثاني من الغدد يقع تحت الفك وتسمى هذه الغدد بغدد تحتالفكالسفليحيث تنتج كلا من السوائل المَصألية والمخاط. ويتم إنتاج السوائل المَصألياّ بواسطة الغدد المَصألياّ في الغدد اللعابية والتي تنتج أيضًا الليباز اللساني.و تنتج الغدد اللعابية ما يقارب 70% من لعاب تجويف الفم. وثالث زوج من الغدد اللعابية الرئيسية هي غدد تحت اللسان والتي تقع تحت اللسان وإفرازاتها المخاط مع نسبة قليلة من اللعاب. ويعتبر الغشاء المخاطي الفموي)الغشاء المخاطي (المبطن للفم وأيضًا المبطن للسان والحنك وأرضية الفم غدد لعابية صغيرة وتفُرز بشكل أساسي المخاط ويتم تزويدها بالأعصاب بواسطة العصب الوجهي) العصب القحفي السابع .(وتفُرز الغدد أيضًا في المرحلة الأولى لتكسير وتفكيك الطعام الأميليز حيث يقوم بتكسير الكربوهيدرونات في الغذاء لتحويل محتوى النشأ إلى مالتوز. وهناك العديد من الغدد على سطح اللسان التي تحيط ببراعم التذوق في الجزء الخلفي من اللسان وتنتج هذه الغدد أيضا الليباز اللساني.

والليباز هو إنزيم الهضم الذي يحُفز تحلل الليبيدات أو الدهون. ويطلق على هذه الغدد مصطلح غدد فون ابنر والتي تبين أيضًا أن لها وظيفة أخرى في إفراز الهستانز والذي يوفر خط دفاع مبكر خارج الجهاز المناعي ضد الميكروبات في الغذاء عندما ترتبط مع الغدد في أنسجة اللسان. ويمكن أن تحُفز المعلومات الحسية إفراز اللعاب لتوفير السوائل الضرورية لعمل اللسان ولتسهيل ابتلاع الطعام أيضًا.

دور المعدة

المعدة هي كيس عضلي قوي يمكن أن يتمدّد لتخزين الطعام الذي يتمّ ابتلاعه.
يحدث فيه تحليل آلي للطعام بفعل حركة العضلات، حيث تقوم المعدة بسحق الطعام ومزجه بالعصارة المعديّة والتي يتم إفرازها من خلايا خاصة في جدارها فيتحول الطعام إلى كيلة كثيفة القوام تسمىالكيموس .وتتكوّن العصارة المعدية من 90% من الماء والباقي حمض كلور الماءHCl ، وإنزيم الببسين الذي يقوم بهضم المواد البروتينية وتحويلها إلى مواد بسيطة. ويوجد في الطرف السفلي عضلة تسمى العضلة العاصرة البوابية تسمح بمرور الطعام إلى الأمعاء الدقيقة.

دور الأمعاء الدقيقة

تخضع المواد القادمة من المعدة لفعل بعض من العصارات الهضمية: العصارة البنكرياسية والصفراء والإنزيمات المعوية

يتم استكمال وإنهاء التحليل الكيميائي (بروتينات دهنيات وما تبقى من سكريات).

يستمر امتصاص الماء والأملاح المعدنية والفيتامينات.

يبدأ امتصاص وحدات البناء

وتبلغ طولها حوالي سبعة أمتار، وتلتف داخل تجويف البطن تبدأ بجزء يسمى الاثنا عشر تصب فيه العصارة الصفراوية –تفرز من الكبد– والعصارة البنكرياسية –تفرز من البنكرياس– يلي الاثنا عشر منطقة في الأمعاء الدقيقة تسمى اللفائفي وهذاالجزء تصب فيه العصارة المعوبة ويتم به الهضم الكامل لأنواع الغذاء المختلفة.الملاءمة بين التركيب والوظيفة في الأمعاء الدقيقة

كثرة النتوءات داخل سطح الأمعاء يزيد من مساحة سطح الأمعاء الدقيقة تسهل عملية امتصاص الأغذية

طول الأمعاء(6م) والعضلات اللاإرادية في جدار الأمعاء تسهل نقل ومزج الغذاء بالإنزيمات مما يسهل هضم وامتصاص الغذاء.

وجود عدد كبير من الخملات في جدار الأمعاء تنشط من عملية هضم الغذاء والامتصاص

كثرة الأوعية الدموية في نتوءات الأمعاء تساعد في عملية نقل الغذاء إلى خلايا الجسم

دور الأمعاء الغليظة

في الأمعاء الغليظة يستمر امتصاص الماء المتبقي.

يتم تحليل قسم من المواد الغذائية بمساعدة البكتيريا الجيدة التي تستوطن هذه الأمعاء.

تبدأ عملية تجميع الفضلات وتكديسها.