جامعة محمد بوضياف المسيلة
معهد النشاطات البدنية والرياضية المسيلة
قسم: النشاط البدني المكيف
تخصص: النشاط البدني المكيف الإعاقة

مطبوعة دروس موجهة لطلبة سنة ثانية ليسانس

تخصص النشاط البدني المكيف والإعاقة

عنوان المطبوعة

فيزيولوجيا الجهد البدني والرياضي

إعداد د حشروف أسامة

السنة الجامعية 2025/2024

مقدمة:

تم انجاز سلسلة من المحاضرة بتوفيق من الله وعونه حسب مقرر ميدان التكوين وتخصيصه لطلبة سنة ثانية ليسانس تخصص النشاط البدني المكيف والصحة حيث كان الهدف من المحاضرات تزويد الطلبة ما يحتاجون من معارف ومعلومات حول علم فيزيولوجيا الجهد البدني والرياضي الطريقة التي يعمل بها جسم الإنسان وهي دراسة لكيفية أداء أنسجة وأعضاء الجسم المختلفة وتكامل هذه الوظائف مع بعضها البعض . وعلم وظائف الأعضاء بما ينطوي عليه من حقائق ومفاهيم وقواعد ومبادئ علمية تشكل أساساً في التعرف على آلية التغيرات التي تحصل في الأجهزة الوظيفية لجسم الإنسان.

ويعد علم فيزيولوجيا الجهد البدني والرياضي من المواضيع العلمية المهمة في مجال التربية الرياضية والتدريب الرياضي، نظراً لارتباطه بالتغيرات الوظيفية الحاصلة التي تظهر في جسم الإنسان أثناء ممارسة الأنشطة الرياضية، والمواضيع التي شملتها هذه المحاضرات تمتاز بالشمولية، وكان الهدف الأساسي منها هو تقديم المعلومات الضرورية عن علم فيزيولوجيا الجهد البدني والرياضي (علم وظائف الأعضاء) وأساسياته بأسلوب مبسط يسهل تناوله من قبل الطلبة الدارسين، من أجل الإسهام في تعميق الوعي العلمي لدى طلبة معاهد التربية البدنية والرياضية، حيث تكلمنا على موضوع فيزيولوجيا الجهد البدني والرياضي وأهميته وأنظمة الطاقة كذلك النظام الهوائي واللاهوائي وأيضا تناولنا الجهاز العضلي وأنواع النسيج العضلي والألياف

العضلية والانقباض والارتخاء العضلي إضافة إلى أنواع العضلات والعوامل الفسيولوجية المؤثرة على القوة العضلية، وكذلك العوامل المؤثرة على الانقباض العضلي.

كما تطرقنا الى الجهاز الدوراني بمختلف مكوناته، وعوامل تجديد خلايا الدم وكريات الدم، فضلاً عن القلب وتركيب عضلة القلب والدورة الدموية، وتأثير التدريب الرياضي على حجم القلب والدفع القلبي وتأثير التدريب الرياضي على الدفع القلبي.

على الجهاز التنفسي وتركيب الجهاز التنفسي والعمليات الفسيولوجية في التنفس إضافة إلى الأحجام الرئوية والسعات الرئوية والحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين والجهاز التنفسي والتدريب الرياضي.

دون ان ننسى الجهاز العصبي وأقسامه الجهاز العصبي المركزي والجهاز العصبي المحيطي والجهاز العصبي الذاتي. وفي الأخير تكلمنا عن الطاقة في جسم الانسان ومختلف مصادرها مع التكلم أيضا على الرياضة في المرتفعات والتعب واستعادة الاستشفاء.

خطة البحث:

المحاضرة الأولى: مدخل لفيزيولوجيا الجهد البدني والرياضي

المحاضرة الثانية: المصطلحات الأساسية في فيزيولوجيا الجهد البدني والرياضي

المحاضرة الثالثة: الجهاز الدوري

المحاضرة الرابعة: تكيفات الجهاز الدوري للجهد البدني

المحاضرة الخامسة: الجهاز العضلي

المحاضرة السادسة: آلية الانقباض العضلي +تكيفات الجهاز العضلي للجهد البدني

المحاضرة السابعة: الجهاز العظمي الهيكلي

المحاضرة الثامنة: الجهاز التنفسي

المحاضرة التاسعة: تكيفات الجهاز التنفسي للجهد البدني

المحاضرة العاشرة: الجهاز العصبي

المحاضرة الحادية عشر: مكونات الجهاز العصبي + تكيفات الجهاز العصبي للجهد البدني

المحاضرة الثانية عشر: الطاقة في جسم الانسان

المحاضرة الثالثة عشر: الرياضة في المرتفعات

المحاضرة الرابعة عشر: التعب واستعادة الاستشفاء

قائمة المراجع

المحاضرة الأولى: مدخل لفيزيولوجيا الجهد البدني والرياضي

تعريف الفيزيولوجيا:

هو دراسة الوظيفة في الكائن الحي لتوضيح العوامل الكيميائية والفيزيائية وتطور نمو الحياة.

وعلم وظائف الأعضاء (الفسيولوجي) يعد أحد فروع علم البيولوجيا. وعلم البيولوجيا: هو العلم الذي يهتم بدراسة ظاهرة الحياة في الكائنات الحية بصفة عامة. وبذلك فإن علم البيولوجيا يشمل: علم وظائف الأعضاء وعلم المورفولوجيا.

وعلم وظائف الأعضاء، هو العلم الذي يهتم بدراسة كيفية حدوث وظائف الكائن الحي المختلفة، أي يهتم بدراسة الجانب الوظيفي. فيما يهتم علم المورفولوجيا بدراسة شكل وتركيب خلايا وأنسجة وأعضاء جسم الكائن الحي أي يهتم بدراسة الجانب الشكلي (البنائي).

تعريف فيزيولوجيا الرياضة:

ويمكن تعريف فسيولوجيا الرياضة أو فسيولوجيا التدريب الرياضي "بأنه العلم الذي يعطي وصفاً وتفسيراً للتغيرات الوظيفية الناتجة عن أداء التدريب لمرة واحدة أو عند تكرار التدريب لعدة مرات بهدف تحسين استجابات الجسم غالبا"

أهمية مفهوم فسيولوجيا الرياضة:

يعتبر علم فسيولوجيا الرياضة Sport Physiology من العلوم الأساسية الهامة للعاملين في مجال الرياضة أو التدريب الرياضي ونتيجة لزيادة معامل فسيولوجيا الرياضة خلال السنوات الأخيرة استطاع الباحثون الحصول على المعلومات والحقائق الفسيولوجية الهامة والتي أسهمت في تطوير التدريب الرياضي، وإذا كان الفسيولوجي العام هو دراسة كل وظائف الجسم، فإن فسيولوجيا الرياضة يعتبر فرعاً من فروع علم الفسيولوجي العام يهتم بدراسة التغيرات الوظيفية التي تحدث في الجسم نتيجة الاشتراك في أداء التدريب الرياضي، وهذه الدراسة تهتم بتحديد التغيرات الوظيفية التي تحدث نتيجة أداء التدريب لمرة واحدة فقط. وكيفية حدوث هذه التغيرات، كما لا تتغير الدراسة فقط على ذلك ولكنها أيضاً تهتم بدراسة التغيرات الوظيفية التي تحدث نتيجة تكرار جرعات التدريب لعدة مرات وذلك بهدف تحديدها والتعرف على كيفية حدوثها.

أهمية الفيزيولوجيا في المجال الرياضي:

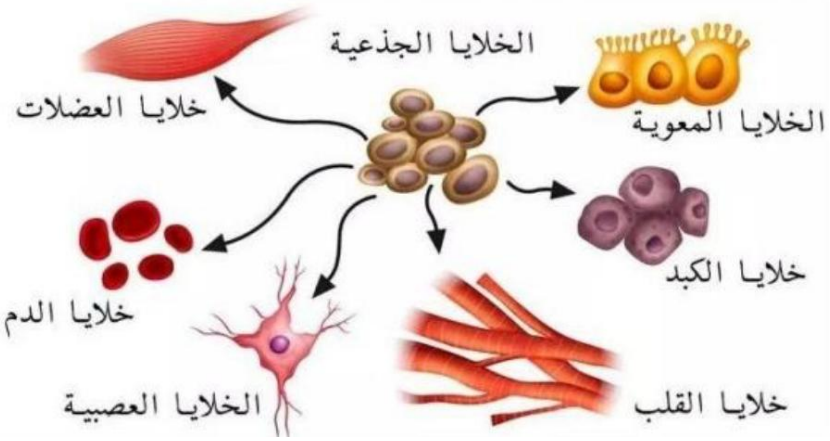
- الانتقاء: ان اكتشاف الخصائص الفيزيولوجية التي يتميز بها الفرد ثم توجيهه لممارسة فعالية معينة بما يتناسب وخصائصه البيولوجية سوف يؤدي لتحقيق المستويات الرياضية المتميزة خلال المنافسات الرياضية مع الاقتصاد في الجهد والمال الذي يبذل مع افراد ليسو قادرين على ممارسة أي نشاط او ان امكانياتهم محدودة في هذا النشاط.
- تقنين حمل التدريب: ان تقنين حمل التدريب بما يتناسب والقدرة الفيزيولوجية للرياضي يعد من اهم العوامل لنجاح المنهج التدريبي ومن ثم تحسين الإنجاز، إذ يعد حمل التدريب هو الوسيلة التي تساهم في إحداث التأثيرات الفيزيولوجية للجسم وهذا ما يؤدي لتحسين استجاباته وتكيف أجهزته.
- التعرف على التأثيرات الفيزيولوجية للتدريب
- الاختبارات والمقاييس: تعد الاختبارات الفيزيولوجية من اهم العوامل التي يجب ان تصاحب المنهج التدريبي حتى نتمكن من التأكد من ملاءمة حمل التدريب لمستوى الرياضي ومن ثم يمكن رفع وخفض حمل التدريب وفق هذه الاختبارات.
- الحالة الصحية: ان تحسين الحالة الصحية للرياضي واحد من الأهداف التربوية للتدريب الرياضي.

من خلال ما تم شرحه من مفهوم وأهمية كل من الفيزيولوجيا بصفة عامة وفيزيولوجيا الجهد البدني والرياضي بصفة خاصة، حيث ما يهمنا بالموضوع هو دراسة الانسان

وفق كل ما ذكر والذي يعتبر أكبر أعجوبة في بناءه وتركيب أجزاءه ووظائف أعضاءه، والكائن الحي الفريد يتكون من:

- **الخلية:** وهي أصغر وحدة بنائية في جسم الانسان فالدماغ مثلا يحتوي على 13 مليار خلية عصبية فهي وحدة بنائية ووظيفية، حيث يوجد في الانسان عدة خلايا.

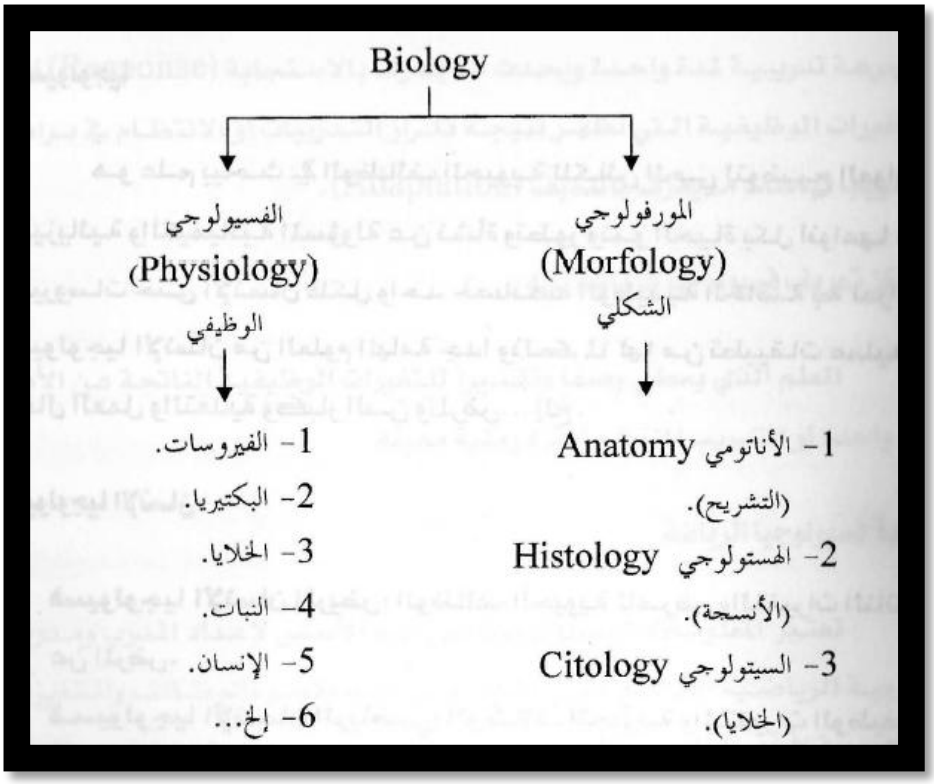
- الخلية: هي الوحدة الأساسية في بناء و تكوين الكائنات الحية.
- هناك أنواع عديدة من الخلايا و لكل نوع شكل و وظيفة محددة.
- شكل و خواص الخلايا يساعدها على أداء وظائفها على أكمل وجه.



- **النسيج:** وهو عبارة عن مجموعة من الخلايا تتشابه في التركيب والوظيفة والمنشأ، وتوجد في جسم الانسان اربع أنواع من الانسجة (الطلائية، الضامة، العصبية، العضلية).
- **العضو:** هو ارتباط نسيجان او اكثر بطريقة خاصة وهذه الأعضاء اكثر تعقيدا من الانسجة وهي تؤدي الوظائف المختلفة والأنشطة التي يمارسها الانسان.

تقسيمات الفيزيولوجيا:

يعتبر علم الفيزيولوجيا أحد الفروع الهامة لعلم الأحياء (البيولوجي) وهو العلم الذي يهتم بدراسة ظاهرة الحياة في الكائنات الحية بصفة عامة وذلك من الجانب الشكلي (المورفولوجي) والجانب الوظيفي (الفيسيولوجي) والمخطط التالي يوضح ذلك:



وهناك تقسيم آخر للفيزيولوجيا:

- **الفيزيولوجيا العامة:** وهي تعنى بدراسة الخصائص الأساسية المشتركة بين معظم الكائنات الحية دون التقيد بنوع معين من هذه الكائنات كالحيوان، الانسان والنبات وهي دراسة العمليات الحيوية المميزة لكل كائن حي مثل: التغذية، التنفس، التكاثر...الخ.
- **فيزيولوجيا المجموعات الخاصة:** وبعنى هذا الفرع بدراسة الخصائص الوظيفية لمجموعة معينة من الحيوان والنبات مثل فيزيولوجيا (الثديات، الحشرات، الأسماك) وقد تختص بدراسة نوع واحد (فيزيولوجيا الإنسان مثلا).
- **الفيزيولوجيا المقارنة:** وهي دراسة مقارنة الطرق التي تؤدي بها الكائنات الحية وظائف متشابهة، ونضرب مثالا انه لو أردنا دراسة ظاهرة التنفس فان الانسان

يتنفس والضفدع يتنفس ولكن طريق التنفس وميكانيكية التنفس تختلف من كائن الى آخر وعليه فإن الآلية تختلف والأعضاء تختلف.

المحاضرة الثانية: المصطلحات الأساسية في فيزيولوجيا الجهد البدني والرياضي:

1. **الأيض:** كل التغيرات الكيميائية (الاستجابات) التي تحدث في الجسم أثناء إنتاج الطاقة للشغل أو العمل.
2. ويعرف بأنه مجموعة من التحولات التي تحدث لعناصر الغذاء الأولية المختلفة بعد امتصاصها من القناة الهضمية الى الدم الى ان تتأكسد داخل الخلايا لتعطينا الطاقة او الحرارة التي يحتاجها الجسم لبناء مادته او الحفاظ على حياته.
3. **العتبة التدريبية:** هي الحد الأقصى لمعدل القلب الذي تحدث عنده الفائدة المرجوة من التدريب الرياضي وتمثل حوالي 60% من احتياطي معدل القلب.
4. ويمكن أن نعرفها أيضا بأنها الشدة الكافية لتحقيق الاستجابة المناسبة للجهازين الدوري والتنفسي أثناء الجهد البدني ويصل معدل القلب الى 60% من معدله.
5. **العتبة الفارقة اللاهوائية:** مستوى شدة الحمل البدني التي يزيد عندها معدل انتقال حامض اللاكتيك من العضلات الى الدم بدرجة تزيد عن معدل التخلص منه.
6. **الكفاءة اللاهوائية:** قدرة الفرد في الاستمرار في تكرار انقباضات عضلية قوية تعتمد على انتاج الطاقة بطريقة لاهوائية وبمعدل (مدة) لا تزيد عن (1-2 دقيقة).

7. **التحمل الهوائي**: قدرة الجسم على استهلاك أكبر قدر من الأوكسجين خلال وحدة زمنية معينة وبالتالي انتاج طاقة حركية تمكن الفرد من الاستمرار في الأداء البدني لفترة طويلة مع تأخير ظهور التعب.
8. **العتبة الأوكسجينية**: هي العتبة التي بعدها يبدأ التحسن في النظام الأوكسجيني وتساوي VO2max **(%60)**
9. **العتبة اللاأوكسجينية**: هي العتبة التي يبدأ بعدها تراكم حامض اللاكتيك بالتزايد، أو هي عبارة عن بداية العمل اللاأوكسجيني في العمل الأوكسجيني، عندما يكون معدل النبض (170–180) نبضة في الدقيقة.
10. **القدرة الأوكسجينية**: ويطلق عليها المطاولة الهوائية وهي مقياس اللياقة من خلال قياسVO2Max (قدرة الجسم على انتاج الطاقة بوجود الأوكسجين).
11. **القدرة اللاأوكسجينية**: قدرة الجسم على انتاج الطاقة اللازمة للتقلص العضلي بدون الاعتماد على الأوكسجين، أي عدم الاعتماد على الأوكسجين الجوي.
12. **التمارين البدنية الأوكسجينية**: هي تلك التمارين التي تؤدي لتحسين كفاءة نظم انتاج الطاقة بوجود الأوكسجين وكذلك تحسين التحمل الدوري التنفسي.

13. **التمارين البدنية اللاأوكسجينية**: هي تلك التمارين التي تؤدي لتحسين كفاءة انتاج الطاقة بغياب الأوكسجين. (تحسين حامض اللاكتيك خلال الجهد البدني العالي).

14. **الحالة الثابتة**: هي تلك الحالة التي يستقر عندها الأداء بمعدل نبض ثابت تقريبا لمدة معينة من الزمن وتبدأ بعد العمل اللاوكسجيني.

15. **القدرة اللاأوكسجينية القصوى**: هي القدرة على انتاج أقصى طاقة او شغل ممكن بالنظام الفوسفاجيني وتتراوح من 1 الى 10 ثانية وتشمل جميع الأنشطة الرياضية التي تؤدى بأقصى سرعة وقوة وفي اقل وقت.

16. **اللياقة الفيزيولوجية**: لياقة كل وظائف الجسم المختلفة وكفاءة عمل جميع أجهزته.

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

18. **اللياقة الدورية التنفسية**: قدرة الجهازين الدوري والتنفسي على توجيه الأوكسجين الى العضلات العاملة لاستهلاكه أثناء العمل البدني الذي يؤديه لمدة طويلة.

19. **الوحدات الحركية**: مفهوم وظيفي يربط عمل جهازين مختلفي التركيب والوظيفة (الجهاز العصبي والجهاز العضلي).

20. **الاستجابة**: عبارة عن ردود الأفعال التي تحدث في الأجهزة الداخلية عند التدريب مرة واحدة.

21. **التكيف:** تغير او أكثر في البناء او الوظيفة تحدث كنتيجة لتكرار مجموعة من التمرينات البدنية.

22. **الهرمونات:** مادة كيميائية تنتج بواسطة خلايا خاصة (الغدد) وتفرز داخل الدم حيث تنقل لتؤثر على الانسجة المحددة.

23. **الدين الأوكسجيني:** كمية الاوكسجين التي تستهلك خلال فترة الاستشفاء وهي تزيد عن كمية الاوكسجين التي تستهلك وقت الراحة.

24. **الاستشفاء:** الحالة الوظيفية التي يمر بها الفرد بعد العمل البدني وحتى العودة الى الحالة الطبيعية.

25. **النشاط البدني:** أي حركة ناتجة من العضلات الهيكلية المكونة للجسم والتي ينتج عنها استهلاك الطاقة.

26. **دورة كريبس:** تحويل ذرات الكربون الى ثاني أوكسيد الكربون (غاز) والتخلص منه مع الزفير، وكذلك تحميل المركبات الفيتامينية للهيدروجين لكي ينقل الى السلسلة التنفسية.

27. **السلسلة التنفسية:** عبارة عن سبع تفاعلات كيميائية أهميتها تكمن في تحويل الهيدروجين الى ماء بفعل الأوكسجين القادم من الدم.

المحاضرة الثالثة: الجهاز الدوري:

Cardiovascular System

الجهاز الدوري هو الجهاز المسئول عن دورة الدم في جميع أنحاء الجسم، أي أنه الجهاز المسئول عن توزيع الأكسجين والمواد الغذائية الممتصة على جميع الخلايا، كما أنه المسئول عن تخليص هذه الخلايا من الفضلات وثاني أكسيد الكربون المتكون نتيجة عمليات الاحتراق والأكسدة. وهو جهاز حيوي يعمل باستمرار دون توقف، فإذا ما توقفت الدورة الدموية لحظات قليلة يهبط نشاط جميع الأنسجة والأعضاء.

