

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة عمار ثليجي الأغواط
معهد علوم وتقنيات النشاطات البدنية والرياضية



عنوان المطبوعة

المقياس: الفيزيولوجيا العامة
المستوى: السنة أولى ليسانس
القسم: النشاط البدني الرياضي
التخصص: الطب الرياضي

إسم ولقب المؤلف : بومدين حجاج

السنة الجامعية : 2023/2022

الفهرس

- 1- مبادئ علم الفيزيولوجيا في المجال الرياضي
- 2- تقسيمات علم الفيزيولوجيا
- 3- علاقة الفيزيولوجيا بالعلوم الأخرى
- 4- المكونات الفيزيولوجية للجسم
- 5- فيزيولوجيا الجهد البدني
- 6- أهمية الفيزيولوجيا في التدريب الرياضي
- 7- التأثيرات الفيزيولوجية للتدريب الرياضي
- 8- الفيزيولوجية الخلوية
- 9- الفيزيولوجية القلبية والدورة الدموية
- 10- تأثير النشاط البدني على الفيزيولوجية القلبية
- 11- تأثير النشاط البدني على مكونات الدم
- 12- الضغط الدموي
- 13- انخفاض الضغط الدموي لدى الرياضيين
- 14- فيزيولوجيا التنفس
- 15- فيزيولوجية الجهاز العصبي
- 16- الفيزيولوجية العضلية
- 17- الاختبارات الفيزيولوجية في المجال الرياضي

مقدمة:

يعد علم وظائف الأعضاء أو الفيزيولوجيا من العلوم المهمة في المجال الرياضي كونه يدرس التغيرات الوظيفية التي تحدث في الجسم جراء ممارسة مختلف الأنشطة و الفعاليات الرياضية، والتي تسمح بمعرفة قابلية الجسم الوظيفية التي تحدد إمكانية ممارسة نوع نشاط رياضي معين، ومدى قدرة الجسم على تطوير مستوى انجازه وفق المبادئ و الأسس الفيزيولوجية بشكل علمي مدروس. من أجل الحد من المخاطر التي ترافق التدريبات التي لا تستند إلى القواعد الفيزيولوجية الصحية و التي لا تناسب نوع النشاط البدني الممارس.

لذا سوف نتطرق في هذه المطبوعة القادمة إلى مفهوم علم الفيزيولوجيا، وتطبيقاته في مجال التدريب الرياضي، حيث نبدأ بدراسة الخلية ومكوناتها. ووظيفية الأجهزة في جسم الإنسان التي تتأثر بالجهد البدني، والنشاط الرياضي. والتي أهمها الجهاز القلبي الدوراني، الجهاز العضلي، الجهاز العصبي، والجهاز التنفسي.

ونختتم ببعض الاختبارات الرئيسية في مجال الفيزيولوجيا الرياضية. وصفا وشرحا، والتي يمكن بواسطها تقييم حالة وظيفة الأجهزة في الجسم، والتغيرات التي يمكن أن تطرأ على الوظائف بالممارسة الرياضية المنتظمة، ولمدة طويلة.

المحاضرة الأولى: مبادئ علم الفيزيولوجيا في المجال الرياضي

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 من تلك الوظائف. ويعد علم الفيزيولوجيا أحد الفروع الهامة لعلم البيولوجيا 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. ويعرف أيضا على أنه العلم الذي يهتم بدراسة كيفية حدوث وظائف الكائن الحي المختلفة مثل عمل جهاز الدوران، جهاز التنفس، الجهاز العضلي، الغدد الصماء، وغيرها.

وهذا يعني أيضا وصف وظائف الأعضاء في الكائنات الحية (الإنسان ، الحيوان ، النبات). وشرح وتفسير هذه الوظائف في ضوء القوانين الفيزيائية والكيميائية .

