➢ مدخل إلى الفيزيولوجيا

يعد علم الفيزيولوجيا أحد الفروع الهامة لعلم البيولوجي الذي يهتم بدراسة ظاهرة الحياة في الكائنات الحية بصورة عامة، فالكائن الحي عبارة عن وحدة بيولوجية أي وحدة بنائية متكاملة مترابطة تتفاعل مكوناتها لتعطي ظاهرة الحياة للكائن الحي.

وعلم الفيزيولوجي هو العلم الذي يهتم بدراسة كيفية حدوث وظائف الكائن الحي المختلفة مثل عمل جهاز الدوران، جهاز التنفس، الجهاز العضمي، الغدد الصماء... الخ)، وهذا يعني:

1. وصف وظائف الأعضاء في الكائنات الحية (الإنسان، الحيوان، النبات...الخ)

2. شرح وتفسير هذه الوظائف في ضوء القوانين الفيزيائية والكيميائية.

إن الفيزيولوجيا ترتبط مع العلوم المورفولوجية مثل علم التشريح، علم الخلية، علم الأنسجة وارتباطه أيضاً مع الكثير من علوم الطب فضلاً عن ارتباطه بعلم النفس ليشكل ما يسمى بعلم النفس الفيزيولوجي، **ونحن ما يهمنا كثيرا في علم الفيزيولوجيا هو ارتباطه بعلم التدريب الرياضي**

تعتمد الدراسات الفيزيولوجية على الملاحظة والتجريب للظواهر الحية لوصفها وتقديرها (نوعاً وكماً) أو التعبير عنها في صور رقمية حجمية مع تسجيل النتائج في شكل كتابي أو أفلام... الخ

أربع تساؤلات

ماهي الوظيفة؟

كيفية أداء هذه الوظيفة؟

ماهي العوامل المؤثرة على الوظيفة؟

كيفية اندماج هذه الوظيفة مع الوظائف الأخرى

مثال : لو أخذنا القلب كعضو في جهاز الدوران في جسم الإنسان... نرجع إلى الأسئلة الأربعة سابقة الذكر للإجابة عليها .

ضخ الدم إلى جميع أجزاء الجسم، تزويد أنسجة وخلايا الجسم بالأوكسجين والمواد الحيوية

هذه الإجابة على السؤال الأول

استقبال الدم الوارد إليه من جميع أجزاء الجسم أثناء فترة ارتخاء عضلة القلب ثم يلي ذلك انقباض عضلته ليدفع الدم مرة أخرى إلى جميع أعضاء الجسم نتيجة لهذا الانقباض

هذه الإجابة على السؤال الثاني

أما العوامل المؤثرة على الوظيفة فهي ما يختص به الفرد (العمر، الجنس، الظروف الحياتية ، الانفعالات ، الرياضة ...الخ).

هذه الإجابة على السؤال الثالث

إن القلب يرتبط بمعظم العمليات الحيوية في الجسم مثل توفير حركة الدم من الأوعية الدموية لكي ينتقل إلى جميع أجزاء الجسم وما يحتاجه من الأوكسجين، الغذاء اللازم لإنتاج الطاقة وغيرها

هذه الإجابة على السؤال الرابع

1- تعريف الفيزيولوجيا (علم وظائف الأعضاء)

هو العلم الذي يعنى بدراسة جميع الوظائف الحيوية لأعضاء وأجهزة الجسم وكيفية عمل كل منها، العلاقة التنظيمية التي تربط وظائف الأجهزة الحيوية بالجسم بعضها البعض وتأثير العوامل الداخلية والخارجية على تلك الوظائف.

2- فيزيولوجيا الرياضة

هو العلم الذي يدرس التغيرات الفيزيولوجية التي تحدث لأجهزة الجسم الحيوية وأعضائه المختلفة تحت تأثير الجهد البدني المؤدى لمرة واحدة كاستجابة مباشرة أو كنتيجة للأداء المتكرر للجهد البدني والانتظام في عملية التدريب الرياضي أو ممارسة الرياضة لفترات طويلة أو استجابة غير مباشرة. وبصورة أخرى: هو العلم الذي يعطي وصفا وتفسيرا للتغيرات الوظيفية الناتجة عند أداء التدريب لعدة مرات بهدف تحسين استجابات الجسم غالبا .

3- الفوائد الفيزيولوجية في المجال الرياضي:

1. التعرف على التأثيرات الفيزيولوجية للتدريب الرياضي
2. تقنين الاحمال التدريبية
3. الاختبارات والمقاييس
4. الحالة الصحية
5. الانتقاء الرياضي

4-أهمية علم الفيزيولوجيا في التدريب الرياضي:

من خلالها يمكن التعرف على **تأثير طرائق التدريب** البدنية على الأجهزة الحيوية لجسم الرياضي نتيجة الاشتراك في المنافسات أو التدريبات

من خلالها **تستطيع تقنين حمل التدريب** بما يتلاءم وقدرة الفرد الفيزيولوجية وذلك للاستفادة من تأثيراته الإيجابية وتجنب التأثيرات السلبية التي ستؤثر حتما على الحالة الوظيفية مما يؤدي إلى الإخفاق في الإنجاز

الحالة الصحية والتي قد تؤدي إلى إصابات مرضية خطيرة إذا ما عرفت واكتشفت بصورة مبكرة.

دراسة التغيرات الفيزيولوجية التي تحدث أثناء التدريب (مزاولة النشاط البدني) بهدف استكشاف التأثير المباشر من جهة والتأثير البعيد المدى من جهة أخرى والذي تحدثه التمرينات البدنية أو الحركة بشكل عام على وظائف أجهزة وأعضاء الجسم المختلفة مثل (العضلات، الجهاز العصبي، الجهاز العضمي، جهاز الدوران.....الخ)

إن التدريب **لمرة واحدة** أو مزاولة أي نشاط بدني تحدث ردود أفعال للأجهزة الوظيفية نتيجة هذا النشاط ومن ثم يحدث ما يسمى**(بالاستجابة)** وهذا يرتبط بالنقطة الأولى وهي عبارة عن تغيرات مفاجئة مؤقتة تحدث في وظائف أعضاء الجسم نتيجة للجهد البدني الممارس لمرة واحدة وأن هذه التغيرات تختفي وتزول بزوال الجهد ومنها (زيادة معدل ضربات القلب، ارتفاع ضغط الدم وخصوصا الانقباضي، زيادة معدل أو عدد مرات التنفس).

أما إذا كانت مزاولة الرياضة أو النشاط البدني والتدريب لعدة مرات فإن هذه التغيرات الفيزيولوجية تحدث لدى الأجهزة الوظيفية وتبقى وتستمر بالتطور إلى أن تصبح حالة تكيف لهذه الأجهزة على الحالة الوظيفية الجديدة وهذا ما يطلق عليه في المصطلح الفيزيولوجي **(التكيف)** وتشمل تغيرات وظيفية وبنائية **مثل** نقص معدل أو عدد ضربات القلب وقت الراحة، زيادة حجم الضربة، زيادة حجم الناتج القلبي، قدرة القلب على ضخ أكبر كمية من الدم إلى العضلات العاملة أثناء الجهد مع الاقتصاد في صرف الطاقة، فضلا عن تكيف الجهاز العصبي.

تقسيمات الفيزيولوجيا

الفيزيولوجيا العامة

وهي تعنى بدراسة الخصائص الأساسية المشتركة بين معظم الكائنات الحية دون التقيد بنوع معين من هذه الكائنات كالحيوان، الإنسان والنبات وهي دراسة العمليات الحيوية المميزة لكل كائن حي مثل التغذية، التنفس، التكاثر...الخ

فيزيولوجيا المجموعات الخاصة

تختص بدراسة نوع واحد (فيزيولوجيا الإنسان مثلا).

الفيزيولوجيا المقارنة

وهي دراسة مقارنة الطرق التي تؤدي بها الكائنات الحية وظائف متشابهة

من خلال ما تقدم شرحه من مفهوم وأهمية لكل من الفيزيولوجيا بصورة عامة وفيزيولوجيا التدريب الرياضي بصورة خاصة، إن ما يهمنا بالموضوع هو دراسة الإنسان على وفق كل ما ذكر والذي يعد أكبر أعجوبة في بنائه وتركيب أجزائه ووظائف أعضائه، إن تركيب هذا الكائن الحي الفريد يتكون من:

الخلية

وهي أصغر وحدة بنائية في جسم الإنسان فالدماغ مثلا يحتوي على 13 مليار خلية عصبية فهي وحدة بنائية ووظيفية، إذ يوجد في جسم الإنسان عدة خلايا

النسيج

وهو عبارة عن مجموعة من الخلايا تتشابه في التركيب والوظيفة والمنشأ (أي نشأت كلها من نفس الطبقة في الجنين) وتوجد في جسم الإنسان أربعة أنواع من الأنسجة (الطلائية، الضامة، العضلية، العصبية)

العضو

هو ارتباط نسيجين أو أكثر بطريقة خاصة وهذه الأعضاء أكثر تعقيدا من الأنسجة وهي تؤدي الوظائف المختلفة والأنشطة التي يمارسها الإنسان

هناك دائما نسيج واحد رئيسي هو المسؤول عن أداء العضو لوظيفته بينما تقوم بقية الأنسجة الأخرى بالمساعدة والدعم وعليه هناك نسيج رئيسي واحد وعدة أنسجة ثانوية.

مثال المعدة ← النسيج الطلائي الذي يكون الغشاء المخاطي للمعدة هو النسيج الرئيسي الذي يؤدي وظيفة الهضم بينما العضلات، الأعصاب، النسيج الضام هي أنسجة ثانوية .

الجهاز

هو ارتباط مجموعة من الأعضاء وظيفيا والأجهزة هي أكثر وحدات الجسم تعقيدا ويؤدي كل منها وظيفة معينة أو مجموعة من الوظائف

مثال : الجهاز الهضمي يؤدي وظائف عديدة هي: تناول الغذاء وهضمه. – امتصاص وطرد الفضلات التي لا يمكن هضمها

هذا إذا هو جسم الإنسان مجموعة من الأجهزة المعقدة يتألف كل منها من عدة أعضاء، وكل عضو من عدة أنسجة، وكل نسيج من عدة خلايا ومحصل هذه الوظائف جميعها تكوّن ما يسمى بالنشاطات الحيوية للإنسان (هي الحياة نفسها)

ثانيا : مصطلحات فيزيولجية

التكيف

Adaptation

تغير أو أكثر في البناء أو الوظيفة تحدث كنتيجة لتكرار مجموعة من التمرينات البدنية

الاستجابة

Response

Réponse

عبارة عن ردود الأفعال التي تحدث في الأجهزة الداخلية عند التدريب لمرة واحدة

التمثيل الغذائي الهوائي

Aerobic Metabolism

Métabolisme aérobie

عمليات الهدم لمواد الطاقة Metabolism مع استخدام الأكسجين

فقد الشهية العصبي

Anorexia nervosa

Anorexie nerveuse

فقد الشهية للطعام دون أي أمراض موضعية وتظهر كنتيجة للخوف من السمنة

توقف مؤقت للتنفس

Apnea

Apnée

فرق الأكسجين الشرياني الوريدي

Arteriovenous Oxygen Difference

Différence d'oxygène artério-veineux

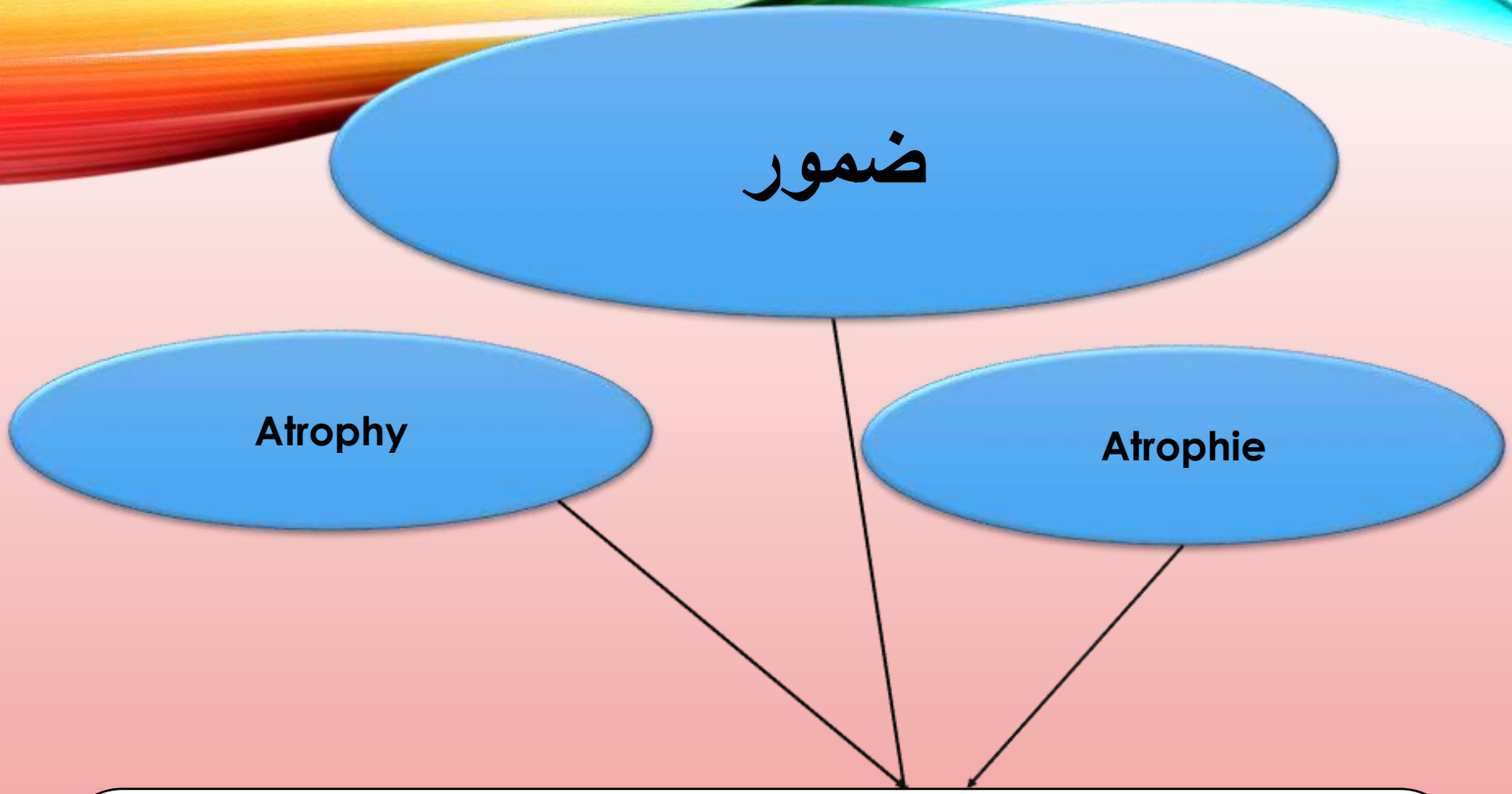
الفرق في محتوى الأكسجين بين الدم الشرياني والدم الوريدي

الالتهاب الكلوي الرياضي الكاذب

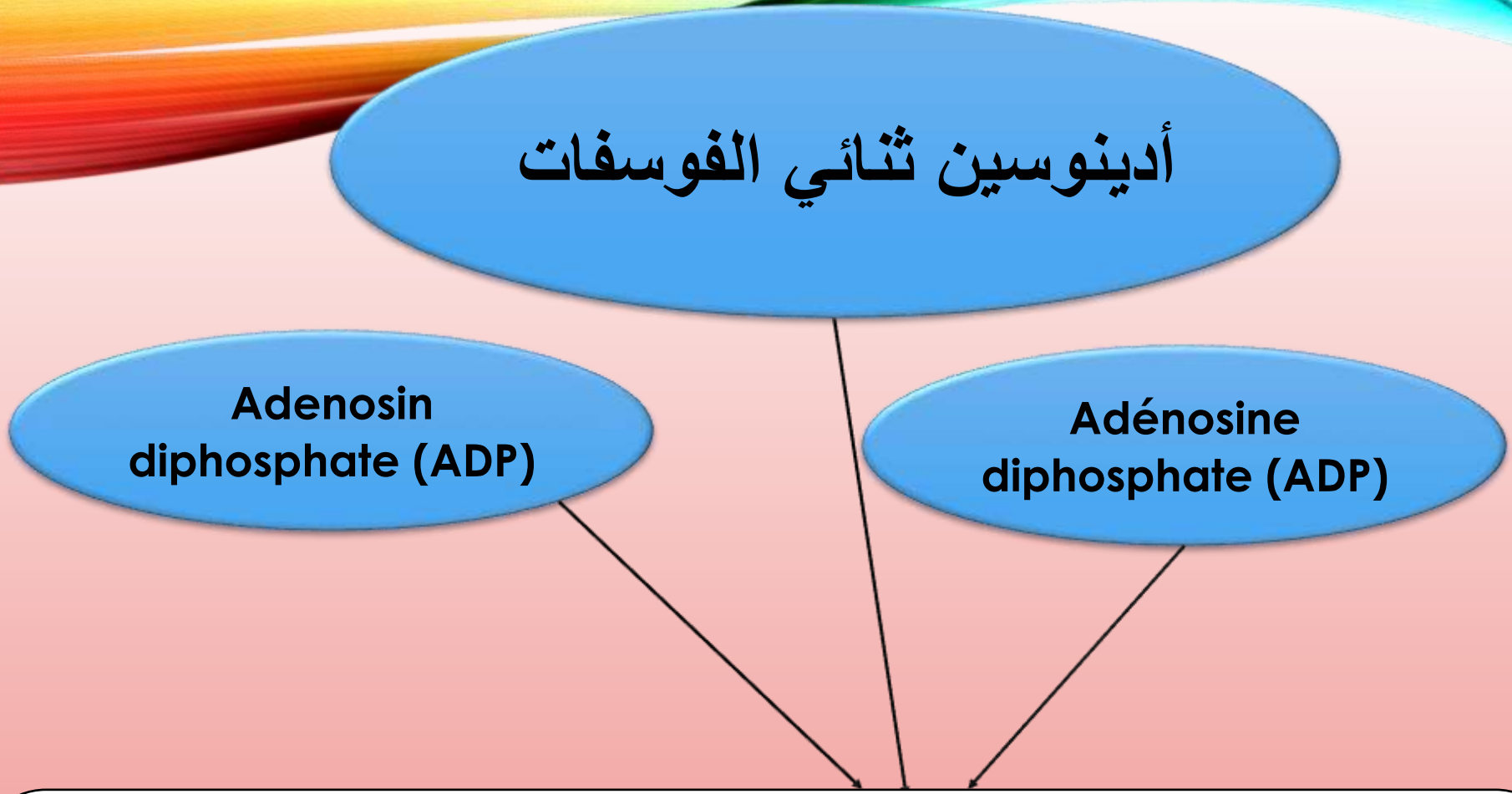
Athletic Pseudonephritis

Pseudonéphrite athlétique

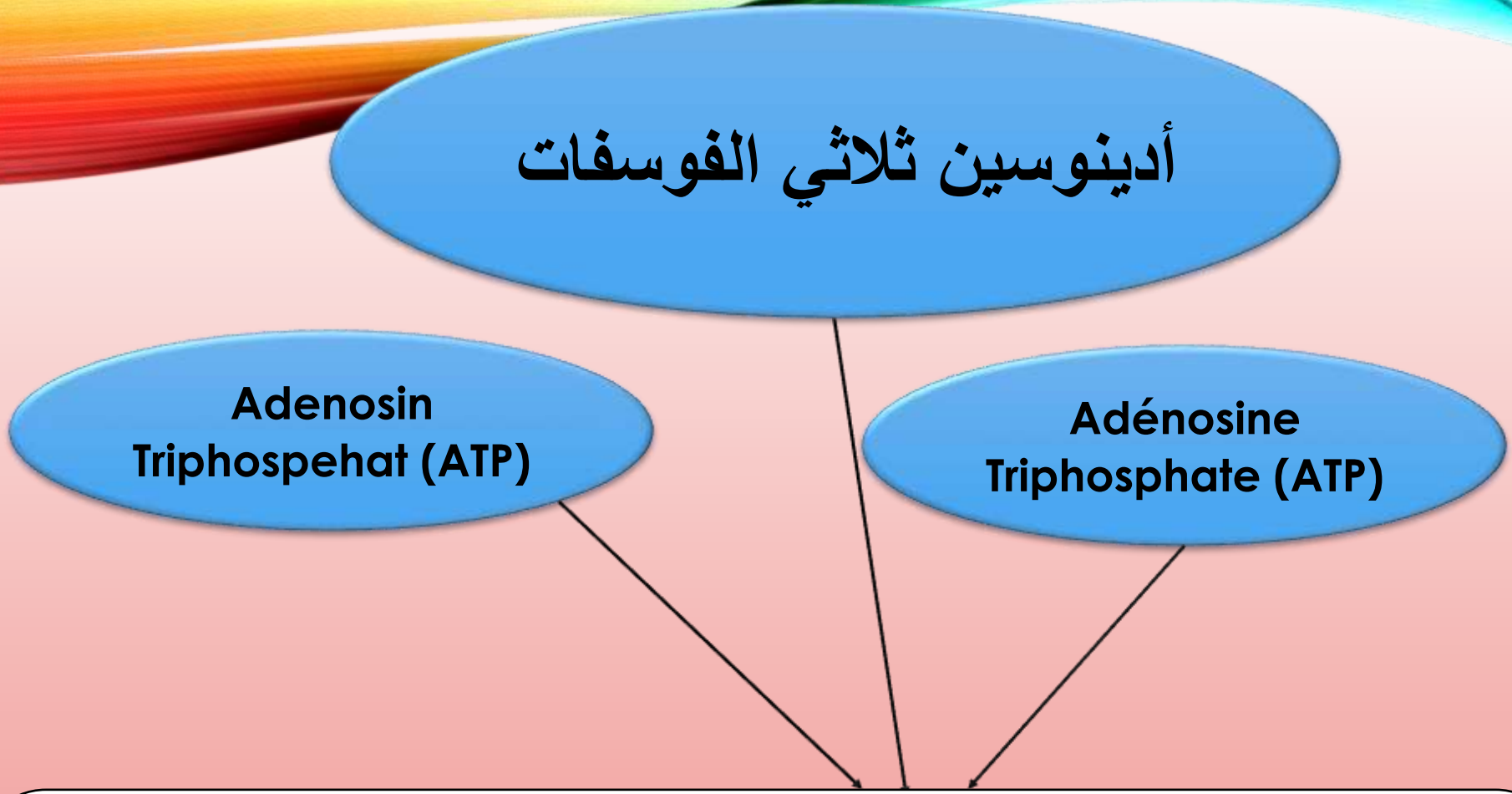
تغيرات البول بعد التمرين العنيف المشابه لما يلاحظ في حالة مرضى الكلى



نقص في جسم الخلايا والأنسجة (ضمور)



أحد النواتج الكيميائية لتكسير ATP للطاقة خلال الانقباض العضلي



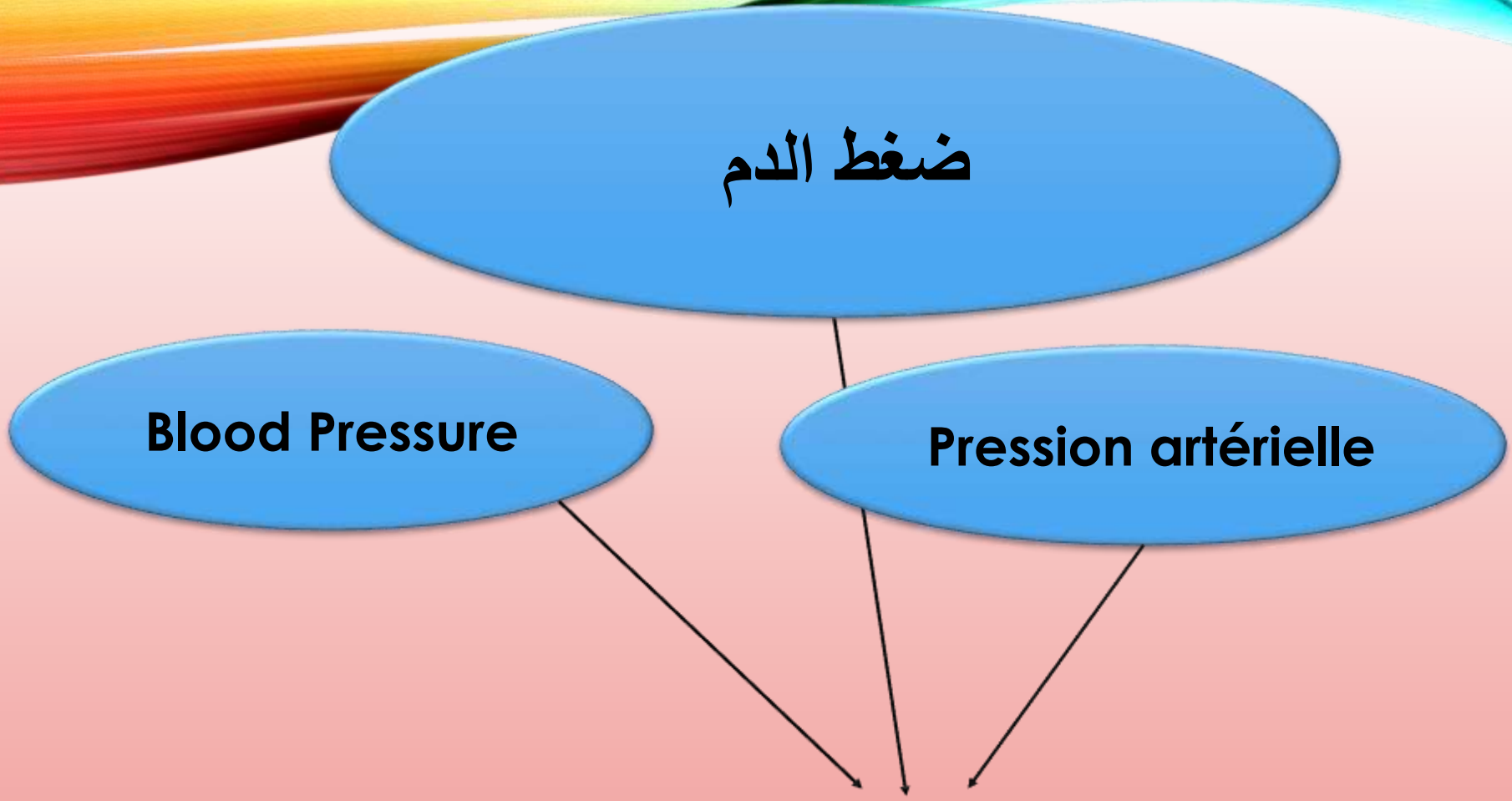
المركب الذي يعمل كمصدر فوري للطاقة في معظم التفاعلات الكيميائية بالجسم، وخاصة للانقباض العضلي، وهو ينقسم إلى أدينوسين ثنائي الفوسفات والفوسفات لإنتاج الطاقة