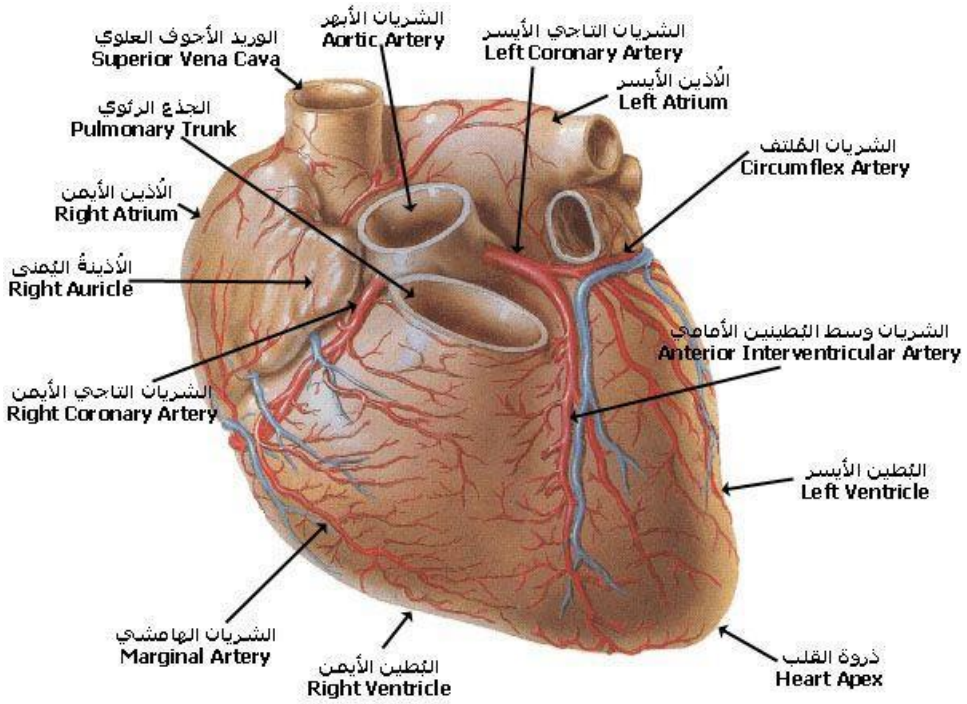
مكونات الجهاز الدوري: يتكون الجهاز الدوراني من القلب+ شبكة من الاوعية الدموية (الشرايين– والاوعية الدموية)، يقوم بعدة وظائف، أهمها: وظيفة النقل، بحيث ينقل المغذيات والأوكسجين إلى جميع خلايا الجسم، ويخلصها من نواتج التمثيل الغذائي والفضلات، وذلك عن طريق الدورتين الدمويتين: الصغرى والكبرى (الرئوية والجسمية)

1- التركيب التشريحي لعضلة القلب:

يأخذ القلب في الأنسان شكلاً مخروطياً، ويتكون من أربعة حجرات اثنتان منها لاستقبال الدم وهما الأذين الأيسر والأذين الأيمن واثنتان لدفع الدم خارج القلب هما البطين الأيمن والبطين الأيسر ، والنصف الأيسر للقلب منفصل عن النصف الأيمن

بواسطة جدار ، أما كل أذين فمتصل بالبطين المقابل بواسطة فتحة يتحكم فيها صمام ، ووظيفة الصمامات هي منع مسار الدم السير في المسار العكسي.

والجدير بالذكر أن قلب الإنسان يتغذى بواسطة شرايين خاصة تمده بحاجته المستمرة من الغذاء والأكسجين وتعرف بالشرايين التاجية ولذا فإن انسداد أي فرع منها بجلطة يؤدي إلى اضمحلال وتليف الجزء الذي يغذيه من القلب ، ويصحب ذلك إحساس بالألم الشديدة في منطقة الصدر والكتف الأيسر بما يعرف باسم الذبحة الصدرية.



القلب عبارة عن عضو عضلي ذو أربع تجاويف: بطينين (أيمن وأيسر) وأذينين (أيمن وأيسر) يعمل كمضخة: يضخ الدم من البطين اليسر إلى كافة أنحاء الجسم عبر الشريان البهر، ويدفع الدم من البطين اليمن إلى الرئتين عبر الشريان الرئوي.

يفصل بين كل بطين وأذين صمام يسمح بمرور الدم باتجاه واحد وتختلف هذه الصمامات في شكلها بين الجهتين اليمنى واليسرى وهي:

- الصمام ثلاثي الشفرات Tricuspide ويفصل بين البطين اليمن والذين اليمن.
- الصمام ثنائي الشفرات Bicuspide ويفصل بين البطين اليسر والذين اليسر.

يفصل بين كل بطين وشريان صمامات هلالية **Semi**-lunaire وهي:

- الصمام الابهري : Valve Aortique يفصل بين البطين الايسر والشريان الابهري (الاورطي.)
- الصمام الرئوي : Valve Pulmonaire يفصل بين البطين اليمن والشريان الرئوي.
- يفصل القلبين الايمن والايسر جدار يسمىSeptum

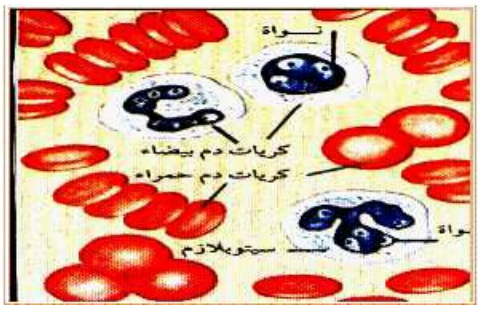
2- الدم:

هو عبارة عن سائل أحمر لزج يتميز بوجود صبغة الهيموغلوبين الموجودة داخل الكريات الحمراء، يشكل نبع الحياة وهو يضخ من القلب الى بقية أنسجة وخلايا الجسم المختلفة.

وظائف الدم:

1. نقل الاكسجين من الرئتين الى جميع اجزاء الجسم ونقل ثاني اكسيد الكربون من خلايا الجسم.
2. نقل المواد الغذائية التي تمتص من قبل القناة الهضمية الى جميع خلايا وأنسجة الجسم.
3. حمل المواد الاخراجية التي تنتج من عمليات التمثيل الغذائي من خلايا الجسم الى الكليتين.
4. نقل افراز الهرمونات من مراكز تكونها الى الأعضاء التي يتأثر بها.
5. تنظيم حرارة الجسم وذلك من خلال اتساع او تضييق الاوعية.
6. المساعدة في حف التوازن المائي.
7. مساعدة الجسم في الدفاع عن نفسهم من الجراثيم والاجسام المضادة.
8. يحمي الجسم من النزيف الى تعرض الى حادث او جروح وذلك من خلال تخثر الدم.

محتويات الدم:



أولا: البلازما: لونه اصفر باهت يشكل 55 % من حجم الدم.

ثانيا: كريات الدم الحمراء.

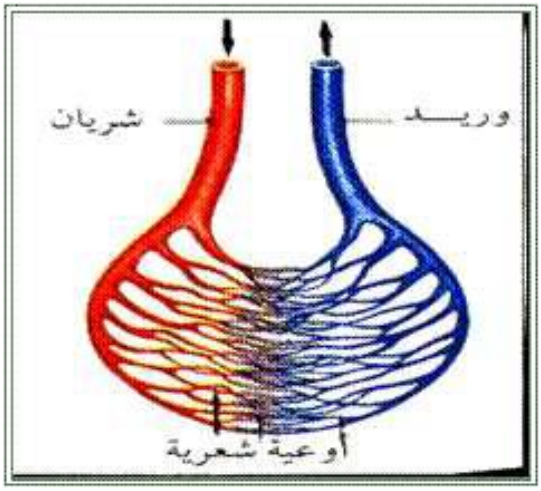
ثالثا: كريات الدم البيضاء.

رابعا: الصفائح الدموية.

3- الأوعية الدموية:

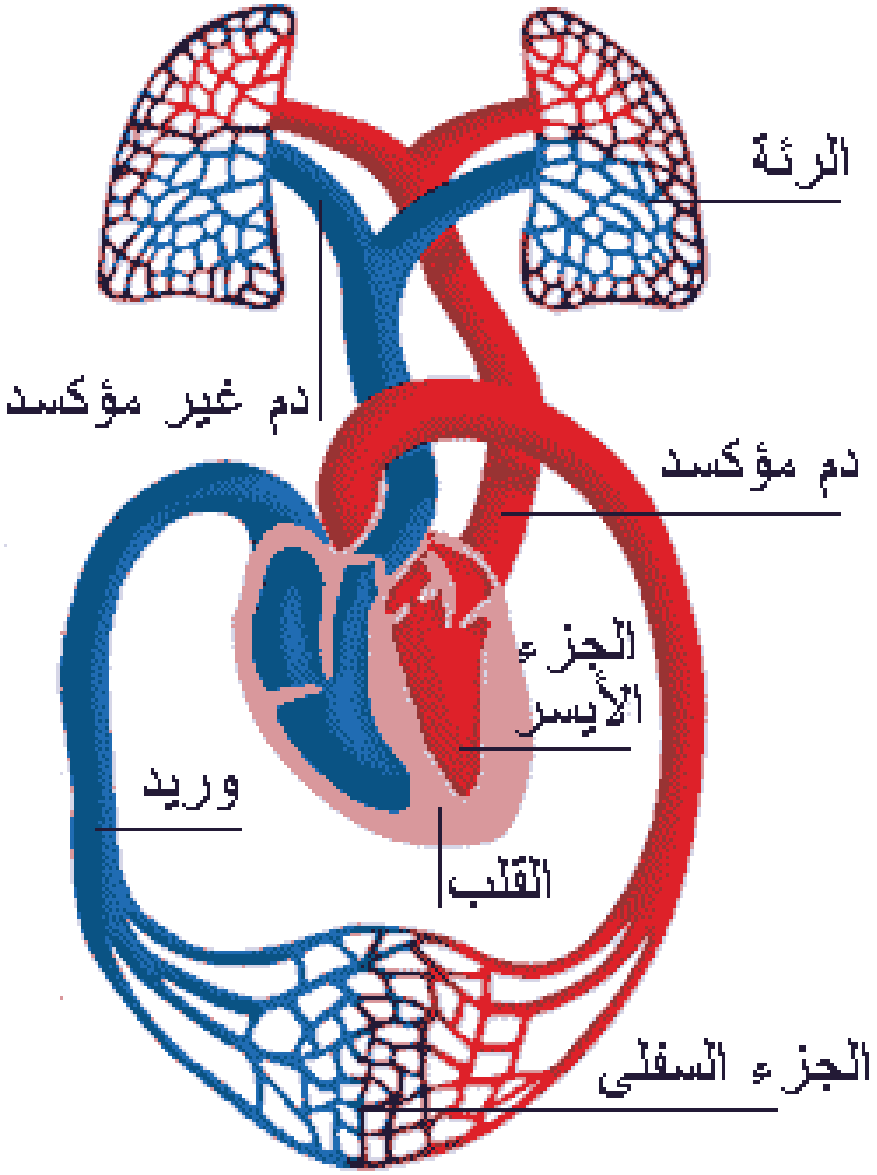
هي أوعية أنبوبية الشكل يجري الدم فيها وهي على ثلاثة أنواع:

- الشريان: هو أنبوب ذو جدار عضلي سمك قادر على التقلص ينقل الدم من القلب إلى أعضاء الجسم المختلفة
- الوريد: هو أنبوب ذو جدار رقيق وغير عضلي يحمل الدم من أجزاء الجسم إلى القلب
- الشعيرات الدموية: أنابيب رقيقة تتألف من طبقة واحدة من الخلايا الطلائية تسمح بانتشار الغذاء والأوكسيجين من الدم إلى الخلايا وانتشار ثاني أكسيد الكربون والإفرازات الضارة والفضلات من الجسم إلى الدم.

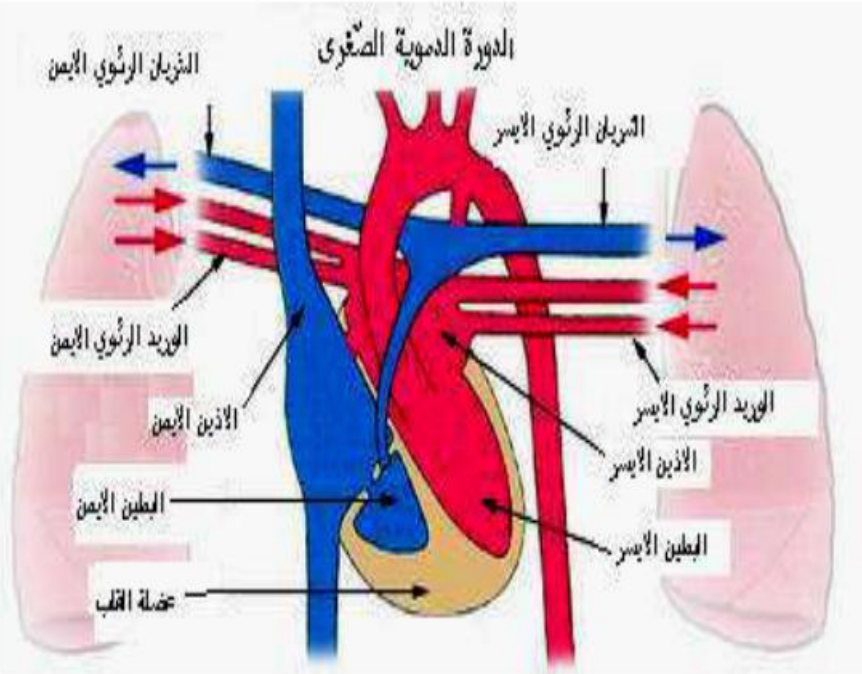


الدورة الدموية: تنقسم الدورة الدموية الى قسمين:

الدورة الدموية الكبرى: تبدأ من البطين اليسر، وتنتهي إلى الاذين اليمن، وظيفتها نقل الدم المحمل بالمغذيات والأوكسجين إلى كافة الخلايا في الجسم.



الدورة الدموية الصغرى: تبدأ من البطين الايمن وتنتهي إلى الاذين الايسر، وظيفتها نقل الدم المحمل بثاني أوكسيد الكربون عن طريق الشرايين الرئوية إلى الحويصلات الرئوية من أجل طرح ثاني أوكسيد الكربون خارجا، ويعود الدم المحمل بالأوكسجين عبر الوريد الرئوي إلى الاذين الايسر.



المحاضرة الرابعة: تكيفات الجهاز الدوراني للجهد البدني:

معدل ضربات القلب: يعد معدل ضربات القلب HR أحد أسهل الاستجابات الفسيولوجية للقياس ومع ذلك فهو واحد من أكثر الاستجابات إفادة من حيث الإجهاد والضغط القلبي الوعائي. لقياس معدل ضربات القلب ، ما عليك سوى قياس نبض

الشخص، عادة على مستوى الشريان الشعاعي أو الشريان السباتي. يعد معدل ضربات القلب مؤشرًا جيدًا على الكثافة النسبية للتمرين.

معدل ضربات القلب أثناء الراحة:

يتراوح معدل ضربات القلب أثناء الراحة HRR من 60 الى 80 نبضة في الدقيقة في معظم الأفراد، تم تسجيل ترددات راحة منخفضة تصل من 28 الى 40 نبضة في الدقيقة، دقيقة في الرياضيين الذين يتمتعون بتكييف عالٍ والمدربين على التحمل. هذا يرجع بشكل رئيسي إلى زيادة النغمة السمبتاوي (المبهمي) التي تصاحب تدريب التحمل. يمكن أن يتأثر معدل ضربات القلب أثناء الراحة أيضًا بالعوامل البيئية مثل ارتفاع درجة الحرارة أو الارتفاع.

قبل بدء التمين مباشرة يزيد معدل ضربات القلب قبل التمرين عادة عن القيم الطبيعية في حالة الراحة وهذا يسمى الاستجابة التوقعية، ترجع هذه الاستجابة الى اطلاق النورابينفرين، الناقل العصبي من الجهاز العصبي الودي وهرمون الإيبنفرين من لب الغدة الكظرية.

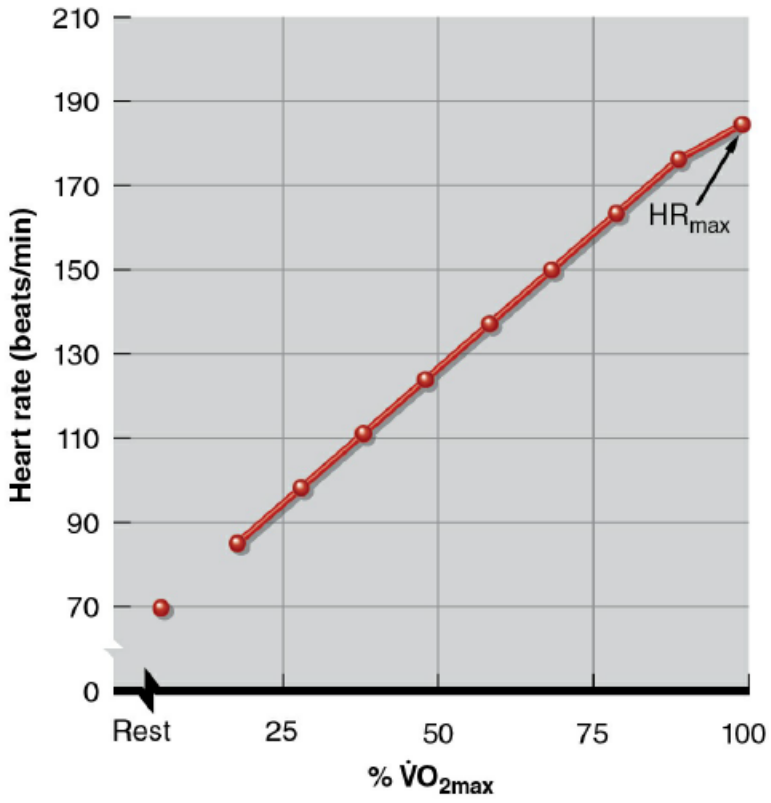
معدل ضربات القلب أثناء التمرين:

عندما يبدأ التمرين ، يرتفع معدل ضربات القلب بشكل مباشر بما يتناسب مع زيادة شدة التمرين ، حتى الوصول إلى أقص ى قدر ممكن من التمرين. مع اقترابك من أقص ى شدة للتمرين ، يبدأ معدل ضربات قلبك في الاستقرار ، على الرغم من استمرار زيادة عبء العمل. يشير هذا إلى أن ضربات القلب تقترب من الحد الأقصى لقيمة. الحد الأقصى لمعدل ضربات القلب (أقصى معدل لضربات القلب) هو أعلى قيمة يتم الوصول إليها خلال بذل جهد كامل حتى نقطة التعب الطوعي. بمجرد التحديد الدقيق يعد HR max قيمة موثوقة للغاية تظل ثابتة من يوم لآخر.

غالبًا ما يتم تقدير الحد الأقصى لمعدل ضربات القلب بناءً على العمر لأن أقصى معدل ضربات القلب يظهر انخفاضًا طفيفًا ولكن يمكن التنبؤ به بمعدل نبضة واحدة في السنة من سن 10 الى15 سنة. بطرح عمر الشخص من 220 نبضة في الدقيقة نحصل على تقدير تقريبي للحد الاقصى المتوقع لنبضات القلب. ومع ذلك ، هذا مجرد تقدير تختلف القيم الفردية اختلاف القيمة. على سبيل المثال ، بالنسبة لرجل يبلغ من العمر 40 سنة، يقدر الحد الأقصى لنبضات القلب ب180 نبضة في الدقيقة ومع ذلك فان نسبة 68 بالمئة من جميع البالغين من العمر 40 سنة لديهم قيم فعلية قصوى لضربات القلب بين 168 و192 نبضة في الدقيقة (متوسط ± 1 انحراف معياري) و95 بالمئة بين 156 و 204 نبضة في الدقيقة (يعني ± 2 انحراف معياري) يوضح هذا الخطأ في تقدير الحد الأقصى لضربات القلب

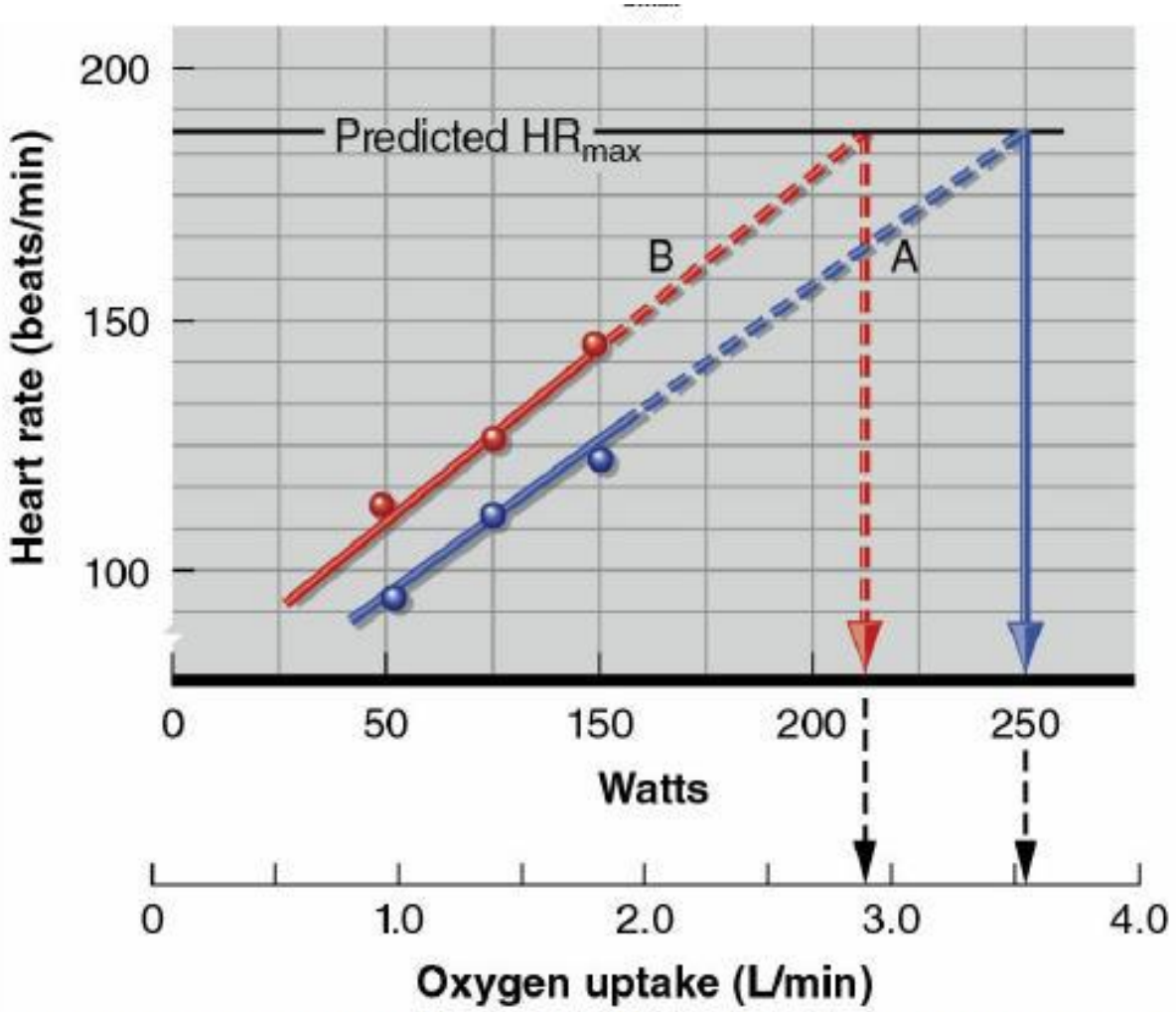
للشخص. تم تطوير معادلة مماثلة ولكن أكثر دقة لتقدير الحد الأقصى لضربات القلب حسب العمر. في هذه المعادلة:

معدل ضربات القلب القصوى= 208−(0.7*العمر)



عندما تظل شدة التمرين ثابتة عند عبء العمل دون الحد ألأقص ى يزداد معدل ضربات القلب بسرعة كبيرة حتى يصل إلى مرحلة الاستقرار. هذه الهضبة هي معدل ضربات القلب المستقر ، وهي معدل ضربات القلب الأمثل لتلبية متطلبات الدورة الدموية عند معدل العمل المحدد هذا. لكل زيادة لاحقة في الشدة ، سيصل معدل ضربات القلب إلى قيمة توازن جديدة في غضون 2 الى 3 دقائق ومع ذلك، كلما زادت كثافة التمرين ، كلما استغرق الوصول إلى قيمة التوازن هذه وقتًا أطول.