وعليه يمكن تفسير علم الفيزيولوجيا في ضوء ما تقدم بأنه فيزياء وكيمياء الكائنات الحية ولا يقتصر أن نعرف ما هي وظيفة هذا العضو أو ذاك ، فأن هذا الوصف غير كافي ولكن الأهم أن نفسر كيف يؤدي ذلك العضو تلك الوظيفة ونحاول اكتشاف آلية هذه الوظيفة فضلاً عن دراسة العلاقة بين أنشطة أعضاء الكائن الحي والعوامل التي تؤثر على هذه الأنشطة إذ يعتمد علم الفيزيولوجيا على الفيزيائية والكيميائية والحيوية بالجسم.

المحاضرة الثانية : تقسيمات علم الفيزيولوجيا

تقسم الدراسات الفيزيولوجية إلى ثلاثة أقسام:

1-2- الفيزيولوجيا العامة: وهي تعنى بدراسة الخصائص الأساسية المشتركة بين معظم الكائنات الحية دون التقيد بنوع

معين من هذه الكائنات كالحیوان، الإنسان والنبات وهي دراسة العمليات الحيوية المميزة لكل كائن حي مثل التغذية،

التنفس، التكاثر... الخ، فهو يدرس التنفس مثلاً كعملية حيوية بصورة عامة وهذا يعتمد على بناء الخلية والتي تتشابه في

كثير من الخواص (خلية أرنب، سمكة، ضفدعة) هي واحدة ومتشابهة.

2-2- فيزيولوجيا المجموعات الخاصة : ويعنى هذا الفرع بدراسة الخصائص الوظيفية لمجموعة معينة من الحيوان أو النبات

مثل فيزيولوجيا (الثدييات، الحشرات، الأسماك) وقد تختص بدراسة نوع واحد (فيزيولوجيا الإنسان مثلاً).

2-3- الفيزيولوجيا المقارنة: وهي دراسة مقارنة الطرق التي تؤدي بها الكائنات الحية وظائف متشابهة. مثال/ لو أردنا

دراسة ظاهرة التنفس فان الإنسان يتنفس والصفدع يتنفس والبكتيريا تنفس ولكن طريقة التنفس تختلف من كائن إلى آخر

وعليه فأن الآلية تختلف والأعضاء تختلف.

2- علاقة علم الفيزيولوجيا بباقي العلوم :

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 الفسيولوجي، إن ما يهمننا بالموضوع هو

ارتباط علم الفيزيولوجي بعلم التدريب الرياضي.

تعتمد الدراسات الفيزيولوجية على الملاحظة والتجريب للظواهر الحية لوصفها وتقديرها نوعاً وكماً. أو التعبير عنها في

صور رقمية حجميه مع تسجيل النتائج في شكل كتابي أو أفلام.

3-المكونات الفيزيولوجية للجسم:



الشكل 1 : ترتيب المكونات الفيزيولوجية في الجسم

المحاضرة الرابعة : المكونات الفيزيولوجية للجسم

1- الخلية:

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

2- 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).

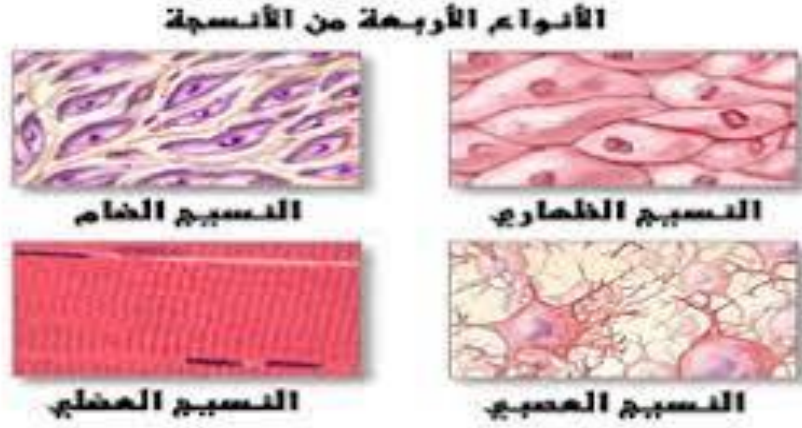
3- العضو:

هو ارتباط نسيجين، أو أكثر بطريقة خاصة وهذه الأعضاء أكثر تعقيداً من الأنسجة وهي تؤدي الوظائف المختلفة والأنشطة التي يمارسها الإنسان. هناك دائماً 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 تتكون من نسيج الطلائي، الذي يكون الغشاء المخاطي للمعدة هو النسيج الرئيسي الذي يؤدي وظيفة الهضم بينما العضلات، الأعصاب، النسيج الضام هي أنسجة ثانوية.

4- الجهاز:

هو ارتباط مجموعة من الأعضاء وظيفياً والأجهزة أكثر وحدات الجسم تعقيداً ويؤدي كل منها وظيفة معينة أو مجموعة من الوظائف. مثال: الجهاز الهضمي يؤدي وظائف عديدة هي تناول الغذاء وهضمه، وامتصاص وطرده 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 ومحصلة هذه الوظائف جميعها تكوّن ما يسمى بالنشاطات الحيوية للإنسان.



الشكل 2 : الأنسجة الرئيسية في الجسم .

المحاضرة الخامسة : فيزيولوجيا الجهد البدني

يهتم علم فيزيولوجية الجهد البدني بمعرفة الحالة التي يصل إليها الرياضي بعد أداء التدريبات الرياضية المقننة وفق برامج علمية مدروسة للوصول إلى مرحلة الانجاز. ويتطلب ذلك معرفة الحالة الطبيعية في وقت الراحة وحالة ما بعد الجهد مع ملاحظة التغيرات الحاصلة بين الحالتين. بالإضافة لمعرفة الحالات الغير طبيعية، والمرضية التي قد يصل إليها الرياضي أثناء آدائه للجهد. وذلك لتجنب الوصول لهذه الحالات.

وتعد دراسات فيزيولوجيا الجهد البدني العامل المهم في رفع مستوى الانجاز الرياضي إذا ما استخدمت بشكل صحيح، وملائم للقابلية البدنية والوظيفية للرياضي.

1- **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 غالباً .

2- **فيزيولوجيا الجهد**: إن تحسين الحالة الصحية للرياضي واحدة من الأهداف التربوية للتدريب الرياضي. إن التقنين الخاطئ لحمل التدريب يؤدي إلى حدوث خلل في أجهزة الرياضي، ولعل السبب المباشر لعلماء الطب الرياضي و فيزيولوجيا التدريب عن الكشف على الحالة الصحية للرياضي إنما ناتج عن الزيادة الهائلة لأحمال التدريب من حيث الحجم والشدة، وهذا مما يتوجب على المدرب فهم البيانات الفيزيولوجية عن تأثير حالة التدريب على حالة الرياضي الصحية، إن قلة الفهم الفيزيولوجية من قبل المدرب واللاعب عن كيفية تخليص الجسم من الحرارة وأهمية تناول الماء في الجو الحار فضلاً عن التغيرات الفيزيولوجية التي تحدث أثناء ممارسة النشاط الرياضي قد تؤدي إلى الأضرار بالرياضي من الناحية الصحية فضلاً عن نوع الغذاء المتناول.

المحاضرة السادسة : أهمية الفيزيولوجيا في التدريب الرياضي

1- أهمية الفيزيولوجيا في التدريب الرياضي:

تعد الدراسات الفيزيولوجية في مجال فيزيولوجيا التدريب أو فيزيولوجيا الرياضة من الموضوعات الرئيسية للعاملين في حقل التربية الرياضية والتدريب الرياضي. والتي من خلالها يمكن التعرف على تأثير طرائق التدريب البدني على الأجهزة الحيوية لجسم الرياضي نتيجة الاشتراك في المنافسات أو التدريب. والتي من خلالها تستطيع تقنين حمل التدريب بما يتلاءم وقدرة الفرد الفيزيولوجية، وذلك للاستفادة من تأثيراته الإيجابية، وتجنب التأثيرات السلبية التي ستؤثر حتماً على الحالة الوظيفية. مما يؤدي إلى الإخفاق في الإنجاز، فضلاً عن الحالة الصحية التي قد تؤدي إلى إصابات مرضية خطيرة إذا ما عرفت واكتشفت بصورة مبكرة.