التمثيل الغذائي القاعدي

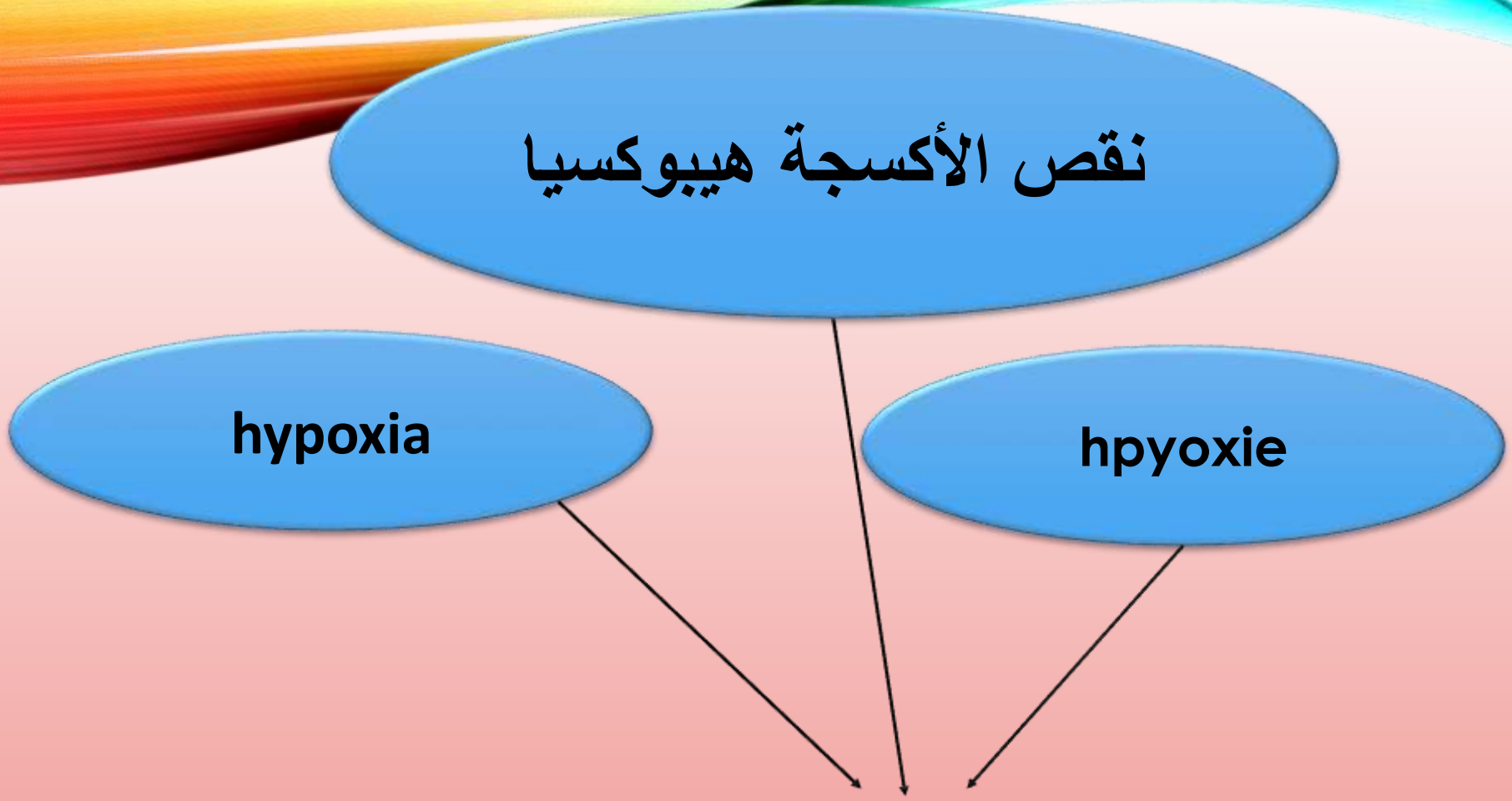
Basal Metabolic Rate

Le taux métabolique basal

الطاقة المستهلكة في الراحة بعد 12 ساعة صيام ونوم ليلي جيد



ضغط الدم على جدران الأوعية الدموية



انخفاض محتوى الأكسجين أو نقص كمية هواء الشهيق مثلما يحدث في المرتفعات

انتهت المحاضرة
شكرا على حسن إصغائكم

1. أنواع العضلات بجسم الإنسان

العضلات الناعمة : SMOOTH MUSCLES

وتدعى العضلات غير الإرادية لأنها لا تقع مباشرة تحت جهاز تحكمنا، وتوجد في جدار معظم الأوعية الدموية مما يجعلها تنقبض أو تنبسط، وبذلك تستطيع التحكم في سريان الدم، حتى تمكن الطعام من السريان في الجهاز الهضمي أو خروج البول أو الولادة.

العضلة القلبية : CARDIAC MUSCLES

توجد فقط في القلب مكونة معظم تركيب القلب وتشارك بعض خصائص العضلات الهيكلية لكنها مثل العضلات الناعمة ليست تحت التحكم الإرادي، وعضلة القلب تتحكم في نفسها بمساعدة الجهاز العصبي وجهاز الغدد الصماء

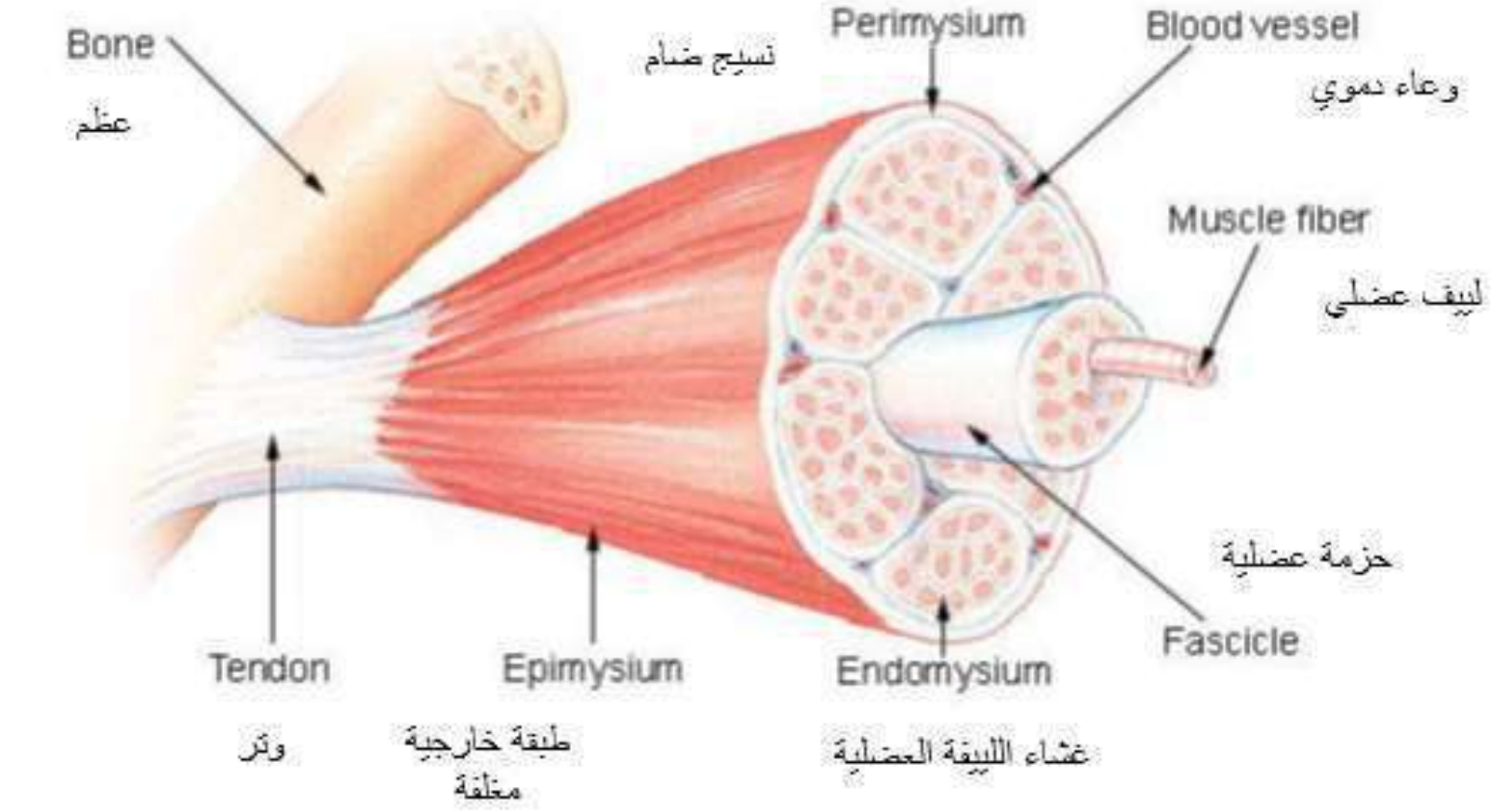
SKELETAL MUSCLES : العضلات الهيكلية

نحن دائما نولي اهتمامنا بالعضلات التي نتحكم فيها وهي العضلات الهيكلية أو الإرادية ولقد سميت بالهيكلية لأن معظمها متصل ومسؤول عن حركة الهيكل العظمي، ونحن نعرف الكثير عن هذه العضلات عن طريق أسمائها مثل العضلة الدالية والعضلة الصدرية والعضلة ذات الرأسين، ويحتوي جسم الإنسان على أكثر من 215 زوج من العضلات الهيكلية.

عندما نفكر في العضلات فإننا نفكر في كل عضلة كوحدة منفصلة، وهذا طبيعي لأن كل عضلة من العضلات الهيكلية تبدو وكأنها تعمل كوحدة منفصلة ولكن العضلات الهيكلية مرتبطة مع بعضها البعض.

2. تركيب ووظيفة العضلات الهيكلية

The Structure And Function Of Skeletal Muscle



شكل يمثل التركيب الأولي للعضلة الإرادية الهيكلية

THE MUSCLE FIBER الليفة العضلية

تتراوح الخطوط العضلية في الطول من 10 – 88 ميكروميتر مما يجعلها تقريبا غير مرئية بالعين المجردة، ومعظم الألياف العضلية تتمدد بطول العضلة، وهذا يعني أن الليفة العضلية في الفخذ يمكن أن تمتد أكثر من 35 سم. ويختلف عدد الألياف العضلية في كل عضلة عن الأخرى حسب حجم ووظيفة العضلة.

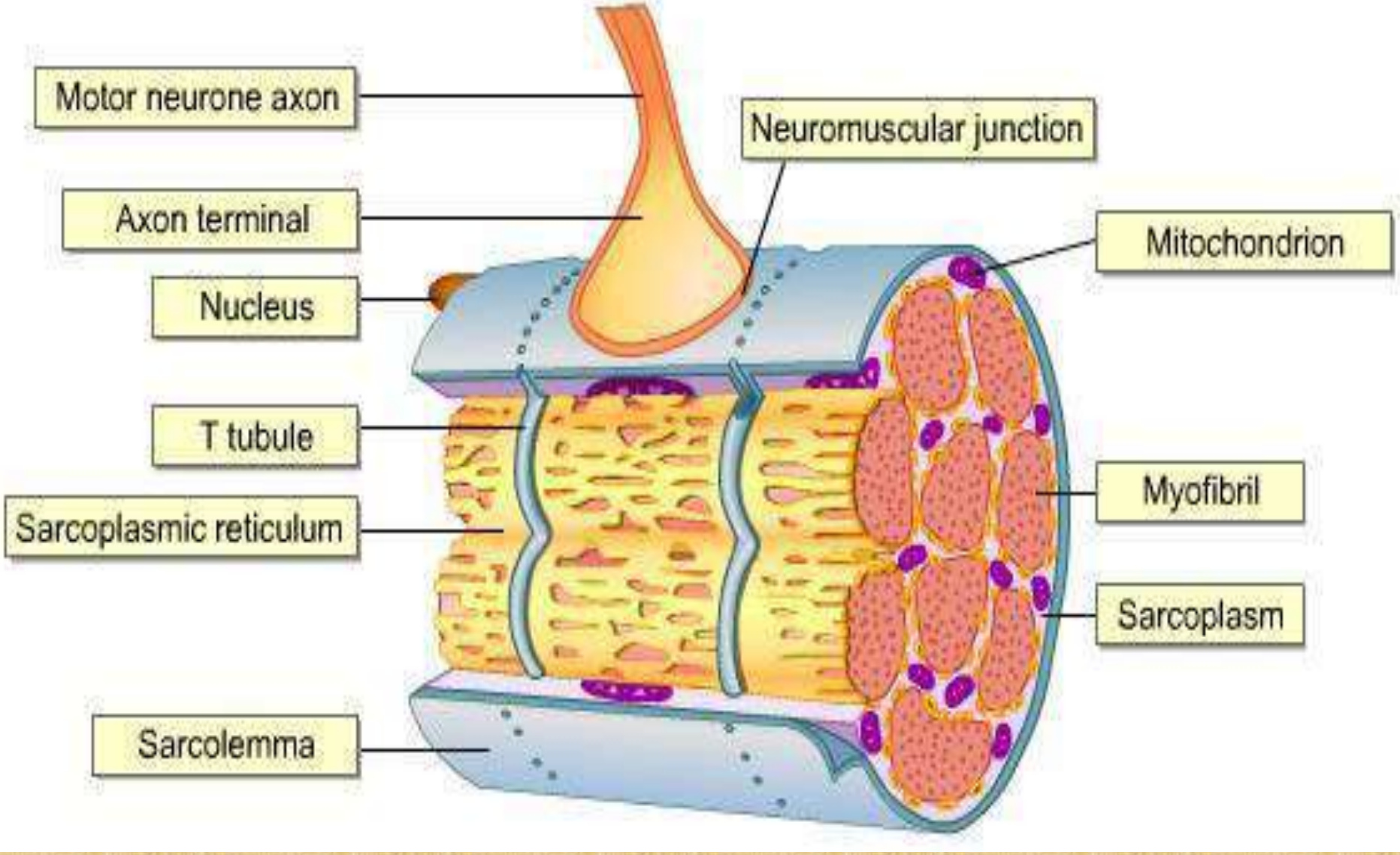
الغشاء الخارجي المحيط بالخلية العضلية
THE SARCOLEMMA

لو نظرنا لكل خلية عضلية على حدى سوف نجد أنها محاطة بغشاء يسمى **Sarcolemma**وفي نهاية كل خلية عضلية فإن هذا الغشاء يتحد مع وتر العضلة الذي ينتهي في العظام.

وتتكون الأوتار من حبال ليفية تنقل القوة المولدة عن طريق باقي العضلات إلى العظام، وبذلك تتم الحركة؛ ولهذا فإن كل خلية عضلية متصلة بالعظام عن طريق الوتر.

السايتوبلازم: The Sarcoplasm

من خلال جدار الساركوليما وباستخدام الميكروسكوب الالكتروني فإن النسيج العضلي يحتوي على وحدات أصغر تسمى الليفات العضلية، وهي عبارة عن أشكال أسطوانية تمتد خلال طول النسيج العضلي. وتوجد مادة جيلاتينية تملأ الفراغ بين الليفات العضلية ويطلق عليها الساركوبلازم، وهي عبارة عن الجزء السائل في النسيج العضلي (السيتوبلازم). ويحتوي الساركوبلازم على بروتينات مذابة ومعادن وجليكوجين ودهون الأعضاء الأساسية للخلية، ويختلف عن باقي الستوبلازم للخلايا الأخرى لأنه يحتوي على كميات كبيرة من الجليكوجين المخزن والمركبات المرتبطة بالأكسجين و**الميوجلوبين** الذي هو مثل **الهيموجلوبين.**



شكل يوضح الساركوبلازم

The Transverse Tubules الأنابيب المستعرضة

يحتوي الساركوبلازم على شبكة من الأنابيب المستعرضة التي هي عبارة عن امتداد لجدار الساركوليما وهي تمتد في النسيج العضلي. وتتحد هذه الأنابيب عند مرورها من خلال الليفات العضلية، وفيها تسمح بمرور الإشارة العصبية من جدار الساركوليما إلى الليفات العضلية بسرعة كما أنها تسمح بمرور بعض المواد مثل الأكسجين والجلوكوز والأيونات من خارج الخلية العضلية إلى داخلها.

الهيكل أو الشبكة الساركوبلازمية
The Sarcoplasmic Reticulum

شبكة طولية من الأنابيب، وهي موازية لليفات العضلية وتلتف من حولهم. ويعمل على تخليق الكالسيوم الذي هو حيوي لانقباض العضلة.

Themyofibril الليفات العضلية

تحتوي كل ليفة (خلية) عضلية على المئات أو الآلاف من الليفات العضلية، وهي عبارة عن أجزاء لها القدرة على الانقباض، وتبدو الليفات العضلية على هيئة أشكال طولية من أجسام أصغر تسمى الساركومير SARCOMERES

التخطيط والساركومير

Striations And The Sarcomere

تحت المجهر الالكتروني فإن العضلات الهيكلية لها شكل تخطيطي خاص بها، وبسبب هذه العلامات فإن العضلات الهيكلية يطلق عليها العضلات المخططة، ويرى هذا التخطيط في عضلة القلب.

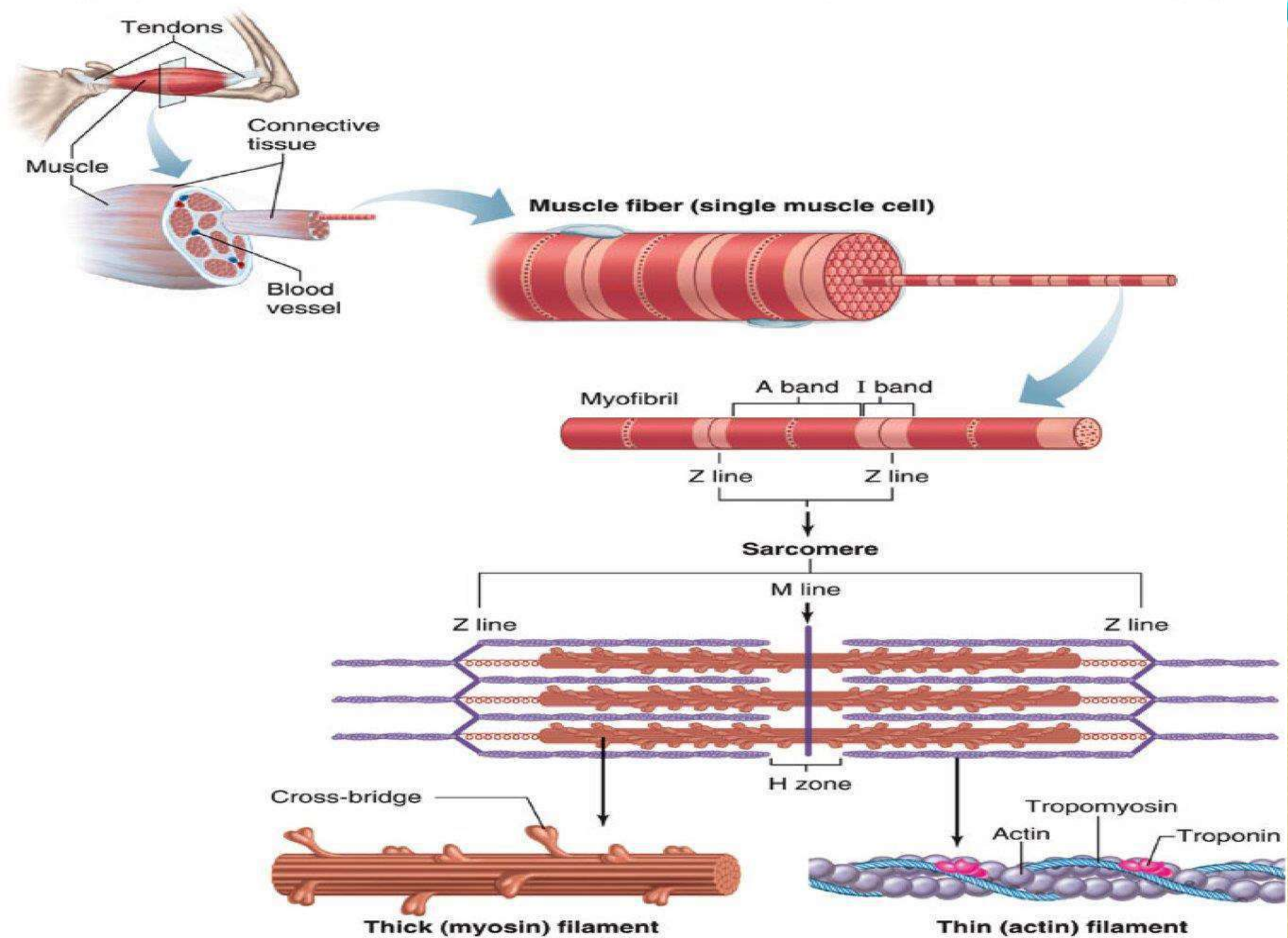
وبالنظر الى الشكل التالي وهو يعرض الليفات العضلية فإنك يمكن أن ترى التخطيط الموجود بها

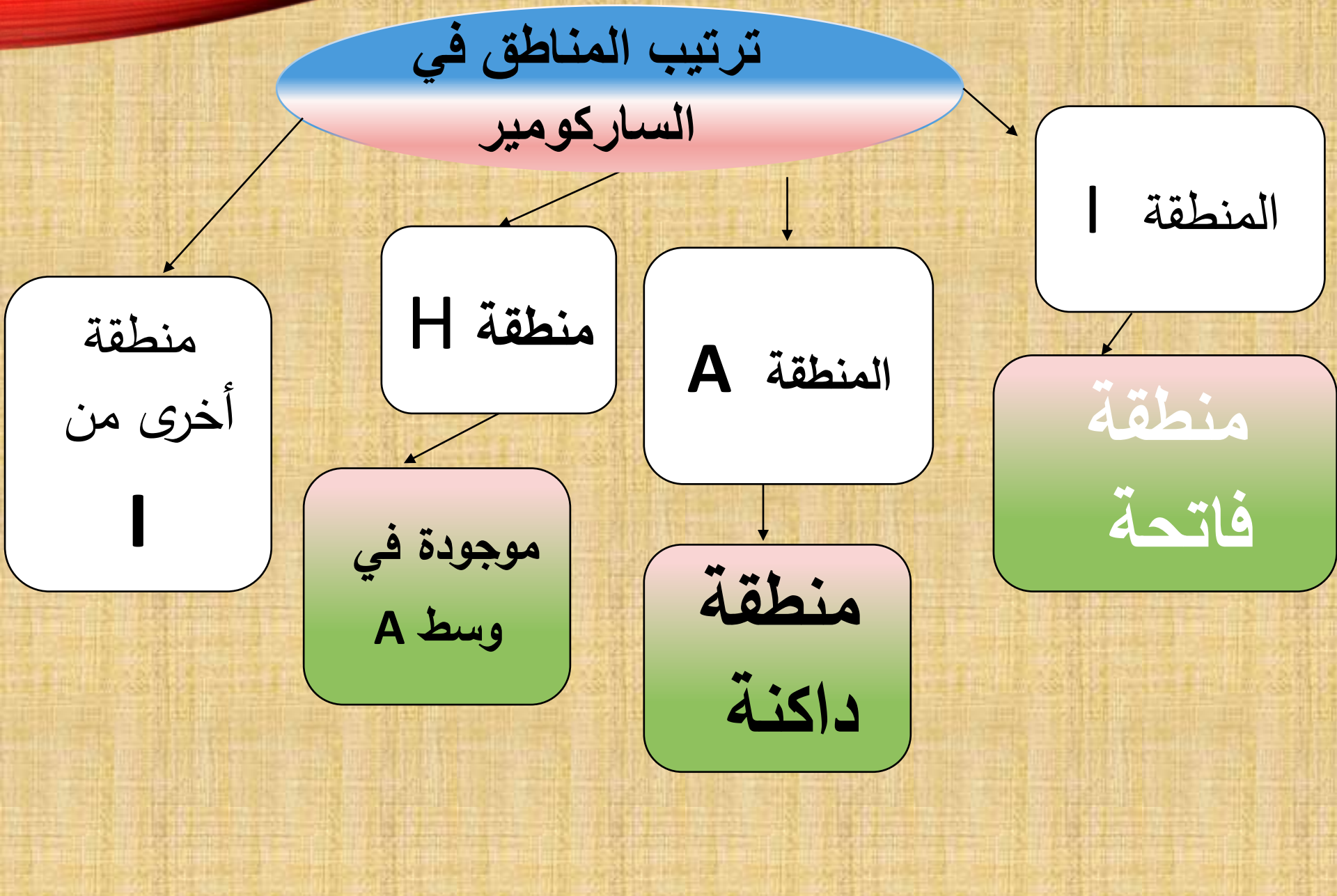
وهناك منطقتان هما المنطقة الداكنة تعرف ب **A**

ومنطقة فاتحة تعرف ب I وفي منتصف كل منطقة داكنة توجد منطقة فاتحة تعرف ب H ولا ترى إلا في حالة استرخاء الليفات العضلية وتتعارض المنطقة الفاتحة ببعض الأجزاء الداكنة تعرف ب Z

ويعتبر الساركومير الوحدة الأساسية العاملة في الليفات العضلية، وكل ليفة عضلية تحتوي على العديد من الساركومير التي تمتد بعضها إلى بعض في منطقة Z

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.