مفهوم معدل ضربات القلب المستقر هو أساس اختبارات التمرين البسيطة التي تم تطويرها لتقييم اللياقة القلبية التنفسية (الهوائية). في أحد هذه الاختبارات ، يتم وضع الأفراد على جهاز تمرين ، مثل مقياس الجهد ، ثم يقومون بإجراء تمارين عند شدتين أو ثلاث شدات قياسية. الأشخاص الذين يتمتعون بقدرة أفضل على التحمل القلبي التنفس ي سيكون لديهم معدل ضربات قلب أقل ثباتًا مع كل شدة تمرين مقارنة بالأشخاص الذين لا يمارسون الرياضة. وبالتالي ، فإن انخفاض معدل ضربات القلب في حالة مستقرة مع كثافة تمرين ثابتة هو مؤشر صالح لتحسين اللياقة القلبية التنفسية.



Reprinted, by permission, from P.O. Åstrand et al., 2003, *Textbook of work physiology*, 4th ed. (Champaign, IL: Human Kinetics), 285.

يوضح هذا الشكل نتائج اختبار تمرين متدرج دون الحد الأقصى تم إجراءه على دراجة هوائية بواسطة شخصين مختلفين من نفس العمر. يُقاس معدل ضربات القلب في الحالة المستقرة بثلاثة أو أربعة أحمال عمل منفصلة، ويتم رسم خط أفضل ملائمة من خلال نقاط البيانات.

نظرًا لوجود علاقة متسقة بين كثافة التمرين والطلب على الطاقة، يمكن رسم معدل ضربات القلب في الحالة المستقرة مقابل الطاقة المقابلة VO2 المطلوبة لأداء عمل على الدراجة. يمكن استقراء الخط الناتج إلى الحد الأقصى لمعدل ضربات القلب المتوقع للعمر لتقدير قدرة التمرين القصوى للفرد. في هذا الشكل ، يكون الفرد (أ) حالة بدنية أفضل من الفرد (ب) للأسباب التالية:

1في أي شدة دون حد معين ، يكون معدل ضربات القلب لهذا الفرد أقل ؛ و2 يؤدي الاستقراء إلى الحد الأقصى المتوقع لمعدل ضربات القلب للعمر إلى قدرة تمرين قصوى تقديرية VO2max أعلى.

الزيادة في معدل ضربات القلب مع زيادة الطاقة على الدراجة الهوائية واستهلاك الأكسجين يكون خطيًا على نطاق واسع. يمكن استقراء الحد الأقصى لامتصاص الأكسجين المتوقع باستخدام الحد الأقصى لمعدل ضربات القلب المقدّر للفرد ، كما هو موضح هنا لفردين لهما معدلات قلب قصوى تقديرية متشابهة ولكنهما يختلفان تمامًا عن أعباء العمل القصوى وقيم VO2max .

حجم الدفع القلبي: VES

يتغير حجم الضخ البطين VES أيضًا أثناء التمرين للسماح للقلب بتلبية متطلبات التمرين. عند الحد دون الأقصى والأقصى من شدة التمرين ، عندما يقترب معدل ضربات القلب من الحد الأقصى ، يكون حجم الضخ البطيني VES محددًا رئيسيًا

لقدرة التحمل القلبي التنفسي. يتم تحديد حجم الضخ البطيني VES من خلال أربعة عوامل:

1. حجم الدم الوريدي العائد للقلب (القلب يستطيع فقط ضخ ما يتم إرجاعه.)
2. انتفاخ البطين (القدرة على توسيع البطين للسماح بالملء الأقصى)
3. انقباض البطين (القدرة الكامنة للبطين على الانقباض بقوة.)
4. ضغط الشريان الأورطي أو الشريان الرئوي (الضغط الذي يجب أن ينقبض البطينان مقابله)

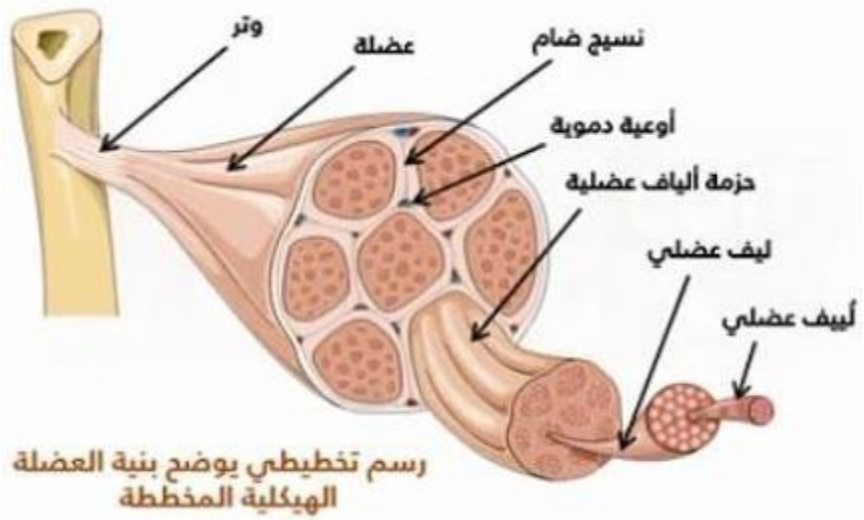
يؤثر العاملان الأولان على قدرة البطين على الامتلاء ، ويحددان مقدار الدم الذي يملأ البطين ومدى سهولة امتلاء البطين بالضغط المتاح. تحدد هذه العوامل معًا الحجم الانبساطي النهائي VTD ، والذي يشار إليه أحيانًا بالتحميل المسبق. يؤثر العاملان الأخيران على قدرة البطين على التفريغ أثناء الانقباض ، ويحددان القوة التي يخرج بها الدم والضغط الذي يجب طرده من خلاله عبر الشرايين. يُطلق على العامل الأخير ، وهو متوسط ضغط الأبهر ، والذي يمثل مقاومة طرد الدم من البطين الأيسر (وبدرجة أقل مقاومة الشريان الرئوي لتدفق الدم من البطين الأيمن) ، الحمل اللاحق . تتحد هذه العوامل الأربعة لتحديد VES أثناء التمرين.

حجم الدفع القلبي VES أثناء التمرين:

يزيد حجم الضخ البطيني VES فوق قيم الراحة أثناء التمرين. يتفق معظم الباحثين على أن VES يزداد مع كثافة التمرين حتى الشدة ما بين 40 ٪ و 60 ٪ من VO2maxما تكون هضبة .في هذه المرحلة ، عادة VES ثابتة ، وتبقى بشكل أساس ي دون تغيير حتى نقطة الاستنفاد ، كما هو موضح في الشكل التالي. ومع ذلك ، أفاد باحثون آخرون أن – VES ٪ يستمر في الزيادة إلى ما بعد 32 42 من VO2max ، حتى يصل إلى أقص ى شدة للتمرين.

المحاضرة الخامسة: الجهاز العضلي

- **تعريف العضلة:** هي مجموعة من الخلايا العضلية تتجمع مع بعضها لتكون ليفة عضلية، ومجموعة من الألياف العضلية تتحد مع بعضها بنسيج خام لتكون حزمة من الألياف العضلية وتجتمع هذه الحزم مشكلة العضلة.



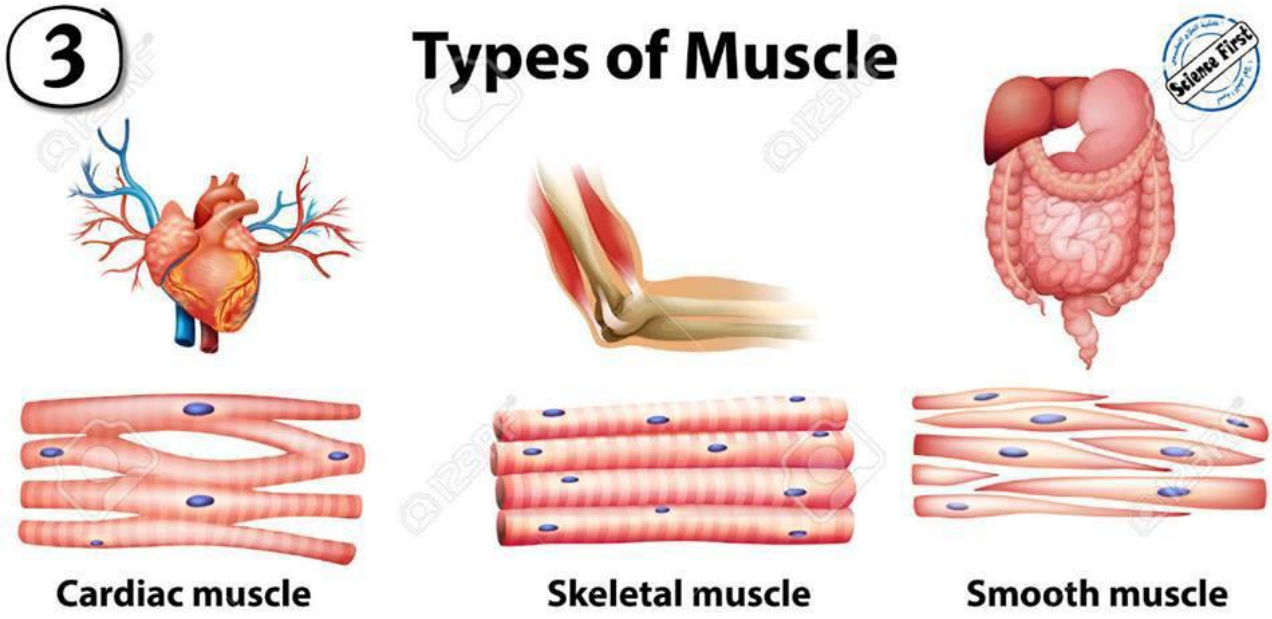
رسم تخطيطي يوضح بنية العضلة الهيكلية المخططة

2- أنواع العضلات: تنقسم العضلات الى ثلاثة أنواع:

أ- العضلات الهيكلية (المخططة الإرادية): سميت بالهيكلية لأن معظمها يتصل بالهيكل العظمي وهي تقوم بتحريك العظام ومن ثم تتم الحركة. بينما المخططة فتعني أليافها العضلية والتي تحتوي على خطوط فاتحة وأخرى داكنة. اما تسميتها بالإرادية كون الانسان باستطاعته تحريكها بإرادته مثل عضلات الذراعين والرجلين.

ب- العضلات الملساء (الناعمة غير المخططة واللاإرادية): هي العضلات التي لا يحركها الانسان بإرادته مثل عضلات المعدة والأمعاء.

ج- عضلة القلب (المخططة واللاإرادية): هي عضلة إرادية التركيب وغير إرادية العمل.



3- وظائف وخصائص العضلات:

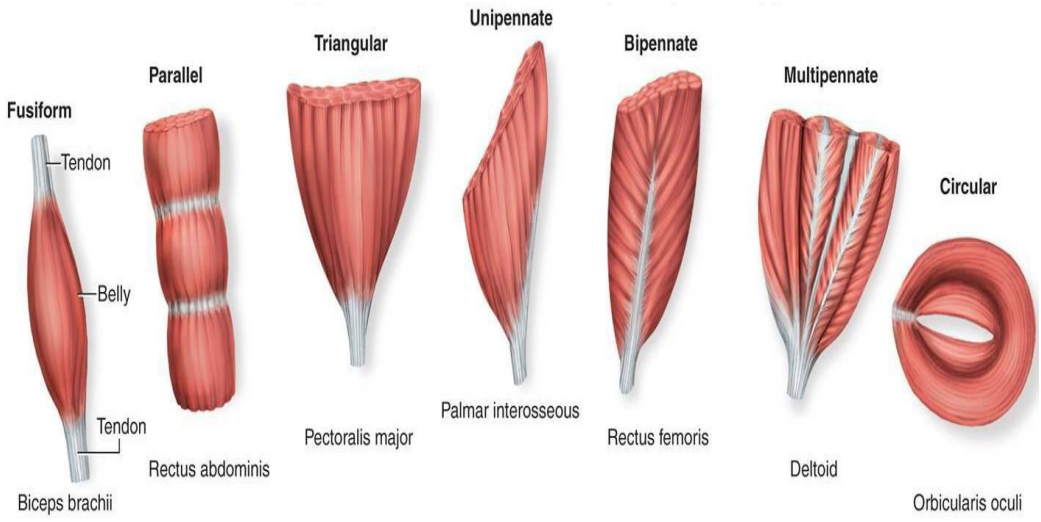
- تغطي العضلات الإرادية الهيكل العظمي لجسم الانسان وتشكل مع العظام والمفاصل والأعصاب الجهاز الحركي للإنسان.
- يسيطر على العضلات الجهاز العصبي فهو الذي يعطيها الاشارات العصبية المحركة من خلال الممرات العصبية وبهذا تتم الحركة في العضلات.
- القدرة على الانقباض والانبساط.
- القدرة على الاستثارة العصبية أي أنها إذا ما أثيرت بمثير ما فإنها تستجيب وفقا لشدة ونوع هذا المثير العصبي.
- للعضلات الإرادية خاصية النغمة العضلية وهي حالة أو درجة من الانقباض العضلي الخفيف التي تلازم الانسان طيلة حياته وتختلف من انسان لآخر تماما مثل البصمات الانسانية.
- العضلات الإرادية لها خاصية المطاطية أي أنها يمكنها الامتطاط إلى أكثر من 1.5 من طولها في بعض الحالات.

كل الخصائص العضلية السابقة لها علاقة بالإصابات الرياضية وخاصة إصابة الشد العضلي والتمزق العضلي سواء كانت هذه العلاقة متصلة بأسباب الاصابة أو اسعافها او علاجها او التأهيل لها، فعلى كل شخص يتعامل مع المصاب بالشد أو التمزق العضلي عليه أن يضع في اعتباره الخصائص السابقة عند التعامل مع المصاب

4- أشكال العضلات: تتكون العضلة من عدة أشكال وحسب مكان تواجدها في الجسم وهي كالتالي:

1) الدائرية Circular : العين الدويرية **Orbicularis Oculi**
2) متعددة الأوتار Multipennate : الدالية مثل عضلات الكتف **Deltoid**
3) ذات الوترين Bipennate : المستقيمة الفخذية **Rectus Femoris**
4) أحادية الوتر Unipennate : عضلات راحة القدم **Palmar Interosseous**
5) الثلاثية Triangular : الصدرية الكبرى **Pectoralis Major**
6) المتوازية Parallei : المستقيمة البطنية **Rectus Abdominals**
7) المغزلية Fusiform : العضلة العضدية **Biceps Brachii**

والصورة التالية توضح ذلك:



الانقباض العضلي البسيط:

عندما تستجيب العضلة لإشارة عصبية واحدة تصل إليها عن طريق تنبيه العصب أو العضلة نفسها (كهربائيا) تعرف تلك العملية بالانقباضة العضلية البسيطة أو الخلجة العضلية, ومنذ لحظة وصول المنبه أو المثير العصبي إلى العضلة وحتى نهاية تلك الانقباضة البسيطة تمر العضلة بثلاث مراحل هي:

1- **مرحلة الكمون أو السكون:** وهي فترة زمنية قصيرة تقدر بحوالي 11 ملي ثانية تنقضي بين لحظة إعطاء الحافز أو المثير وبين بداية عملية التقلص أو الانقباض، وتحدث في تلك الفترة مجموعة من التغيرات الكيميائية والفيزيائية بالعضلة كاستعداد لعملية الانقباض، حين تجهز طاقة الانقباض ويزول استقطاب غشاء الليفة العضلية وتحرر مادة الاستيل كولين.

2- **مرحلة الانقباض:** وفيها تنقبض العضلة وتتقلص أليافها بانزلاق وتداخل فتائل الميوسين , مما يترتب عليه حدوث قصر في ألياف العضلة وزيادة في توترها وتستغرق تلك العملية حوالي 41 ملي ثانية.

3- **مرحلة الانبساط (الارتخاء):** هذه المرحلة تمثل رجوع الألياف العضلية إلى سابق طولها أو توترها قبل الانقباض، وتستغرق تلك الفترة حوالي 51 ملي ثانية.

العوامل المؤثرة على الانقباضة العضلية البسيطة:

تتأثر الانقباضة العضلية البسيطة بعدد من أهم العوامل التي تؤدي إلى زيادة قوة الانقباضة أو نقصها، ومن أهم تلك العوامل ما يلي:

1- **حالة العضلة قبل بدء الانقباض:** ويطلق على هذا العامل الطول الابتدائي للألياف العضلية, ويعني ذلك انه كلما زاد طول الألياف العضلية – نتيجة لشدها قبل بدء الانقباض – كانت درجة الانقباض أقوى, وتستمر

هذه العلاقة الطردية إلى حدود معينة من درجة مد الألياف أو طولها, فإذا تم تجاوز تلك الحدود يحدث العكس وتقل درجة الانقباض العضلي.

2- درجة حرارة العضلة : يؤدي ارتفاع درجة حرارة العضلة إلى زيادة قوة الانقباضة العضلية البسيطة, كما يؤدي إلى زيادة في سرعتها ,ويحدث ذلك نتيجة لزيادة سرعة التغيرات الكيميائية المنتجة بالعضلة , وهذا ما يفسر أهمية قيام اللاعب بعملية الإحماء قبل أداء الجهد البدني.

3- التعب العضلي: يؤثر التعب العضلي سلبا على قوة الانقباض، حين يسبب التنبيه المستمر والمتتالي للعضلة إلى ضعف الانقباض وطول زمن الخلجة العضلية.

4- النشاط البدني والتدريب الرياضي: يؤدي التدريب الرياضي المنتظم إلى تقليل فترة الكمون بالعضلة وزيادة سرعة الانقباض وقوته.

المحاضرة السادسة: آلية الانقباض العضلي + تكيفات الجهاز العضلي للجهد البدني:

نظراً لأن العضلة تتكون من مجموعة من الألياف العضلية المتجمعة على شكل حزم عضلية ، ولكون الليفة العضلية تحتوي على آلاف اللويفات العضلية ، وحيث إن تلك اللويفات تتكون من خيوط دقيقة تسمي الأكتين والمايوسين فإن الانقباض العضلي الذي يظهر أمام أعيننا ما هو إلا انقباض لتلك الخيوط الدقيقة ، وينتج عن ذلك تحريك العظام وبالتالي المفاصل المختلفة مما يؤدي إلى حدوث الحركة سواء كانت حركة رياضية أو حركة عادية ، وهناك أرتباط بين عملية الانقباض والارتخاء العضلي حيث أن هذه العملية تتم بالتبادل والتوافق الدقيق بين المجموعات العضلية المختلفة ، فعندما تنقبض مجموعة عضلية معينة لابد أن يقابلها ارتخاء في مجموعة عضلية أخري لكي تتم الحركة ، وتظهر أهمية الارتخاء في أنه يعطي فرصة للعضلة لكي تحصل على بعض احتياجاتها من الطاقة

وتتم عملية الانقباض العضلي من خلال نظرية فسيولوجية معروفة وهي نظرية انزلاق الخيوط (خيوط الأكتين والميوسين) وتفسر تلك النظرية في أن عملية الانزلاق تتم من خلال جسور التقاطع والتي تصل الأكتين والميوسين، تدور وتلف إلى محاور جديدة إلى الداخل لإتمام عملية الانزلاق وحدوث القصر في العضلة، وتتم هذه العملية من خلال مواد الطاقة الموجودة بالدم والمختزنه بالعضلات.

بينما تفسر عملية ارتخاء العضلة بأنها عودة الألياف العضلية إلى ما كانت عليه قبل الانقباض، أي أنه يحدث فك لجسور التقاطع واتجاهها إلى الخارج، وتتم هذه العملية بمجرد توقف الإشارات العصبية المنبهة للعضلة، وعليه يتوقف إنتاج الطاقة الكيميائية والحرارية التي كانت قد تسببت في تشابك جسور التقاطع في عملية الانقباض، وبتوقف تلك الطاقة تتوقف عملية إنتاج الطاقة.

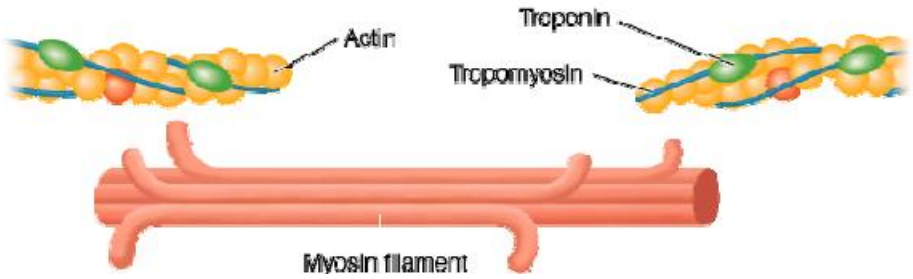
وتجدر الاشارة إلى أن عملية التقلص العضلي والذي يحدث لبعض الأفراد العاديين أو الرياضيين هي في حقيقتها ضعف شديد في عمليات الارتخاء العضلي، وضعف لعملية فك جسور التقاطع رغم توقف الإشارات العصبية المنبهة للعضلات، وقد يرجع السبب في حدوث تلك الظاهرة على سبيل المثال إلى زيادة كمية الكالسيوم في الدم.

كيف يتم الانقباض والارتخاء العضلي ؟

1- في حالة الراحة:

- في حالة الراحة يكون رؤوس خيوط المايوسين منتشرة ولايحدث بينها وبين خيوط الأكتين أي تفاعل.
- لو نزعنا جزءاً من رؤوس خيوط المايوسين نجد أن في نهايتها يوجد مركب الATP ولكنها شبه مخزونة في حويصلاتها في رؤوس خيوط المايوسين.