لذا فإن علم فيزيولوجيا التدريب الرياضي يهتم بدراسة التغيرات الفيزيولوجية التي تحدث أثناء التدريب. أي مزاوله 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، جهاز الدوران وغيرها. لذا يعد علم فيزيولوجيا التدريب الرياضي واحد من أهم العلوم الأساسية للعاملين في مجال التدريب الرياضي ، فإذا كان علم الفسيولوجي العام يهتم بدراسة كل وظائف الجسم فإن علم فيزيولوجيا التدريب يعني بأنه العلم الذي يعطي وصفاً وتفسيراً للمؤشرات الفيزيولوجية الناتجة عن أداء التدريب لمرة واحدة أو تكرار التدريب لعدة مرات بهدف تحسين استجابات أعضاء الجسم.

إن التدريب لمرة واحدة أو مزاوله أية نشاط بدني تحدث ردود أفعال للأجهزة الوظيفية نتيجة هذا النشاط ومن ثم يحدث ما يسمى الاستجابة. وهذا يرتبط بالنقطة الأولى وهي عبارة عن تغيرات مفاجئة مؤقتة تحدث في وظائف أعضاء

الجسم نتيجة للجهد البدني الممارس لمرة واحدة وأن هذه التغيرات تحتفي وتزول بزوال الجهد ومنها زيادة معدل ضربات القلب ، ارتفاع ضغط الدم وخصوصاً الانقباضي ، زيادة معدل أو عدد مرات التنفس.

أما إذا كانت مزاوله الرياضة أو النشاط البدني والتدريب لعدة مرات فأن 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 مصطلح **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. فضلاً عن تكيف الجهاز العصبي .

2- أهمية علم الفيزيولوجيا في المجال الرياضي:

2-1- الانتقاء: إن اكتشاف الخصائص الفيزيولوجية التي يتميز بها الفرد ثم توجيهه لممارسة فعالية معينة بما يتناسب وخصائصه البيولوجية سوف يؤدي إلى تحسين المستويات الرياضية المتميزة خلال المنافسات الرياضية مع الاقتصاد بالجهد والمال الذي يبذل مع أفراد ليسوا صالحين في ممارسة أية نشاط أو إن قابليتهم محدودة في هذا النشاط أو ذاك، إن ذلك يمكن إن يتم من خلال قياس أو اختبار أجهزة مثل الجهاز العضلي، جهاز الدوران، التنفس، وغيرها. إذ يتم توجيه الرياضي إلى الفعالية المناسبة المتطابقة مع إمكاناته الفيزيولوجية.

2-2- تقنين حمل التدريب: إن تقنين حمل التدريب بما يتناسب والقدرة الفيزيولوجية للرياضي تعد من أهم العوامل لنجاح المنهج التدريبي ومن ثم تحسين الإنجاز، إذ يعد حمل التدريب هو الوسيلة لإحداث التأثيرات الفيزيولوجية للجسم مما يحقق تحسين استجاباته وتكيف أجهزته.

إن استخدام الحمل البدني الملائم للرياضي هو الشيء المهم، إذ إن استخدام أحمال بدنية يقل مستواها عن إمكانية الرياضي الفيزيولوجية سوف لن تؤدي إلى تطوير أجهزته الداخلية ويصبح التدريب مضيعة للوقت. أما إذا زادت هذه الأعمال عن قابلية الرياضي فأنها سوف تؤدي إلى الإرهاق وتدهور حالة الرياضي الصحية وكثرة الإصابات.