ترتيب المناطق في الساركومير
المنطقة I
منطقة فاتحة
المنطقة A
منطقة داكنة
منطقة H
موجودة في وسط A
منطقة أخرى من I

خيوط الميوزين Myosin Filaments

رغم أن كل ليفة عضلية تحتوي على 3000 خيط أكتين وحوالي 1500 خيط ميوزين فإن هذه الأقسام تعتبر خادعة، حيث أن ثلثي سمك العضلة يتكون من الميوزين. وتعتبر خيوط الميوزين **سميكة** ويتكون كل خيط من الميوزين من 200 وحدة متصلة بعضها ببعض في النهاية والجانب. ويتكون كل جزء من الميوزين من نوعين من البروتينات التي تلتف حول بعضها البعض وفي نهاية كل بروتين رأس كروي يطلق عليه رأس الميوزين.

خيوط الميوزين Myosin Filaments

ويحتوي كل خيط من الميوزين على العديد من الرؤوس التي تخرج من خيوط الميوزين وتصنع ما يسمى بالحواجز المتداخلة التي تعمل أثناء عمل العضلة مع المناطق النشطة الخاصة في خيوط الأكتين.

خيوط الأكتين Actin Filaments

يتكون خيط الأكتين من ناحيتين، الناحية الأولى متصلة بالمنطقة Z في الساركومير، والناحية الأخرى تتجه نحو مركز الساركومير ويحتوي كل أكتين على مكان نشط خاص لاتصال الميوزين

وتتكون خيوط الأكتين من ثلاثة أنواع من البروتينات:

الأكتين

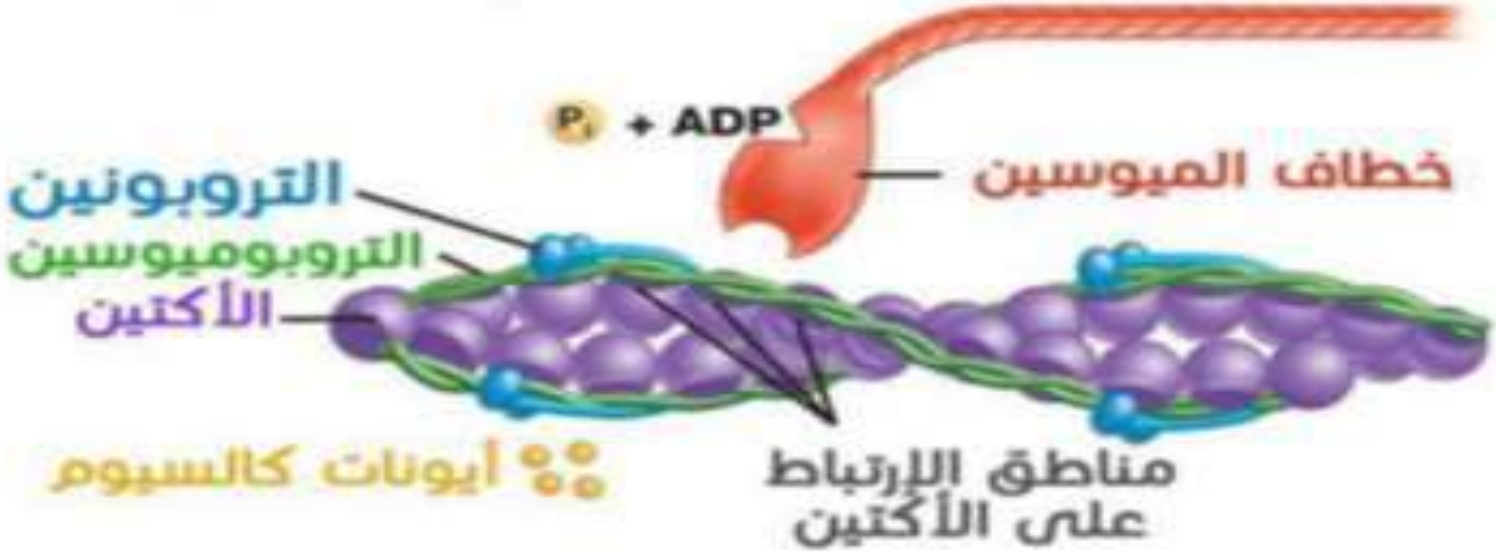
ويمثل الهيكل الرئيسي من تركيبات الألياف وتكون جزيئات الأكتين على شكل كروي وتتحد مع بعضهما البعض مكونة شبكة من جزيئات الأكتين

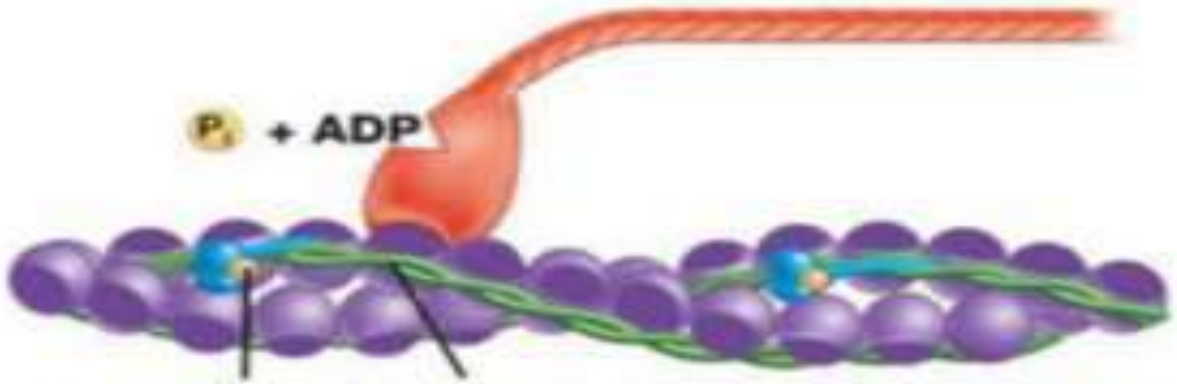
التروبوميوزين

عبارة عن بروتين على شكل أنبوبي ويلتف حول شبكة الأكتين

التربونين

عبارة عن بروتين معقد ويتصل بمساحات منتظمة بكل من التروبوميوزين والأكتين ويعملا التروبوميوزين والتروبونين معا بصورة متداخلة مع أيونات الكالسيوم لحدوث انقباض أو ارتخاء العضلة


P_i + ADP
خطاف الميوسين
التروبونين
التروبوميوسين
الأكتين
أيونات كالسيوم
مناطق الإرتباط
على الأكتين


P_i + ADP
أيون كالسيوم
التروبوميوسين-التروبونين

تحرك مركب

The Role Of Calcium : دور الكالسيوم

إن الإشارة العصبية تنتقل من خلال الأنابيب المستعرضة إلى داخل الخلية، ووصول هذه الإشارة داخل الخلية إلى الهيكل الساركوبلازمي يؤدي إلى إفراز كمية كبيرة من الكالسيوم المختزن الى الساركوبلازم. وفي حالة الراحة فإن جزيء التروبوميوزين يوجد على رأس الأماكن النشطة في خيوط الأكتين، وبهذا يمنع الاتصال برؤوس خيوط الميوزين، وبمجرد خروج أيونات الكالسيوم الى الساركوبلازم يتحد مع التروبونين على خيوط الأكتين، ويلعب التروبونين الذي له ميل شديد اتجاه الكالسيوم على بدء الشغل العضلي عن طريق رفع (إزاحة) جزيء التروبوميوزين عن الأماكن النشطة في خيوط الأكتين، **(حيث أن التروبوميوزين يخبئ الأماكن النشطة في الأكتين وبذلك يمنع التجاذب بين الحواجز المتداخلة للميوزين وخيوط الأكتين)**، وبمجرد رفع التروبوميوزين عن الأماكن النشطة في التروبونين فإن رؤوس الميوزين تتصل بالأماكن النشطة في الأكتين

الخيوط المنزلقة The Sliding Filament

كيف يحدث القصر في طول العضلة

تفسير هذا يسمى بنظرية "الخيوط المنزلقة". عند اتصال الحواجز المتداخلة للميوزين مع الأماكن النشطة في الأكتين فإن كلا من الخيطين ينزلق فوق الآخر ويحدث تغيير شكلي في رؤوس الميوزين وحواجزه لكن يتم الاتصال بالأماكن النشطة في الأكتين.

إن ذراع حواجز الميوزين ورأس الميوزين يحدث لها انجذاب جزئي مما يجعل رأس الميوزين تتحرك نحو ذراع الأكتين.

وبعد انثناء رأس الميوزين فإنها تبعد عن الأماكن النشطة في الأكتين وتعود إلى وضعها الطبيعي.

The Energy For Muscle طاقة العضلة

إن الشغل العضلي هي عملية نشطة تحتاج إلى طاقة وبجانب أماكن الاتصال في الأكتين فإن رؤوس الميوزين تحتوي على أماكن اتصال **ATP أدينوسين تري فوسفات** ويجب على رؤوس الميوزين الاتصال **بأدينوسين تري فوسفات** لكي يتم الشغل العضلي حيث أن أدينوسين تري فوسفات يمد بالطاقة اللازمة. يقوم **إنزيم أدينوسين تري فوسفات** بتحليل أدينوسين تري فوسفاتين إلى **أدينوسين دي فوسفات** وطاقة. وتستخدم هذه الطاقة الناتجة على اتصال الميوزين بالأكتين؛ ولهذا فإن أدينوسين تري فوسفات هو **مصدر الطاقة** لشغل العضلة.

The End Of Muscle Action نهاية الشغل العضلي

إن الشغل العضلي يستمر مع وجود الكالسيوم الموجود داخل العضلة ويدفع الكالسيوم الى الشبكة الساركوبلازمية حيث يتم تخزينه حتى وصول إشارة عصبية جديدة إلى الجدار الخاص بالعضلة ويتم عودة الكالسيوم إلى الشبكة الساركوبلازمية عن طريق جهاز نشط لضخ الكالسيوم. ويعتمد على أدينوسين تري فوسفات، وعند إزاحة الكالسيوم فإن نشاط التروبونين والتروبوميوسين يقل، وهذا يمنع اتصال رؤوس الميوسين بالأكتين ويقل استخدام أدينوسين تري فوسفات وتعود خيوط الميوسين والأكتين في حالة ارتخاء.

الألياف العضلية بطيئة وسريعة الحركة

Slow- Twitch And Fast-Twitch :

ليست كل الألياف العضلية مثل بعضها، فالعضلة الهيكلية الواحدة تحتوي على نوعين من الألياف العضلية:

ألياف عضلية بطيئة الحركة St تأخذ حوالي 110 م/ث لكي تصل الى أقصى قوة.

ألياف عضلية سريعة الحركة Ft تأخذ حوالي 50 م/ث لكي تصل الى أقصى قوة.

وبالرغم أنه يوجد نوع واحد من الألياف العضلية بطيئة الحركة فإن هناك عدة أنواع من الألياف العضلية سريعة الحركة .وتصبغ الألياف العضلية **بطيئة الحركة باللون الأحمر**، بينما لا تأخذ أي لون الألياف العضلية سريعة الحركة، نوع A وتصبغ نوع B باللون الرمادي وهناك نوع ثالث يسمى C

إن المرونة بين الأنواع الثلاثة للألياف سريعة الحركة غير مفهوم كليا ، ولكن الألياف العضلية **A** هي التي يتم إثارتها واستخدامها، ولكن أقل من استخدام الألياف العضلية بطيئة الحركة.

وفي المتوسط فإن معظم العضلات تتكون تقريبا من 50 % ألياف عضلية بطيئة الحركة، و 25 % سريعة الحركة نوع A، و 25 % ألياف عضلية سريعة الحركة نوع B ويشكل نوع C من 1 الى 03 %.

تحديد نوع الألياف العضلية

Determination Of Fiber Type

إن خاصية الألياف العضلية بطيئة وسريعة الحركة تتحدد في مراحل الحياة الأولى من العمر. وفي دراسة لحالات التوائم المتماثلة فإنه قد تبين أن تركيب الألياف العضلية يعتمد على الجينات الوراثية ويوجد تماثل بين تركيب الألياف العضلية للتوائم المتماثلة، بينما في غير المتماثلة فإن التركيب يختلف بعض الشيء.

إن الجين الذي يتم وراثته من الآباء الى الأبناء يحدد الأعصاب الحركية التي تغذي العضلات وبعد تغذية العضلة بالأعصاب فإن كل ليفة عضلية تصبح متخصصة طبقا للعصب المغذي. ومع تقدم العمر فإن هذا يتغير بعض الشيء حيث تقل نسبة الألياف العضلية سريعة الحركة وتزيد الألياف العضلية بطيئة الحركة.

التغيرات التي تحدث أثناء الانقباض العضلي

1- التغيرات العصبية

وهي عبارة عن تغيرات ناتجة من الدماغ تقوم بإيصال الإشارة العصبية الصادرة من الجهاز العصبي لإثارة ألياف عضلية معينه لأداء الانقباض .

2- التغيرات الكهربائية

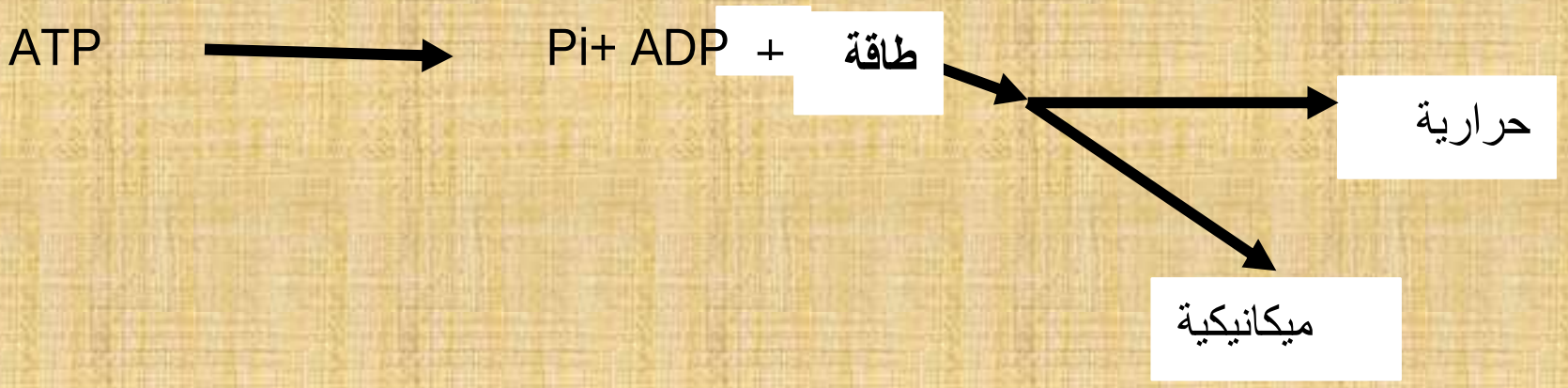
تتمثل في إزالة الاستقطاب (فرق الجهد) لجدار الخلية و الذي يكون من (-90 الى + 30) و يسمى فرق جهد الحركة و الذي يؤدي الى ظهور الكالسيوم Ca^{++} الذي قد تجمع أثناء فترة الراحة.

3- التغيرات الكيميائية

و يعبر عنها بإفراز مادة الأستيل كولن من النهايات العصبية عند وصول الإشارة إليها (عند وصول الإيعاز العصبي الى الصفيحة العصبية النهائية) و هي نقطة التقاء العصبون بالليف العضلي إذ أن استجابات الليف العضلي تحدث عن طريق هذا المركب الذي يخزن في حويصلات خاصة تتجمع في النهاية العصبية للعضلة أي عند نهاية المحور الذي ينتقل سريعا باتجاه الساركوليما ليتحد مع مستقبلات خاصة مبنية مع غشاء الساركوليما و في الصفيحة النهائية فقط هذا الاتحاد يؤدي الى فتح منافذ للصوديم للدخول الى داخل الليف العضلي و خروج الكالسيوم و إزالة الاستقطاب و بوجود الأنزيم المحلل للمركب الأستيل كولين .

4- التغيرات الحرارية

تتم بواسطة فاعلية الكالسيوم في إيقاف نشاط إنزيم التروبونين الكابح و بالتالي تحرير انزيم ATP ase من رأس الميوزين و بواسطة انشطار الـ ATP إلى ADP و طاقة كخاصية إنزيمية لرأس الميوزين الذي ينتج عنه الحركة



5- التغيرات الميكانيكية

و تتمثل بالفعل الميكانيكي لأداء الحركة من خلال النظرية الانزلاقية التي تنقسم إلى ثلاث مراحل:

المرحلة 01

و تسمى **المرحلة الخاملة** وهي المرحلة التي تلي الإثارة وفيها لا تتغير العضلة في شكلها و تختلف مدة هذه المرحلة حسب نوع العضلة فالعضلات السريعة تكون لها مرحلة خاملة قصيرة مثل عضلة العين على العكس من العضلات البطيئة فلها مرحلة خاملة طويلة .

المرحلة 02

مرحلة الانقباض العضلي في هذه المرحلة يحدث اختلاف في تنظيم جزيئات الألياف العضلية مما يجعلها تنقبض و نتيجة لذلك تقصر هذه الألياف، و تختلف هذه المرحلة من عضلة إلى أخرى إذ تأخذ بعض العضلات وقت قصير لتصل الى كامل انقباضها و بعضها تأخذ وقتا طويلا..

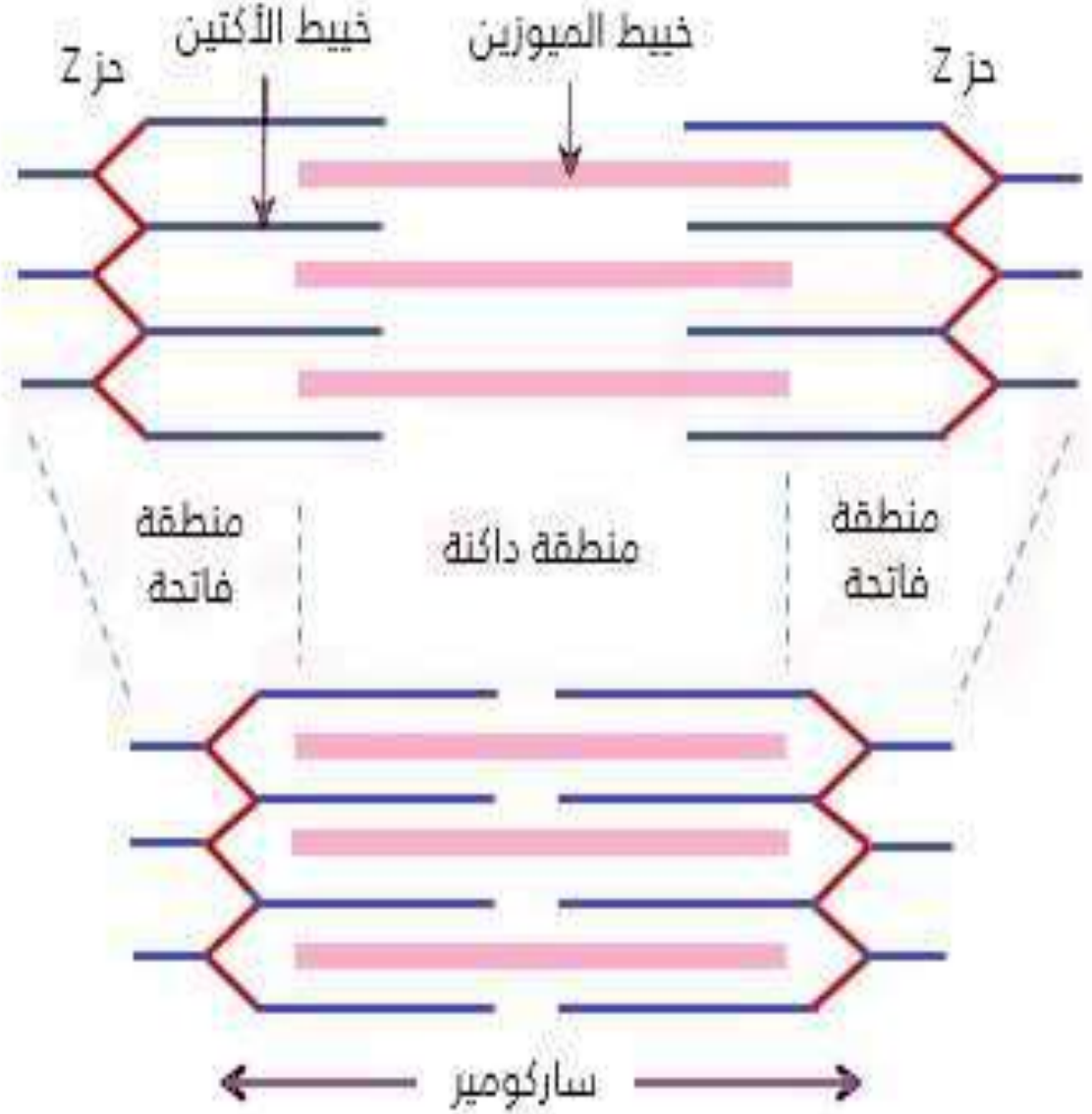
المرحلة 03

مرحلة الارتخاء في هذه المرحلة تعود الألياف إلى وضعها قبل الانقباض نتيجة إعادة تنظيم جزيئات هذه الألياف.