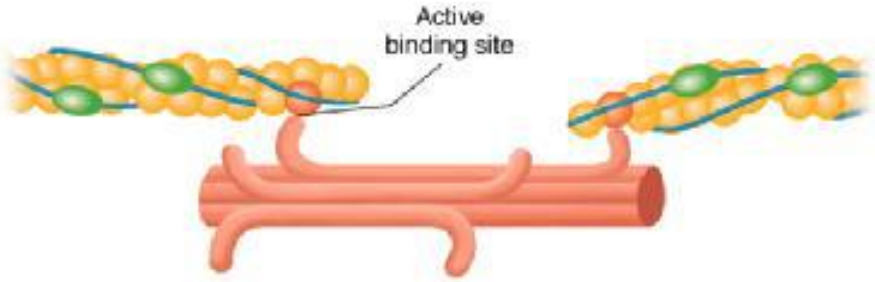
- يوجد الكالسيوم الموجب++Ca Calcium في مخازنه بكميات كبيرة في الحويصلات والتي تسمي (الساركوبلازم ريتيكلم) sarcoplasmic reticulum.
- في حالة الراحة يتعادل الموجب خارج الليفة العضلية (الصوديوم) مع السالب داخل الليفة العضلية (البوتاسيوم) أي يحدث تعادل بين الموجب والسالب.



2- بدء الإثارة العضلية:

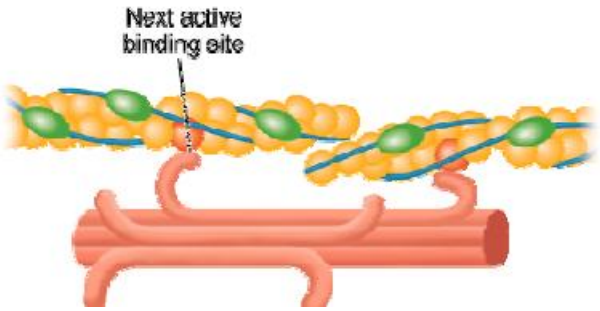
- **أن وصول الاشارة العصبية إلى العضلة يكون عن طريق المثير أو ناقل الاشارة وهو والموجودة (الأستيل كولين) والذي يعمل على توسيع الثقوب أو الأنابيب والتي على شكل T على سطح الساركوليما (جدار الليفة العضلية).**
- **بذلك يصبح جدار الليفة العضلية نافذ لأيونات الكالسيوم والبوتاسيوم ، مما يؤثر في فرق الجهد في حالة الراحة**
- **تلك الأشارات العصبية تعمل على أطلاق أيونات الكالسيوم والمختزنة في الساركوبلازم ريتيكلم sarcoplasmic reticulum مما يؤدي إلى زيادة النشاط الكهربي وامتداده من مكان لأخر على سطح الليفة العضلية في وقت سريع.**

- هذه العملية تؤدي إلى تحريك وإطلاق الATP الموجود في رؤوس المايوسين وتولد شحنة بطريقة سريعة ومنتظمة ، وتستمر باستمرار الاثارة.



3- الإثارة والانقباض العضلي:

- باستمرار عملية الأثارة السابق ذكرها فإن الطاقة تستمر بالاندفاع بفضل مولدات الطاقةATP وغيرها.
- خيوط المايوسين تخزن الATP في رؤوسها والتي تتكسر إلى ADP وإطلاق الطاقة والتي تجعل خيوط المايوسين تتحرك وتشد خيوط الأكتين من فوقها
- انزلاق خيوط الأكتين فوق خيوط المايوسين يكون للداخل إلى منتصف العضلة وهذا يؤدي إلى قصر طول العضلة.

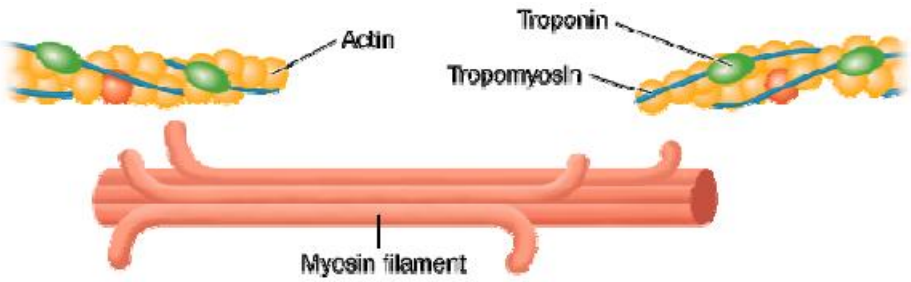


4- توقف الإثارة العضلية:

تستمر خيوط المايوسين في العمل كلما استمرت الشحنة وإطلاق الطاقة وهذا يؤدي إلى أن المئات من خيوط الأكتين تنكمش في ثانية واحدة وباستمرار الشحنة والطاقة يستمر الانقباض وانزلاق الأكتين من فوق المايوسين وعندما تتوقف الشحنة فإنه يحدث فصل لجزئي الأكتين والمايوسين.

5- الارتخاء العضلي:

- متي ما توقف اندفاع الإشارات العصبية الواردة للعضلة عن طريق العصب الحركي فإن شحنة++Ca الداخلية تتوقف.
- لاتصبح أيونات الكالسيوم ++Ca قادرة على النفاذ إلى داخل الليفة العضلية ويتم الاحتفاظ بها في الحويصلات بالسيركوبلازم ريتيكلم.
- توقف ++Ca معناه توقف عمل ال ATP في إطلاق الطاقة وتكسره يتوقف أيضاً.
- هذا يؤدي إلى توقف انزلاق خيوط الأكتين فوق خيوط المايوسين.
- متى ما توقفت الإثارة ، تكون هي السبب في بقاء ++Ca في مخازنها ويتوقف ضخها وتسترخي العضلة ويقف تحوير أو تدوير الأكتين فوق خيوط المايوسين.



تكيفات الجهاز العضلي للتدريب الرياضي

التغيرات العضلية الناتجة عن التدريب الرياضي:

أجريت العديد من الدراسات على الحيوان والإنسان لبيان أثر التدريب على العضلات الإرادية "الهيكلية" ، وتشير نتائج بعض هذه الدراسات إلى الحقائق التالية:

١ –حدث تغير ملحوظ في كثافة المايوجلوبين بالعضلات الإرادية حيث ازدادت وتحسنت فاعليتها ، وقد وضح ذلك جليا أثر برامج تدريب التحمل لمدة طويلة ، وقد دلت نتائج التجارب التي أجريت على الإنسان أنه قد لوحظ تحسن في أجسام الميتوكوندريا في الخلايا العضلية.

٢ –نتيجة تدريبات التحمل حدثت زيادة في نسبة أستهلاك المواد السكرية بالعضلات الإرادية والتي صاحبها أيضاً زيادة في استهلاك الأكسجين اللازم لأنتاج الطاقة ، كما لوحظت زيادة

في نشاط عمل الأنزيمات الخاصة بالأكسدة والتي تؤثر مباشرة في عمل الألياف العضلية

السريعة والبطيئة.

٣ –لوحظت زيادة في مخازن الجليكوجين بالعضلات الإرادية لدي الرجال الذين يشتركون في تدريبات التحمل لمدد طويلة أكثر مما كانت لدي الرجال الذين يمارسون تدريبات السرعة

% .، كما دلت نتائج الدراسات المتعددة إلى زيادة نسبة التراي جلسيريد بواقع ٨٣

٤ –أدت تدريبات التحمل إلى عدم تراكم حامض اللاكتيك في العضلات الإرادية بنسبة كبيرة رغم زيادتهن عن مستواه أثناء الراحة ، في نفس الوقت الذي زادت فيه نسبه حامض اللاكتيك حيث وصلت ٢٥ % مليجرام نتيجة تدريبات السرعة ، ولم توجد أي أختلافات في علاقة الألياف العضلية الحمراء والبيضاء على درجة تركيز حامض اللاكتيك في العضلات.

٥ –التغيرات الناتجة عن أثر التدريب على الألياف العضلية الحمراء والبيضاء مازالت قيد البحث من قبل علماء الفسيولوجي حيث لم يثبت حتي الآن أن أنواع تدريبات التحمل أو السرعة تكون سبباً في تحول أحد نوعي الألياف إلى النوع الأخر ، إلا أن الاعتقاد السائد حول نسبة توزيع كل منهما يرجع إلى صفات وراثية وإلى الجينات التي تكون سبباً مباشراً حول نسبة توزيع كل منهما يرجع إلى صفات وراثية وإلى الجينات التي تكون سبباً مباشراً في نسبة توزيع كل منهما لدي الأفراد في نسبة توزيع كل منهما لدي الأفراد

المحاضرة السابعة: الجهاز التنفسي

تعريف الجهاز التنفسي:

التنفس عبارة عن عملية تبادل الغازات بين أعضاء الجسم المختلفة وبين الهواء الجوي المحيط بالإنسان ، وهو عملية مهمة تستمر باستمرار حياة الأنسان نفسه ، أي هي في مضمونها عبارة عن عملية إمداد الجسم بالأكسجين والتخلص من ثاني أكسيد الكربون.

هو أحد أهم الأجهزة المتواجدة في جسم الانسان كونه المسؤول عن عملية التنفس وامداد الجسم بالأوكسجين والتخلص منى ثاني أكسيد الكربون والقيام بالمهام الضرورية من اجل بقاء الانسان على قيد الحياة.

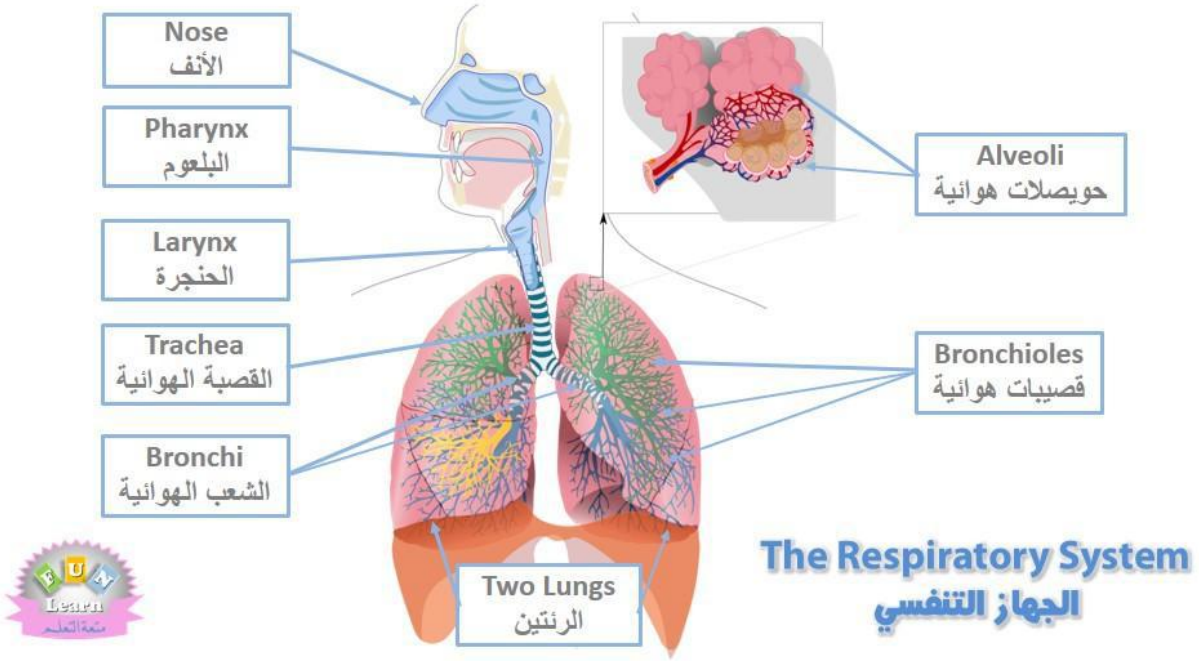
وينقسم التنفس إلى ثلاث أنواع:

- **تنفس خارجي** : وهو الذي يتم في الرئة حيث تبادل الغازات بين الدم وهواء الرئة.
- **تنفس داخلي** : وهو الذي يتم في خلايا الجسم حيث تبادل الغازات بين الدم والخلايا.
- **تنفس خلوي**: وهو الذي يتم داخل الخلايا نفسها حيث تتم العمليات التي تتولد عنها الطاقة.

تركيب الجهاز التنفسي:

يتكون الجهاز التنفسي من الممرات الهوائية والرئتان وعضلات التنفس بالإضافة إلى الأعصاب ومركز التنفس وتتكون الممرات الهوائية من الأنف الذي يقوم بتدفئة الهواء وتنقيته من الغاز وينتقل الهواء إلى البلعوم الذي يقوم بتحويل الهواء إلى الحنجرة والطعام إلى المريء ويوجد في الحنجرة الأحبال الصوتية وهي المسؤولة عن إصدار الأصوات المختلفة، ثم يمر الهواء من الحنجرة إلى القصبة الهوائية التي تنقسم إلى فرعين يتجه كل فرع منهما إلى إحدى الرئتين وهما الشعبتان اليمنى واليسرى ثم تتفرع كل شعبة داخل الرئة إلى الشعيبات الهوائية والتي تشبه تفرعات الشجرة وتستحوذ الرئتين على معظم التجويف الصدري ويغلف كل رئة غلاف يسمى البلورا، ويتكون نسيج الرئة من عدد كبير من الحويصلات المتصلة بالشعيبات الهوائية ويحيط بالحويصلات شبكة من الشعيرات الدموية ويساعد رئة جدار كل من الحويصلات والشعيرات على إتمام تبادل الغازات بالرئتين.

مكونات الجهاز التنفسي:



الأنف: The Nose

يدخل الهواء الجوي من الأنف فيعترضه بعض الشعر الموجود بالتجويف الأنفي، والذي يحجز ما قد يكون عالقاً بالهواء من الغبار ويستمر دخول الهواء في تجويفي الأنف، هذان التجويفان اللذان يفصل بينهما حاجز ويبطن كلا منهما غشاء مخاطي تنتشر فيه أوعية دموية كثيرة، فإذا ما مر الهواء في هذين التجويفين حجز المخاط بعض ما تبقى في الهواء من غبار، كما أن مرور الهواء على هذه الأوعية الدموية يكسبه درجة حرارة الجسم، فيمنع بذلك تعرض الرئتين للنزلات الشعبية والالتهاب الرئوي.

البلعوم الأنفي :Pharynx

ينتقل الهواء من الأنف إلى البلعوم عن طريق فتحتي الأنف الداخليتين ومنه يمر الهواء إلى الحنجرة.

الحنجرة :Larynx

تتكون جدرانها من عضلات وغضاريف، وتمتد في فتحتها الحبال الصوتية التي تهتز بتأثير الهواء لتصدر عنها الأصوات المختلفة، وتجدر الإشارة إلى أن فتحة الحنجرة تسد عند بلع الطعام بواسطة غطاء غضروفي يسمي لسان المزمار ليمنع تسرب الطعام إلى المسالك الهوائية.

القصبة الهوائية :Trachea

يمر الهواء من الحنجرة إلى القصبة الهوائية ، وهي عبارة عن أنبوبة طولها حوالي عشر سنتيمترات ، وهي تظل مفتوحة على الدوام وذلك لمرور الهواء خلالها ، والسبب في كونها تظل مفتوحة هو أن جدارها مقوي بغضاريف حلقية غير كاملة الاستدارة من الخلف ، ويبطن الجدار بغشاء مخاطي يحتوي على خلايا خاصة تفرز مخاطاً ، كما يحتوي الغشاء أيضاً على خلايا لها أهداب ، وتلك الأهداب عبارة عن زوائد دقيقة جداً تتحرك باستمرار في اتجاه واحد فقط، ويعمل المخاط الذي تفرزه الخلايا على حفظ سطح القصبة الهوائية ، كما يعمل أيضاً على حجز ذرات الغبار التي تدخل المسالك التنفسية ، وعند ذلك تدفعها الأهداب إلى أعلى في أتجاه الفم ،

ونظراً لأن القصبة الهوائية مكونه من حلقات تسمح للرقبة بالتحرك بسهولة في جميع الاتجاهات.

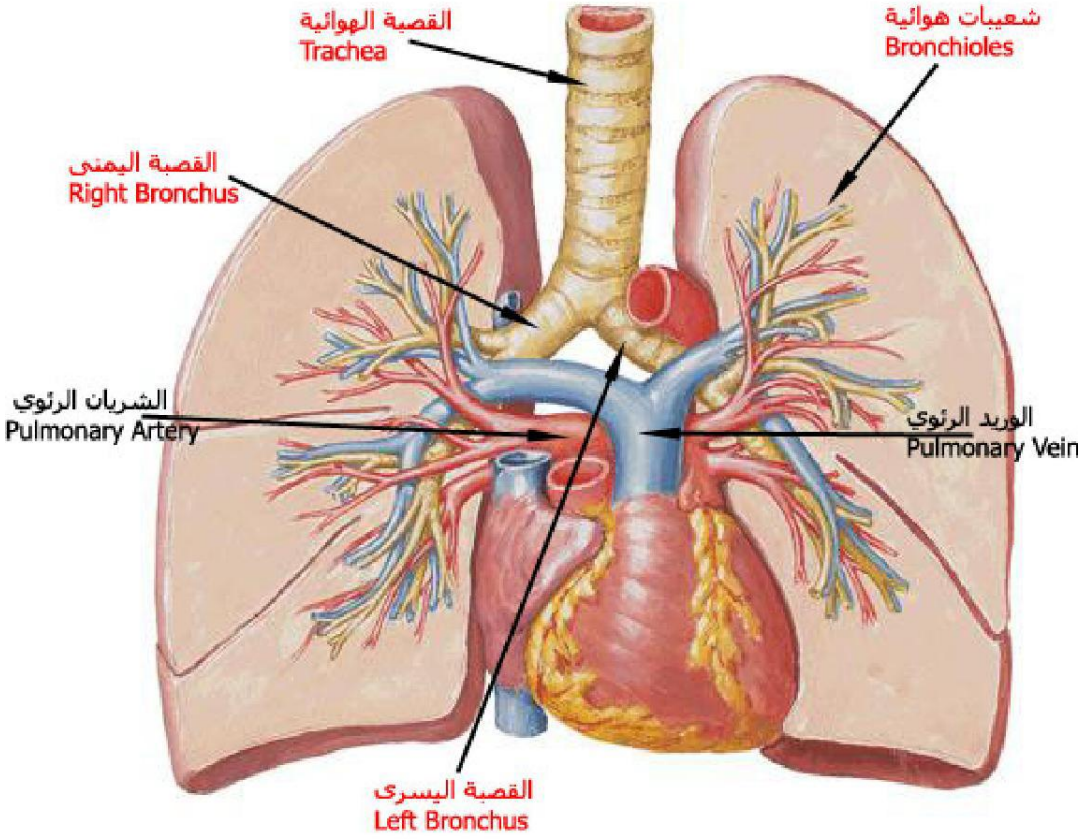
الشعبتين الرئويتان -٥ Bronchial Tree

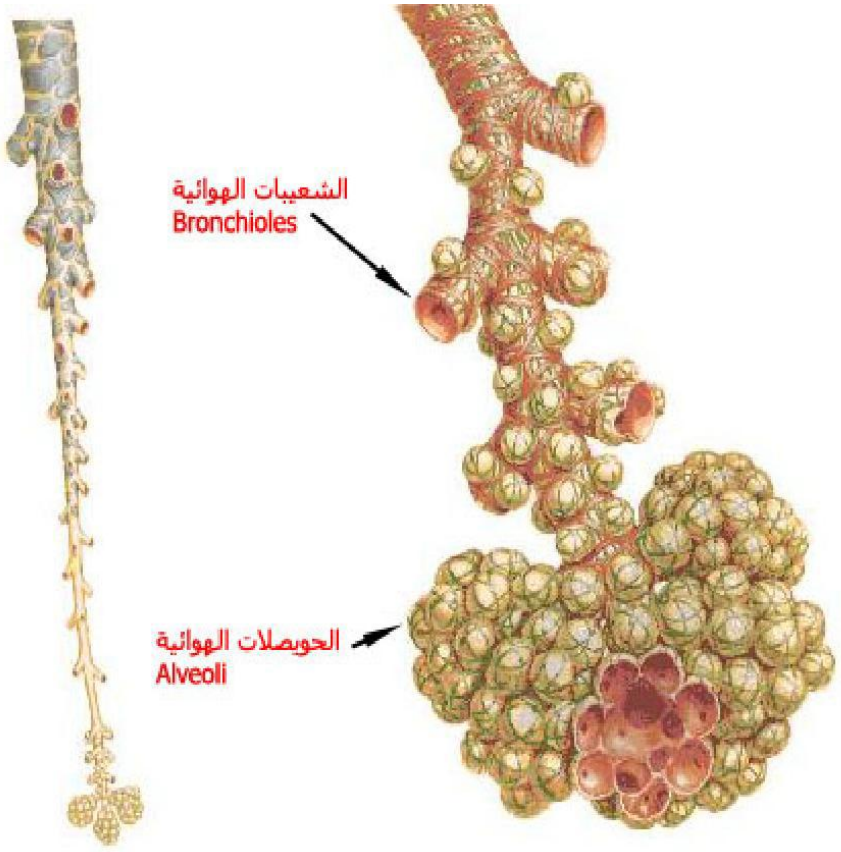
تنتهي القصبة الهوائية من أسفل مؤدية إلى فرعين يعرفان بالشعب الهوائية، يمني ويسري، وتدخل كل شعبة في الرئة المقابلة لها ثم تتفرع داخلها إلى فروع تتدرج في الصغر لتسمي الشعيبات. ويبطن جدار الشعبتين غشاء مخاطي به خلايا هدبية، ويحيط بجدار الشعيبات طبقة عضلية غير إرادية يتحكم في عملها العصب الحائر والعصب السمبثاوي، حيث يسبب العصب الحائر انقباضها مما يؤدي إلى ضيق الشعيبات ويصبح التنفس صعباً، وهذا يحدث غالباً عند إصابة الإنسان بمرض الربو الشعبي. ويسبب العصب السمبثاوي ارتخاء عضلات الشعب الهوائية فتتسع ويصبح التنفس سهلاً وميسوراً.