2-3- الاختبارات والمقاييس: تعد الاختبارات الفيزيولوجية من أهم العوامل التي يجب أن تصاحب المنهج التدريبي

حتى تتمكن من التأكد من ملائمة حمل التدريب لمستوى الرياضي ومن ثم يمكن رفع وخفض حمل التدريب على وفق هذه الاختبارات، كما تساعد الاختبارات الفيزيولوجية على الكشف عن أي خلل في الحالة الصحية ومن ثم معالجة ذلك قبل أن تتفاقم لدى الرياضي مما يؤدي إلى عدم المشاركة في التدريب أو المنافسة وحتى إلى خسارة الرياضي.

2-4- الحالة الصحية: إن تحسين الحالة الصحية للرياضي واحدة من الأهداف التربوية للتدريب الرياضي. إن

التقنين الخاطئ لحمل التدريب يؤدي إلى حدوث خلل في أجهزة الرياضي، ولعل السبب المباشر لعلماء الطب الرياضي و فيزيولوجيا التدريب عن الكشف على الحالة الصحية للرياضي إنما ناتج عن الزيادة الهائلة لأحمال التدريب من حيث الحجم والشدة، وهذا مما يتوجب على المدرب فهم البيانات الفيزيولوجية عن تأثير حالة التدريب على حالة الرياضي الصحية، إن قلة الفهم الفيزيولوجية من قبل المدرب واللاعب عن كيفية تخليص الجسم من الحرارة وأهمية تناول الماء في الجو الحار فضلاً عن التغيرات الفيزيولوجية التي تحدث أثناء ممارسة النشاط الرياضي قد تؤدي إلى الأضرار بالرياضي من الناحية الصحية فضلاً عن نوع الغذاء المتناول.

عند أداء مكونات حمل التدريب الخارجي من حيث الحجم والشدة والاستشفاء خلال الجرعات التدريبية لا يمكن للمدرب أن يفهم ويلاحظ مدى تطابق مكونات هذا الحمل مع قدرة الرياضي الفيزيولوجي أثناء أداء مجموعات التمارين البدنية إلا من خلال الملاحظة أو سؤال الرياضي أو من خلال الزمن الذي طبق خلال الأداء أو الراحة وهذا يعتمد على مدى التقويم الذاتي وصدق الرياضي، إلا أن الفهم الصحيح والتطابق ما بين مكونات الحمل الخارجي وإمكانية وقدرة الأجهزة الداخلية ((الحمل الداخلي)) للرياضي تأتي من خلال المؤشرات الفيزيولوجية مثل النبض أثناء أو بعد الأداء مباشرة لمعرفة شدة الحمل البدني الممارس فضلاً عن النبض وقت الراحة لمعرفة هل وصل الرياضي إلى مرحلة الاستشفاء أو لم يصل إليها، وفق القدرة البدنية المراد تطويرها إضافة إلى الراحة بين التكرارات والمجموع. وأهم التأثيرات الفيزيولوجية للتدريب الرياضي تكون على :

1- تأثير الأنزيمات بالتدريب الرياضي: الأنزيمات هي عبارة عن بروتينات تسرع التفاعلات الكيميائية في الأجهزة