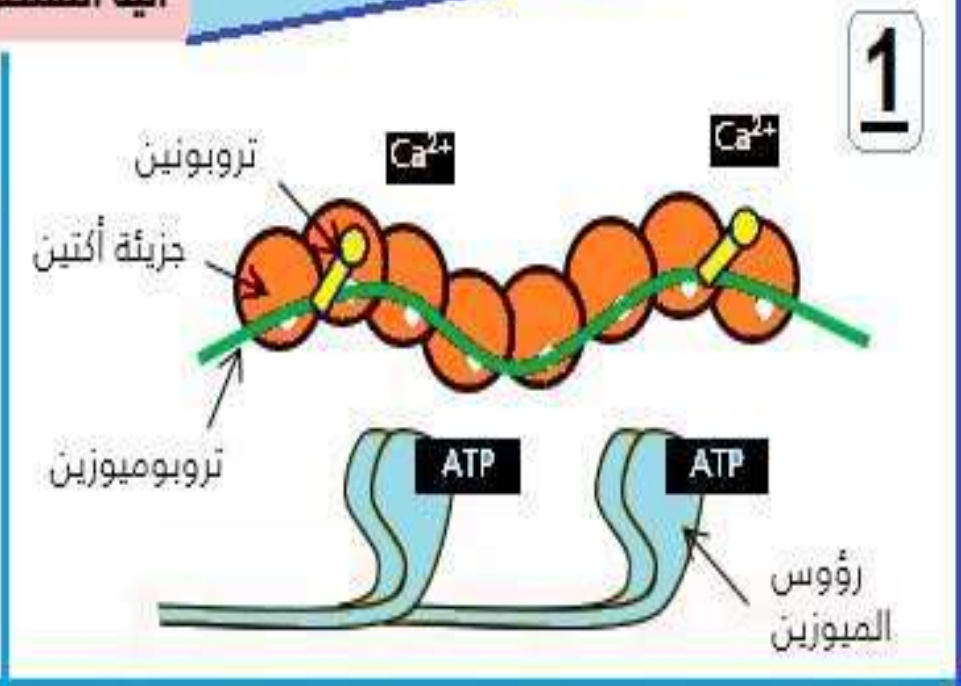
المظهر الميكانيكي للتقلص العضلي على مستوى الساركومير

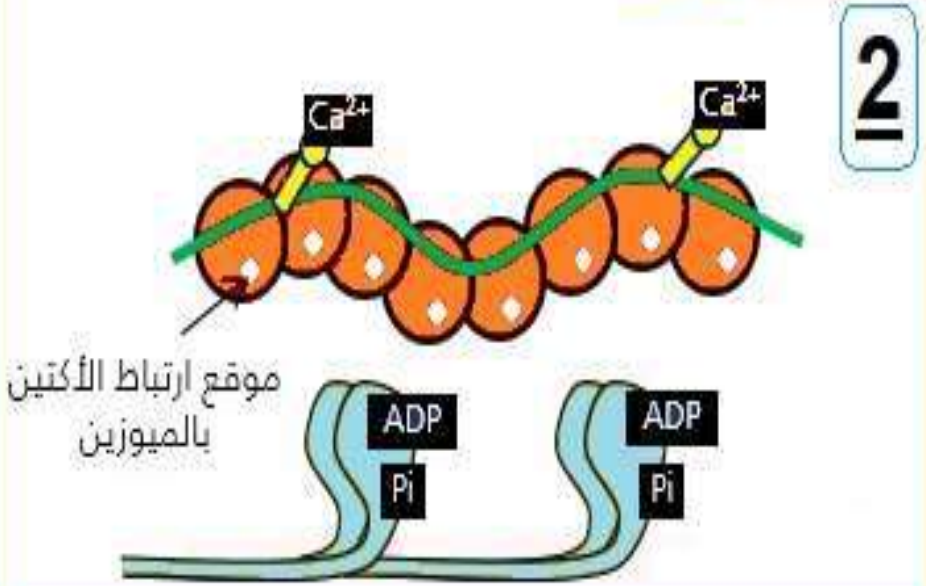
ليف عضلي
في حالة راحة

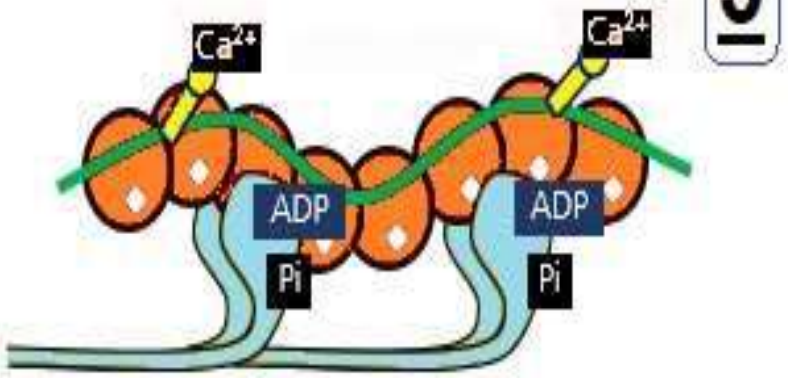
ليف عضلي
في حالة تقلص

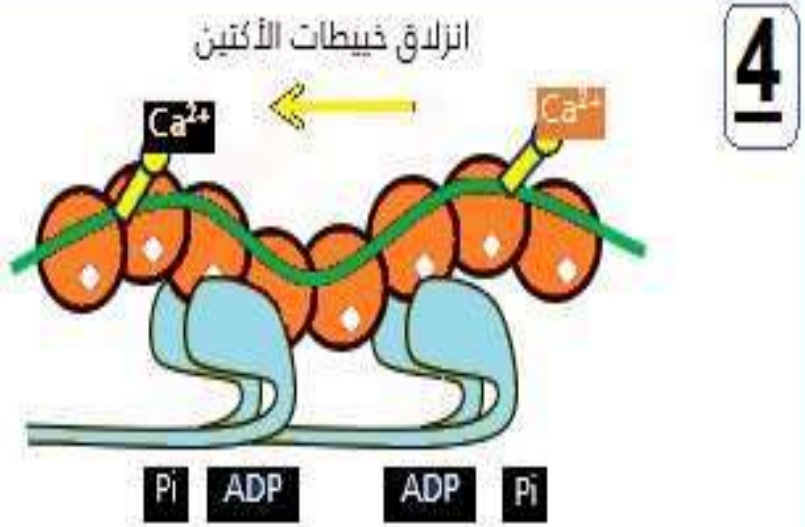


آلية التقلص العضلي









خصائص النسيج العضلي

01 الاستثارة

هي القدرة العضلية على الاستجابة للمؤثر

02 الانقباضية

وهي قدرة العضلة على توليد الشد

03 المطاطية

قدرة العضلة على العودة الى الوضع الطبيعي

04 الاستطالة

قدرة العضلة على الطول

05 التوصيل

قدرة العضلة على نقل و توصيل المثيرات

06 النغمة العضلية

قدرة العضلة على الاحتفاظ بانقباض بسيط وباستمرار حتى في حالة الراحة

07 سرعة الاستجابة

قدرة العضلة على الانقباض والانبساط في فترة زمنية قصيرة جدا

النجاح الرياضي ونوع الألياف العضلية

Fiber Type And Athletic Success

إن معرفة التركيب والاستخدام للألياف العضلية يمكن أن يضمن للرياضيين الذين لديهم نسبة عالية من الألياف العضلية بطيئة الحركة أن تكون لديهم قدرة تحمل عالية، بينما الرياضيون ذو نسبة عالية من الألياف العضلية سريعة الحركة يمكن أن يكون لهم الأفضلية في الرياضات السريعة، ولكن هل يمكن أن يكون تركيب الألياف العضلية هو المحدد لنجاح الرياضي؟ وبمقارنة العدائين فإن العضلات الخلفية للرجل للاعبي المسافات الطويلة تحتوي على نسبة أعلى من الألياف العضلية بطيئة الحركة، وعلى النقيض فإن مجموعة عضلات الرجل الخلفية تتكون من ألياف عضلية سريعة الحركة في عدائي المسافات القصيرة حيث يكون التركيز على السرعة وليس طول المجهود

آلية التقلص العضلي

تكيفات الجهاز العضلي لأداء التدريبات الرياضية

للمجهود البدني تأثير على العضلات فكل مجهود تقوم به العضلة يؤدي الى ارتفاع المستوى الأدائي ومن هنا يجب أن نعلم بأن العضلة يمكن زيادة كفاءتها بالدرجة الأولى من حيث القوة و درجة التحمل و قوة العضلة مرتبطة بمقطعها العرضي و العوامل الرئيسية التي تؤدي إلى زيادة حجم العضلة هي درجة بداية الانقباض (التوتر العضلي) و كمية الشغل بالنسبة للزمن بمعنى زيادة كمية الشغل المبذول في زمن قصير وبسبب ذلك أصبح بالإمكان تحقيق النمو العضلي عن طريق زيادة التوتر العضلي دون عمل أي أداء حركي وهذا النمو العضلي أي الزيادة في حجم العضلة ناتج عن نمو وزيادة سمك كل ليفة عضلية و ليس بسبب عدد الألياف العضلية أي أن الألياف العضلية لا تزداد، أما إذا كان المطلوب من التدريب تعويد العضلات على القيام بمجهود يتسم بالجلد أي تدريب العضلات على التحمل

تكيفات الجهاز العضلي لأداء التدريبات الرياضية

ففي هذه الحالة يكون اكتساب القوة غير مؤكد و تكون الفائدة العائدة من ضخامة العضلة قليلة نسبيا لأن هذا التحمل يتوقف على التمثيل الغذائي للعضلات لذلك فإن العضلات التي تدرب على التحمل يكون رد فعلها لهذا التدريب هو تحسين إمكانية تزويدها بالدم من خلال زيادة الشعيرات الدموية فيها بالإضافة إلى هذه الزيادة فإن الأوعية الدموية تستجيب أسرع و أحسن حيث تتمدد إلى أقصى حد بالإضافة إلى ذلك فإن احتياط العضلات من الغذاء (الكلاكوجين و الفسفور كرياتين) يمكن أن يتضاعف في العضلات المدربة التي تستطيع ان تحول اكثر من 4 / 5 حامض اللبنيك المتكون في العضلة الى كلايكوجين وهنالك **نوع ثالث من التدريب** هو تدريب السرعة الذي يتعلق بدرجة تأثر العضلة ففي تدريب السرعة يلعب الجهاز العصبي الدور الرئيسي وهنا يجب أن يقل زمن رد الفعل والاستجابة كذلك يقل الزمن الذي تستغرقه العضلة لتنفيذ الإشارات و يمكن القول بأن توصيل الإشارات

سوف يتم بصورة أسرع كذلك تحسين التوافق الحركي أي تتوافق الحركات إلى أقصى درجة ممكنة أثناء الحركة فكل عضلة عاملة لها عضلة مقابلة تنبسط بنفس سرعة انقباض العضلة العاملة و يمكن معرفة جودة العضلة من خلال معرفة ما تستطيع حمله أو من درجة التحمل عليها و كذلك من مقدار ما تنتجه من شغل، ولقد وجد أن أنسب سرعة لعمل المجموعات العضلية الكبيرة يتراوح فيها الانقباض بين 0,7 و 0,8 من الثانية و تقل درجة كفاءة العضلة و جودتها بسبب الحركات الزائدة المصاحبة لحركة هذه العضلة في الوقت نفسه فإن هذه الحركات الزائدة لا تشترك في الأداء وهنا يلعب التدريب دور هاما في تحسين هذه الكفاءة والصلاحية للعضلة فعن طريق التدريب سوف يتحسن التوافق و يقل ظهور مثل هذه الحركات إلى حد ممكن

انتهت المحاضرة

شكرا على حسن إصغائكم

1.الجهاز الوعائي القلبي

يتكون الجهاز من القلب وشبكة من الأوعية الدموية تبدأ بشريان الأورطي وهو أكبر شريان بالجسم ويتفرع منه مجموعة من الشرايين الأقل اتساعا حتى تصل إلى الشعيرات الدموية، و بها تتم أهم وظيفة بالجهاز الدوري وهى تبادل الغازات والمواد الغذائية اللازمة للأنسجة حيث تحصل الأنسجة على طلباتها من الأكسجين والمواد الغذائية والفيتامينات والمعادن والماء، وتتخلص من نواتج التمثيل الغذائي ويتحول الدم من دم شرياني إلى دم وريدي يعود من خلال الأوردة الدموية إلى القلب إلى الجانب الأيمن من القلب وهذا ما يسمى بالدورة الدموية الكبرى

ومن البطين الأيمن يتم دفع الدم إلى الرئتين حيث يتم أكسدته ويتم تحويله إلى دم شرياني مرة أخرى يعود إلى الجانب الأيسر من القلب (الأذين الأيسر ثم البطين الأيسر) ومنه يعاد ضخه مرة أخرى إلى الجسم من خلال الدورة الدموية الكبرى.

الدورة الرئوية / الدورة الدموية الصغرى): هى الدورة ما بين البطين الأيمن إلى الرئتين إلى الأذين الأيسر .

بهذا الوصف يعمل القلب كمضخة تضخ الدم لجميع خلايا الجسم من خلال الدورة الدموية / الأوعية الدموية: الشرايين

الوظائف العامة للقلب والدورة الدموية

كل الوظائف تعتمد على وجود الدم داخل القلب والجهاز الدوري ومنها:

1. وظيفة غذائية

من خلال الدورة الدموية يتم توزيع الغذاء المختص من الجهاز الهضمي إلى كل خلايا الجسم لتحصل على احتياجاتها من المواد الغذائية المختلفة .

الوظائف العامة للقلب والدورة الدموية

2. وظيفة تنفسية

والمقصود بها أن يقوم الجهاز الدوري بإمداد خلايا الجسم باحتياجاتها من الأكسجين ويرفع منها ثاني أكسيد الكربون .

الوظائف العامة للقلب والدورة الدموية

3. وظيفة إخراجية

وفيها يقوم الجهاز الدوري بسحب نواتج التمثيل الغذائي من خلايا الجسم المختلفة ويوجهها إلى أعضاء الإخراج (الكليتان لتخرجها إلى بول، الجلد يخرجها عرق، الرئتين تخرجها زفير)

الوظائف العامة للقلب والدورة الدموية

4. حمل الهرمونات في الجسم

حمل الهرمونات من أماكن إفرازها بواسطة الغدد الصماء الى أماكن عملها.

الوظائف العامة للقلب والدورة الدموية

5. تنظيم درجة حرارة الجسم

يدفع بجزء كبير من الدم إلى الجلد للتخلص من الحرارة الزائدة بالجسم في حالة ارتفاع درجة حرارة الجسم عن طريق تمدد الأوعية الدموية الجلدية في حين يسحب كمية كبيرة من الدم من الجلد في حالة التعرض إلى درجات حرارة منخفضة بواسطة انقباض في الأوعية الدموية الجلدية.

الوظائف العامة للقلب والدورة الدموية

6. الحفاظ على ثبات الوسط الداخلي

عن طريق تعويض ما ينقص من عناصر أو مواد وإزالة ما يزيد من هذه المواد.

الوظائف العامة للقلب والدورة الدموية

7. التغذية الراجعة

وهذه العملية تلعب دور أساسيا في عمل الأجهزة الضابطة حيث تعيد الخلل الوظيفي لأي عضو في الجسم تعيده إلى معدله الطبيعي وهذا يتم عن طريق التغذية الراجعة لمراكز التحكم في هذه الوظائف.

يتكون الجهاز الوعائي القلبي من:

- القلب
- الأوعية الدموية
- الدم

أولا: القلب

تجويف عضلي ضاخ يقع في الجهة اليسرى من القفص الصدري خلف عظم القص وهو بحجم قبضة اليد يقارب 350 غ عند الرجال كمثري الشكل هرمي يقع ثلثاه إلى اليسار من منتصف الصدر والثلث الآخر إلى اليمين وتتجه قاعدته إلى الأعلى ورأسه إلى الأسفل.

ملاحظة:

يبدأ تشكل القلب في نهاية الأسبوع الثالث من عمر الجنين

موقع القلب

يقع القلب في تجويف الصدر في منطقة الحيزوم الواقعة بين الرئتين، يحيط به من الأسفل الحجاب الحاجز ومن الأعلى الأوعية الدموية الرئيسية ومن الأمام عظم القص و الأضلاع وعضلات ما بين الأضلاع ومن الخلف المرئ والرغامي بالإضافة إلى العمود الفقري والأضلاع

جدار القلب

يتكون جدار القلب من ثلاث طبقات

- **الطبقة الداخلية**: وتسمى شغاف القلب endocardeوهو غشاء رقيق لامع طلائي

- **الطبقة الوسطى**: وهي الطبقة العضلية Myocardeوتتكون من ألياف عضلية مخططة لا إرادية متفرعة مع بعضها البعض وهي سميكة عند رأس القلب وأقل سماكة عند قاعدته

- **الطبقة الخارجية**: وتسمى التامور Péricardeوهو يحيط بالعضلة من الخارج

تجاويف القلب

يقسم القلب إلى أربعة تجاويف تسمى حجرات القلب بواسطة حاجز طولي وحاجز عرضي، الحاجز الطولي يقسم القلب إلى منطقتين يمنى ويسرى لا اتصال بينهما في الحالات الطبيعية، الناحية اليمنى فيها الدم الوريدي أما اليسرى فتحتوي على الدم الشرياني أما الحاجز العرضي فهو يقسم كل ناحية إلى حجرة علوية تسمى أذين والحجرة السفلية تسمى بطين.

مما سبق تبين أن هناك أذينان أيمن وأيسر وبطينان أيمن وأيسر

الأذينان

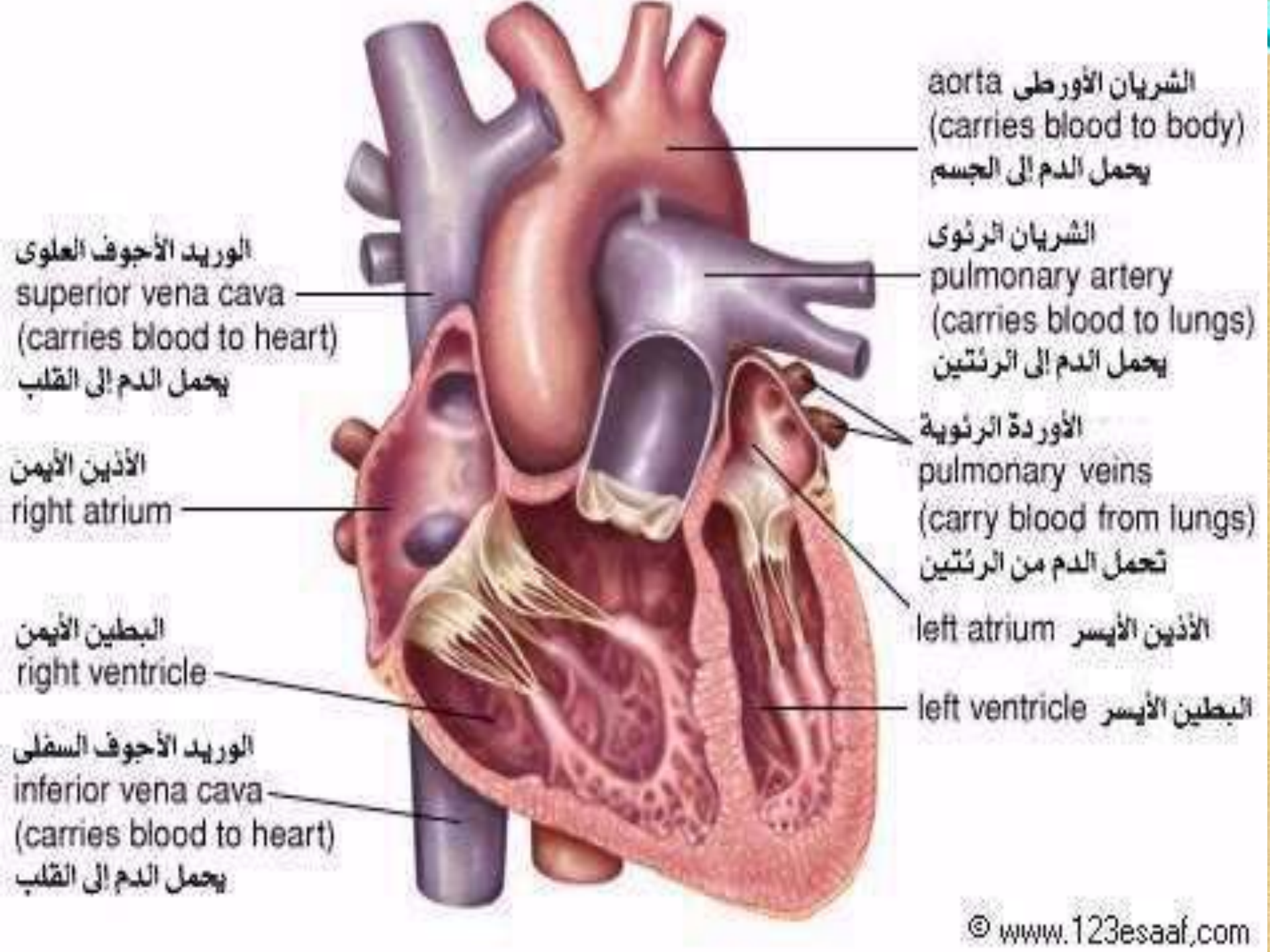
وهما التجويفان العلويان يفصل بينهما جدار عضلي يسمى الحاجز بين الأذين وهو جدار رقيق قسمه السفلي أرق من بقية الجدار وفيه الحفرة البيضاوية وهو موضع الفتحة الموجودة بين الأذينين عند الجنين والتي تقفل عند الولادة، **وظيفة الأذين استقبال الدم القادم إلى القلب من الناحيتين اليمنى واليسرى، لذلك فإن الضغط أقل سماكة مما في البطين**

البطينان

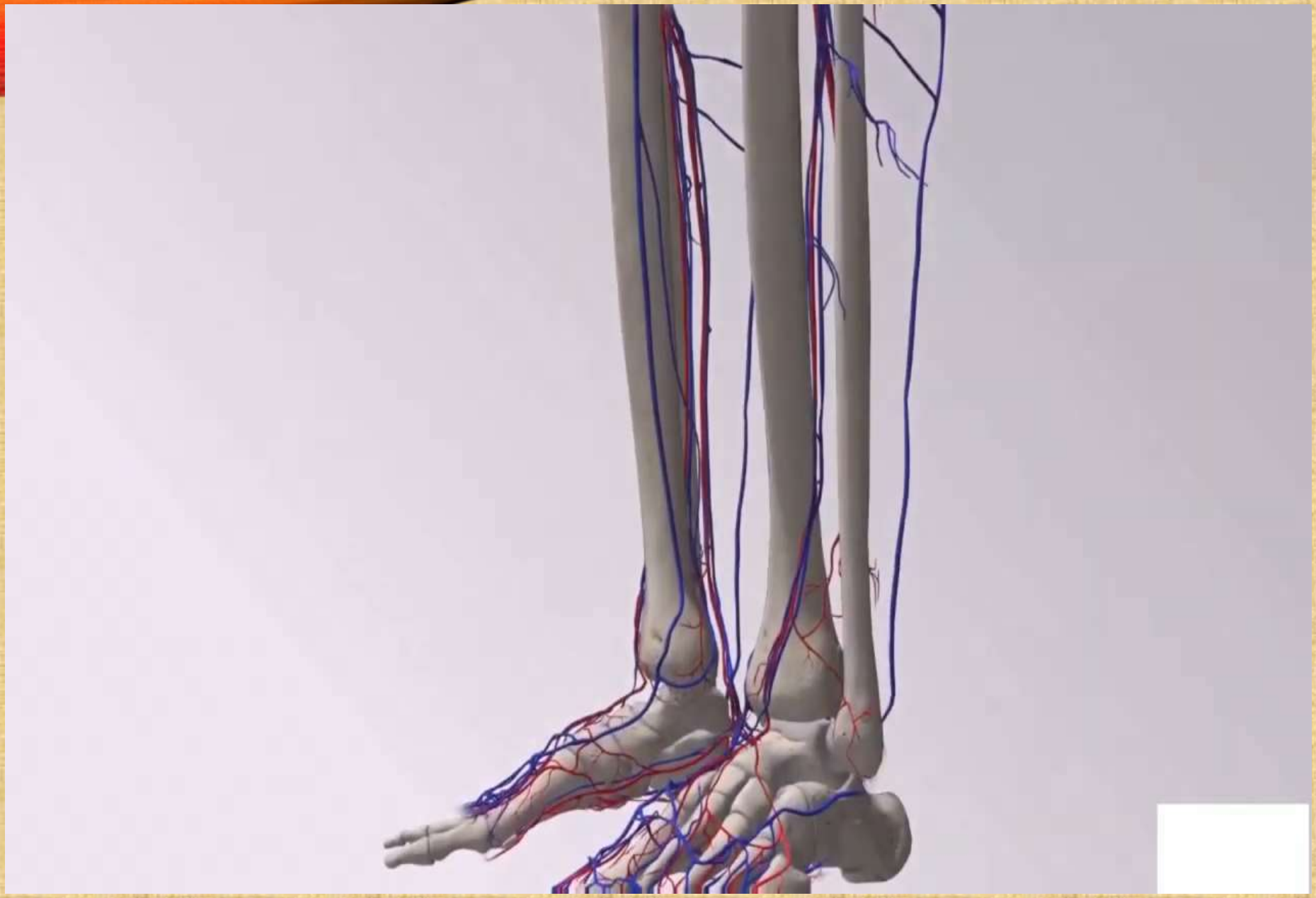
هما التجويفان السفليان يفصل بينهم الحاجز بين البطين وهو حاجز عضلي سميك عدا الجزء العلوي منه فهو غشائي

وظيفة البطين هي ضخ الدم إلى خارج القلب

يفصل البطين الأيمن عن الأذين الأيمن حاجز فيه صمام valveثلاثي الشرفات يسمح للدم بالمرور من الأذين إلى البطين ولا يسمح بعودته، كما يفصل البطين الأيسر عن الأذين الأيسر حاجز فيه صمام ثنائي الشرفات (الصمام الإكليلي) يسمح للدم بالمرور من الأذين إلى البطين ولا يسمح بعودته.



© www.123esaaf.com



الدورة القلبية
Cycle cardiaque

- هي كل الحوادث التي تحدث في الضربة الواحدة

- الامتلاء يحدث خلال الاسترخاء

- كلما زاد النبض تقل فترة الاسترخاء مما يؤدي إلى تقليل وقت التعبئة

حجم الضربة
Volume systolique

هي كمية الدم التي يدفعها القلب في كل دفعة (نبضة)

الجزء المقذوف
Fraction d’éjection

يعرف الجزء المتبقي من الدم بين كل انقباض وارتخاء لعضلة القلب بفرق القيمة أو بفرق الجزء المندفع من البطين، وهي توضح كمية الدم الداخل إلى البطين والذي تم ضخه فعلا أثناء عملية الانقباض ويعبر عنه بنسبة مئوية وتتراوح بين 60 - 70 % وقت الراحة ويزداد عندما ينقبض البطينان في حالة بذل الجهد البدني، وكلما زادت نسبة الدم الخارجة عن 60 % دل ذلك على قوة انقباض القلب.