الرئتان : Lungs

تملأ الرئتان تجويف الصدر، حيث يغلف كل رئة كيس ذو جدارين يسمي البلورا ، ويوجد بين جداري البلورا سائل يقلل من احتكاك الرئة حتي تصل في النهاية إلى أكياس يتصل بها تجاويف دقيقة ، هذه التجاويف الدقيقة تعرف بالحويصلات الهوائية، وينتشر على جدار تلك الحويصلات شبكة كبيرة من الشعيرات الدموية تحمل إلى الرئتين الدم غير المؤكسد، ونظراً لرقة جدران الشعيرات الدموية هذه

تسهل عملية تبادل الغازات بين الدم الموجود في الشعيرات الدموية وبين الهواء الموجود في فراغ الحويصلات الهوائية.





ميكانيكية التنفس (آلية عملية التنفس) :Mechanism of Respiration

عملية الشهيق :Inspiration

تبدأ عملية الشهيق بانطلاق إشارات عصبية من مركز الشهيق في النخاع المستطيل ثم تهبط هذه الإشارات في النخاع الشوكي حتي تصل إلى الأعصاب المغذية لعضلات التنفس فينقبض الحجاب الحاجز ويهبط لأسفل حوالي ١.٥ سم ، ويؤدي إلى زيادة الفراغ الصدري من أعلى ومن أسفل وتنقبض العضلات المتصلة بالضلوع وهي عبارة عن إحدى عشر عضلة داخلية واحدي عشر عضلة خارجية فيزداد الفراغ

الصدري من الجانين وإلى الامام وكل ذلك يؤدي إلى تقليل الضغط الجزيئي للأكسجين داخل الحويصلات الهوائية عن الضغط الجزيئي للأكسجين في الهواء الخارجي فيندفع الهواء إلى الرئتين وتتم عملية الشهيق.

عملية الزفير :Expiration

عندما تتمدد الحويصلات الهوائية تنطلق إشارات عصبية من جدران الحويصلات متجهة إلى العصب الحائر ثم إلى مركز التنفس في النخاع المستطيل حيث يتوقف عمل مركز الشهيق وتنبه مركز الزفير وعندئذ يتوقف نشاط عضلات التنفس فترتخي ويعود القفص الصدري إلى وضعه الطبيعي فيضغط على الرئتين ويزداد الضغط الجزيئي للأكسجين داخل الرئتين وداخل الحويصلات الهوائية عن الضغط الجزيئي للأكسجين في الهواء الجوي فيخرج الهواء إلى خارج الرئتين وتتم عملية الزفير.

المحاضرة الثامنة: تكيفات الجهاز التنفسي للجهد البدني

تكيفات الجهاز التنفسي للجهد البدني:

تأثير المجهود العضلي : هذا المجهود العضلي يؤدي إلى زيادة كمية ثاني أكسيد الكربون في الدم فيسعي الجسم للتخلص من هذه الكمية الزائدة بزيادة معدل وعمق التنفس.

اختلاف التركيب الهوائي المستنشق : لوحظ أن زيادة النسبة المئوية لغاز ثاني أكسيد الكربون في هواء التنفس يسبب زيادة في كمية الغاز في هواء الرئة وهذا بالتالي يؤثر على كيميائية الدم ، ففي حالات وجود الإنسان في أماكن رديئة التهوية يزداد عمق التنفس وسرعته حتي يمكن التخلص من كمية ثاني أكسيد الكربون الزائدة.

اختلاف الضغط الجوي: يموت الإنسان إذا تعرض لضغط جوي إلى ، أما في حالة تعرضة لأقل من الضغط الجوي العادي فإنه يحدث قلة في نسبة الأكسجين ويصاب الإنسان بالدوخة والقئ ، ويمكن للجسم القدرة على تعويض هذا النقص في الأكسجين بزيادة عدد كرات الدم الحمراء أوبزيادة سرعة التنفس.

اختلاف درجة حرارة الجسم : في حالة إصابة الإنسان بالحمي وأرتفاع درجة حرارته يحدث زيادة في حركات التنفس ويتبع ازدياد في كمية الأكسجين التي يحتاجها الجسم.

تبادل الغازات:

عندما يصل الهواء الجوي إلى الحويصلات تتم عملية تبادل الغازات بين الحويصلات والدم، وتختلف وتتأثر كفاءة تبادل الغازات بعوامل كثيرة منها على سبيل المثال : عدد كرات الدم الحمراء وكمية الدم المدفوع ، ومقدار المساحة التي تتعرض لها الحويصلات من الدم ، هذا من جهة ومن جهة أخري يعتمد تبادل الغازات على فروق في ضغط غاز ثاني أكسيد الكربون والأكسجين في الدم

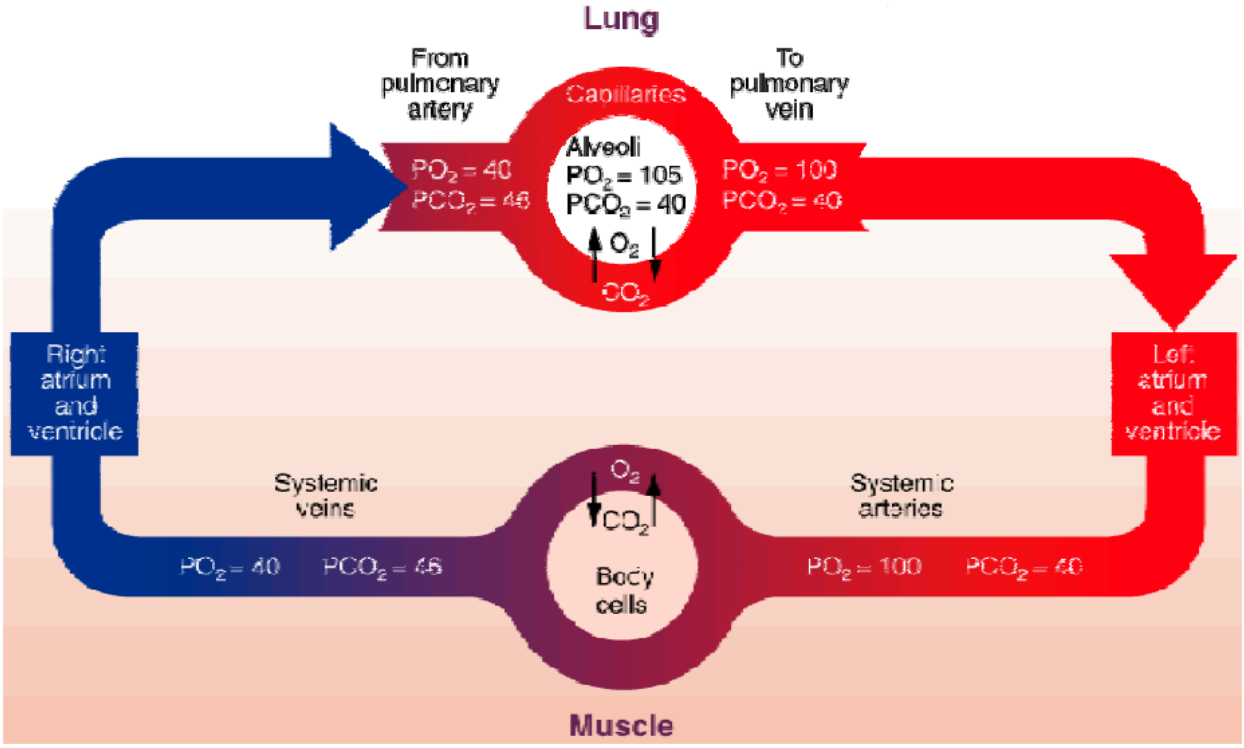
وكما هو معروف فإن الضغط الهواء الجوي يتركب من الضغط الجوي في مستوى في مستوي سطح البحر = 760 مم.

الضغط الجزيء للنيتروجين = 600.7 مم ونسبة في الهواء الجوي 79.04

الضغط الجزيء للأكسجين = 159.1 مم ونسبة في الهواء الجوي 20.93 مم

الضغط الجزيء لثاني أكسيد الكربون = 0.2 مم ونبة في الهواء الجوي 0.03 مم

وإذا ما حللنا ضغط الأكسجين وثاني أكسيد الكربون في الدم والرئة نجد أن نسبة ضغط الأكسجين في الدم الشرياني أعلى من نسبة في الدم الوريدي ونسبة ثاني أكسيد الكربون في الدم الوريدي أعلى من نسبه في الدم الشرياني . والفارق بين النسبتين هو ما يتم من تبادل الغازات بين الخلايا وبين الدم.



عملية تبادل الغازات والتغير في الضغط الجزيء للأكسجين وثاني أكسيد الكربون في الجسم

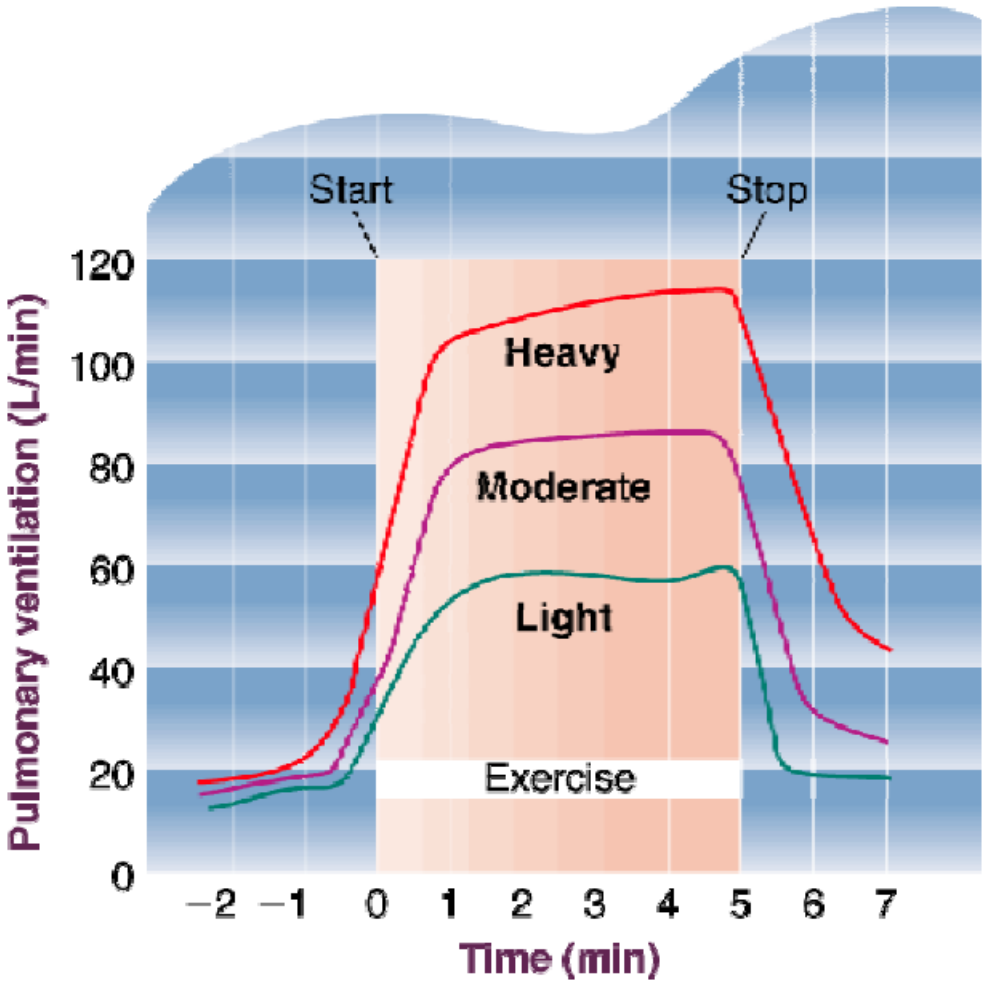
وخلاصة القول ، فإن الأكسجين ينتقل من الضغط العالي بالحويصلات إلى الضغط المنخفض في الدم ، وبعد تمام عملية تبادل الغازات يتم حمل الأكسجين عن طريق كرات الدم الحمراء إلى أنسجة الجسم المختلفة ، وفي الخلية يتم تبادل الغازات فتحصل الخلية على الأكسجين وتتخلص من ثاني أكسيد الكربون حيث يحمله الدم مرة أخري إلى القلب الذي يضخه إلى الرئتين لتتم تنقيته مرة أخرى.

التهوية الرئوية أثناء الراحة

التهوية الرئوية أثناء الراحة عملية متكررة نتيجة الشهيق والزفير ، وهي مختلفة من فرد لآخر وهذا الاختلاف ليس كبير ولكنه موجود ويرجع ذلك إلى حجم الجسم وعوامل فسيولوجية أخري والتهوية الرئوية حجم الهواء الداخل الى الرئة حوالي 200 سم3 وان عدد الدورات التنفسية في الدقيقة الواحدة = حوالي 16 دورة فتكون التهوية الرئوية في الدقيقة = 16*500= 8 ليترات في الدقيقة.

التهوية الرئوية أثناء التدريب:

التهوية الرئوية تزداد وتتحسن في غضون التمرينات وهذه الزيادة تزيد من كمية الهواء وعلى المستخدم ومن ثم تحسن من الأكسجين اللازم لعملية الأكسدة واطلاق الطاقة سبيل المثال : متوسط حجم الهواء في الدورة التنفسية الواحدة يزيد حوالي 800 سم3 وإن عدد الدورات التنفسية في الدقيقة الواحدة تزيد حوالي 30 دورة فتكون التهوية الرئوية في الدقيقة = 800*30 = 24 لترات في الدقيقة، ولقد رأى فوكس وماثيو ان التهوية الرئوية يمكن ان تصل الى اكثر من 180 لترا في الدقيقة لدى الرياضيين بينما في حالة الراحة تصل الى حوالي 8 لتر في الدقيقة، والشكل التالي يوضح زيادة التهوية الرئوية نتيجة زيادة شدة التدريب كما أن التهوية الئوية لا تقتصر زيادتها أو تحسينها أثناء التمرينات فقط بل تتغير قبل التمرينات وأثناء التمرينات وبعد التمرينات ، وهي تتناسب مع درجة الجهد والحمل الملقي على عاتق الفرد الرياضي.

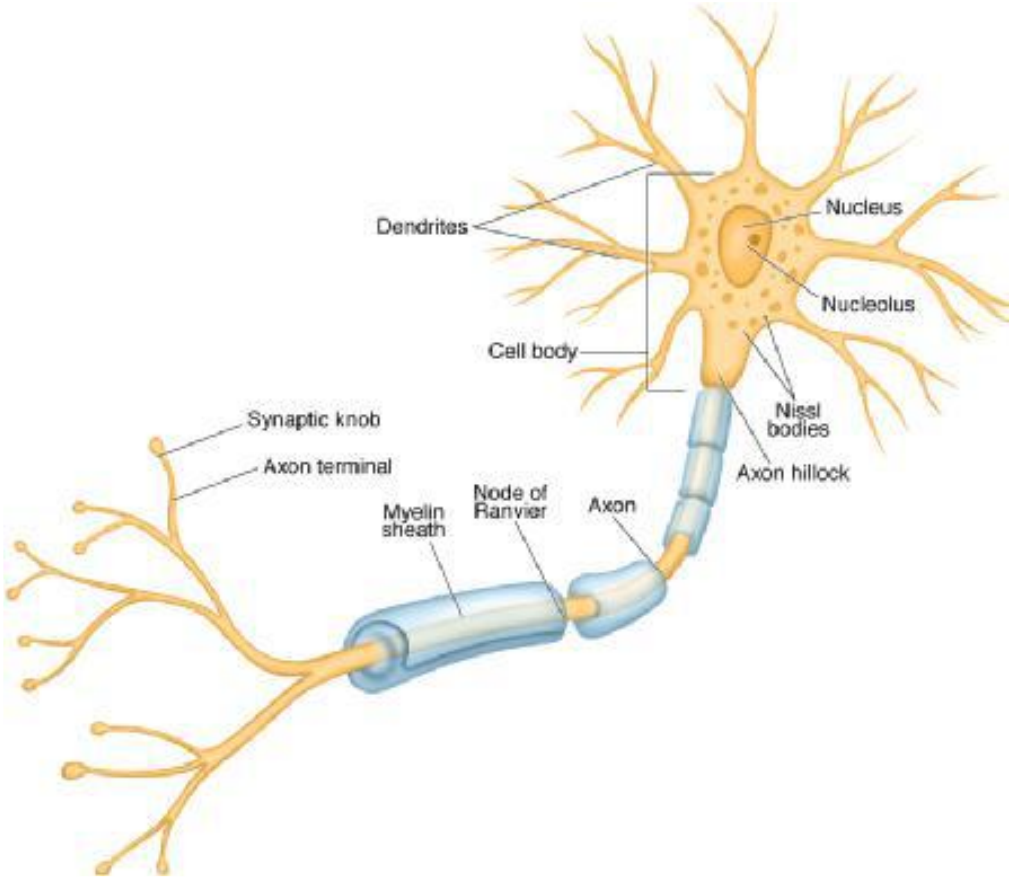


التهوية الرئوية أثناء التدريب

المحاضرة التاسعة: فيزيولوجيا الجهاز العصبي

مفهوم الجهاز العصبي:

الجهاز العصبي هو الجهاز الذي يتحكم في جميع أجهزة جسم الأنسان وحركاته وسكناته ، لضبط جميع العمليات الحيوية حتي تسير بدقة وانتظام ، سواء كانت هذه العمليات والحركات إرادية أو غير إرادية فإنها ترجع في تنظيمها وتكييفها إلى الجهاز العصبي في الإنسان. ووحدة بناء الجهاز العصبي هي الخلية العصبية ، وتختلف الخلايا العصبية في الشكل والحجم حسب الوظائف التي تؤديها ، وتتكون كل خلية عصبية من جسم الخلية في المخ أو النخاع الشوكي ، ويوجد عدد قليل منها في العقد العصبية والتي تقع خارج الجهاز العصبي ، أما فروع الخلية فهي تشمل المحور "الليفة العصبية" والزوائد "التفرعات الشجرية" ووظيفتها هي ربط المراكز العصبية بعضها ببعض كما تربط الجهاز العصبي بالأنسجة وبعض الخلايا العصبية لها امتداد واحد وبعضها الأخر له امتدادان أو أكثر ، وأحد هذه الامتدادات طويل يسمي المحور ، ويتكون من المحاور ما يسمي بالألياف العصبية ، وتتصل نهاية المحاور بالخلايا الخاصة بأعضاء الحس أو بالألياف العضلية.

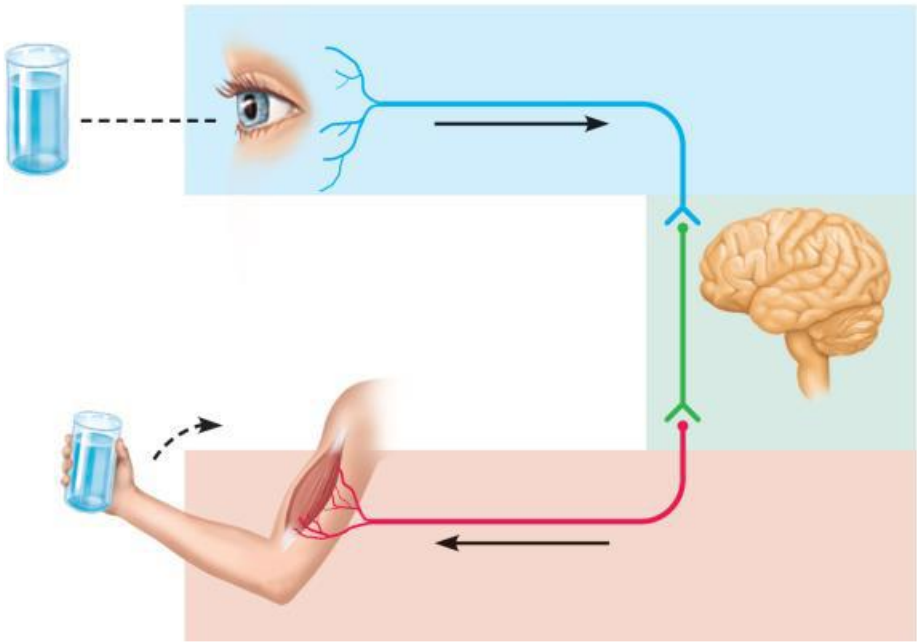


شكل يوضح الخلية العصبية

يتركب الجهاز العصبي من ملايين الخلايا العصبية: والتي تعتبر وحدات البناء والوظيفة لهذا الجهاز. وتتجمع هذه الخلايا مكونة نسيجاً متميزاً (ألياف) يسمى النسيج العصبي وتتحد هذه الأنسجة لتكون أعضاء الجهاز العصبي.

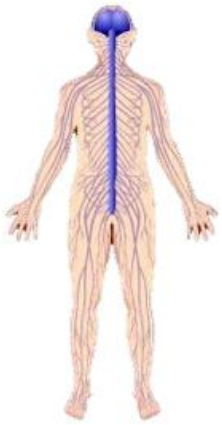
وظائف الجهاز العصبي:

1. توفير معلومات (مدخلات) حسية: وهي المعلومات التي تم جمعها من قبل المستقبلات الحسية حول التغيرات الداخلية والخارجية.
2. التكامل: وهو تحليل وتفسير المدخلات الحسية.
3. التحكم والاستجابة: وهو تفعيل أجهزة المستجيب (العضلات والغدد) لإنتاج استجابة معينة عبر السيالات الحركية.



ويتركب الجهاز العصبي في الإنسان من الأقسام التالي:

الجهاز العصبي المركزي:



الذي يتألف من الدماغ الموجود داخل الجمجمة وهي علبة الدماغ التي تحافظ عليه وتحميه، ومن النخاع الشوكي الموجود داخل قناة العمود الفقري.