الحيوية فجميع التفاعلات الكيميائية للخلايا الحية قد تحدث ببطء شديد بدون الأنزيمات ، كما تعتبر هي النوع الثالث - بعد الفيتامينات والهرمونات - من المواد المساعدة الموجودة طبيعياً في الجسم وهي ذات أهمية حيوية ولا غنى عنها ، وتتميز بقدرتها العالية على التأثير في التفاعلات الحيوية حتى بكميات ضئيلة جداً من ناحية السرعة واتجاه التفاعل وذلك قبل التفاعلات الخاصة بتمثيل البروتينات والكربوهيدرات والدهون وتتأثر فعالية الأنزيمات كثيراً بدرجة الحرارة وحامضية أو قلوية الوسط. تحتوي بلازما الدم على عدد كبير من الأنزيمات ذات تركيز يختلف باختلاف الحالة الفسيولوجية وهذه الأنزيمات التي تساعد على حدوث بعض تفاعلات العمليات الأيضية موزعة ومركزة أحياناً في خلايا خاصة وتكون داخل أنسجة معينة مثل أنزيم CPK، LDH وبعض هذه الأنزيمات تظهر في الدم كنتيجة طبيعية لموت وإزالة الخلايا المحتوية عليها. في حالات نقص الأنزيمات بصورة خلقية في الإنسان فإنها تسبب اضطرابات أيضية . ويحتوي الدم عامة على كميات قليلة من الأنزيمات التي تدخل في التفاعلات داخل الأنسجة وهذه الأنزيمات لا تنتشر عادة خارج الخلايا التي تعمل بها . ولا

توجد الأنزيمات عادة في الدم ولكن في بعض الحالات المرضية من الممكن أن تظهر في الدم أو ربما يزيد تركيز الأنزيمات الموجودة عادة في الدم بكميات قليلة ويمكن أن يتغير المحتوى الأنزيمي للسوائل في جسم الإنسان بشكل له مغذى في حالات مرضية معينة. وعليه فإن دراسة مستوى الأنزيمات في جسم الإنسان يساعد في التشخيص الإكلينيكي لبعض الأمراض ، ويعتبر مستوى نشاط الأنزيمات المؤكسدة (بالكبد والعضلات الإرادية) عموماً مرتفعاً في البرد وينخفض في الحر. والأنزيمات عامة لها درجات حرارية قصوى تعمل فيها واختلاف الحرارة إما بالزيادة أو النقصان يقلل من نشاطها. وللأنزيمات عدة تسميات وتختلف كل تسمية عن الأخرى حسب وظيفتها من الأنزيمات الناقلة ، النازع للهيدروجين ، المحللة المؤكسدة ، المختزلة. وقد وجد أن الأنسجة العضلية البيضاء أسرع من الحمراء في تكوينها لحمض اللبنيك وحامض البيروفيك خلال الوسط الهوائي وهذا يتفق مع ارتفاع نشاط الأنزيمات المحللة للجلوكوز في هذا النوع من العضلات وقد تبدو نهاية البيروفات في نوع العضلات متشابهة وأن نشاط أنزيم LDH أعلى من الأنسجة البيضاء عنه في الأنسجة الحمراء. وعمل بعض الأنزيمات يسير في اتجاهين ومع ثبوت النظام الأنزيمي فإن حالة الاتزان يمكن أن يحافظ عليها عند حد التفاعل الذي لا يكتمل في أي من الاتجاهين. وكثير من الأنزيمات لا تستطيع إسرار التفاعلات إلا في وجود جزء حيوي خاص وغير بروتيني يسمى (مساعد الأنزيم) وأنواع التفاعلات التي تحتاج لوجود مساعد الأنزيم هي تفاعلات الأكسدة والاختزال وتفاعلات التحويل وتكوين البدائل والتفاعلات التي ينشأ عنها تكوين الروابط التكافؤية وعلى النقيض من ذلك فإن هناك تفاعلات لا تحتاج إلى Coenzyme مثل التفاعلات التحليلية كتلك التي تحدث بأنزيمات القناة الهضمية.

2- تأثير الكرياتين بالتدريب الرياضي : يمكن قياس عملية التدريب عند الشخص وبطرق كيميائية حيوية فالتغيير

في تركيز المواد الكيميائية مثل التي في خلية العضلة يمكن إلى حد ما تحديدها في المصل ، ولذلك من السهل اكتشاف مدى تدريب الجهاز العضلي عن طريق اختبار المصل وهذا يتم بقياس كمية الكرياتين وأنزيم CPK الكرياتين يتحول إلى الكرياتينين ويمكن قياس كمية الكرياتينين كلها وعن طريقها يمكن قياس كمية الكرياتين. وكمية الكرياتين في المصل صغيرة