الخرج القلبي
Débit cardiaque

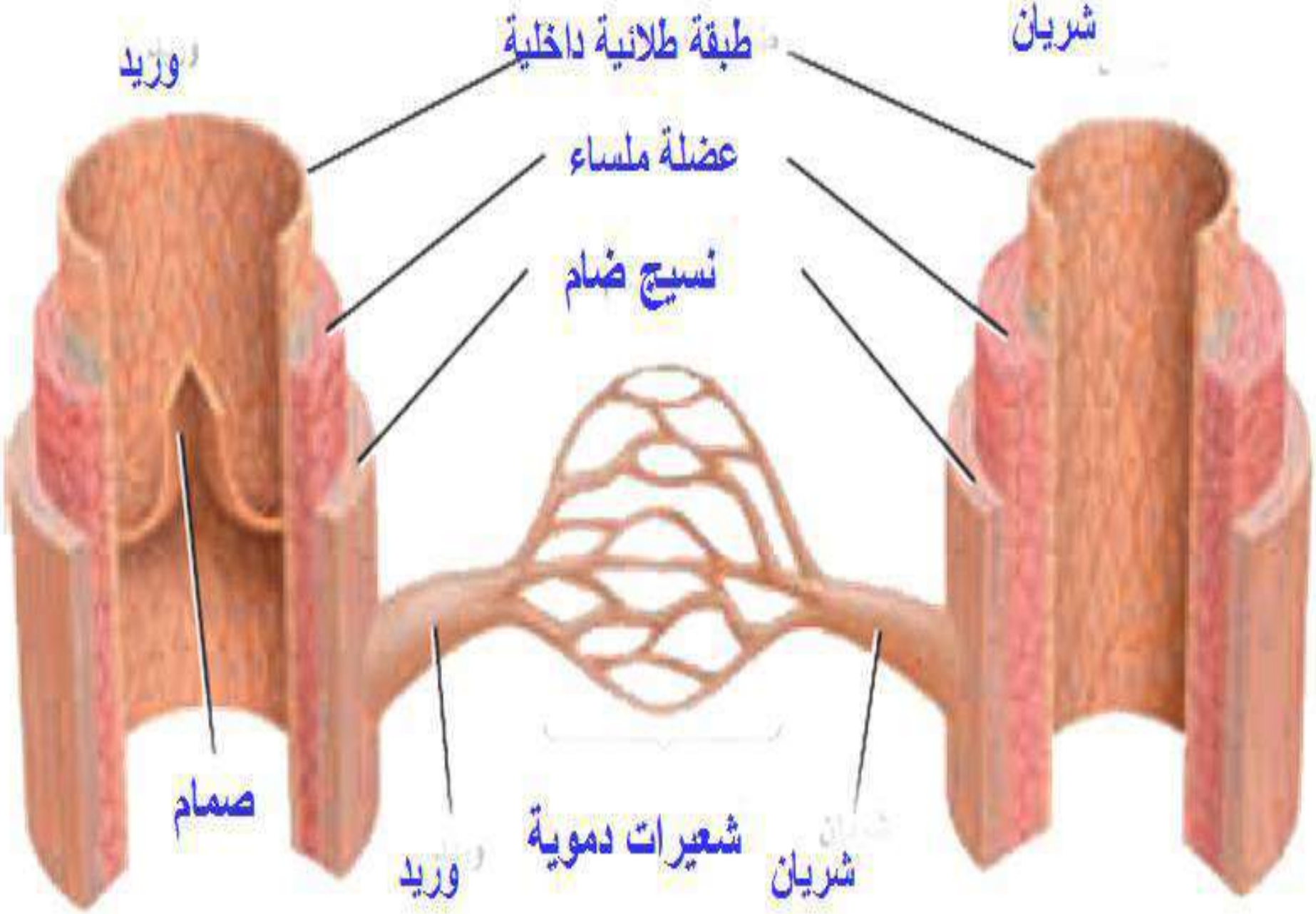
هي كمية الدم التي يدفعها القلب في الدقيقة

ثانيا: نظام الأوعية الدموية

الأوعية الدموية في جسم الإنسان هي المسؤولة عن نقل الدم إلى الخلايا ثم العودة بالدم مرة أخرى الى القلب وتشتمل على:

- الشرايين
- الشرايين الصغيرة
- الشعيرات الدموية
- الأوردة
- الأوردة الصغيرة

نظام الأوعية الدموية بجسم الإنسان يقوم بالدور الرئيسي في نقل الدم إلى جميع أجزاء الجسم، والشرايين تتدرج في جسم الإنسان من الشريان الأكبر "الأورطي" إلى الشرايين الأصغر ثم الشعيرات الدموية، وتحمل الشرايين الدم من القلب إلى الخلايا، ويتم تبادل الغذاء والأكسجين عبر الشعيرات الدموية والخلايا، ثم يغادر الدم الخلايا ليبدأ رحلة العودة إلى القلب في الأوردة الصغيرة ثم الأوردة الأكبر التي تحمل الدم الى القلب.


وريد
طبقة طلائية داخلية
شريان
عضلة ملساء
نسيج ضام
صمام
وريد
شعيرات دموية
شريان

الشعيرات الدموية

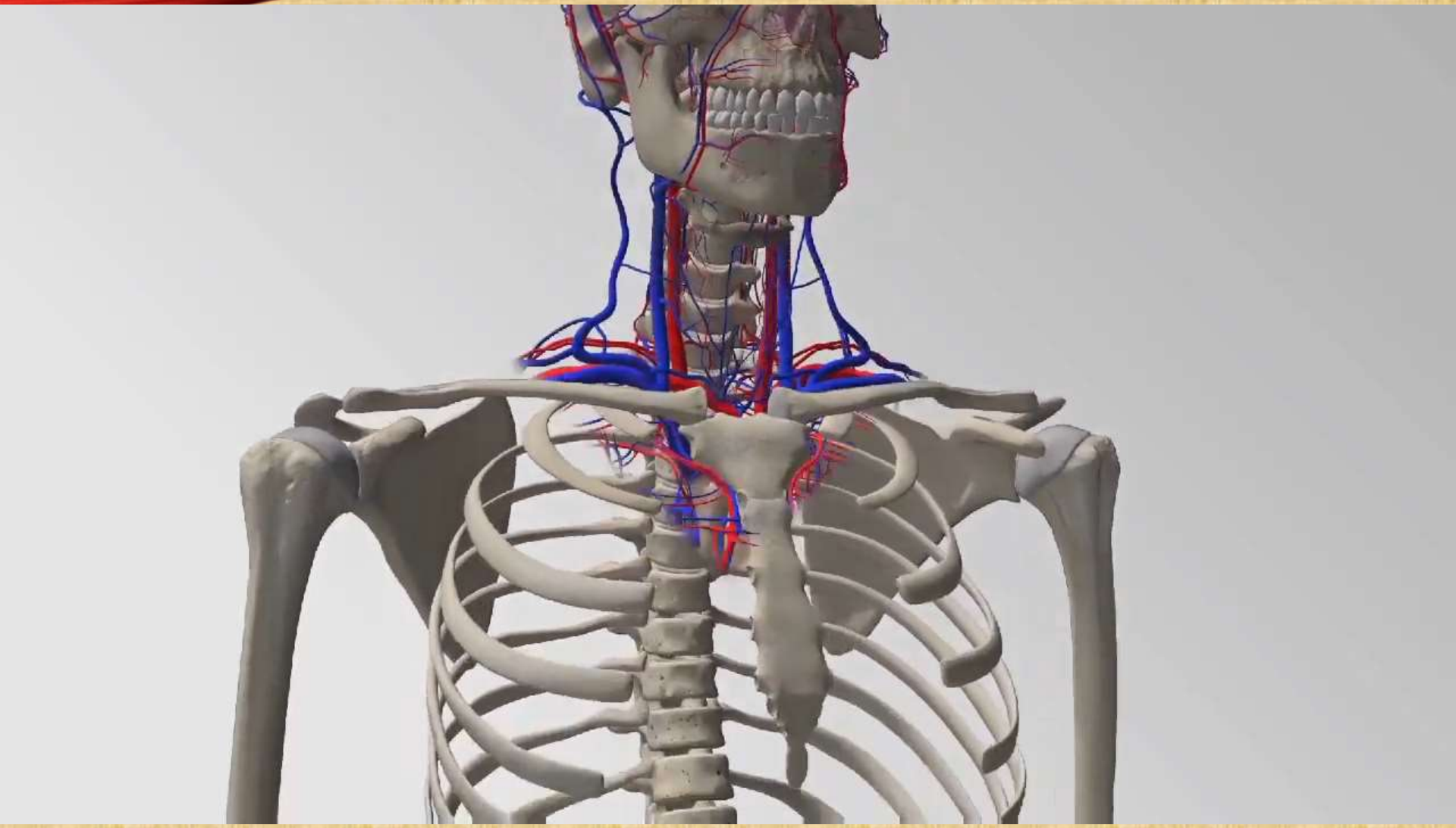
تحمل الدم خلال الأنسجة
وتربط الشرايين مع الأوردة

الشرايين

تحمل الدم من القلب
إلى باقي أجزاء الجسم

الأوردة

تحمل الدم من أجزاء
الجسم إلى القلب



ثالثا: الدم

توزيع الدم

يعتمد توزيع الدم على مختلف أعضاء وأجهزة الجسم على احتياجات كل منها وعلى نشاط كل منها، وهي تختلف في حالة الراحة عن حالة الجهد البدني، كما تختلف في الجو البارد عن الجو الحار، وكذلك تختلف في حالة الشبع عن حالة الجوع، وتعتمد عملية توزيع الدم على نشاط عمليات التمثيل الغذائي في تلك الأعضاء والأجهزة.

وعلى سبيل المثال نجد أن الكبد والكلى معا يستقبلان حوالي 22 – 27 % من الدم في حالة الراحة، بينما تستقبل العضلات الهيكلية حوالي 15 % من حجم الدم وقت الراحة .بينما في حالة التدريب فإن الدم يعاود انتشاره إلى المناطق التي تحتاج لدم أكثر تبعا لنشاط تلك المناطق، وعلى سبيل المثال فإنه عند تدريبات التحمل عالية الشدة فإن العضلات تستقبل حوالي 80 % من حجم الدم، ومعنى ذلك أنه تحدث زيادة في الدفع القلبي للدم بحيث يصل الى 25 لتر/د ليغطي احتياجات العضلات الإرادية

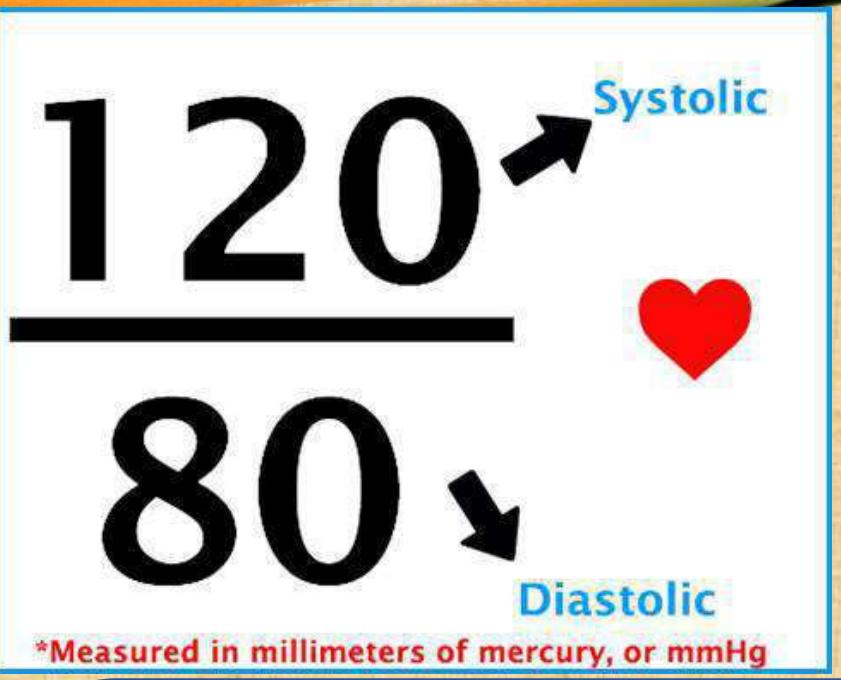
أما عندما يأكل الإنسان وجبة دسمة كبيرة فإن الجهاز الهضمي يستقبل دما أكثر للقيام بعمليات الهضم، وكذلك الحال عند اختلاف درجات الحرارة يتغير توزيع الدم إلى الجلد ليحافظ على درجة حرارة الجسم أو ليخلص الجسم من درجة الحرارة الزائدة .والحقيقة أن عملية توزيع الدم تتم بطريقة آلية ذاتية لكي تضمن الإمداد المناسب إلى المناطق التي تحتاج إلى دم أكثر تبعا للنشاط الفسيولوجي في كل منها .وعملية توزيع الدم تتم أيضا بمساعدة الشرايين الصغيرة حيث أن بها جدارا عضليا قويا يتسع ويضيق تبعا لحاجة الأعضاء وقطر تلك الأوعية الدموية تستجيب للعمليات الفسيولوجية بالأعضاء لتتحكم في تدفق الدم، وهذا ما يعرف بالتنظيم الذاتي.

التنظيم الذاتي
Autorégulation

التنظيم الذاتي لتوزيع الدم يعتمد على قدرة الأوعية الدموية في تنظيم نفسها على تدفق الدم الى المناطق التي تكون بحاجة الى هذا الدم، وتكون آلية عمل الشرايين الكبيرة والصغيرة متجانسة بحيث تسمح لكمية دم كبيرة للدخول إلى المناطق المحتاجة.

وتدفق الدم يكون استجابة مباشرة للتغيرات في الخلايا تبعا لحاجة كل منها إلى الأكسجين، وهي تعتبر المحرك الأقوى لتدفق الدم إليها، وعلى ذلك نجد أن الشعيرات الصغيرة تتمدد لتسمح بتدفق دم أكثر ليمدها بالغذاء والطاقة، كما أن التغيرات الكيميائية الناتجة عن عمليات الأيض تعتبر منبهات تساعد على تدفق الدم، حيث إن الزيادة أو النقص في الأكسجين، ثاني أكسيد الكربون، الكالسيوم الهيدروجين، اللاكتات كلها عوامل تزيد أو تقلل من تنظيم توزيع الدم على مختلف الخلايا والأعضاء والأجهزة.

ضغط الدم
Pression artérielle



ضغط الدم هو الضغط الذي يحدث بواسطة الدم على جدران الأوعية الدموية، وهو غالبا يشير إلى ضغط الدم الشرياني، ويعبر عنه بواسطة رقمين :الضغط الانقباضي (pression systolique) والضغط الانبساطي (pression diastolique)؛ الرقم الأعلى هو ضغط الدم الانقباضي والرقم الأسفل هو ضغط الدم الانبساطي

التغيرات والتكيفات الفسيولوجية المصاحبة للجهد البدني

Changements et adaptations physiologiques associés à l'effort physique

في ضوء ما تقدم نجد أن هنالك العديد من التغيرات والتكيفات الفسيولوجية المصاحبة للجهد البدني، والتي تترك أثرها على الجهاز القلبي الوعائي

أولا عضلة القلب

le muscle cardiaque:

أ - التغيرات الفسيولوجية les changements physiologiques:

1- زيادة مساحة المقطع العرضي للقلب (حجم القلب)
Volume du coeur

2- التناسب العكسي فيما بين حجم القلب ومعدل النبض
rythme cardiaque

3- اتساع الشريان التاجي المغذي لعضلة القلب .

4- زيادة قوة انقباض العضلة القلبية Force de contraction

5- ارتفاع معدل إنتاج الدفع القلبي éjection cardiaque، وضخ كمية أكبر من الدم بأقل عدد من النبضات .

6- زيادة سمك البطين الأيسر بتقدم العمر التدريبي والحالة التدريبية

أولا عضلة القلب

le muscle cardiaque:

ب - التكيفات الفسيولوجية

les adaptations physiologiques:

1- القدرة على التكيف Adaptationوبسرعة مع العبئ الملقى عليه

2- سرعة الاستجابة للتأثيرات العصبية المنبهة للقلب

3- التناسب فيما بين معدل نبض القلب وبين نوع النشاط الرياضي التخصصي الممارس ، في حالة الراحة وأثناء النشاط .

4- التناسب فيما بين ضغط الدم الانقباضي وضغط الدم الانبساطي وبين نوع النشاط الرياضي التخصصي الممارس

5- زيادة الفترة الفاصلة بين كل انقباضه قلبية وأخرى (قلب مستريح)

6- سرعة عودة اللاعب إلى الحالة الطبيعية بانتهاء الجهد البدني

ثانيا الجهاز الدوري

système circulatoire :

أ - التغيرات الفسيولوجية les changements physiologiques:

1- زيادة كثافة وانتشار الشبكة الوعائية للدورة الدموية بالجسم عموما

2- نقل كمية أكبر من الوقود اللازم لعملية التمثيل الغذائي (الأيض).

3- ارتفاع معدل اتحاد هيموجلوبين الدم بالأوكسجين في الرئتين (التنفس الخارجي) وبثاني أوكسيد الكاربون بالأنسجة العضلية (التنفس الخلوي)

4- التنبيه أي زيادة سرعة وعمق التنفس بفعل منعكس كنتيجة لزيادة كمية الدم المدفوعة في الأوعية الدموية

5- زيادة كمية الدم المدفوعة إلى الشعيرات المحيطة بالحويصلات

6- زيادة كمية الدم الشرياني le sang artériel المغذية للأنسجة العضلية

7- زيادة تركيز الهيموجلوبين

8- زيادة الدورة الدموية الشعيرية في الأنسجة العضلية

ثالثا: الدم

système circulatoire :

ب - التكيفات الفسيولوجية les adaptations physiologiques :

1- زيادة عدد خلايا كريات الدم الحمراء ، وبالتالي زيادة الهيموجلوبين بالدورة الوعائية

2- التناسب الطردي فيما بين زيادة عدد كريات الدم الحمراء وبين حجم الجهد البدني المبذول في النشاط الرياضي التخصصي .

3- الزيادة المؤقتة والمحددة لعدد خلايا الدم البيضاء خلال التدريب ثم العودة إلى العدد الطبيعي بعده

4- سرعة التبادل الغازي والغذائي بين الجهاز الدوري والأنسجة العضلية العاملة أثناء الجهد البدني .

5- إعادة توزيع الدم بزيادة المدفوع بالأنسجة العاملة اثناء المجهود وخفضه بالمناطق البطنية (الحشوية) غير العاملة.

6- انخفاض حموضة الدم l'acidité، والحفاظ على قلويته . alcalinité

7- انخفاض حجم المقاومة التي يتعرض لها الدم بالأوعية الدموية .

انتهت المحاضرة

شكرا على حسن إصغائكم

الجهاز التنفسي والجهاز الدوري يتعاونان معا ويعملان بشكل متكامل لحمل ونقل الأكسجين إلى الخلايا العضلية وطرد ثاني أكسيد الكربون من الجسم وتتم هذه العملية من خلال أربع خطوات رئيسية هي:

1. التنفس وهي عملية تحريك الغازات داخل وخارج الرئة
2. الانتشار الرئوي وهي عملية تبادل الغازات بين الرئة والدم
3. عملية نقل الأكسجين وثاني أكسيد الكربون عبر الدم
4. تبادل الغازات بين الشعيرات الدموية والأنسجة

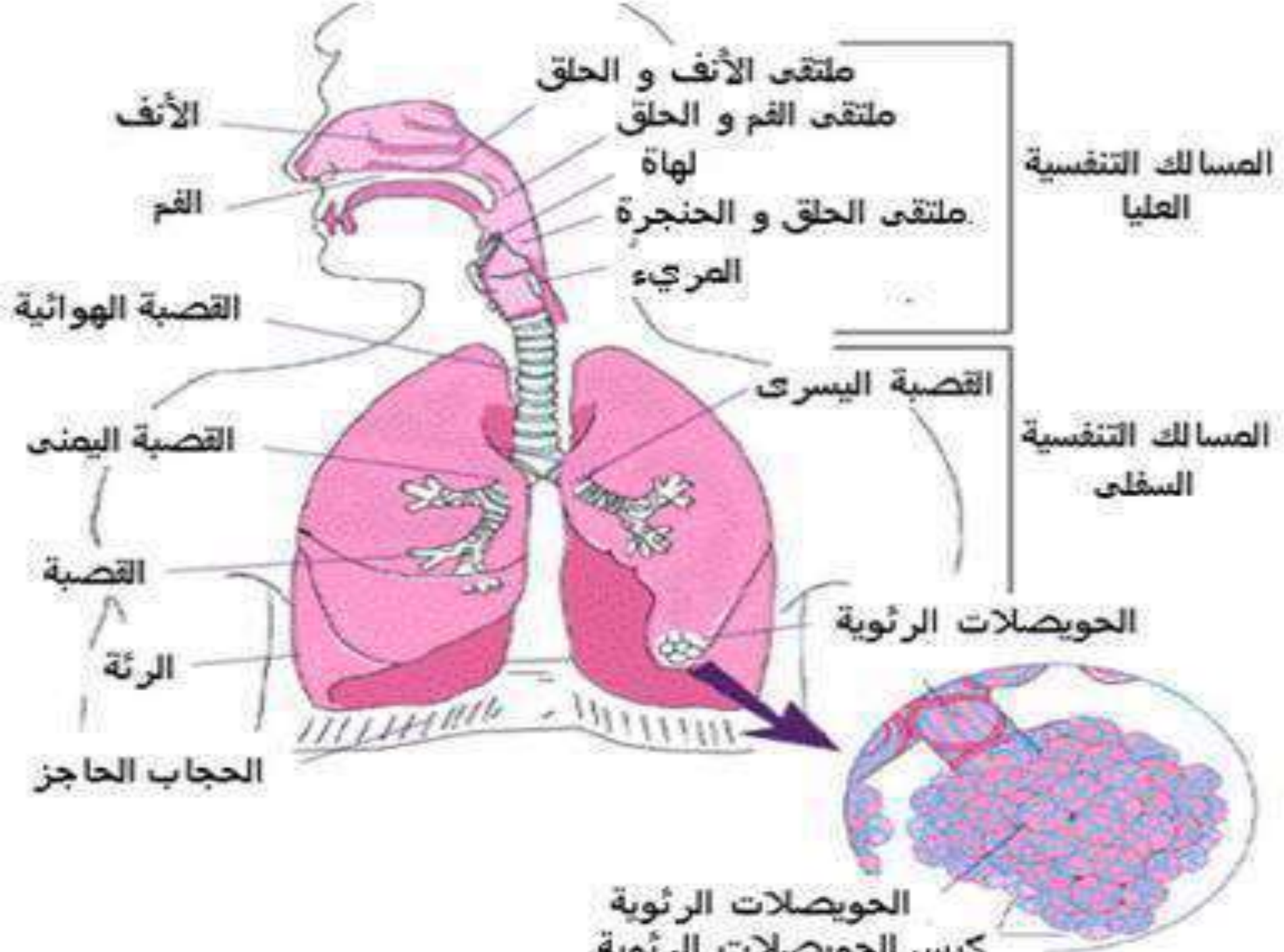
وتسمى العمليات الأولى والثانية بالتنفس الخارجي، وذلك لأنهما يشملان حركة الغازات من داخل الجسم إلى الرئة ثم الدم، وبمجرد وجود الغازات في الدم تنتقل تلك الغازات إلى الأنسجة لإتمام تبادل الغازات ، والعملية الثالثة والرابعة تتمم التنفس الداخلي والخلوي الخاص بعمليات الأيض

1. التهوية الرئوية

تعرف التهوية الرئوية بأنها عملية نقل الهواء داخل وخارج الرئة لذلك يطلق عليها كلمة التهوية، حيث يدخل الهواء عبر الأنف حيث يتم إكسابه درجة حرارة الجسم بجانب تنقيته عن طريق الشعيرات الداخلية حيث تلتصق الأتربة والأجسام العالقة بتلك الشعيرات ولا يسمح لها بالدخول الى الممرات التنفسية .

وبعد مرور الهواء يدخل الى البلعوم ثم الحنجرة ثم القصبة الهوائية الرئيسية ثم القصبات الهوائية الفرعية داخل الرئة، حتى تصل لأصغر وحدة داخل الرئة وهي الحويصلات الرئوية التي يتم فيها تبادل الغازات .

وتجدر الإشارة إلى أن الرئة ليست متصلة اتصالا مباشرا بالضلوع لكنها معلقة داخل القفص الصدري وحولها البلورا التي تمنع عنها الاحتكاك أثناء عمليتي الشهيق والزفير، والشكل التالي يوضح الجانب التشريحي من الجهاز التنفسي


ملتقى الأنف و الحلق
ملتقى الفم و الحلق
لهاة
ملتقى الحلق و الحنجرة
المريء
الأنف
الفم
القصبة الهوائية
القصبة اليسرى
القصبة اليمنى
القصبة
الرئة
الحجاب الحاجز
الحويصلات الرئوية
الحويصلات الرئوية
الصمالك التنفسية العليا
الصمالك التنفسية السفلى

2. ميكانيكية الشهيق والزفير

1.2. الشهيق Inspiration

تعتبر عملية الشهيق نشطة إيجابية مقارنة بعملية الزفير، وتشتمل عملية الشهيق انقباض عضلة الحجاب الحاجز والعضلات بين الضلوع الخارجية والداخلية، حيث تتحرك الضلوع بواسطة هذه العضلات لأعلى وللخارج. أما عظمة القص فتتحرك لأعلى وللأمام وفي نفس الوقت ينقبض الحجاب الحاجز لأسفل ناحية تجويف البطن.