المحاضرة العاشرة: مكونات الجهاز العصبي + تكيفات الجهاز العصبي للجهد البدني

مكونات الجهاز العصبي: يتكون الجهاز العصبي من:

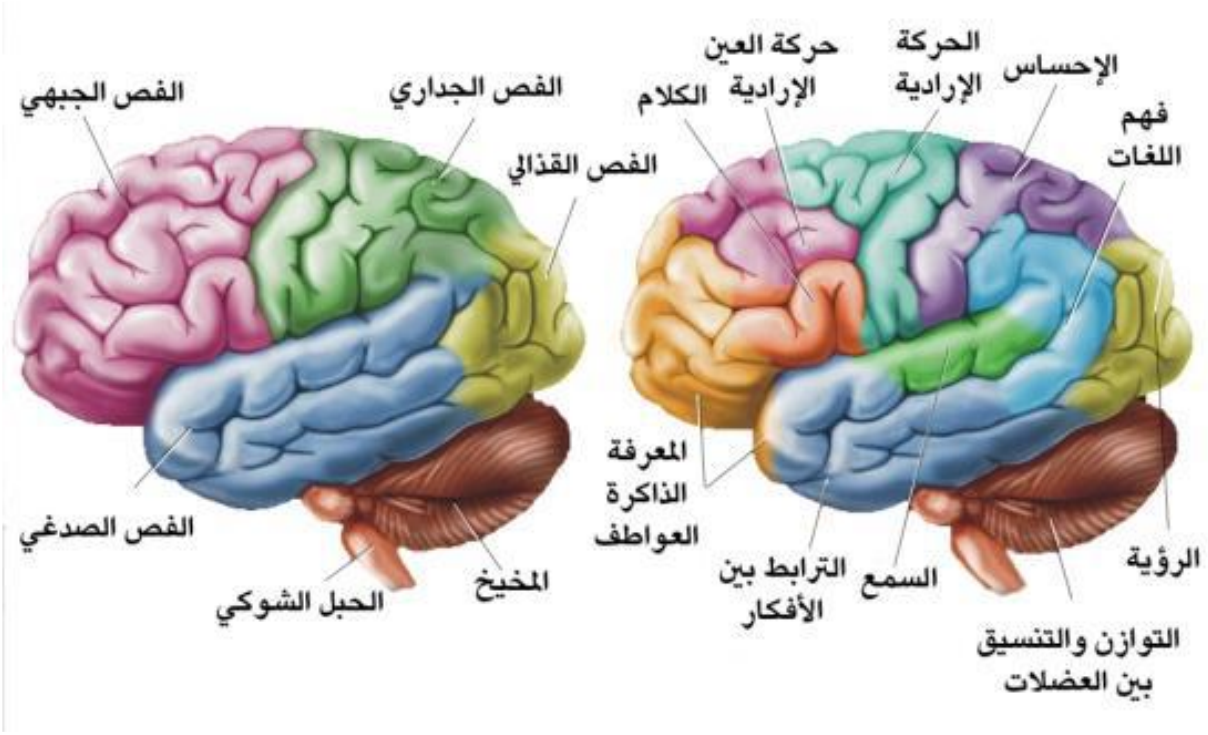
أولا: الدماغ والذي يتكون من المخ والنخاع المستطيل والمخيخ

1- المخ: هو أكبر أجزاء الجهاز العصبي المركزي وأعلاها، ويملأ تجويف الجمجمة الداخلية، وتحيط به أغشية ثلاثة لوقايته من المؤثرات الخارجية أو الاحتكاك.

٢ -**النخاع المستطيل:** وهو عبارة عن الجزء السفلي من المخ المؤخري ويتصل من أعلى بقناة فارول ، وهو عبارة عن امتداد للحبل الشوكي داخل تجويف الجمجمة ، ويختلف تركيبه عن باقي أجزاء المخ والمخيخ حيث توجد المادة الرمادية في الداخل والمادة البيضاء في الخارج ، وعند مرور الألياف العصبية البيضاء في المخيخ تتقاطع مع بعضها البعض في اتجاه مضاد بحيث لو حدثت إصابة في المنطقة اليمني من المخ فإن التأثير العصبي يكون في المنطقة اليسرى من الجسم ويحتوي النخاع المستطيل على مراكز عصبية مهمة تختص بتنظيم التنفس وضربات القلب وحركات المعدة والأمعاء وتنظيم إفراز العصير المعدي واللعاب وتوجد به مجموعة كبيرة من الخلايا المكونة للجهاز العصبي الذاتي أيضاً.

المخيخ: وهو الجزء الأكبر من المخ المؤخري، وهو يملأ معظم الجزء الأخير من تجويف قاعدة الجمجمة، ويتكون من فصيين ملتحمين في الوسط، ويحتوي سطح المخيخ على عدة تجعدات ليست عميقة، ويوجد في المخيخ أعصاب واردة من

القنوات الهلالية للأذن ومن العضلات والمفاصل " أربطة المفاصل " وتعتبر وظيفة المخيخ الرئيسية هي تنظيم حفظ توازن الجسم.



شكل يوضح أجزاء ووظائف الدماغ

ملاحظة:

المادة الرمادية والمادة البيضاء في المخ في المخ طبقتان مختلفتان من حيث اللون، وقد جري العرف على تسميتهما بالمنطقة الداكنة والمنطقة البيضاء.

المادة الرمادية : Grey matter

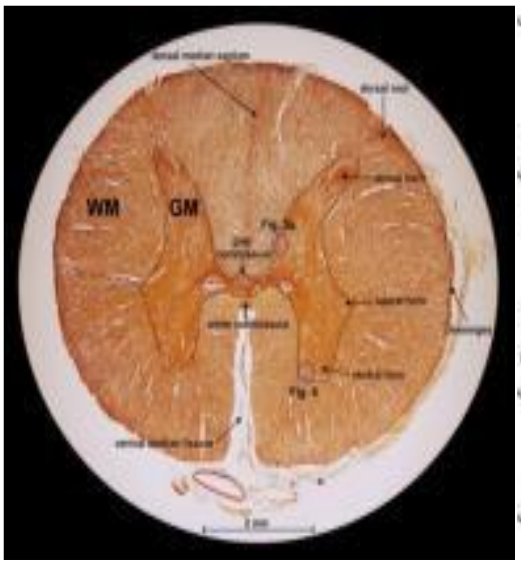
وهي عبارة عن الجزء الخارجي في المخ المقدمي والمخيخ، وهي رمادية لكثرة الخلايا العصبية بها ولكثرة تفريعات تلك الخلايا، كذلك يوجد بها نسيج ضام يربط بين تلك الخلايا والتفريعات.

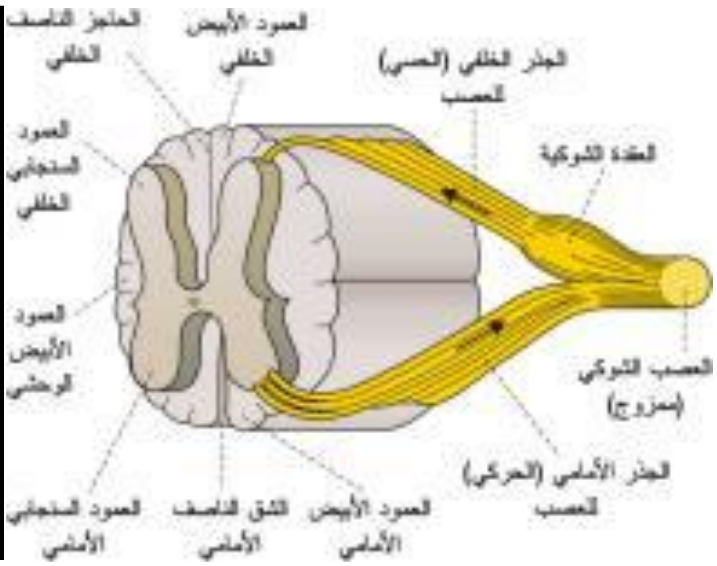
المادة البيضاء : White matter

وهي عبارة عن الجزء النخاعي في المخ المقدمي والمخيخ وهي بيضاء اللون لكثرة الألياف العصبية بها ، وبعض هذه الألياف العصبية ناقلة للإشارات من المخ إلى الأطراف أي إنها محركة وبعضها حساسة حيث تنقل الإحساسات من الأطراف إلى المراكز العصبية في المخ

ثانياً: النخاع الشوكي :Spinal cord

هو عبارة عن أسطوانة معقدة من الأعصاب تبدأ من جذع الدماغ ويمتد داخل فقرات العمود الفقري، هو جزء من الجهاز العصبي المركزي الذي يمتد داخل القناة الشوكية طوله نحو 45 سم، الحبل الشوكي مجوف من الداخل لوجود قناة ضيقة فيه تسمى القناة المركزية ويجري فيها السائل الدماغي الشوكي، يوجد في منتصف السطح الظهري للحبل الشوكي شق وسطي يقابله شق آخر في منتصف السطح البطني ويقسم هذان الشقان الحبل الشوكي إلى نصفين متماثلين تماما، يتركب نسيج الحبل الشوكي من طبقتين: الداخلية وهي المادة الرمادية وبها أجسام الخلايا العصبية والزوائد الشجرية، والطبقة الخارجية وهي المادة البيضاء وقوامها الألياف العصبية.





وظائف الحبل الشوكي:

- الناقل العصبي المشترك. يعتبر موصل لجميع الإشارات العصبية حيث تقوم المادة البيضاء ينقل الإشارات العصبية من الجهاز العصبي المحيطي إلى الجهاز العصبي المركزي والعكس.
- يعتبر المركز الرئيس للأفعال الانعكاسية. تقوم المادة الرمادية الموجودة بالحبل الشوكي بهذه الوظيفة وتوجد في الحبل الشوكي مراكز لمئات الأقواس الانعكاسية ويطلق على الأفعال الانعكاسية التي تنتج عن أقواس انعكاسية تقع مراكزها في الحبل الشوكي اسم انعكاسات الحبل الشوكي.

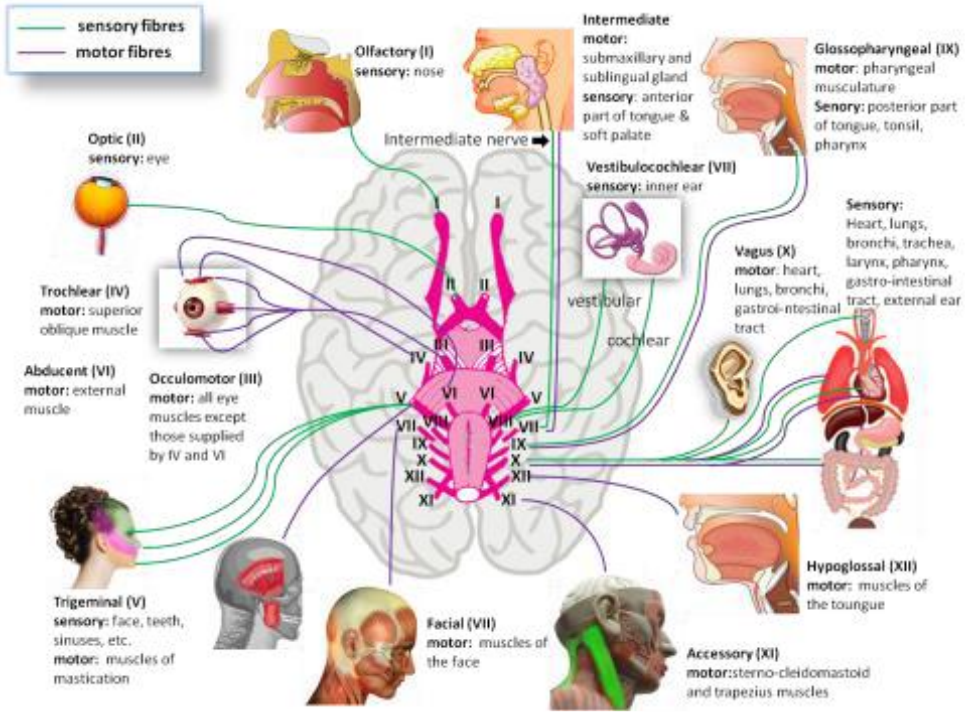
الجهاز العصبي المحيطي (الطرفي):

يشمل الجهاز العصبي المحيطي جميع الأعصاب المتفرعة من الحبل الشوكي والمنتشرة في الجسم بجميع اشكالها واحجامها ومهماتها، يمثل الجهاز العصبي

المحيطي 43 زوجا من الأعصاب (12 زوج من الأعصاب القحفية و31 زوج من الاعصاب الشوكية)

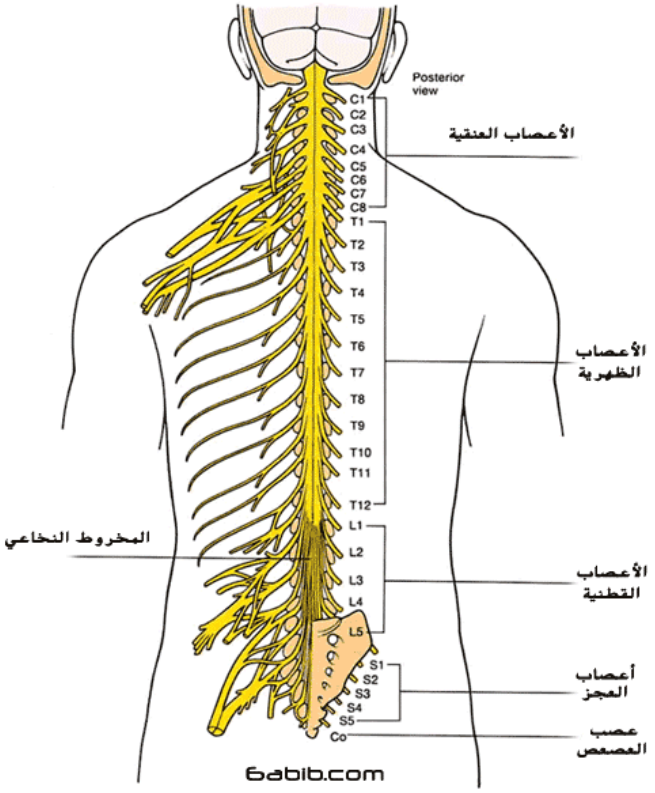
الأعصاب القحفية (المخية):

- هي الأعصاب التي تنبثق من أعلى الحبل الشوكي في منطقة الدماغ وتتضمن جذع الدماغ الأعصاب القحفية توفر اتصال مستمر بين المخ وأجزاء الجسم الواقعة تحت تأثيرها والتي تتركز في الرأس والرقبة والجذع.
- تحتوي على اعصاب حسية و حركية حيث تشمل الأعصاب الحسية الحواس المختلفة مثل الشم والسمع واللمس، والأعصاب الحركية ماله علاقة بحركة العضلات أو افراز الغدد
- تشمل الأعصاب القحفية العصب الشمّي والعصب البصري والعصب المحرّك للعين والعصب البكري والعصب ثلاثي التوائم والعصب المبعد والعصب الوجهي والعصب الدهليزي القوقعي والعصب البلعومي اللساني والعصب المبهم والعصب اللاحق(الإضافي) والعصب تحت اللسان.



شكل يوضح تأثير الاعصاب القحفية (المخية)

الأعصاب الشوكية: بالاضافة إلى 12 زوجا من الأعصاب القحفية، يوجد 31 زوجا من الاعصاب الشوكية متصلة بالحبل الشوكي.



يتم تصنيف الأعصاب الشوكية حسب المكان التي تخرج منه وهي كالتالي:

1. منطقة الرقبة: يخرج منها 8 أزواج.
2. منطقة الصدر (الظهر): يخرج منها 12 زوج.
3. منطقة القَطَن (ما تحت الصدر): يخرج منها في الجسم البشري 5 زوج.
4. منطقة العجُز (أسفل الظهر): يخرج منها 5 زوج.
5. منطقة العصعص: يخرج منها زوج واحد.

التدريب الرياضي والجهاز العصبي:

يعمل الأداء الانعكاسي على تحقيق الوقاية في الرياضة ، فهذا الأداء يقي الجسم قبل وقوع الإصابة ، وكذلك يوجه وظائف الأعضاء ، وعلى هذا فالأداء الانعكاسي له

قيمة كبيرة أثناء سير الحركة وبصفة خاصة بالنسبة للتوافق الحركي وخاصة للحركات المتعلمة حديثاً.

إن إثارة جزء معين من الجسم عن طريق الأداء الانعكاسي لا يضل محصوراً في نطاق هذا الجزء في البداية ، ولكنه يؤثر أيضاً على الأجزاء المحيطة وينتج عن ذلك أن التمرين أو الحركة التي تمارس لأول مرة تتم بطريقة غير اقتصادية حيث تحتاج إلى قوة عضلية كبيرة. وعلى هذا تكون الحركة الجديدة مجهدة جداً لمن يمارسها لأول مرة مثل ركوب الدراجة أو حركات الجمباز ، وذلك نتيجة لأدائها بكل أعضاء وحواس الفرد ، وحتي مهما كانت الحركة بسيطة مثل تنطيط الكرة في لعبة كرة السلة فإنها تؤدي إلى سرعة الشعور بالتعب ، وسبب ذلك هو حدوث حركات جانبية تمارس مع الحركة الأصلية ، وبعد فترة من التدريب على

هذه الحركات تأخذ الحركة شكلها الاقتصادي في الطاقة ويكون اللاعب أكثر أليه في أداء الحركات لما نجد من القدرة على أدراك الحركة ومثال ذلك عند تعلم حركة جديدة فنجد هذه الحركة في الفترة الأولى تكون صعبة الأداء وبعد تكرارها مرات عديدة تصبح ألية. فالتدريبات المنظمة المتطورة لها تأثير إيجابي في عمليات الإثارة والتثبيط على القشرة المخية ، ويظهر ذلك جلياً في الرياضيين حيث لديهم قوة عصبية كبيرة وزيادة في الإثارة.

تكيفات الجهاز العصبي للجهد البدني:

-التدريب الرياضي يقلل من الإثارة الزائدة في الجهاز العصبي.

-الرياضيون المدربون جيداً أكثر قدرة على زيادة مستوي الأداء خلال زمن قصير نسبياً أو التحول إلى نوع أخر من النشاط ، وتكون حركاتهم أكثر دقة واتقان.

-النشاط العصبي للعداء المسافات القصيرة يختلف عن عداء المسافات الطويلة.

-فعداء المسافات القصيرة يتميز بقابلية زائدة للاستثارة.

-وعداء المسافات الطويلة يتميز بقابلية بسيطة للاستثارة.

-في الرياضيين يمكننا ملاحظة زيادة في النشاط الباراسمبثاوي في حالة الراحة.

-كما نلاحظ أيضاً زيادة في النشاط السمبثاوي عن الأشخاص العاديين.

-ونتيجة لذلك فإن نشاط الجهاز العصبي سوف يزداد في حالة الراحة وحالة العمل، وبناء عليه فإن سعة وظيفية وراحة وظيفية تحدث للأعضاء وأجهزة الجسم، ويلاحظ ذلك في القلب الرياضي حيث يسوده الهدوء والبطء في ضرباته أثناء الراحة

المحاضرة الحادية عشر: الجهاز العظمي الهيكلي

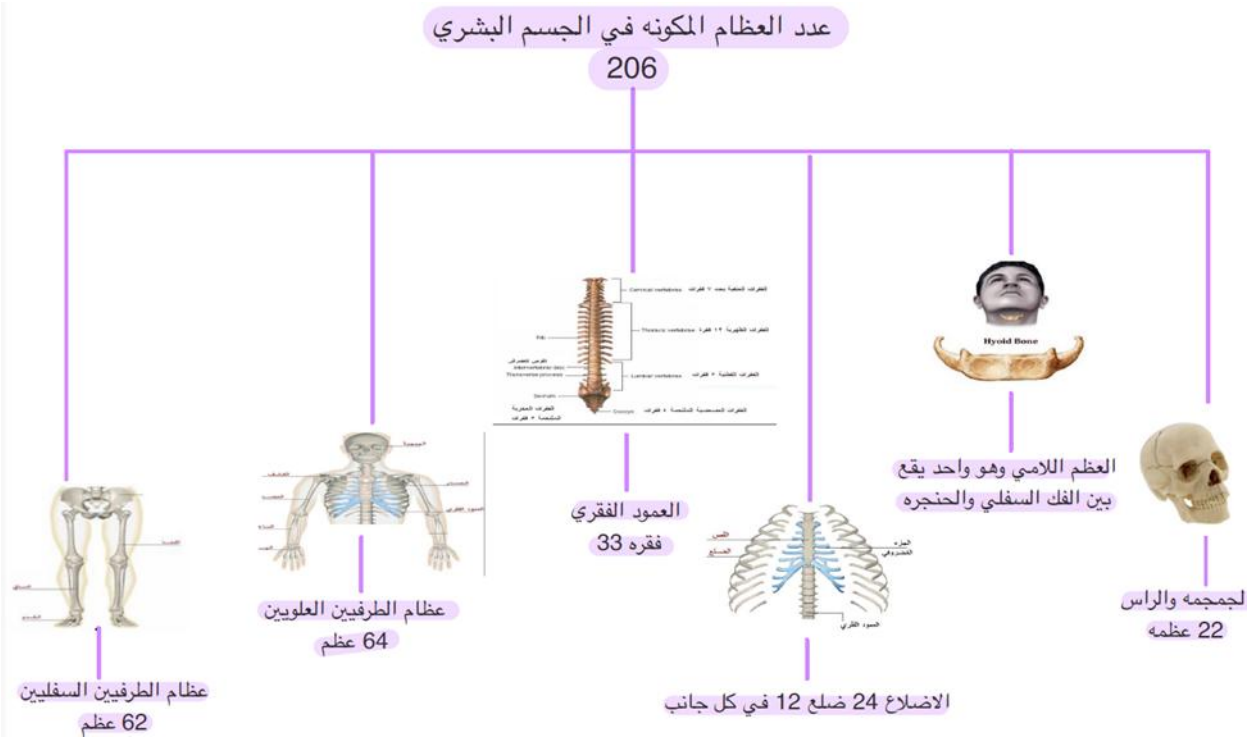
الهيكل العظمي:

يتكون الجهاز العظمي من جملة من العظام تشترك مع عدة غضاريف في تكوين الهيكل العظمي للجسم

يبلغ عدد العظام المكونة للجسم البشري 206 عظمة تختلف في أطوالها واشكالها تنشأ العظام قبل ولادة الجنين بزمن طويل على هيئة غضاريف أو أغشية يترسب عليها أملاح الكالسيوم فتصبح نسيجا عظميا صلب

وفيما يلي قائمة بعدد العظام

- 28عظمة موجودة في الجمجمة
- 1 العظم اللامي
- 51 عظمة موجودة في العمود الفقري الأضلاع والقص
- 64 عظمة موجودة في الذراعان واليدان
- 62 عظمة تتواجد في الساقان والقدمان



وظائف العظام:

- دعامة للجسم
- العمل كروافع لتسهيل أداء الحركات
- حماية أجزاء هامة من الجسم كالمخ والقلب والرئتين
- تكوين كرات الدم من نخاع العظام
- أعطاء الجسم شكله العام

-تختزن العظام كمية كبيرة من الكالسيوم اللازم لمعظم العمليات البيولوجية فى جسم الإنسان