وقد وجدت بين 0.1 - 0.6 ملليجرام / 100 سم دم ، ويوجد الكرياتين بوفرة في العضلة والمخ والدم في حالة مفسرة على هيئة PC ويوجد حر ، كما توجد كمية قليلة من الكرياتين في البول ولا يوجد في الأنسجة الأخرى ، والعضلات الهيكلية تحتوي على 2.1% كرياتين أساساً في صورة PC أو فوسفاجين . ويتكون الكرياتين في الجسم ولا يُمد عن طريق الطعام . ويوجد عند الفرد في العضلات المخططة ، حوالي من 350 - 400 جرام من الكرياتين لكل 100 جرام ولكن يوجد فقط 5/1 هذه القيمة في العضلات الغير مخططة. ويوجد الكرياتين بكميات قليلة في بول البالغين . وعادة يكون البول خال من الكرياتين للذكور ، ولكن يوجد بكميات أكبر في حالات الأطفال والنساء الحوامل ويزيد في الصيام بعد شرب كميات كبيرة من الماء . ويوجد في بول الذكور والبنات من سن الطفولة إلى سن المراهقة والكرياتين موجود في الدم داخل خلايا الدم الحمراء من 2 - 7 مجم % عندما يكون نسبة تركيزه في بلازما الدم أعلى من 0.6 مجم / 100 مليلتر وغالباً تظهر في البول. وغالباً الكرياتين غير موجود في بول الذكور الذي يتناولون غذاءً منتظماً ، ومن الممكن أن يظهر في بول الأشخاص العاديين الذين يعتمدون على وجبات نشوية وأثناء فترات الصوم حتى 100 مجم كرياتين يومياً ويعتقد أنها تأتي من التمثيل الغذائي داخل خلايا العضلة. ويشترك الكرياتين من كل الوجبة الغذائية والتمثيل داخل الجسم مع أن عملية تكوينه داخل الجسم معروفة بالتحديد فإنه غالباً ما يكون مشتق من الجلوسرين وحوالي 98% من الكرياتين في الجسم يوجد في العضلات أساساً في صورة PC وتخرج كميات مهمة من الكرياتين مع بول الرجل وتخرج كمية صغيرة حوالي 5 مجم / 24 ساعة منه في بول النساء والأطفال . وظهور الكرياتين في البول بكمية قد تحت أثناء إصابة العضلات بمرض. وإذا انخفضت الكتلة الكلية للعضلة (ضمور العضلة) فإن الكميات الطبيعية من الكرياتين التي تصل إليها من الكبد عن طريق الدم لا تستخدم كلها ولذلك يظهر الكرياتين في البول. والكرياتين يأتي من الجلوسين والأرجينين وميثونين ولا تعتبر مادة من المخلفات ولكنه جزء أساسي مهم في ظاهرة انقباض العضلة مثل PC ويوجد بنسبة 98% في خلايا العضلة التي يتكون فيها بكميات صغيرة ولكنه عامة يتكون في الكلية والكبد والبنكرياس ثم يعطى للبلازما ويمتص عن طريق الجهاز العضلي في الخلية وحوالي 3/2 من الكرياتين يتحد مع الفوسفات ويتحول الحامض الفسفوري الكرياتيبي ،

وهو الذي يمد العضلات بالطاقة المستخدمة في الانقباض ويتحول الكرياتين بسهولة إلى PC . وهذا يعتبر مخزون مهم للفوسفات عالية الطاقة في العضلات الإرادية ويتكون PC عن طريق التفاعل بين الكرياتين و ATP وهذا التفاعل عكسي أيضاً عندما لا يكون هناك حاجة إلى ATP زيادة لانقباض العضلات أو التفاعلات الكيميائية التي تتطلب طاقة في شكل ATP . وتزيد كمية الكرياتين في مصطلح الأشخاص الذين يتدربون لذا نجد أن نسبة الكرياتين في الشخص غير المدرب صغيرة ولكنها في حالة الشخص المدرب تدريباً جيد تصبح عالية جداً.