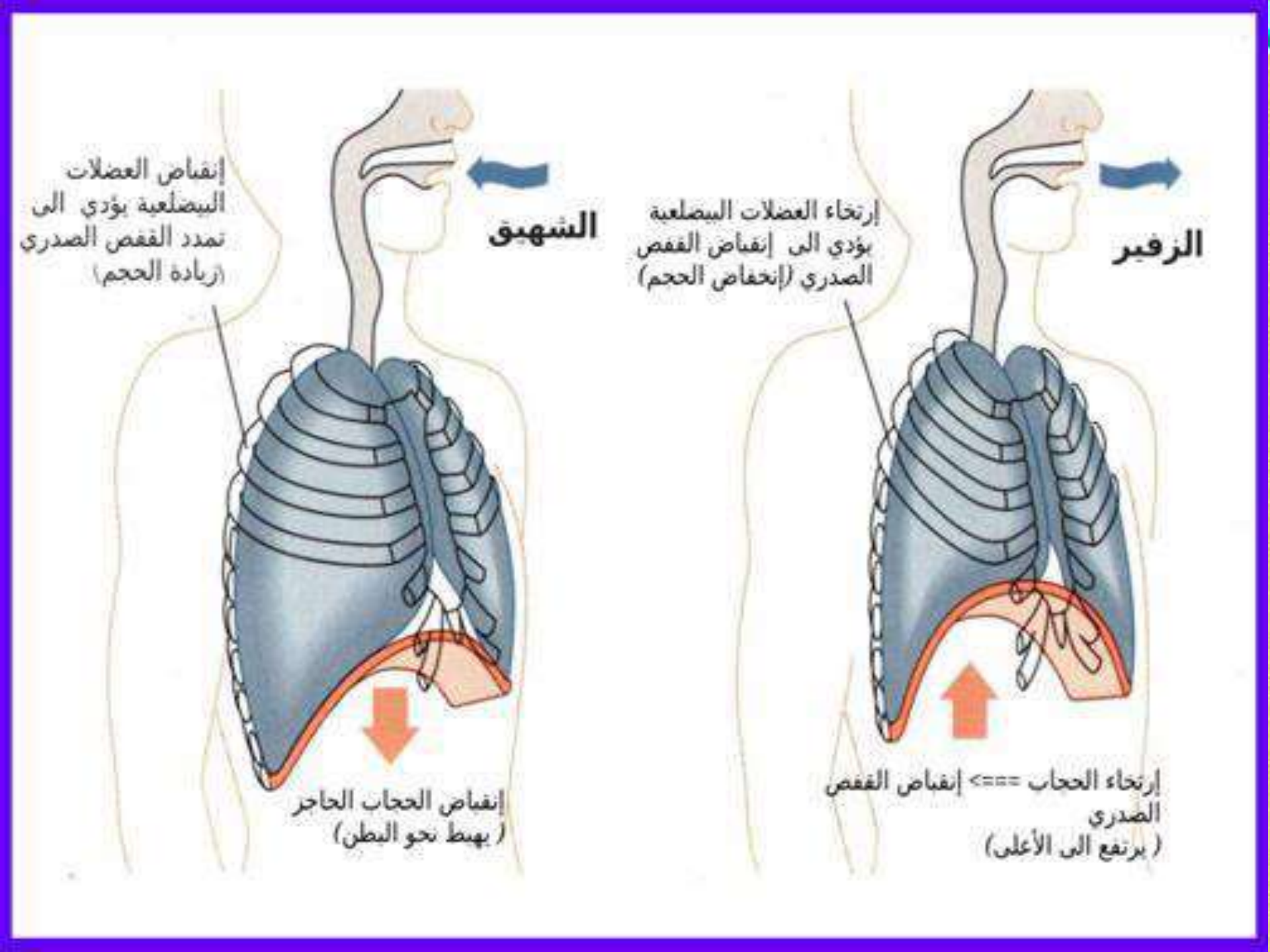
وتتم هذه الانقباضات العضلية في وقت واحد داخل التجويف الصدري وبالتالي تتمدد الرئة ويقل الضغط داخلها عن خارجها فيندفع الهواء داخل الرئة.

ويزداد الشهيق أثناء الجهد البدني نتيجة زيادة انقباض عضلات التنفس السابق ذكرها، وذلك يساعد على أن يكون الشهيق أعمق وكمية الهواء التي تدخل الرئة أكبر.

2. ميكانيكية الشهيق والزفير

2.2. الزفير
Expiration

عملية الزفير تعتبر سلبية تتضمن ارتخاء عضلات التنفس حيث يرتخي الحجاب الحاجز ويعود لوضعه الطبيعي، كذلك ترتخي العضلات بين الضلوع، وكل ذلك يزيد الضغط داخل التجويف الصدري عن خارجه فيندفع الهواء خارج الرئة ويتم الزفير.


الزفير
إرتخاء العضلات البيضلعية
يؤدي الى إنقباض القفص
الصدري (إنخفاض الحجم)
إرتخاء الحجاب ===> إنقباض القفص
الصدري
(يرتفع الى الأعلى)
الشهيق
إنقباض العضلات
البيضلعية يؤدي الى
تمدد القفص الصدري
(زيادة الحجم)
إنقباض الحجاب الحاجز
(يهبط نحو البطن)

3. الانتشار الرئوي

Diffusion pulmonaire

عملية تبادل الغازات داخل الرئة تسمى الانتشار الرئوي ولها وظيفتان رئيسيتان هما

إعادة ملء الدم بالأكسجين الذي استهلك داخل الأنسجة لإنتاج الطاقة

التخلص من ثاني أكسيد الكربون الناتج من عمليات الأكسدة

وعلى ذلك يكون الانتشار الرئوي له متطلبان أساسيان هما

أ. الهواء الذي يحمل الأكسجين للرئة

ب. الدم الذي يستقبل الأكسجين و يطرد ثاني أكسيد الكربون

وتتم هذه العمليات بمساعدة الحويصلات الرئوية التي تنتشر عليها الشعيرات الدموية الرقيقة التي تشكل شبكة واسعة تسمح لكرات الدم الحمراء القيام بوظيفتها في تبادل الغازات

4. الغشاء الرئوي

La membrane respiratoire

تبادل الغازات بين الهواء والدم داخل الشعيرات الرئوية يتم حول الغشاء الرئوي، ويتكون هذا الغشاء من

أ. جدار الشرايين

ب. جدار الشعيرات

ج. الجزء الأسفل للغشاء

ويكون هذا الغشاء رقيقا ورفيعا جدا حيث يبلغ قطره 4,0 – 5,0 ميكروميتر ويبلغ عدد هذه الشعيرات 300 مليون شعيرة.

5. الضغط الجزئي للغازات

Pression partielle des gaz

الهواء الذي نستخدمه عبارة عن مزيج من الغازات، و كل غاز له ضغط يتناسب مع تركيزه، وعلى ذلك لكل غاز نسبة من ضغطه الجزئي

وينص قانون (دالتون Dalton) للغازات على أن الضغط الكلي لمزيج من الغازات يعادل مجموع الضغط الجزئي لكل غاز على حدى في هذا المزيج.

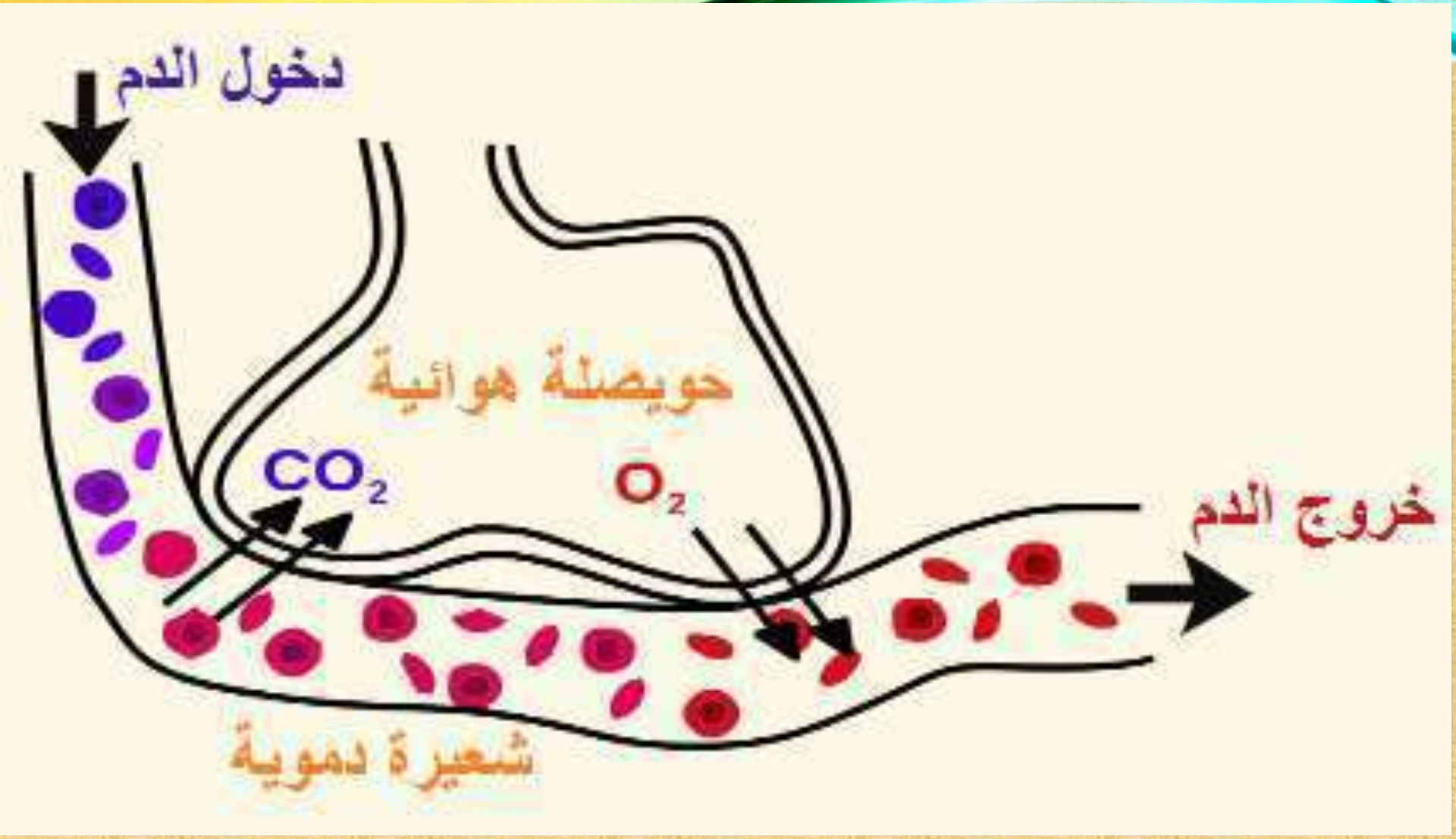
فعلى سبيل المثال الهواء الذي نتنفسه يتكون من 79,04 % نيتروجين، و 20,93 % أكسجين، و 0,03 % ثاني أكسيد الكربون و عند سطح البحر يكون الضغط الكلي لهذه الغازات هو 760 ملليمتر زئبقي و يسمى عندئذ الضغط الجوي الطبيعي، و بالتالي يكون مجموع الضغط الكلي يساوي 100 % أو يساوي 760 ملليمتر زئبق و هذه الغازات تكون ذائبة في السوائل في أجسامنا مثل الدم.

وينص **قانون (هنري) Henry** على أن الغازات الذائبة في السوائل تكون متناسبة مع ضغطها الجزئي، وتعتمد في على قدرتها في الذوبان وعلى درجة الحرارة، فذوبان الغاز في الدم ثابت و درجة حرارة الدم ثابتة.

6. تبادل الغازات في الحويصلات
Échange gazeux dans les alvéoles

الفرق في الضغط الجزئي للغازات بين الحويصلات الرئوية والدم يؤدي إلى فرق في الضغط عبر الغشاء الرئوي، وهذا هو المبدأ الرئيسي لتبادل الغازات أثناء الانتشار الرئوي.

فعندما يكون الضغط متساويا على جانبي الغشاء لا يتم التبادل، أما عندما يكون الضغط غير متساويا فيتم تبادل الغازات



شكل يوضح تبادل الغازات في الحويصلات

7. تبادل الأكسجين

Echange d’Oxygène

المعدل الطبيعي لمقدار الأكسجين في الهواء الجوي يساوي 20,92 % وكمية الضغط الجزئي لغاز الأكسجين يعادل 159 ملليمتر زئبقي، ثم يقل ليصل إلى حوالي - 100 – 105 ملليمتر زئبقي داخل الحويصلات الرئوية نتيجة مزج واختلاط الهواء الجوي بهواء الرئة نظرا لأن بها بخار الماء وثاني أكسيد الكربون.

وعلى ذلك يكون تركيز غاز الأكسجين بالرئة ثابتا ولما كان تركيز الأكسجين بالهواء القادم من الخارج أعلى فيتم تفريغ الأكسجين في الهواء الحويصلي ويكون هناك فرق في ضغط الأكسجين (159 ملليمتر زئبقي – 100 ملليمتر زئبق) وعلى ذلك يبلغ الفارق حوالي 40 – 50 ملليمتر زئبق , وهنا يتم تبادل الأكسجين بين الحويصلات الرئوية والدم.

وبمرور الدم داخل الشعيرات الدموية يتم تبادل الغازات ليصبح ضغط الأكسجين في الدم والحويصلات الرئوية متساويا ثم يتم ترحيل الدم من الرئة عن طريق الأوردة الرئوية إلى الأذين الأيسر للقلب ومنه إلى البطين الأيسر للقلب ليتم توزيعه على الجسم

نقاط هامة

كلما زاد فرق الضغط بين أكسجين الهواء وأكسجين الرئة كان انتشار الأكسجين عبر الغشاء الرئوي أسرع

يزداد الأكسجين بالرئة كلما كان التنفس عميقا

الارتفاع عن مستوى سطح البحر يقلل من ضغط الأكسجين

8. تبادل ثاني أكسيد الكربون

Échange de dioxyde de carbone

يتم تبادل ثاني أكسيد الكربون على غرار ما يحدث للأكسجين أي من خلال فرق الضغط بين ثاني أكسيد الكربون في الهواء الحويصلي، علما بأن سرعة تبادل ثاني أكسيد الكربون أسرع من تبادل الأكسجين بنحو 20 مرة أسرع بسبب سرعة ذوبانه عبر الغشاء الرئوي

9. تبادل الغازات في العضلات
Échange de gaz au niveau des muscles

يتم داخل الأنسجة العضلية تبادل الغازات حيث يتم نقل الأكسجين إلى تلك الأنسجة، وكذلك نقل ثاني أكسيد الكربون من تلك الأنسجة، وخلال هذه العملية تتم عملية إطلاق الطاقة، وتعتبر هذه المرحلة داخل الأنسجة العضلية هي المرحلة الأخيرة في مرحلة تبادل الغازات.

10. التهوية الرئوية أثناء التدريب
Ventilation pendant l'exercice

تزداد عملية التهوية الرئوية أثناء التدريب البدني لشدة التدريب وفترة دوامه وذلك للوفاء بمتطلبات الأنسجة العضلية من الأكسجين اللازم للزيادة في معدلات الأكسدة وإطلاق الطاقة.

وتمر التهوية الرئوية أثناء التمرينات **بمرحلتين رئيسيتين**:

المرحلة الأولى تكون الزيادة في التهوية المتوسطة مقارنة بحالة الراحة.

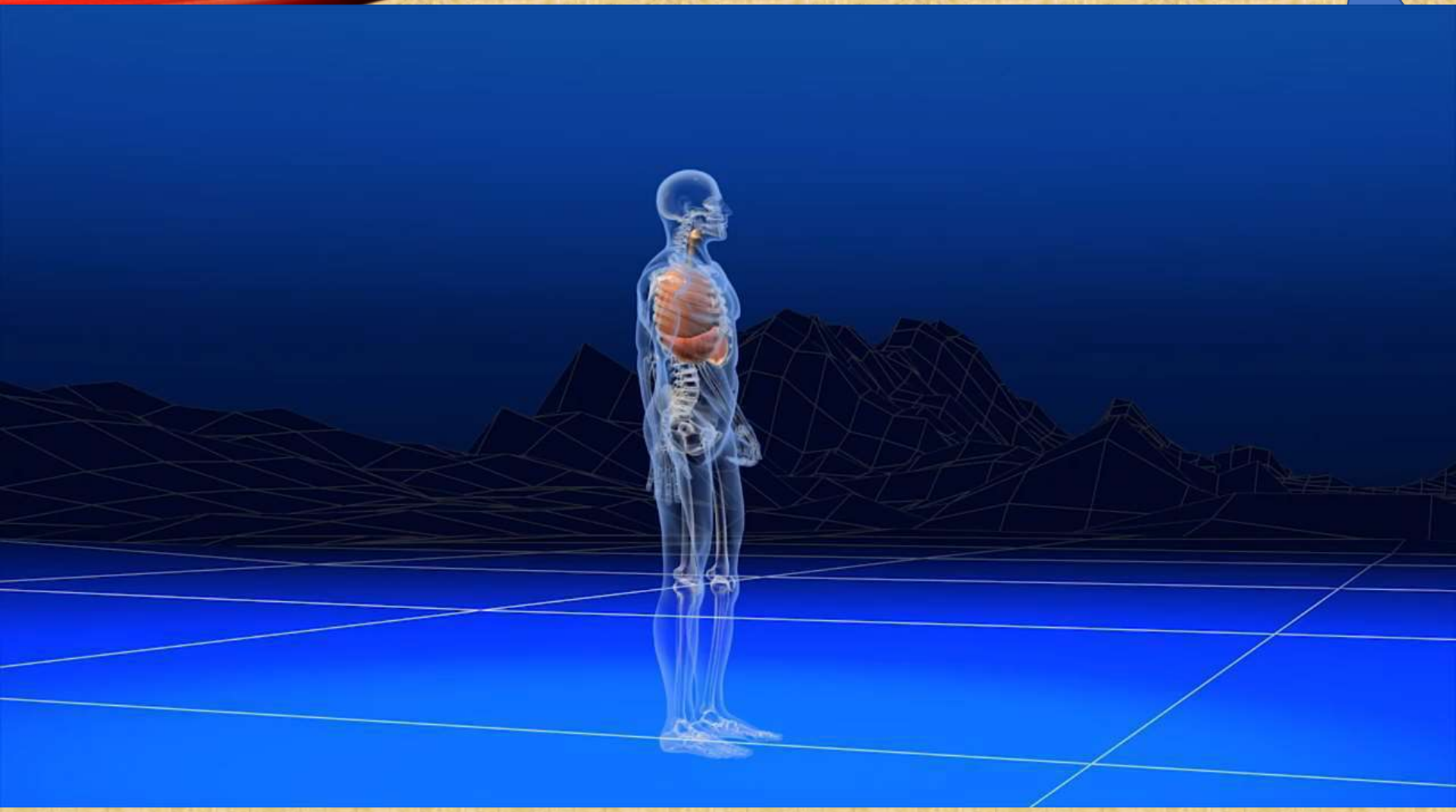
المرحلة الثانية تكون الزيادة أعمق ومستمرة بزيادة الجهد البدني، ويسيطر على المرحلتين الجهاز العصبي المركزي الذاتي.

وتستمر الزيادة في التهوية الرئوية نتيجة زيادة عمليات الأيض وتغير الحالة الكيميائية لها فكلما زاد المجهود البدني ازدادت عمليات الأيض داخل العضلات مما ينتج عنها زيادة في الهيدروجين وثاني أكسيد الكربون.

ومن الملاحظ أنه أثناء المجهود البدني أيضا يزداد التنفس في العمق وفي تكرار معدل التنفس، وبالتالي في حجم التهوية الرئوية وعندما يتوقف الفرد عن بذل المجهود البدني تعود معدلات التنفس إلى وضعها الطبيعي، وتتوقف فترة العودة إلى الحالة الطبيعية (فترة الاستشفاء) على الحالة البدنية والتدريبية للفرد.

11. تكيف الجهاز التنفسي للتدريب
Adaptations du système respiratoires à l'entraînement

تتحسن وظائف الجهاز التنفسي نتيجة التدريب مما يؤدي إلى زيادة كفاءته ثم يتكيف مع أنواع الجهد البدني التي يتلقاها الفرد الرياضي ، وتظهر علامات هذا التكيف من خلال النقاط التالية:



1.11. الأحجام الرئوية

يتغير حجم و سعة الرئة نتيجة التدريب، فتزداد السعة الرئوية

(وهي تعني كمية الهواء التي يمكن زفرها بعد أقصى شهيق) كما تزداد كمية الهواء في الرئتين **(والتي تعني كمية الهواء التي لا يمكن تحريكها خارج الرئتين)** كما أنه بعد تدريبات التحمل فإن حجم التنفس العادي لا تتغير وهي تعني **(كمية الهواء التي تدخل وتخرج من الرئة أثناء التنفس العادي)**

2.11. معدل التنفس

بعد التدريب يقل عادة معدل التنفس أثناء الراحة وأثناء الحمل دون الحد الأقصى وهذا الانخفاض يكون بسيطا ، بينما يزداد معدل التنفس عند الجهد البدني بمستوى الحد الأقصى.

3.11. التهوية الرئوية

لا تتغير التهوية الرئوية بشكل ملحوظ بعد التدريب ، ويمكن أن تنخفض في حالة الراحة و أثناء التدريب دون الحد الأقصى، ولكن التهوية الرئوية القصوى تزداد مع المجهود، وفي الأفراد غير المدربين تكون الزيادة من 120 إلى 150 لتر \ ق ، بينما لدى الرياضيين تزداد لتصل إلى 180 لتر \ ق

وترجع أسباب الزيادة في التهوية الرئوية إلى عاملين أساسيين هما :

زيادة حجم التنفس العادي ، و زيادة معدل التنفس عند الحد الأقصى.

وأثبت دراسات حديثة أن التهوية الرئوية لدى الرياضيين ذوي المستويات العالية تصل إلى 240 لتر\ق أي أنها تبلغ ضعف الفرد العادي.

4.11. الانتشار الرئوي

الانتشار الرئوي لإتمام تبادل الغازات يزداد عند العمل بالحد الأقصى من التدريب حيث يزداد تدفق الدم إلى الرئة نتيجة ورود كمية دم كبيرة من القلب، وكل ذلك يزيد من التهوية الرئوية وكذلك الانتشار الرئوي، ويتحسن تبادل الغازات نتيجة اشتراك أكبر قدر ممكن من الحويصلات الرئوية في هذه العملية.

5.11. فروق الأكسجين الشرياني والوريدي

يتغير محتوى الأكسجين الشرياني قليلا مع التدريب، على الرغم من أن الهيموجلوبين الكلي يزداد إلا أن كمية الهيموجلوبين لكل خلية من الدم تظل كما هي أو تقل قليلا.

الفرق بين أكسجين الشرايين والأوردة يزداد مع التدريب وخاصة عند مستوى الحد الأقصى من التدريب، وهذه الزيادة تنتج من انخفاض محتوى دم الوريد الأكسجيني وهذا يعني أن الدم العائد إلى القلب في الأوردة يحتوي على أكسجين أقل عندما نقارنه بالفرد الغير مدرب (زيادة الاستخلاص)

وهذا يعني شيئا مهما وهو أن استخلاص الأكسجين في الأنسجة يكون أكبر وكذلك كفاءة التوزيع لحجم الدم الكلي على الأنسجة يكون أعلى.

6.11. معامل التنفس

معدل التغير في التنفس يرمز له بالرمز **RER** وهو يعني النسبة بين ثاني أكسيد الكربون المفرز والأكسجين الممتص أثناء عمليات الأيض وهذا يدل على نمط ونوع مصادر الطاقة المستخدمة وبعد التدريب تنخفض هذه النسبة أو هذا المعدل.

ويكون هذا التغير ناتجا عن استخدام الأحماض الدهنية عوضا عن الكربوهيدرات كمصدر للطاقة، في حين يزداد هذا المعدل عند مستوى العمل بالحد الأقصى لدى المدربين، وهذه تدل على زيادة القدرة على الأداء عند هذا المستوى وينتج عن كل ذلك أداء أفضل، وهو عادة يعكس دافعا نفسيا قويا لدى الرياضيين

7.11. الامتصاص الأقصى للأكسجين

ينظر معظم الباحثين إلى **VO2Max** على أنه أفضل مؤشر لقدرة الجهازين الدوري والتنفسي على التحمل، وبعد أن تعرفنا على مظاهر تكيف هذين الجهازين، فإننا لن نفاجأ عندما نجد أن **VO2 Max** تزداد بدرجة قليلة كاستجابة لتدريبات التحمل .

وقد تبين أن حدثت زيادة مقدارها 15 – 20 % للأفراد الذين اعتادوا الجلوس قليلي الحركة بعد أن تدربوا عند 75 % من الحد الأقصى بواقع 3 مرات أسبوعيا لمدة 30 دقيقة يوميا لمدة 6 أشهر، كما تبين أنه حدثت لهم زيادة في الاستهلاك النسبي للأكسجين بلغت من 35 إلى 42 ملليمتر/ كجم / ق.

أما الرياضيون ذوو المستويات العليا فقد بلغت نسبة الاستهلاك النسبي للأكسجين لديهم من 70 إلى 90 ملليمتر/ كجم / ق.

12. العوامل المؤثرة على الاستجابة للتدريبات الهوائية

1.12. الوراثة

المحددات الوراثية المتمثلة في الجينات تؤثر مباشرة في الاستجابة لتدريبات التحمل وقد تم دراسة تأثير الوراثة على تلك الاستجابات حيث تبين أن التوائم المتماثلة لها قيم متماثلة في أقصى استهلاك للأكسجين في أن الاختلاف يكون كبيرا بالنسبة للتوائم غير المتماثلة.

2.12. العمر

يؤثر العمر على استجابة الجسم للتدريب، وخاصة في معدل أقصى استهلاك للأكسجين ولكن يجب التأكيد على أن التحسن في أجهزة الجسم يحدث للصغار والكبار أيضا، وربما يكون التحسن أضعف لدى كبار السن نتيجة الانخفاض في مستوى نشاط تلك الأجهزة، حيث اتضح أن تدريبات التحمل لكبار السن تحسن من أقصى استهلاك للأكسجين، ولكن ليس بنفس نسبة التحسن لدى الصغار.

3.12. الجنس

الإناث غير الرياضيات لديهن قيم منخفضة من أقصى استهلاك للأكسجين مقارنة بالذكور، وتبلغ الفروق بينهم من 20 – 25 %
وعلى كل حال فإن الرياضيات اللاتي يمارسن رياضة التحمل في ظروف جيدة لديهن قيم تقترب كثيرا من الرياضيين الذكور المدربين أيضا في ظروف جيدة.