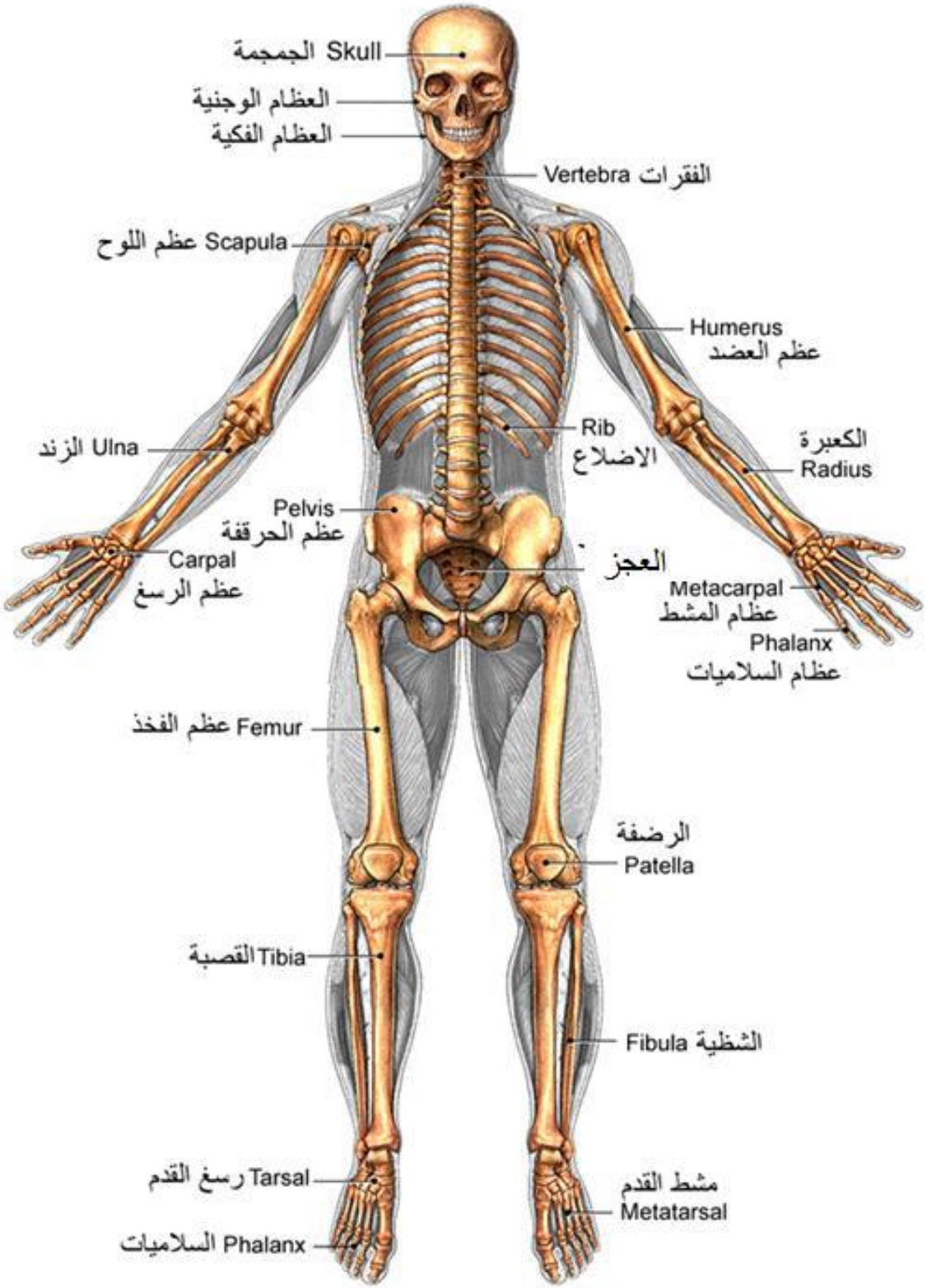
أنواع العظام

عظام طويلة وهى التي تحتوى على ساق ونهايتين مثل عظمة العضد وعظمة الفخذ

-

- عظام قصيرة أو صغيرة مثل عظام رسغ اليد والقدم
- عظام مفلطحة مثل لوح الكتف
- عظام غير منتظمة وهى التي ليس لها شكل محدد مثل عظام الفقرات والحوض
- عظام هوائية والتي تحتوى على فراغات هوائية بداخلها مثل عظام الجيوب الأنفية

العظام السمسمية: عظام صغيرة تشبه بذور السمسم تقع بالقرب من الأربطة والمفاصل كما في عظام الرضفة في الركبة


Skull الجمجمة
العظام الوجنية
العظام الفكية
Vertebra الفقرات
Scapula عظم اللوح
Humerus
عظم العضد
Rib
الاضلاع
الكعبرة
Radius
Ulna الزند
Pelvis
عظم الحرقفة
العجز
Carpal
عظم الرسغ
Metacarpal
عظام المشط
Phalanx
عظام السلاميات
Femur عظم الفخذ
الرضفة
Patella
Tibia القصبة
Fibula الشظية
Tarsal رسغ القدم
مشط القدم
Metatarsal
Phalanx السلاميات

المحاضرة الثانية عشر: الطاقة في جسم الانسان

تعريف الطاقة: هي القابلية لإنجاز الشغل.

الشغل: هو القوة المستعملة لمسافة معينة.

أشكال الطاقة

الطاقة الكهربائية

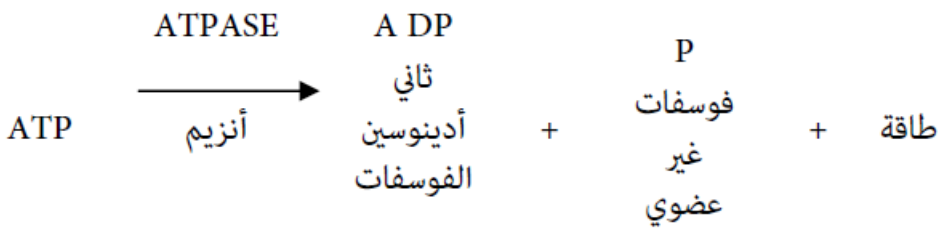
الكيماوية

الميكانيكية

الحرارية

وقد تتحول هذه الطاقة من شكل لآخر والطاقة لا تستحدث ولا تبنى وقد تكون مخزونة في الجسم أو طاقة حرارية.

أما بالنسبة للطاقة التي تستخدمها العضلات في أداء عملها العضلي هي الطاقة الكيميائية أي أن الطاقة مخزونة في جزيئات يمكن أن تتحول أي طاقة حركية داخل الخلية العضلية والجزيئات الكيميائية التي تستخدمها الخلايا العضلية تدعى بثلاثي فوسفات الأدينوسين ATP يتكون من ثلاثة مجاميع فوسفاتية وعند انفصال جزئي واحد بواسطة أنزيم معين في الخلية تتحول كما في المعادلة التالية:



وهذه الطاقة تقدر بحدود (7.6) سعره / مول ATP

تعتبر الشمس هي المصدر الأساسي للطاقة حيثُ تُشع الطاقة إلى الكرة الأرضية، فعندما تصل أشعة الشمس إلى النباتات يقوم النبات بتحويلها وتخزينها في شكل طاقة كيميائية عن طريق عملية البناء الضوئي. ونحن بدورنا (الإنسان) عندما نتغذى على هذه النباتات أو على الحيوانات التي تتغذي على هذه النباتات فنحن نختزن هذه الطاقة داخل أجسادنا لاستخدامها فيما بعد.

وتُخزن الطاقة في النباتات في صورة كربوهيدرات ، دهون ، وبروتينات ، ونحن أيضاً نخزن الطاقة في أجسادنا بتحويل هذه الطاقة الكيميائية إلى طاقة كهربية عن طريق الشحنات العصبية ثم إلى طاقة حركية تساعد على عملية الانقباض العضلي.

الانقباض العضلي يتحقق عن طريق انطلاق الطاقة المختزنة من المركبات الكيميائية داخل جسم الإنسان ، وبالتالي فإن الطاقة تمد الجسم بالقوة اللازمة لأداء المجهود البدني ، وبدون الطاقة لا يمكن للعضلات أن تنقبض.

وسوف نستعرض العمليات الفسيولوجية التي تُطلق الطاقة اللازمة لانقباض العضلات ، وتسمي هذه العمليات المنتجة للطاقة في مجملها بعمليات الأيض أو

التمثيل الغذائي. ونجد أن المعلومات المتوفرة عن عملية تمثيل الطاقة خلال العقدين الماضيين قد ساهم في تحسين طرق التدريب حيث انه من المهم بالنسبة للطلاب الدارسين لمناهج التربية البدنية وعلوم الحركة أن يتفهموا عمليات التمثيل الغذائي وإنتاج الطاقة . ويبدأ هذا الفصل بأشكال تخزين الطاقة ووصف ومناقشة العمليات الفسيولوجية التي تمكن العضلات من الانقباض.

أشكال تخزين الطاقة في الجسم

تخزن الطاقة في جسم الإنسان على شكل بعض المواد الكيمائية كالتالي:

- ATP.أدينوزين ثلاثى الفوسفات
- PC.فوسفات الكرياتين
- الكربوهيدرات
- الدهون
- البروتينات

أدينوزين ثلاثي الفوسفات :Adenosine Triphosphate ATP

ATP هو المصدر الأول والمتجدد دائما للطاقة في الجسم وتستخدم العضلات يعتبر ال

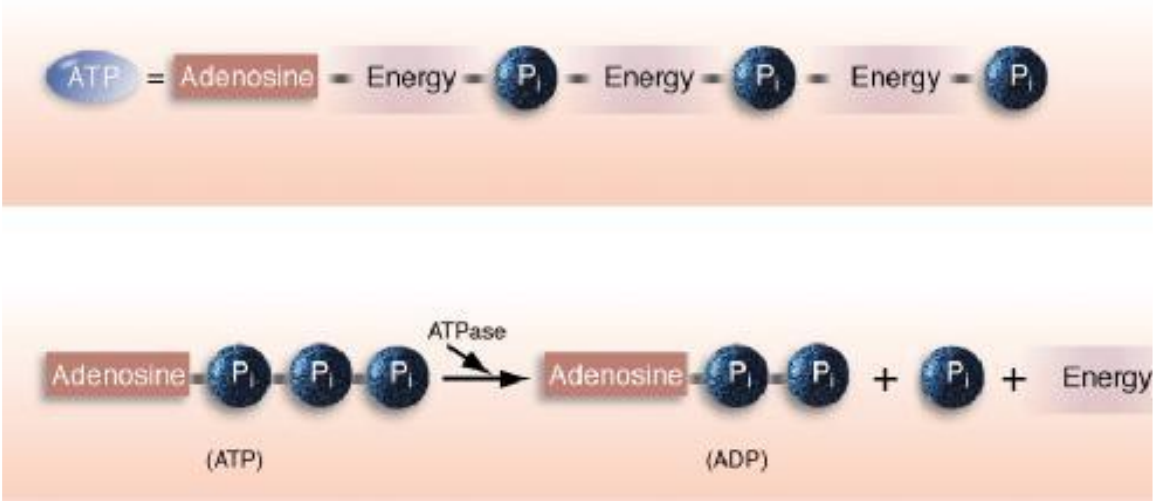
هذا المصدر فى الانقباض ، وتساعد كل المواد الكيمائية الأخرى وهى فوسفات الكرياتين

الكربوهيدرات ، الدهون ، والبروتينات فى اعادة تركيب هذا المركب والذي يتكون من ، جزئ واحد من البروتين وثلاث جزيئات من الفوسفات . وهذا الترتيب لإطلاق الأدينوسين ثلاثي الفوسفات. يعكس معدلاتهم

PC

والتركيب الكيميائي لهذا المركب هو :

ادينوزين ثلاثي الفوسفات = ادينوزين + فوسفات +فوسفات + فوسفات + طاقة



عند وصول المثير العصبي لأنسجة العضلة فأنها تنقبض وذلك نتيجة اتحاد اللويفات العضلية(الميوسين والأكتين) . وباتحاد العنصرين ينشط أنزيم الأكوميوسين وينتج عن ذلك انفصال إحدى روابط الفوسفات عن جزئ ال ATP مما يؤدى إلى أطلاق طاقة كيميائية تتحول جزئيا إلى طاقة ميكانيكية (حركية) تستخدمها ألياف العضلات.

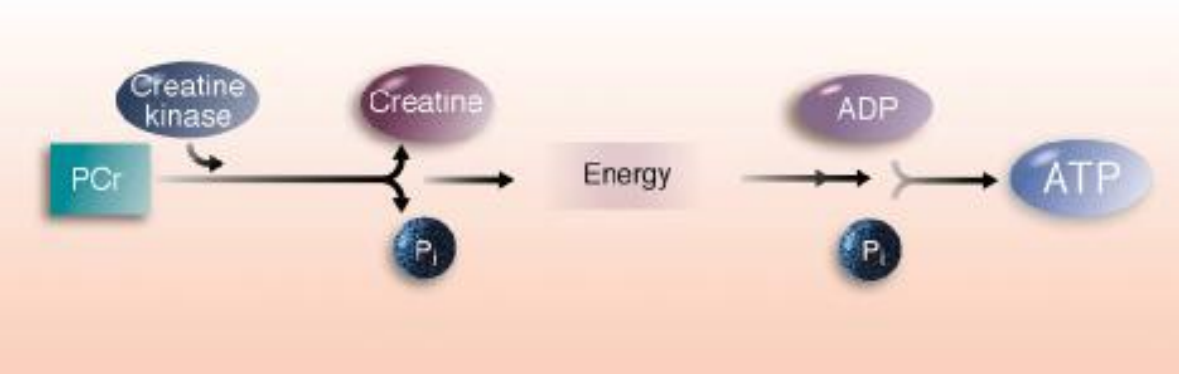
وتنقبض العضلة عند القيام بأي عمل ويكون المركب الناتج من الانقباض هو ادينوزين ثنائي الفوسفات ADP حيث يحتوى على جزيئين من الفوسفات

فوسفات الكرياتين: Creatine Phosphate CP

يعتبر هذا المركب الكيميائي من أسرع مصادر الطاقة اللازمة لاستعادة مركب ال ATP وهو مكون من جزئ واحد من الكرياتين وجزئ أخر من الفوسفات . ويرتبطان معا عن طريق الطاقة

التركيب الكيميائي لفوسفات الكرياتين هو : فوسفات الكرياتين = كرياتين + فوسفات + طاقة

ويعتبر مقدار ما يمكن تخزينه في العضلات من مركب ال CP صغية جدا ويكفي لانقباض العضلات لمدة تتراوح بين 10 ثواني الى 15 ثانية فقط من بذل الجهد الكلي.

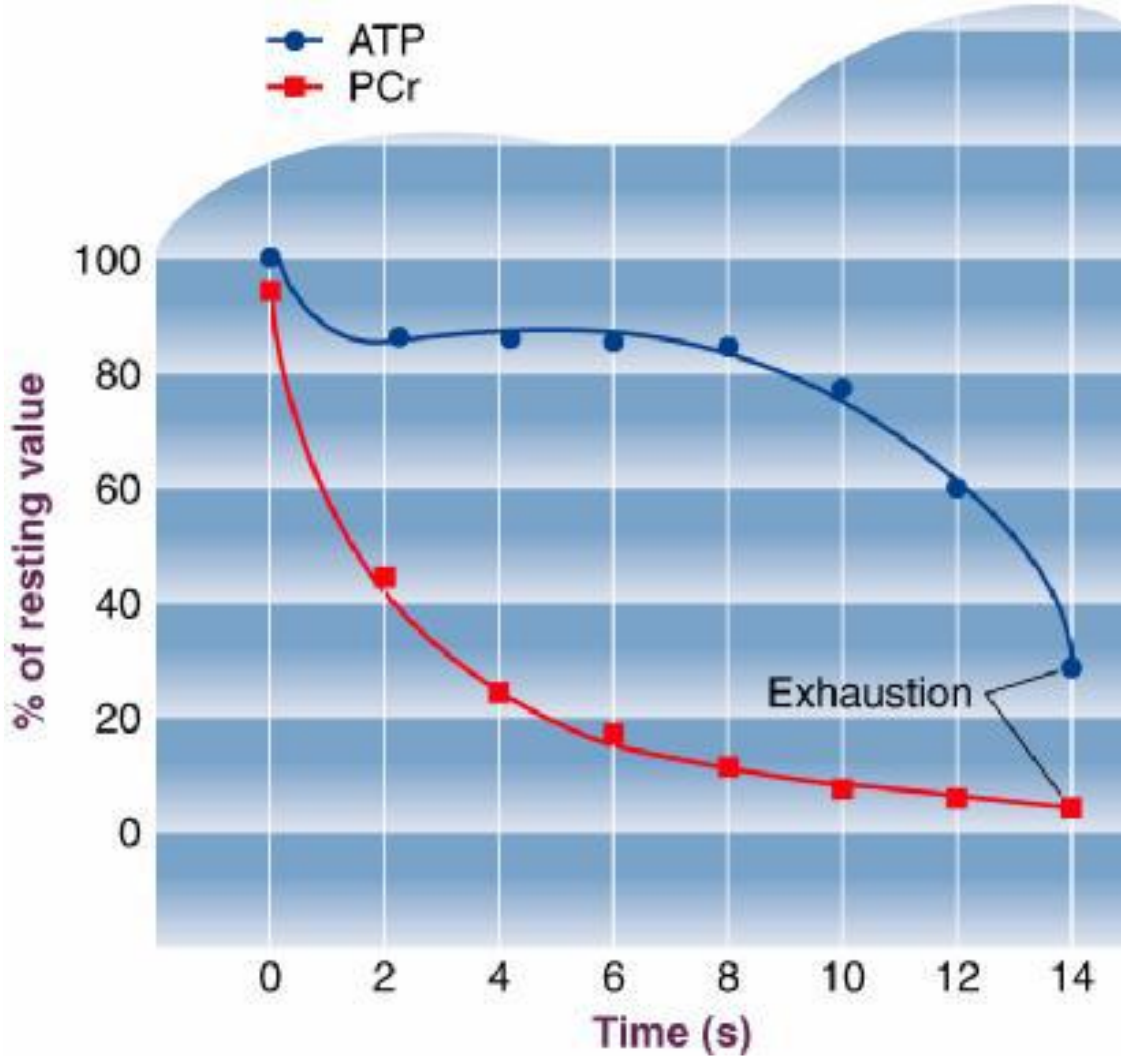


ويستنفذ هذا المصدر على مرحلتين فيستهلك بسرعة بعد 5 الى 6 ثواني من المجهود ثم ببطئ خلال السباق، وعند الزيادة القصوى في السرعة أكثر من 5 الى 6 ثواني سوف تستنفذ نسبة ال CP المخزونة تماما في خلال 10 الى 15 ثانية.

ويتم إحلال الATP سريعا من تفكك ال بحيث لا يقل معدل او قوة انقباض العضلات . ويتم الإحلال كالتالي تنحل الرابطة التي تربط الكرياتين والفوسفات فينطلق الفوسفات مصحوباً بالطاقة ، وتتحد الطاقة من جديد مع مركب الADP فيتكون جزيء الATP ، وبعد مرور 10 الى 15 ثانية تستنفذ نسبة الCP الموجودة في العضلة ويبدأ الاتجاه في تعويض ال ATP عن طريق عملية التمثيل اللاهوائي.

ولا تستطيع العضلة استخدامه كمصدر لاستعادة ال ATP بشكل مستمر ولكن تحصل العضلة على الطاقة من مصادر أخرى مثل الكربوهيدرات والدهون والبروتينات.

نسبة استهلاك ATP و CP أثناء التدريب:



الكربوهيدرات: Carbohydrates

يتكون الطعام من مواد سكرية ونشوية بسيطة تمد الجسم بالطاقة اللازمة لتعويض ال ATP وتحتوى الأطعمة على مواد سكرية ونشوية بسيطة ومركبة تتحول الى جلوكوز خلال عملية الهضم وتدخل مجرى الدم حيث تنتقل الى جميع خلايا الجسم. منذ لحظة وصول المثير العصبي لأنسجة العضلة تبدأ مرحلة أخرى من التمثيل الغذائي

وتنقسم الى إحدى عشر خطوة وذلك بتحليل الجليكوجين المخزون بالعضلات لانتاج الطاقة وتحدث هذه العملية بسرعة هائلة وتنطلق الطاقة اللازمة لاحلال مادة ال ATP مما يساعد على استعادتها قبل أن تستنفذ نسبة الCP المخزونة في العضلة.

نشا العضلات: Muscle Glycogen

يختزن الجلوكوز في العضلات على هيئة جليكوجين والذي يتكون من سلسلة من جزيئات الجلوكوز . وعندما يبدأ التدريب فأن الجليكوجين المخزون فى العضلات يتفكك مرة أخرى إلى جلوكوز والذي يستخدم فى خلال سلسلة من التفاعلات البسيطة والمركبة تسمى (تحلل الجلوكوز) لإطلاق الطاقة اللازمة لاستعادة ال ATP ولاستعادة الجليكوجين أكثر من مرة أثناء هذه التفاعلات . يتم الحصول على الطاقة بشكل سريع من جليكوجين العضلات عنه من صور المواد الكربوهيدراتية الأخرى . وبالتالى فإن جليكوجين العضلات هو المصدر الأول لإطلاق الطاقة اللازمة لتعويض مركب ال ATP بعد مركب ال CP كرياتين الفوسفات.