انتهت المحاضرة

شكرا على حسن إصغائكم

الجهاز العصبي

الجهاز العصبي

يقوم الجهاز العصبي بوظائف متعددة و مختلفة وكثيرة. ويعتقد بعض العلماء أن لهذا الجهاز وظائف في الإنسان غير موجودة في الأنواع الأخرى، فيقوم هذا الجهاز في الإنسان بترتيب المعلومات و ربطها ببعضها حيث يستنتج منها معلومات أخرى كما يقوم بتكوين الأفكار و لذا يسمح هذا الجهاز للإنسان بالتفكير والتخطيط للمستقبل. وفي الإنسان أيضا يعتبر الجهاز العصبي هو مكان الأحلام والتصور ومكان التفكير .

كما يمكن الإنسان وبعض الحيوانات الأخرى من التمييز بين الصواب والخطأ وبين المنطقي والغير منطقي كما يعتبر الجهاز مخزنا للمعلومات و الذاكرة.
بالإضافة إلى ذلك ، فالجهاز العصبي هو المنشط للنشاطات التي تسمى بالسلوك الإنسانى، التي تشمل الابتسام و المشي و الشعور بالغضب و التطلع للمستقبل و الأفكار والذاكرة.

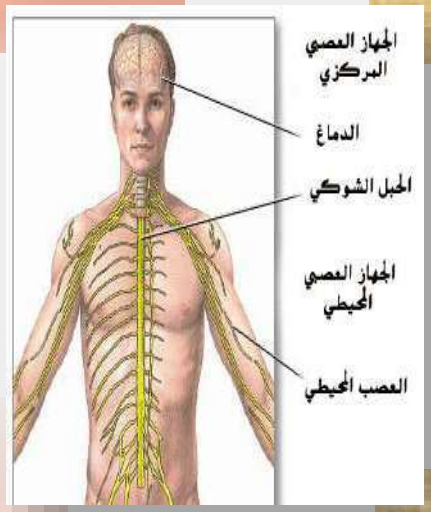
لذلك يعتبر الجهاز العصبي جهاز تنسيق وملاءمة وخاصة للأمور التي تتطلب ردود فعل سريعة مثل:

1. التغيير في سرعة نبض القلب
2. التنفس
3. إفراز الانزيمات
4. إبعاد اليدين عن أماكن خطرة
5. توسيع وتضييق الشرايين.

ينقسم الجهاز العصبي إلى ثلاثة أقسام:

أولاً: الجاهز العصبي المركزي

يشمل الجهاز العصبي كل من الدماغ والحبل الشوكي



ثانياً: الجهاز العصبي المحيطي

يضم الجهاز العصبي المحيطي سلسلة الأعصاب التي تصل الجهاز العصبي المركزي بالأعضاء المختلفة، وتقسم الأعصاب إلى نوعين:

- الأعصاب المخية
- الأعصاب الشوكية

ثالثاً: الجهاز العصبي المستقل

هو الجهاز العصبي اللاإرادي الذي يسيطر وينظم الأحشاء الداخلية للإنسان والحركات المستقلة عن إرادة الإنسان كعمليات الهضم وتقلصات المعدة والأمعاء وتنظيم ضربات القلب وإفراز الغدد والإحساسات الحشوية، ويتألف من:

- الجهاز العصبي الودي (السمبثاوي)
- الجهاز العصبي اللاودي (الباراسمبثاوي)

أولا: الجهاز العصبي المركزي
système nerveux central

الجهاز العصبي المركزي:

- يضم الجهاز العصبي: الدماغ، النخاع الشوكي، الأعصاب.

الدماغ والنخاع الشوكي يشكلان ما يسمى **بالجهاز العصبي المركزي.**

- يصدر عن الدماغ 12 زوجا من الأعصاب القحفية الجمجمية.

- يصدر عن النخاع الشوكي 31 زوجا من الأعصاب الشوكية التي تطلق فروعا إلى مختلف أعضاء وأنسجة الجسم وتشكل هذه الأعصاب مع تفرعاتها ما يسمى **بالجهاز العصبي الطرفي.**

- يغذي الدماغ والنخاع الشوكي شبكة كثيفة من الأوعية الدموية، فالنسيج العصبي يحتاج إلى إمداد مستمر وغزير من المواد الغذائية والأكسجين .

- تؤدي إصابة الدماغ أو النخاع الشوكي (التلف أو الجروح) أو انقطاع الإمداد بالدم إلى اضطراب مختلف وظائف الجسم فقد يحدث شلل العضلات وانعدام الحركة، أو تفقد الحواس وتتعطل بعض الوظائف الحيوية الأخرى

- تعد الأعصاب حزما من ألياف عصبية محاطة بغلاف من نسيج ضام.

- تتكون بعض الأعصاب من ألياف حركية لذا تدعى أعصابا حركية أو صادرة، وتتشكل ألياف هذه الأعصاب من الزوائد الشجيرية للخلايا العصبية.

• هناك نوع آخر من الأعصاب التي تتكون من ألياف عصبية حسية بصورة أساسية لذا تدعى بالأعصاب الحسية أو الواردة.

• يوجد نوع ثالث من الأعصاب التي تجمع بين الألياف الحسية والحركية لذلك تدعى بالأعصاب المختلطة.

• تنتهي الألياف الحركية في الأعضاء (مثل العضلات أو الغدد) بنهايات حركية. • بينما تنتهي الألياف الحسية في أعضاء أخرى مثل الجلد: بنهايات حسية أو مستقبلات.

وهكذا يتصل الجهاز العصبي المركزي بكل أعضاء وأنسجة الجسم من خلال الأعصاب الممتدة إليها.

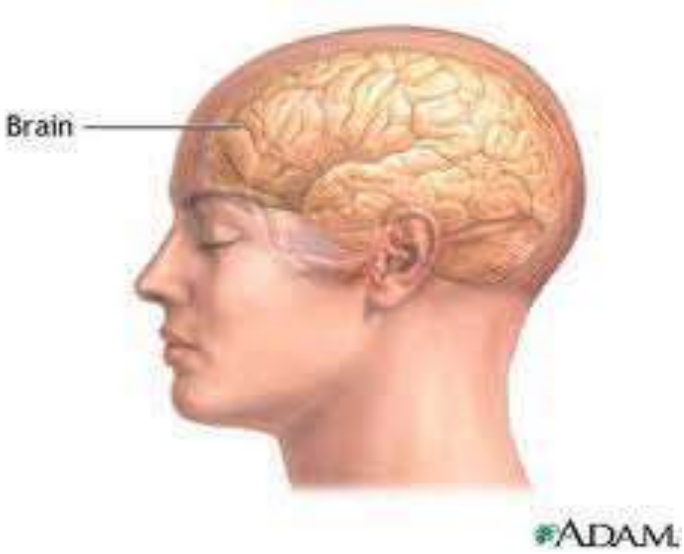
أ. الدماغ:

- يعد الدماغ أكبر أجزاء الجهاز العصبي المركزي، إذ يشغل حيزا كبيراً من الجمجمة يعرف بصندوق الدماغ، ويختلف وزن الدماغ من مرحلة عمرية إلى أخرى ويختلف أيضاً باختلاف النوع (ذكور – إناث)، والدماغ تحيط به ثلاثة أغشية، يطلق عليها الأغشية السحائية.

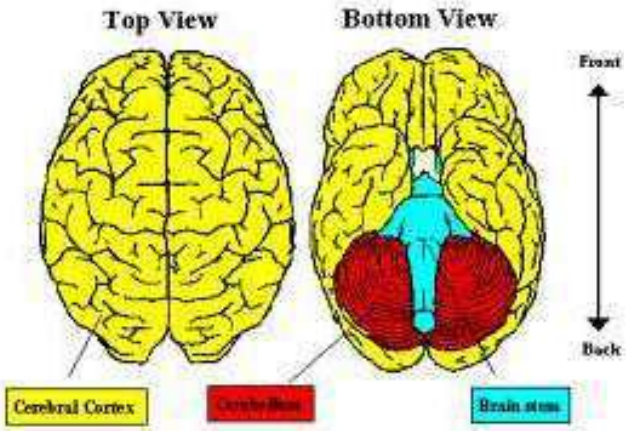
- ويتكون من:

1- المخ:

- يمثل المخ الجزء الاكبر من الدماغ، ويبلغ متوسط وزن المخ ثلاثة أرطال أي بين 1250 و 1350 غ ، ويقل وزنه عند النساء بنسبة 6 % عن الرجال



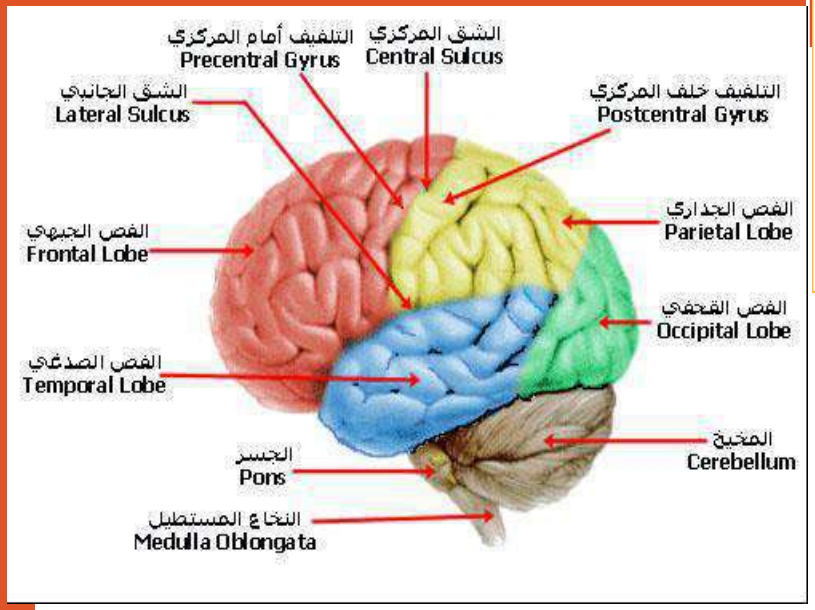
النصفان الكرويان للمخ:



- ويشغلان معظم التجويف الجمجمي، وهما نصف الكرة المخي الأيمن، ونصف الكرة المخي الأيسر، ويتوسطها شق طولي لا يفصلها تماماً . ويتسم السطح الخارجي للمخ بوجود عدة انثناءات وتعرجات.

- وكل نصف من نصفي المخ يمكن تقسيمه إلى أربع فصوص، وجميعها سطحها أملس في الظاهر، ولكنها في الواقع عبارة عن شقوق عميقة تسمى الأخاديد، وشقوقاً أخرى تسمي التلافيف، وصورة الاخاديد والتلافيف واحدة تقريباً في مخ البشر جميعهم، ولكنها تختلف في خصائصها ما بين شخص أخر. وفي الشيخوخة تميل تلك الأخاديد إلى الاتساع، بينما تجنح التلافيف إلى الانكماش

ينقسم كل نصف من نصفي المخ إلى أربعة فصوص، وهي:



- **أولاً: الفص الجبهي:**

- يقع تحت العظم الجبهي ويعرف أيضا " بالفص الأمامي" ويعتقد أن الفص الجبهي هو العقلية العليا (كالحكم والتقدير والاستدلال المنطقي والتدبير ورسم الخطط) بالإضافة إلى أنه يضم خلايا القشرة المخية المسؤولة عن تقلص العضلات الهيكلية (الإرادية) ، ومسؤول عن التحكم بالعواطف والانفعالات في الإنسان وشخصيته، ومسؤول أيضا عن تعلم وممارسة المهارات الحسية الحركية والمعقدة.

ثانيا: الفص الجداري:

- أو ما يعرف بالفص العلوي ويقع تحت العظم الجداري، ويختص بوظائف الإحساسات الجسدية ومنها مناطق الترابط الحسي الجسدي، وهو مسؤول عن الأحاسيس المخية . وهو مسؤول أيضا عن استقبال المعلومات الحسية وتشغيلها مما يعطينا إدراكا جيدا للعالم من حولنا، وإدراك وضع الجسم في الفراغ. ويلعب دوراً في الوظائف المعرفية كالذاكرة قصيرة المدى والذاكرة العاملة.

ثالثا: الفص القفوي:

- أو ما يعرف أيضا بالفص القذالي أو المؤخري، وهو يقع تحت العظم المؤخري. وهو مسؤول عن استقبال السيالات العصبية والبصرية وإدراكها ، ومسؤول أيضا عن الترابط الحسي البصري.

رابعاً : الفص الصدغي:

- أو ما يعرف بالجانبي ويقع تحت العظم الصدغي، وهو منطقة الاستقبال السمعية الأولية، والشق الجانبي هو الذي يفصله عن الفص الجبهي.

وظيفة المخ:

- يمكن القول أن المخ بشكل عام يقوم بوظائف مهمة ترتبط بالأمور التالية:
- الإحساس الشعوري.
- الحركات الإرادية.
- التعلم والذاكرة والتفكير.

2- جذع المخ:

- أو ما يعرف ب" ساق الدماغ" هو أصغر أجزاء الدماغ ويتألف مع الدماغ الأوسط، والقنطرة، والنخاع المستطيل، ويشكل ساق الدماغ في الواقع حاملا للدماغ..ويحتوي ساق الدماغ على أجسام الخلايا العصبية الحركية التي تسيطر على عضلات الرأس، كما تنشأ من الألياف السمبثاوية التي تسيطر على العضلات الملساء والغدد الموجودة في الرأس وكذلك الأعضاء الموجودة في الصدر والبطن. وهكذا يتضح أن ساق الدماغ جزء هام وضروري للحياة لوجود المراكز الحيوية فيه.

3-المخيخ:

- يعتبر أكبر جزء في الدماغ بعد المخ، ويوجد في الجهة الخلفية للدماغ أسفل الفص الصدغي، وبالتحديد خلف القنطرة والنخاع المستطيل، ويتكون كالمخ من نصفي كرة أيضاً، ويوجد بينهما جزء دودي الشكل Vermis يربط بينهما، ويحتوي المخيخ- شأنه في ذلك شأن المخ- على مادة بيضاء في الداخل مكونة من ألياف عصبية، ومادة رمادية في الخارج مكونة من أجسام الخلايا العصبية تسمى قشرة المخيخ. وتتجعد القشرة وتتلاصق تجاعيدها أشد من تلاصقها في قشرة المخ، كما تتوازى شقوقها.

يسهم المخيخ في القيام بالوظائف التالية:

- يلعب دوراً مهما في تنظيم الحركات الإرادية، فهو يقوم بتنسيق وتأزر هذه الحركات من خلال اتصالاته العديدة بالفص الجبهي، والحبل الشوكي، والأذن الداخلية والتي تشير إلى وضع الجسم وإرسالها إلى العضلات التي من خلال تقلصها تعيد توازن الجسم.
- يسهم في تنسيق وترتيب وتوقيت الانقباضات العضلية وفقاً للتوجيهات التي تصدرها المنطقة الحركية في الفص الجبهي إلى العضلات.
- يعد مسؤولا عن المحافظة على التوتر الطبيعي للعضلات ونقل النبضات العصبية التي تحافظ على وضع الجسم.

4- سرير المخ:

- ويسمي أيضاً الدماغ البيتي وهو مجموعة داخلية من الأبنية العصبية ، ويقع بين المخ المتوسط من أسفل والمخ من أعلى، ويتكون من جزأين هما:
- **الأول: تحت المهاد (الهيبوثلاموس):**

أو ما يعرف أيضا باسم " تحرير السرير البصري" ويتكون من الغدة النخامية الخلفية، والسويقة، ومع أن الهيبوثلاموس من أصغر اجزاء المخ، إلا أنه من أهم أجزائه إذ يقوم بالوظائف التالية:

- تنظيم الجوع والعطش والنوم.
- التحكم والمحافظة على درجة حرارة الجسم الاعتيادية وضبطها.
- التحكم في الحفاظ على توازن ماء الجسم وفي السيطرة على وظيفة كل خلية من خلايا الجسم.
- التحكم في جميع الأعضاء الداخلية للإنسان مثل : التحكم في ضربات القلب وضيق واتساع الأوعية الدموية وتقلصات الجهاز الهضمي خاصة المعدة والامعاء.

- **الثاني: المهاد (الثلاموس)**

يأخذ شكل البيضة، ويقع في التجويف الثالث للمخ، ويعد الجزء الأخير من المخ الذي يتسلم المعلومات الجسدية قبل المخ، و يساعد الثلاموس على مايأتي:

- إنتاج الإحساسات ونقلها من مختلف أعضاء الحس إلى القشرة المخية.
- الربط بين الإحساسات أو الانفعالات التي تتم فيه، كما أنه يمثل مركز الإثارة والإنذار.

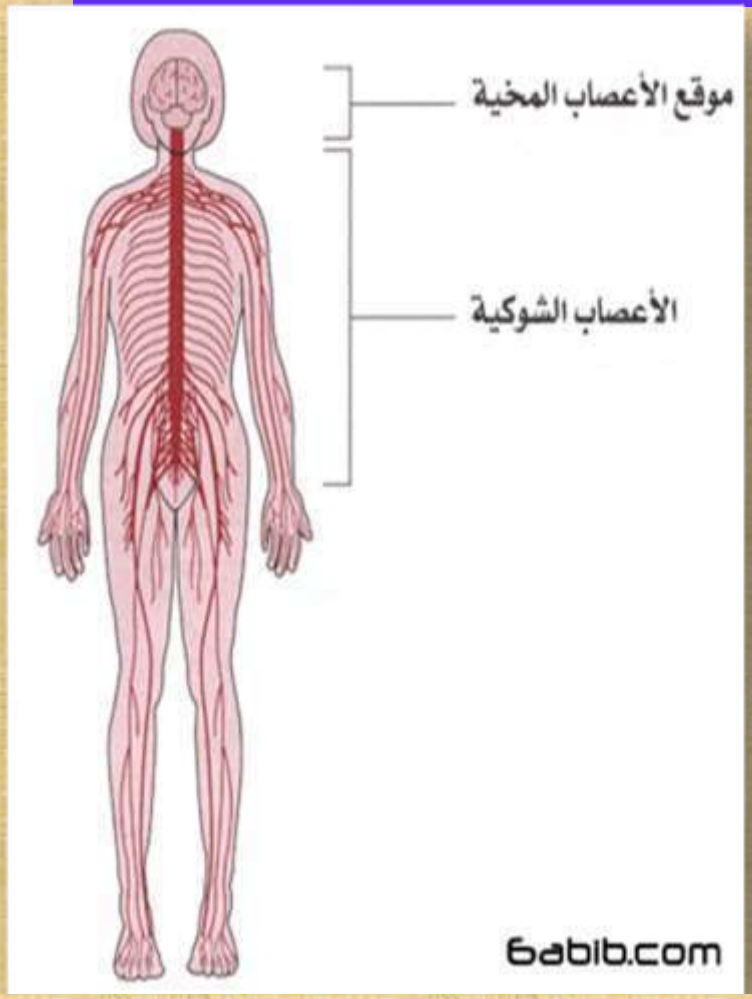
ب- النخاع الشوكي:

أو ما يعرف بالحبل الشوكي، وهو جزء من الجهاز العصبي المركزي الذي يمتد داخل القناة الشوكية (وهي قناة توجد داخل الفقرات على طول العمود الفقري)

- ويبلغ طول النخاع الشوكي حوالي 45 سم، وهو أقصر من العمود الفقري بحوالي 25 سم، ويبدأ النخاع الشوكي من النخاع المستطيل في الدماغ – قاعدة الجمجمة- يمتد إلى نهاية الثلثين العلوين من العمود الفقري أي أسفل الظهر تقريبا، والحبل الشوكي في سمك خنصر اليد على وجه التقريب.

- والحبل الشوكي مجوف من الداخل لوجود قناة ضيقة فيه، تختفي أحيانا لدي الكبار- تسمى ب"القناة المركزية" يجري فيها السائل الدماغي الشوكي. ولحماية الحبل الشوكي يحيط به كل من: عظام العمود الفقري وأغشية السحايا – وهي نفس الأغشية الثلاثة التي تغلف الدماغ "وهي الأم الحنونة والأم الجافية والعنكبوتية".

ثانيًا: الجهاز العصبي الطرفي



ويشمل سلسلة الأعصاب التي تصل الجهاز العصبي المركزي بالأعضاء المختلفة ، وتقسم الأعصاب إلى نوعين : أعصاب تخرج من المخ إلى تراكيب في الرأس كالعيون والفكين والجذع وتسمى **الأعصاب المخية (القحفية) Cranial Nerves**. أعصاب تخرج من الحبل الشوكي إلى الذراعين والأرجل والتراكيب المختلفة في الجذع وتسمى **الأعصاب الشوكية Spinal Nerves** .

النوع الأول: الأعصاب المخية(القحفية):

أو ما تعرف أيضا بالأعصاب المحيطية عدد هذه الأعصاب اثنا عشر زوجا يغذي نصفها الجانب الأيمن من الجسم (الدماغ والأحشاء) والنصف الآخر يغذي الجانب الأيسر. وتخرج هذه الأعصاب من جذع المخ. وتنقسم هذه الأعصاب إلى ثلاث مجموعات:

- الأعصاب الحركية: وتشمل كل من العصب المحرك لمقلة العين، والعصب البكري والعصب المبعد والعصب الشوكي.
- الأعصاب الحسية: وتشمل العصب الشمي، والعصب البصري، والعصب السمعي.
- الأعصاب المختلطة(حس حركية): وتشمل العصب التوأمي الثلاثي والعصب الوجهي والعصب اللساني.

النوع الثاني: الأعصاب الشوكية

- توجد الأعصاب الشوكية Spinal nerve مرتبة في أزواج متعاقبة بانتظام على جانبي الحبل الشوكي. ويبلغ عددها (31) زوجاً تخرج من النخاع الشوكي. وتخرج من بين فقرات العمود الفقري.
- وعادة ما تسمي الأعصاب الشوكية باسم المنطقة التي تنبع منها حسب الفقرة في العمود الفقري، والمناطق الشوكية مقسمة كالتالي:
- 1) ثمانية مناطق عنقية Cervical Segments
- 2) اثنتا عشر منطقة صدرية Thoracic Segment
- 3) خمس مناطق قطنية Lumbar Segment
- 4) خمسة مناطق عجزية Sacral Segment
- 5) منطقة عصعصية واحدة Coccygeal Segment

ثالثا: الجهاز العصبي المستقل (او الذاتي)

ويتكون من الأعصاب الداخلية في الجسم والتي من خلالها تتم السيطرة على الوظائف الحيوية وتنظيم عملها داخل جسم الإنسان من الأعصاب الموجودة في الجهاز الدوري والجهاز التنفسي والجهاز الهضمي ، وينقسم إلى قسمين

الجهاز العصبي الودي (السمبثاوي)

الجهاز العصبي اللاودي (الباراسمبثاوي)

1. الجهاز العصبي السمبثاوي :

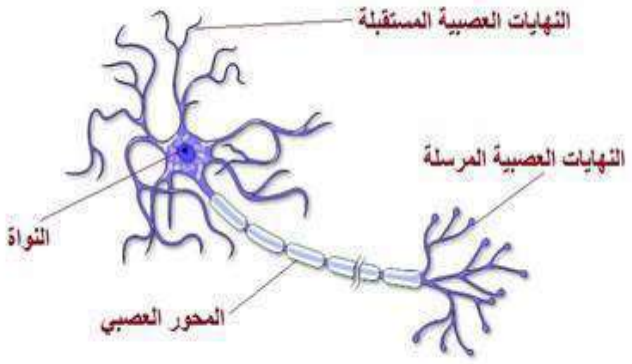
ويقوم بالوظائف الحيوية الهامة ، إذ يختص بإعداد الجسم للنشاط وعمل المجهود العضلي الكبير وبالسلوك الذي تتطلبه المواقف الطارئة أو المستعجلة أو القيام بالحركات العنيفة، مثل توسيع حدقة العين ، وزيادة عدد ضربات القلب، وخفض سرعة التنفس ،..... وتعمل الألياف العصبية في هذا الجهاز في حالات التوتر والانفعال

2. الجهاز العصبي الباراسمبثاوي

يعمل الجهاز العصبي الباراسمثاوي عكس عمل الجهاز العصبي السمبثاوي، إذ أنه يقوم بالتحكم في الأحشاء الداخلية للإنسان في ظل الظروف الاعتيادية اليومية فمثلاً يقوم هذا الجهاز بإبطاء ضربات القلب وزيادة إفراز العصارات الهاضمة في المعدة والأمعاء ، والأنسولين ، وتضييق حدقة العين، وزيادة سرعة التنفس عن طريق قبض عضلات الشعب الهوائية، .... وتعمل الألياف العصبية في هذا الجهاز في حالات الاسترخاء

الوصلات العصبية (المشابك):

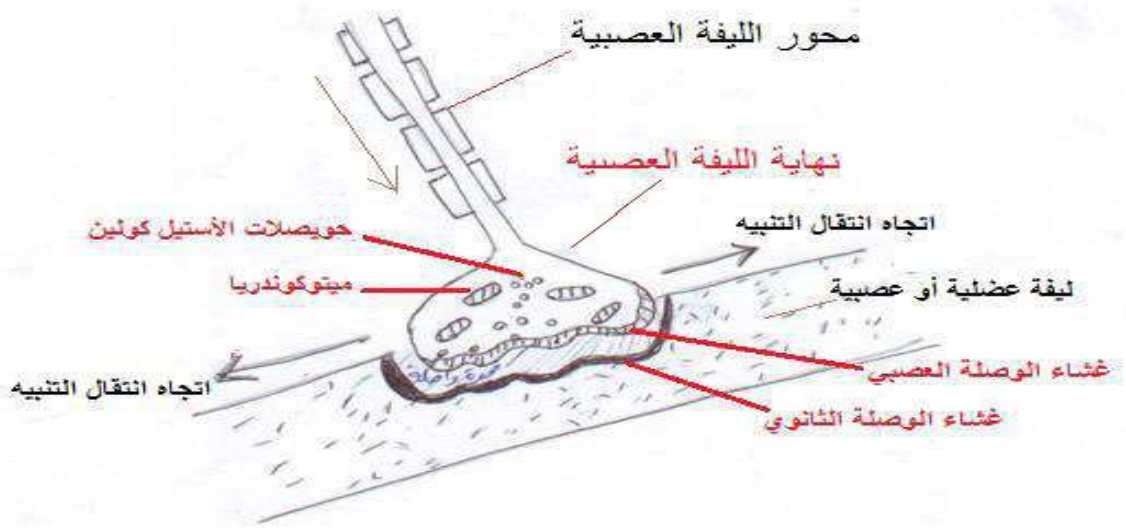
يتم انتقال التنبيه من خلية عصبية إلى أخرى أو للعضلة عن طريق إفراز مواد كيميائية وسيطة عالية النشاط من النهايات العصبية.