نشا الكبد وجلوكوز الدم Liver Glycogen and Blood Glucose

الكبد والدم يحتويان على نسبة من الجلوكوز الذي يمكن تحويله وحمله الى العضلات عند الحاجة للطاقة ويعرف جلوكوز الدم غالبا باسم سكر الدم وهو الجلوكوز الذى يخرج عن طريق الامتصاص من الجهاز الهضمي الى الدم بعد عملية هضم الطعام وفى أوقات الراحة يتجه الجلوكوز الى الكبد أو العضلات حيث يخزن على هيئه جليكوجين، وعندما يبدأ الرياضيين تدريباتهم فأن الجلوكوز الموجود فى تيار الدم

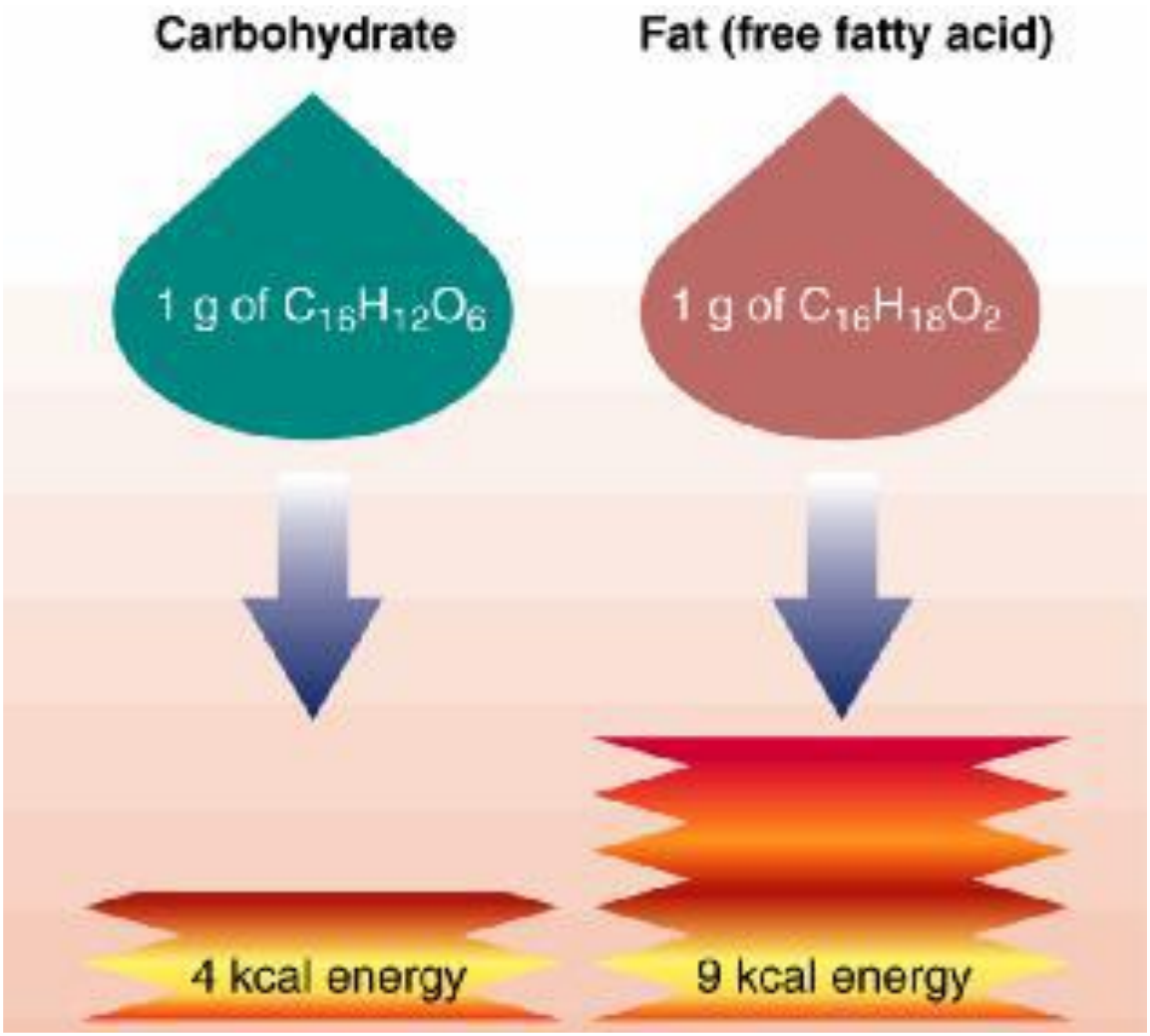
يتجه مباشرة الى خلايا العضلات ويدخل العملية الأيضية (عملية التمثيل) لإمداد العضلات بالطاقة الازمة لتعويض مركب الأدينوسين ثلاثي الفوسفات ويخزن فى صورة جليكوجين . وفى أثناء المجهود مرة أخرى يتحلل جليكوجين الكبد الى جلوكوز بسيط يدخل الدم قبل أن ينتقل للعضلات لانتاج الطاقة.

وهناك وظيفة أخرى لجليكوجين الكبد وهو الحفاظ على نسبة جلوكوز الدم اللازمة للمخ

والأنسجة العصبية الأخرى . حيث تستخدم خلايا المخ كغيرها من الخلايا الموجودة فى الجسم الى الطاقة ولكنها على عكس تلك الخلايا الأخرى فأنها لا تستطيع تخزين الجلوكوز فى صورة جليكوجين وبالتالي فهي تحتاج إلى مصدر دائم تستمد منه الطاقة عن طريق الدورة الدموية . وعلى الرغم من ذلك فأن كلاً من جلوكوز الدم وجليكوجين الكبد لا يلعبان أي دور في إمداد الجسم بالطاقة في أثناء المسابقات القصيرة . عند استخدام السرعة العالية المطلوبة في المسابقات القصيرة والتي تتطلب معدلات سريعة جدا لإنتاج الطاقة فأن العضلات تعتمد مباشرة وكليا على الجليكوجين المختزن فى العضلات لتعويض ال ATP المفقود أثناء المجهود.

ويستخدم جليكوجين الكبد أثناء الراحة في البرنامج التدريبي وبين الوحدات التدريبية التى تركز على عنصر التحمل الخاص ، وسبب ذلك هو أن عملية تحويل جليكوجين الكبد الى جلوكوز الدم ونقله الى العضلات تتم ببطء شديد.

ولا يمكن إغفال أهمية جليكوجين الكبد وجلوكوز الدم فى تعويض نسبة الجليكوجين المستنفذة فى العضلات وذلك أثناء فترات استعادة الشفاء بين التدريبات المختلفة الشدة وبين الوحدات التدريبية المتكررة



الدهونFats

تقوم الأنسجة الدهنية بإمداد الرياضيين بحوالي نصف الأحماض الدهنية المستخدمة أثناء التمرين والنصف الأخر مصدره الدهون المختزنة فى الخلايا العضلية.

يجدر الاشارة الى أن استخدام هذه المصادر يكون أثناء تكرار الوحدات التدريبية فى خلال الأسابيع والشهور أثناء البرنامج التدريبي . نظراً لأن انطلاق الطاقة من مصادر الدهون تتم بصورة بطيئة ، فنجد أن الألياف العضلية البطيئة (الحمراء) تكون مناسبة أكثر بالنسبة لتمثيل الدهون حيث يتوافر بها عدد أكبر من الميتوكوندريا وكميات كبيرة من الدم مما يساعد على تمثيل الدهون وإنتاج الطاقة . أما الألياف العضلية السريعة (البيضاء) فتقدر بعشر قدرة الألياف الحمراء على تمثيل الدهون، وبالتالي فإن رياضيين المسافات الطويلة غالبا ما ينعمون بنسبة عالية من الألياف بطيئة الانقباض ، ويحرقون كميات أكبر من الدهون وكميات أقل من جليكوجين العضلات من أجل الحصول على الطاقة أثناء التمرينات ، مما يجعلهم لا يستنفذون جليكوجين العضلات بصورة سريعة ، وهذا ما يجعلهم يتحملون التدريبات أكثر من أقرانهم الرياضيين . يتم تمثيل الجليكوجين هوائيا بتحويل حمض البيروفيك وأيونات الهيدروجين إلى ثاني أكسيد كربون وماء ولا يتكون حامض اللاكتيك ، وبالتالي تقل نسبة الحموضة في الدم ويتم التمثيل الهوائي فى مرحلتين هما دورة كربس & وسلسلة نقل الإلكترون.

البروتينات:

تعتبر البروتينات هى العنصر الأساسى لبناء العضلات وتمثل أيضا إحدى أهم المنظمات الحيوية في الجسم ، وذلك لما لها من دوراً فى تحقيق التوازن بين قلوية وحمضية سوائل الجسم أثناء التدريب وهو ما يطلق عليه " توازن القاعدة الحمضية " بالإضافة الى وظائف البروتينات يمكن أيضا أن تساهم بكمية قليلة لاعادة بناء ال ATP أثناء التدريب وبالرغم من ذلك فإن انطلاق الطاقة من البروتينات تتم بصورة بطيئة مثلها مثل الدهون . وتمثيل البروتينات الذي هو أيضا وسيلة لتعويض ال ATPواقلها اقتصادية.

المحاضرة الثالثة عشر: التدريب في المرتفعات

كما هو علوم ان الضغط البارومتري (الجوي) يقل كلما تم الارتفاع مستوى سطح البحر ولذلك فان الضغط الجوي ينخفض في حالة الصعود عن إلى المرتفعات وقد يصل إلى حد أن يصبح التنفس ضيقا حرجا وذلك بسبب انخفاض الضغط الجزئي للأوكسجين وعلى الرغم من ثبات نسبة الأوكسجين وهي 21.22 بالمئة وهي نفس النسبة الموجودة عند مستوى سطح البحر فإن ما يحدث هو قلة جزيئات الأوكسجين الداخلة إلى الرئتين بسبب قلة ال PO2 وتسمى هذه الحالة هايبوكسيا وهي كلمة يونانية تعني أقل من الكمية المعتادة من الأوكسجين، وعندما يكون هناك جهد بدني مصاحب للارتفاعات العالية فإن العبء سيكون كبيرا على الرياضي لغرض توفير كميات الأوكسجين اللازمة للجهد البدني إذ إن نقص O2 في الدم الشرياني يعتمد على شدة العمل الذي يؤديه الفرد وكذلك اللياقة البدنية والارتفاع العالي الذي يمكن أن يوجد فيه الفرد فضلا عن الحاجة الإضافية منه لسد النقص الحاصل في PO2

الاستجابات الوظيفية التي ترافق الجهد البدني في الارتفاعات العالية:

تبدأ الاستجابات الوظيفية بالحدوث بعد 700 متر (2333 قدم) من الارتفاع عن مستوى سطح البحر وبارتفاع اكثر من 1500 متر يبدأ الانحدار الخطي في VO2max بالظهور ويمكن أن نوجز هذه الاستجابات بما يأتي:

1. زيادة عدد ضربات القلب Hr والناتج القلبي Co وهذه الزيادة تأتي من النشاط السمبثاوي الناتج عن عملية افراز النورابنفرين (Norepinephrine).

2. انخفاض أو ثبات حجم الضربة القلبية (S.V) Stroke Volume.
3. ارتفاع ضغط الدم الشرياني الناتج عن زيادة المقاومة المحيطية الشريانية Peripheral resistance.
4. زيادة التهوية الرئوية والتي تنتج من زيادة حجم وعدد مرات التنفس كانعكاسات معروفة لحالة الهايبوكسيا نتيجة انخفاض PO2 كما يحدث في الوقت نفسه انخفاض فيPCO2 وتركيز أيون الهيدروجين +H في الدم.
5. انخفاض الاستهلاك الأوكسيجيني الأقصىVO2ma .
6. زيادة أيض الدهون والكاربوهيدرات العضلي والكبدي (التحلل الكلايكولي).
7. زيادة افراز الكاتيكولامين Catecholamine.

ولغرض تعويض النقص الحاصل في يجب على الرياضيين الذين يتنفسون في المناطق المرتفعة البقاء ولمدد مختلفة تختلف باختلاف الارتفاعات وعليه يمكن القول أنه كلما زاد الارتفاع زادت مدة التأقلم فعلى سبيل المثال وكما أوردت المصادر العلمية أن مدة 7 الى 10 أيام كافية للتأقلم على ارتفاع (12000 قدم) و 21 الى 25 يوم كافية للتأقلم على ارتفاع (15000) قدم وترافق عملية التأقلم عدد من التغيرات الوظيفية وهي:

زيادة التهوية الرئوية، إذ تزداد عدد لترات التهوية في الأيام الأولى للتأقلم بعدها يحصل ثبات للتهوية مما يوفر زيادة في يتشبع الهيموغلوبين (HB) بالأوكسيجين كما تساعد التهوية ألأكبر على اخراج أكبر كمية من ثنائي أكسيد الكربون.

زيادة عدد كريات الدم الحمراء وتركيز (HB).

زيادة سرعة التخلص من البيكاربونات HCO3 وهذا العمال يساهم في توازن درجة حامضية الدم PH.

زيادة التهوية الرئوية، إذ تزداد عدد لترات التهوية في الأيام الأولى للتأقلم بعدها يحصل ثبات للتهوية مما يوفر زيادة في تشبع الهيموغلوبين (HB) بالأوكسجين كما تساعد التهوية ألأكبر على اخراج أكبر كمية من ثنائي أوكسيد الكاربون CO2.

المحاضرة الرابعة عشر: التعب واستعادة الاستشفاء

التعب واستعادة الاستشفاء:

إذا ما نظرنا للحياة في جميع مظاهرها فإننا نجدها عبارة عن تبادل مستمر بين النشاط والسكون – العمل والراحة – والأمثلة على ذلك ليست بالبعيدة ، فالعمل المستمر للقلب هو في الحقيقة مثلاً صادقاً ونظاماً مدهشاً لحسابات العمل العضلي (الانقباض) والسكون والراحة(الانبساط) . فيعمل القلب دون توقف طوال حياة

الأنسان سواء كان الفرد يعمل أو كان في حالة سكون (شكلي) – نائماً أو في حالة يقظة ، حيث ينقبض خلال اليوم ما يقارب مائة ألف مرة وفي العام ما يقرب 40 مليون مرة وبالنسبة للفرد الذي يعيش 70 عاما فان القلب سوف ينقبض ما يقارب 2 مليار مرة.

هذه الصورة من العمل المستمر للقلب من الصعب تصورها إلا من خلال القدرة الإلهية التي أعطت الأساس الدقيق للنشاط الحيوي للقلب اذ وهبته نظاماً اقتصادياً فريداً ودقيقاً كجهاز حيوي رئيسي ضروري لحياة الأنسان . فاذا مانظرنا بتمعن لبعض هذه الأرقام الخاصة بعمل القلب ، فاننا نلاحظ انه ينبض ما يعادل من 60 الى 70 نبضة في الدقيقة (بالنسبة للشخص البالغ العادي) حيث يتم الانقباض خلال فترة زمنية تعادل 0.3 من الثانية تقريبا ثم يتبع ذلك ارتخاء في حدود 0.5 من الثانية أي خلال الدقيقة ينقبض البطين من 18 الى 20 ثانية (وهذا يمثل العمل) وتستمر الراحة في حدود من 30 الى 35 ثانية خلال الدقيقة . عند هذا فإنه يتضح انه بالنسبة للشخص الذي 60 عاما فإن القلب يستريح منها مايقارب 35 عاما فما اكثر مثل هذا التبادل المثالي من العمل والراحة يلاحظ ايضاً بالنسبة للعضلات الخاصة بالتنفس – حيث خلال الدقيقة تنقبض تلك العضلات من 16 الى 20 مرة وأيضا تنبسط مثل هذا العدد على الرغم من اننا نتنفس بصورة مستمرة إلا ان هذا النظام كفيل ايضاً بتصريف بقايا العمل داخل العضلات.

مما سبق يتضح ان طبيعة حياة الأنسان واستمراريتها قد استوجبت ضرورة تواجد الراحة كأساس لامكانية اداء النشاط – فبعد قيام الأنسان أو العضو بعمل ما – فإنه لابد وأن يتلقي قسطاً من الراحة (والتي يتم خلالها مايعرف بإستعادة الاستشفاء) حتي يستطيع ان يكون قادراً على معاودة بذل الجهد أو النشاط.

في ضوء ماسبق فان الجهد البدني العالي الذي يبذل اثناء التدريب الرياضي سوف يتطلب بدون شك اهتماماً كبيراً بفترات الراحة – خاصة مع النمو الكبير بالنسبة لتطور النتائج الرياضية من سنة إلى أخري والزيادة الكبيرة في عدد المسابقات والأحمال التدريبية العالية التي ادت إلى ازدياد مقادير أوقات التدريب داخل الدورات التدريبية الأسبوعية – والذي أدي بدوره إلى الاقلال من الأزمنة الخاصة بفترات الراحة بين الجرعات التدريبية . مما أدي إلى زيادة كبيرة في العبء البدني والنفسي الواقع على كاهل الأجهزة الحيوية للرياضيين بصورة كان لا يمكن تصورها.

أنواع التعب Fatigue:

يعرف التعب بأنه "هبوط في مستوي القدرة الوظيفية نتيجة للقيام بنشاط ما" . ويظهر التعب في مجالات وظيفية عديدة كتعب عقلي على سبيل المثال عند القيام بأداء مهام مكتبية تتطلب التركيز أو عند لعب الشطرنج مثلاً ، ويظهر كتعب حسي عند أداء نشاط مجهد للحواس (على سبيل المثال تعب حاسة البصر عند التدريب على الرماية ، وهناك تعب انفعالي (كنتيجة لمعايشة انفعالات قوية) ، وتعب بدني نتيجة ممارسة النشاط العضلي والرياضي.

وتتمثل أنواع التعب في:

التعب الغذائي: ينتج هذا النوع من التعب عن النقص الحادث في مخزون الجليكوجين اللازم لأداء المجهود أو التمرين التالي.

التعب اللاهوائي: ويحدث هذا النوع من التعب عند أداء الأنشطة ذات فترات الدوام القصيرة والشدة العالية حيث يصاحب حدوثه نقص في كمية الأوكسجين وزيادة في تركيز حامض اللاكتيك وانخفاض مستوى PH وزيادة تركيز أيونات الهيدروجين مع احتمال حدوث العديد من المتغيرات المختلفة المصاحبة لهذا النوع من التعب حيث يحدث بعض هذه التغيرات في ميكانيكية الانقباض العضلي نتيجة للاستنزاف الحادث لمخزون الفوسفات عالية الطاقة وقله نشاط الأنزيمات والاختلال الحادث في التوازن الأيوني.

التعب العصبي:

وهذا النوع من التعب يحدث عندما يضعف نقل المثيرات خلال الاتصال العصبي العضلي حيث يحدث ذلك بعد أداء المجهود البدني ذي الشدة الأقل من القصوي والذي يستمر لفترة طويلة ويحدث لهذا النوع من التعب في الصفيحة الحركية النهائية نتيجة استنفاذ مادة الأستيل كولين ، ومن المحتمل حدوث هذا النوع من التعب في التشابك العصبي داخل الجهاز العصبي المركزي.

عمليات استعادة الاستشفاء :

علم التدريب الرياضي في العصر الحديث يبني على العلوم المختلفة والتي تساهم الأداء الرياضي كما أن الاعتماد على الأدوات وأجهزة التدريب الحديثة والقياس والتي أتاحت الفرصة للتعرف على القدرات البدنية والفسيولوجية والنفسية للاعبين مما ساعد هذا على تطور هذه القدرات وتوظيفها وتحسنها.

وكان من بين العوامل الهامة التي ساعدت على تطوير الأداء الرياضي وتقنين أحمال التدريب الاهتمام بعمليات الاستشفاء بعد أداء الجهد البدني.

وسوف نقوم بتوضيح بعض الحقائق الخاصة بعمليات الاستشفاء في تحديد أوقات التدريب وعددها وشدتها بما ينعكس إيجابياً على قدرات اللاعبين، ولتحقيق ذلك سوف نناقش أربعة عوامل تؤثر في عملية الاستشفاء وهي:

١ –تجديد مخازن الفوسفات بالعضلات.

٢ –تجديد مخازن الجليكوجين.

٣ –سرعة امتلاء المايوجلوبين بالأوكسجين.

٤ –التخلص من حامض اللاكتيك بالعضلات والدم.

الفترة الزمنية اللازمة لعمليات استعادة الاستشفاء:

يتحدد تشكيل الوحدات التدريبية الصغيرة في التدريب بصورة جوهرية تبعاً للفترات الزمنية اللازمة لاستعادة الاستشفاء لكل من أنواع الحمل المختلفة. وفيما يلي نستعرض بعض الآراء حول الزمن الذي يجب أن تستمر فيه فترة استعادة الاستشفاء بعد أداء الأحمال المختلفة.

تستمر فترة الراحة بعد اغتراف كامل لاحتياطيات الجليكوجين (يحدث ذلك بعد أداء حمل يستمر لفترة من ساعة ونصف إلى ساعتين بدرجة شدة 70 الى 80 بالمئة) لمدة من 12 الى 24 ساعة على الأقل ، حتى يتم الوصول إلى القيمة التي كانت عليها قبل أداء الحمل ، وذلك بشرط أن يتناول الرياضي بعد التدريب وجبة غنية

بالمواد الكربوهيدراتيه . ولقد تم إثبات انه عند مراعاة فترة الراحة الضرورية وتناول تغذية سليمة تحدث زيادة في كمية الجليكوجين في محتوي العضلات.

أن الوصول إلى مرحلة الراحة الكاملة بعد أحمال كبيرة يستمر في العادة لفترة أطول من 24 ساعة، وتوضح الخبرة العملية في التدريب "بناء على مسار مستوي الانجاز وسلوك الرياضي في التدريب " بالاختصار أن الرياضي يصل إلى مرحلة الراحة الكاملة عند أداء أحمال تؤدي إلى الاغتراف الكامل لمخزون الجليكوجين بعد فترة من 24 الى 48 ساعة.

ولذلك لا يتفق مع الناحية العملية للتدريب مع تلك الأرقام التي تم تحديدها في مجال الطب الرياضي، والخاصة بأن عمليات استعادة الاستشفاء الكاملة تستمر لفترة من ثلاث إلى خمسة أيام. إذ لا تستمر فترات الراحة بين الوحدات التدريبية حالياً في كثير من الحالات لفترة أطول من 6 الى 12 ساعة.

ومن المعروف أن عدم مراعاة العلاقة السليمة بين العمل والراحة ، وبين عمليات التعب واستعادة الاستشفاء يؤدي إلى تجميع آثار التعب بصفة مستمرة مما يؤدي إلى حدوث ظاهرة الحمل الزائد.

قائمة المراجع:

- صالح بشير أبو خيط، يوسف لازم كماش، مبادئ علم التشريح للرياضيين، دار زهران للنشر والتوزيع، الأردن، 2011.
- **الجبور نايف مفضي**، فسيولوجيا التدريب الرياضي، ط 1، مكتبة المجتمع العربي للنشر و التوزيع، عمان، 2012.
- جريجوري وايت، فسيولوجيا التدريب الرياضي، عين حورس للطباعة والنشر والترجمة، 2024.
- ريان عبد الرزاق الحسو، محمد توفيق عثمان حسين آغا، أساسيات فسلجة التدريب الرياضي، جامعة الموصل، العراق، 2013.
- **نصر الدين سيد أحمد**، فسيولوجيا الرياضة نظريات و تطبيقات، دار الفكر العربي، القاهرة، 2003.

BILLAT V, *Physiologie et méthodologie de l'entrainement, Edition Deboeck, 3ème Edition (2012)*

WILMORE J.H , COSTILL D.L, KENNEY L.W, *Physiology of sport and exercise, 6th edition (2015)*

WILMORE J.H , COSTILL D.L, KENNEY L.W, *Physiology of sport and exercise, 5th edition (2012)*

WEINECK. J*., Biologie du sport, Edition Vigot (1998)*

Brocher F, Girard O, Millet G.P*, Innover en préparation physique avec l'entraînement en altitude, institut national du sport, de l'expertise et de la performance, February 2017.*

Bonetti DL, Hopkins WG*. Sea-level exercise performance following adaptation to hypoxia: a meta-analysis. Sports Med. 2009;39(2):107-27.*