- **يدعى مكان التقاء العصبون مع الخلية العصبية الأخرى (بالوصلة العصبية).**
- **تقع الوصلات على المحور العصبي أو تفرعاته أو على جسم الخلية العصبية**

- نهاية الليفة العصبية في مكان الوصلة منتفخة تحتوي على مجموعة من الحويصلات الممتلئة بمادة كيميائية وسيطة عالية النشاط تدعى **استيل كولين** كما تحتوي هذه النهايات العصبية على **المتيوكوندريا** التي تعد محطات لإنتاج الطاقة الضرورية لنقل التنبيه.

كيف يتم انتقال التنبيه خلال الوصلة العصبية ؟



- عند وصول الإشارات العصبية إلى نهاية العصب المنتفخة تتوسع المسام الموجودة على الغشاء الأولى،
- وينطلق الأستيل كولين بسرعة تبلغ 0.3 – 0.5 جزء بالمليون من الثانية،
- وتظهر منطقة تأثير كهربائي على الغشاء الثانوي يتشكل نتيجتها جهد تأثيري قدره 110 – 90ميلي فولط مكان جهد السكون البالغ 50 - 70 ميلي فولط،
- وهكذا تنتقل الإشارات العصبية على شكل جهد كهربائي إلى بقية الخلايا العصبية أو العضلات.

يتمثل الأستيل كولين في النهايات المنتفخة باستمرار ويتحلل فور وصوله إلى الغشاء الثانوي الذي يحتوي على أنزيم كولين أستيراز.

كيف يعمل الجهاز العصبي؟

يقوم الجهاز العصبي بعمله بواسطة
ثلاثة مراحل:-

أعضاء الإحساس والخلايا الحسية

تستوعب محفزات مختلفة من:

البيئة الداخلية

البيئة الخارجية

يرد الجهاز العصبي على هذه المحفزات بإعطاء أوامر إلى الغدد والعضلات المختلفة للعمل على:

إدخال تعديلات على البيئة الداخلية

تغيير سلوك الجسم اتجاه المحيط الخارجي

هذه التعديلات تساعد في المحافظة على الاتزان البدني

مثال
معلومات خارجية
معلومات داخلية
رائحة كريهة
تركيز CO2 في الدم عالي
أعضاء حس خارجية
وخلايا حسية
تجمعات لمستقبلات
حسية داخلية
الجهاز العصبي
الدماغ والنخاع الشوكي
خلايا عصبية حركية
ردود فعل سلوكية
الابتعاد عن الرائحة
ردود فعل داخلية
زيادة التنفس

ملاءمة مبنى الجهاز العصبي لوظيفته:

كثرة تشعبه: خلايا الجهاز العصبي تتواجد في جميع أنحاء الجسم مما يسهل عملية التقاط المعلومات والرد عليها.

سرعة التقاط وايصال المعلومات : ردود الفعل والمعلومات تنتقل بسرعة كبيرة جدا (100 متر بالثانية).

وجود سيطرة مركزية: ردود الفعل تخضع للجهاز العصبي المركزي مما يضمن تناسق بين عمل الأجهزة المختلفة.

مبنى الخلايا : مبنى الخلايا وعددها الكبير ملائم لاستقبال المعلومات ونقل ردود الفعل.

فيديو رحلة عبر الجهاز العصبي

أثر ممارسة الرياضة على الجهاز العصبي

ممارسة الرياضة يكون لها أثر واضح على الجهاز العصبي ويتضح ذلك فيما يلى:

1- ممارسة الرياضة تعمل على تحديد المسارات العصبية بحيث تشترك في العمل العضلي والعضلات التي يتطلبها العمل بالفعل دون غيرها مما يمنع حدوث حالات الإجهاد الشديد مع المساهمة في تحقيق انسيابية الحركة وزيادة كفاءة العمل العضلي.

2- ممارسة الرياضة تعمل على الارتفاع بعمل الجهازين العضلي والعصبي وزيادة التوافق والتنسيق بينهما مما يحقق تكامل الأداء الحركي وتوافقه .

3- ممارسة الرياضة تعمل على تنمية الإحساس الحركي الجيد وتحقيق التوازن بين عمليات الكف والاستمرار واكتساب التوافق الحركي الجيد وسرعة الاستجابة الحركية وتأخر ظهور التعب هذا فضلا عن أن الرياضة تساهم بدرجة كبيرة في التخلص من ضغط الحياة المعاصرة والحد من حالات القلق والتوتر العصبي .

وظائف الدماغ والأنشطة البدنية

3- توجد اختلافات في القدرة العقلية على التذكر وجاءت المؤشرات إيجابيه عند الأشخاص الاصحاء لممارستهم الرياضة بشكل منتظم وللأسباب الاتية :

أ. التمارين الرياضية تزود الدماغ بما يحتاج من الاوكسجين

ب. التدريب الرياضي يقلل كمية الأنسجة التي يفقدها الإنسان نتيجة لعمليات التلف والموت الدوري التي تتعرض لها الأنسجة اثناء دورة الحياة

ج. التدريب يؤدي إلى تحسين الترابط والتوافق الحركي وتقصير رد الفعل ويقلل من زمن الجهد كذلك يزيد من سرعة توصيل الاشارات العصبية

تكيفات الجهاز العصبي والأنشطة البدنية

تختلف تأثيرات الأنشطة البدنية وفقا لنوع النشاط الممارس وجميع الأنشطة البدنية لها تأثيرات ايجابيه على المخ ولكن كل نوع منها له تأثيرات خاصه مثلا :

- الجري والألعاب الهوائية والوثب لها تأثير على المخ وتحسن وظائف التركيز الذهني والتخطيط والنشاط البدني يساعد على نمو وتجديد خلايا الدماغ وخاصة الجري وهذا ما أثبتتها الدراسات التجريبية على الحيوان

- التدريب الهوائي يحسن الذاكرة قصيرة المدى والتفكير الابداعي كما أنه يقلل من القلق والتوتر والاكتئاب

- النمو والارتقاء بمستوى النشاط البدني يحسن سرعة الاستجابات الإدراكية حيث وجد أن الشخص الأكثر لياقة هوائية يكون أسرع في الاستجابات الإدراكية والتي تقاس بزمن رد الفعل وكذلك يظهر سرعة في حل المشكلات

- إن التدريبات الهوائية المستمرة لفتره لا تقل عن 12 دقيقه تحسن سرعة استدعاء المعلومات في المخ

- تمرينات التوازن تساعد على رفع كفاءة المخ في تحويل التفكير إلى حركة والتوافق الحركي وهذا يتحقق في تمرينات الألعاب والوثب كما تتحسن كفاءة القراءة عند الطلاب

الجهاز العصبي المركزي والحركات الرياضية

1. يعتبر الجهاز العصبي الجهاز الذى يصدر الأوامر وينظم كل حركة من حركات الجسم وخاصة الحركات الرياضية لمختلف الألعاب .
2. إن الحركات الرياضية التي يقوم بها اللاعب في أطراف الجسم المختلفة لا تتم إلا بناء على انقباضات عضلية وبدونها لن تتم الحركة .
3. الجهاز العصبي المركزي يحتاج لتثبيت المهارة أو الحركة الجديدة إلى تكرار الأداء السليم عدة مرات وبذلك يصل اللاعب الى آلية الحركة الرياضية.

حيث أن اللاعب ذو الأداء المتكامل والتدريب الجيد يؤدى الحركة بسرعة كبيرة وثقة تامة وبدون حركات زائدة مع انسيابية بالحركة .

4. إن التدريب المستمر لنفس التمرين يقلل من الطاقة العصبية مع هذا التكرار وبالتدريب المستمر يصبح الأداء عادة.

وسائل المحافظة على الجهاز العصبي

- عدم الإسراف في تناول المواد المنبهة (الشاي والقهوة) حيث أن الإسراف يؤدي إلى تقليل عدد ساعات النوم وزيادة عدد ضربات القلب وزيادة القلق والتوتر العصبي .
- عدم حمل أشياء ثقيلة بصورة خاطئة وكذلك اتخاذ الوضع السليم عند الجلوس وعند القراءة.
- عدم تناول أي حبوب مهدئة أو منومة أو منشطة.
- تجنب المواقف التي تؤدي إلى الانفعال الشديد.
- ممارسة الرياضة البدنية.
- البعد عن مصادر تلوث البيئة حيث يؤثر التلوث على الجهاز العصبي وعلى سبيل المثال التلوث ببخار الرصاص يسبب ارتخاء الأطراف والرعشة
- البعد عن أماكن الضوضاء كلما أمكن ذلك.

انتهت المحاضرة

شكرا على حسن إصغائكم

المرحلة الرابعة/ الغدد الصماء

المحاضرة الاولى: المقدمة

جهاز الغدد الصماء The Endocrine System

بدع العلم الذي يهتم بدراسة الغدد والأعضاء المفرزة " للهرمونات وتأثيراتها البيولوجية علم الغدد الصماء Endocrinology. بدأ ظهور هذا العلم منذ القرن التاسع عشر، تحديدا عام 1838، عندما قام العالم Barthold بإزالة الخصي من ذكور الدجاج وراقب التأثيرات التي نتجت عن إزالة هذه التراكيب ثم قام لاحقا بإعادة زراعة هذه التراكيب ولاحظ اختفاء التأثيرات التي نتجت عن إزالة الخصي. وعلى الرغم من أن بارثولد آنذاك لم يحدد اسم المركب الكيميائي المسؤول عن إحداث هذه التغيرات ولم يعطه إسما، فإن دراساته كانت حافزا لكثير من العلماء الذين جاءوا بعده وأرسوا دعائم علم الغدد الصماء.

أول من استخدم تعبير هرمون hormone العالمان William Bayliss and Ernest Starling حيث أطلقاه عام 1905 على هرمون سيكرتين secretion الذي يفرزه الإثنا عشر والذي سنعرض لتأثيراته في فصل الجهاز الهضمي. أما من دعي بأبي علم الغدد الصماء father of Endocrinology فهو العالم Charles Sequard الذي حقن نفسه عام 1889 بخلاصة خصي الكلاب والخنازير الغينية لاستعادة نشاطه الجسدي والذهني لاعتقاده بأهمية هرمون تستوستيرون في هذا المجال.

التنظيم الهرموني Hormonal Regulation

عندما ظهرت الكائنات عديدة الخلايا كان لا بد لظهورها من حدوث تطورين متلازمين لكي تتمكن من التكيف في بيئاتها: الأول ظهور نظام توزيع العمل بين الخلايا division of labor مع ما يعنيه ذلك من تخصص كل مجموعة من الخلايا للقيام بوظائف محددة لا تستطيع الخلايا الأخرى القيام بها، فالخلايا العضلية للانقباض، والعصبية للتأثر والاستجابة للبيئة وخلايا الاكتودرم للوقاية وهكذا. أما التطور الثاني فكان ظهور وسيلة للاتصال والتفاهم communication بين الخلايا. إن هذا الاتصال والتفاهم ضروري لكي تتم النشاطات والوظائف المختلفة للأعضاء والأنسجة بتنسيق تام يحقق أهداف الكائن الحي في البقاء والتكاثر.

نود أن نشير إلى طريقتين للاتصال بين الخلايا في الفقريات: الأولى تتم بواسطة التنظيم العصبي neural regulation المعتمد على الأجهزة العصبية والثانية بواسطة التنظيم الهرموني hormonal regulation. إن وسيلتي التنظيم السابقتين ليستا مستقلتين عن بعضهما، إذ سنرى أن هناك تفاعلا بينهما وأن هذا التفاعل بالغ التعقيد أحيانا وقد أفرد له العلماء حق خاصة به أسموه علم الغدد الصماء العصبي neuroendocrinology وسنشير لبعض مفاهيم هذا الحقل لاحقا.

على الرغم من أن التنظيم الهرموني والتنظيم العصبي يؤديان وظيفة جوهرية واحدة هي حث أعضاء الجسم وأنسجته المختلفة على القيام بنشاطاتها ووظائفها بشكل منسق يحقق هدف البقاء إلا أن هناك ثلاثة فروق أساسية بينهما في كيفية أداء هذه الوظيفة الجوهرية. هذه الفروق هي:

1. أن التنظيم الهرموني أكثر بطءا في الاستجابة للمؤثرات. فالسيالات العصبية تسير في الأعصاب عندما يجري تنبيهها بسرعة كبيرة، كما أن إفراز الناقل العصبي التشابكي عند كل تشابك لا يأخذ وقتا طويلا في نقل السيال العصبي إلى الخلية المجاورة، وفي المحصلة فإن الرسالة تصل إلى عضو الاستجابة (المتأثر بسرعة بالغة. أما في حالة التنظيم الهرموني فإن الهرمون المفرز استجابة لمنبه ما غالبا ما يصل إلى الدم ومن هناك ينتقل إلى عضو الاستجابة بسرعة الدورة الدموية، وهي سرعة بطيئة نسبيا إذا ما قورنت بسرعة السيالات العصبية. ثمة سبب آخر لبطء عمل التنظيم الهرموني هو أن كثيرا من الهرمونات لا تعطي تأثيراتها بأحداث تغيرات في نفاذية أغشية الخلايا (وهي تغيرات تحدثها النواقل العصبية وتكون عادة سريعة) بل أنها تعطي تأثيراتها ببناء بروتينات جديدة، مثل القنوات الناقلة للأيونات ، ثم تهاجر هذه البروتينات من أماكن صنعها إلى المكان الذي تمارس فيه وظائفها. أن بناء وهجرة هذه البروتينات إلى أماكن عملها ومن ثم الاستجابة للهرمون تأخذ وقتا طويلا قد يستمر ساعات وأحيانا أياما.
2. أن التنظيم الهرموني عادة ما يكون أطول أمدا وأكثر استدامة من التأثير العصبي، إذ نجد أن السيال العصبي يسبب إفراز ناقل عصبي يؤدي مباشرة أو غير مباشرة إلى الاستجابة في العضو المتأثر ثم سرعان ما يحطم وتتوقف الاستجابة وإذا ما أردنا استمرار حدوث الاستجابة فلا بد إذا من إعادة تكرار التنبيه. أما في حالة التنظيم الهرموني فإن الهرمون المفرز ينتقل في الغالب بواسطة الدم حيث يصل بعد ذلك إلى الخلايا المتأثرة، حيث يرتبط بمستقبلات نوعية خاصة به موجودة إما على أو بداخل الخلية الهدف. وفي حالة الارتباط بالمستقبلات الموجودة على غشاء الخلية الهدف فإنه غالبا ما يجري إدخال internalization للهرمون ومستقبله إلى داخل الخلية حيث يجري بعد فترة طويلة نسبيا تحطيم لهذا الهرمون و/ أو لمستقبلاته. في أثناء ذلك يكون الهرمون المرتبط بمستقبلاته قد نقل الرسالة التنظيمية إلى رسول ثان second messenger يتكون داخل الخلية وهو إحدى جزيئاتها الطبيعية التي لا يمكن لها الاستغناء عنها. يؤدي بناء الرسول الثاني عادة إلى تضخيم الرسالة الهرمون إلى مئات بل وآلاف المرات. أن كل هذه الوسائل التي يتبعها الهرمون لكي يعطي تأثيراته الفسيولوجية تجعل التنظيم الهرموني أكثر استدامة من التأثير العصبي. نستنتج من ملاحظة البندين 1، 2 أعلاه أن التنظيم العصبي يبدأ أثره التنظيمي على أنسجة الجسم في خلال فترة زمنية قصيرة من بدء التنبيه ولكنه لا يستمر طويلا إذ يبدأ في التلاشي، في الغالب، حالما ما يبدأ التنظيم الهرموني عمله. هذا الاستنتاج يشير إلى التفاعل الوثيق والتداخل بين التنظيمين العصبي والهرموني.
3. أن التنظيم الهرموني أوسع أثرا من التنظيم العصبي. فالأعصاب تفرز نواقل عصبية تؤثر على خلية بعد تشابكية محددة الموضع وهذه الخلية قد تكون عصبية أو عضلية أو غدية، فتحدث الاستجابة في الخلية أو على الأكثر في العضو الذي تصل إليه هذه الأعصاب. أما الهرمون فإنه حالما يفرز يصل إلى الدم حيث يحمل إلى كافة أنسجة الجسم بلا استثناء إذا لا يعود للغدة الصماء سيطرة على الهرمون بعد إفرازه. يؤثر الهرمون المنقول بالدم، نظرية، على كافة أنسجة الجسم وبذا يصبح أثره شمولية generalized. من ناحية عملية لا يؤثر الهرمون المفرز على خلايا الجسم كلها بل على الخلايا التي تحمل مستقبلات receptors له بتركيز كاف. تدعى الخلايا أو الأعضاء التي يؤثر عليها الهرمون ويحدث بها استجابة بسبب وجود مستقبلاته بها الخلايا أو الأعضاء الهدف target. فبينما ينتشر هرمون إنسولين مثلا من مكان إفرازه في البنكرياس إلى كافة أنسجة الجسم نجد أن الأنسجة الهدف له هي العضلات والكبد والأنسجة الدهنية بشكل رئيسي.

إن وجود مستقبلات الهرمون على خلية معينة يعطي الهرمونات نوعية specificity في عملها. المقصود بذلك أنه على الرغم من شمولية عمل الهرمونات فإنها تؤثر فقط على الخلايا المحتوية لمستقبلات لها وهذا يجعل أثر الهرمون نوعيا ومحددا.

أنواع الإفرازات الهرمونية Types of Hormonal Secretions

إن كلمة هرمون مأخوذة من الكلمة اليونانية hormaein والتي تعني يهيج أو يثير، لكن بعض الإفرازات الهرمونية لا تحدث إثارة أو تهيجا بل تحدث تثبيطا. لهذا يختلف الباحثون في وضع تعريف شامل للهرمون، إذ أن أي تعريف لا يمكن أن تنطبق جميع عناصره على الأعداد المتزايدة من الإفرازات الهرمونية التي تكتشف بشكل مستمر. لذلك جرى تصنيف الإفرازات الهرمونية ووضع تعريف خاص بكل نوع لكي يسهل التعامل مع هذه الإفرازات من قبل الدارسين وذلك على النحو الآتي:

1- الهرمون التقليدي Classic Hormone:

يطلق هذا التعبير على كل: (1) مادة كيميائية تفرزها خلايا أو غدد متخصصة، (2) بكميات صغيرة جدا، (3) نحو الدم، (4) وتنتقل إلى أجزاء أخرى من الجسم (غالبا بعيدة عن موقع الإفراز) تدعى الأنسجة الهدف (5) وتحدث تأثيرا بيولوجيا محددا تلك الأنسجة. يقع تحت قائمة الهرمونات التقليدية مجموعة كبيرة من الهرمونات ندرسها في البنود اللاحقة، ولعل أشهرها إنسولين. وتدعى الغدد التي تفرز الهرمونات غدد صماء endocrine glands (شكل 14 - 1) أو غدد لاقنوية ductless glands. وبالرجوع إلى الأصل اليوناني لكلمة endocrine نجد أنها مأخوذة من المقطعين endo = within وتعني داخل أو ضمن و = crinin to separate وتعني يفصل، يفرق، وبذا يصبح المعنى الكامل: المكان المفرز في داخله مادة تنتقل بعيدا لتؤثر على مكان آخر من الجسم.

2- الهرمون العصبي Neurohormone:

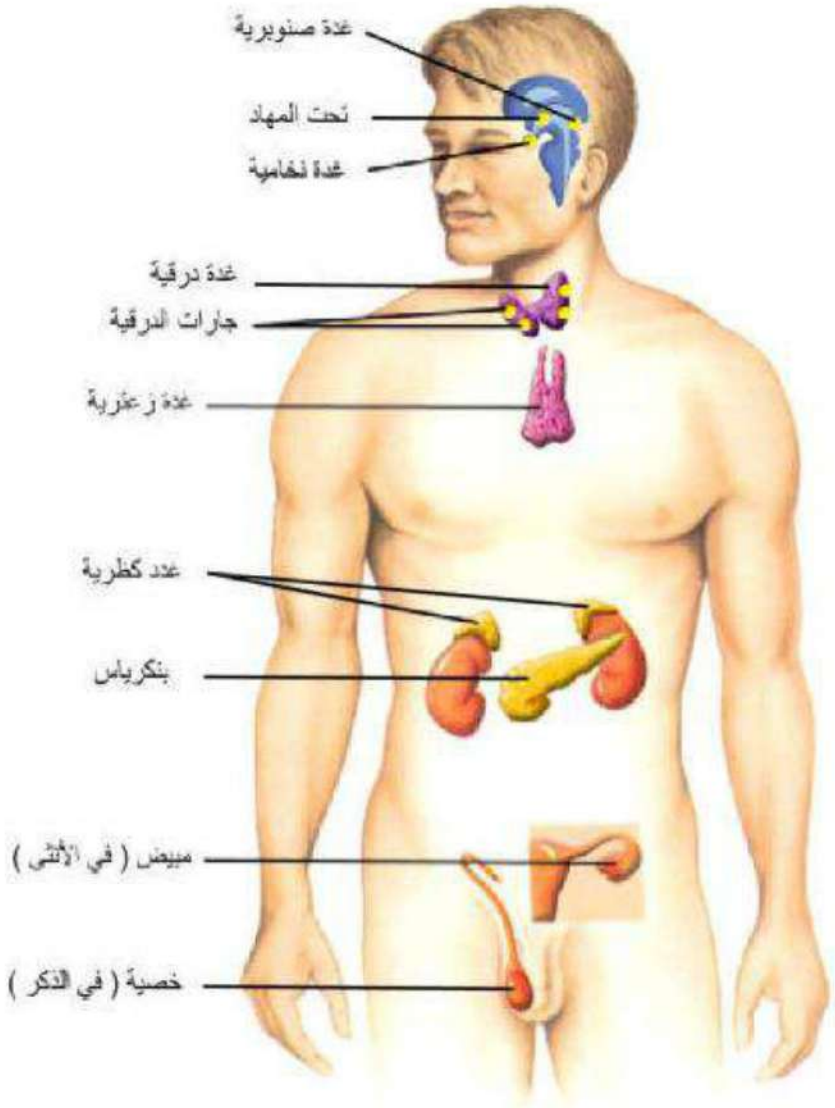
مادة كيميائية تنتجها وتفرزها عصبونات محاورها تصنع تشابكا عصبيا مع الشعيرات الدموية. لهذا فالهرمونات العصبية تصنع في أجسام العصبونات ثم تنقل عبر محاورها لتخزن في حويصلات في نهاياتها التشابكية وإذا ما نبهت الخلية العصبية فإنها تفرز هذه المواد إلى الدم مباشرة حيث تنقل بعد ذلك إلى أجزاء أخرى من الجسم وتؤثر عليها تماما كما تفعل الهرمونات التقليدية. من أمثلة الهرمونات العصبية أوكسيتوسين Oxytocin ومانع إدرار البول ADH وهما يصنعان تحت المهاد.

3- الإفرازات الهرمونية الجوارية (نظير الغدية) Paracrine Secretions:

تفرز هذه الهرمونات من خلايا متخصصة بدرجات متباينة، لكنها لا تنطلق إلى الدم بل تصل إلى السائل النسيجي المحيط بالخلايا التي أفرزتها بواسطة الانتشار. ولا يؤثر الهرمون في هذه الحالة على خلايا بعيدة عن مكان إفرازه بل على الخلايا المجاورة للخلايا المفرزة. من أمثلة ذلك سوماتوستاتين (المثبت الجسمي) Somatostatin الذي يفرز من خلايا 6 في جزر لانجرهانز في البنكرياس ويؤثر على خلايا 6 ، 4 في نفس الجزر مسيطرة بذلك على إفراز تلك الخلايا لهرموني جلوكاجون وإنسولين على الترتيب.

4. الإفرازات الهرمونية الذاتية Autocrine Secretions:

تفرز هذه المركبات من خلايا غير متخصصة ويمكن أن تنطلق الإفرازات إلى السائل النسيجي بواسطة الانتشار ولكنها لا تؤثر إلا على الخلية المفرزة ذاتها (كما يمكن أن تؤثر على الخلية مباشرة دون الوصول إلى السائل النسيجي). من أمثلة هذه المركبات
بروستاغلانديات prostaglandins وليكوترابينات leukotrienes
يطلق أحيانا على المجموعتين الثالثة والرابعة من الإفرازات الهرمونية معا تعبير هرمونات موضعية local hormones إذ أن أثر هذه الإفرازات يكون غالبا موضعيا لأن فترة نصف العمر لها قصيرة إذ سرعان ما يجرى تحطيمها بواسطة الأنزيمات فلا تصل لمسافات بعيدة.



الشكل: مواقع الغدد الصماء في جسم الإنسان.