3- تغيرات أنزيم كرياتين فوسفوكينيز: تحتوي العضلة على تركيز بسيط من ATP حوالي 2 - 4 ميكرون

مول/جرام التي يكون كافياً لعمل ثمان (8) انقباضات كما تحتوي على كميات كبيرة من فوسفات

الكرياتين (PC) وكميات من أنزيم كرياتين فوسفوكينيز الذي يساعد على التحولات بين ATP ، PC

وأثناء مرحلة استعادة الشفاء بعد التمرينات يعاد تكوين ATP جزء منه يتفاعل مع الكرياتين ويتكون

PC بعكس التفاعل السابق. ويقوم أنزيم CPK بالعمل كعامل مساعد في التفاعل الخاص بنقل مجموعة

فوسفات عالية الطاقة من PC إلى ATP ولذلك فإن PC يمكن أن يعاد بناؤه عند عدم الحاجة إلى

ATP أثناء فترة استعادة الشفاء التي تعقب فترة الانقباض العضلي ، ويقوم أنزيم ATP بالعمل الكامل

مساعد في عملية نقل الفوسفات من ATP للكرياتين .

4- أنزيم النازع للهيدروجين LDH : تحتوي بلازما الدم على العديد والكثير من أنزيم LDH وهذا الأنزيم

يحتوي على الزنك وينتشر انتشاراً واسعاً في كل أنسجة الجسم وهو موجود بكميات كبيرة في السيتوزول

وتنظيم التحولات البيئية لكل من حامض البيروفيك وحامض اللبنيك. وفي التمارين الرياضية يتحكم في

التوازن بين التنفس وبين تحليل الجلوكوز ، وهذا الأنزيم يحفز التفاعل العكسي . وزيادة نشاط أنزيم LDH

موجود في كرات الدم الحمراء ولذلك عند تحليل عينات منها أو إذا تأخر فصل البلازما فإن العينة تكون غير صالحة للتحليل .

1- تعريف الخلية:

تعد الخلية الوحدة البنائية، والوحدة الأساسية في بناء الكائنات الحية على اختلاف أنواعها وان اختلفت في أشكالها ووظائفها ، والخلية الحية يمكن اعتبارها عالما فريدا قائما بذاته ، وعلى درجة عالية من التعقيد على الرغم من صغر حجمها ، حيث لا يمكن أن نراها بالعين المجردة، وداخل هذا الكيان المتناهي في الصغر توجد آلاف من الجزيئات العضوية المختلفة الأشكال والوظائف، كما يتم داخلها مجموعة من التفاعلات الكيميائية الهامة والمعقدة، وتتم جميع العمليات الحيوية من بناء وهدم وبمعنى آخر فان هذه الوحدة تكاد تمثل نشاط الجسم كله ، الذي هو نتاج نشاط جميع خلاياه .

2- اكتشاف الخلية:

أول من شاهد الخلايا العالم الانكليزي روبرت هوك Hooke عام 1650 م. لكن تطور دراسة الخلايا كان بطيئا. فبعد حوالي قرنين من الزمن أي عام 1850م جاء العالمان الألمانيان شلايدن وشفمان Schleiden & Schwann بنظرية الخلية Cell & doctrine التي تقول بان أجسام الكائنات الحية جميعها مؤلفة من خلايا، ومن مكونات هذه الخلايا. ثم جاء لاحقا العالم الألماني أدولف فيرشو Virchow فأضاف بان الخلية لا تنتج إلا من خلية موجودة سابقا. مخالفا بذلك نظرية الخلق التلقائي generation spontaneous التي كانت سائدة حتى ذلك الوقت. وبسبب تطور صناعة المجاهر بشكل خاص، وتطور تقنيات دراسة الخلايا بشكل عام، أصبح بالإمكان دراسة التراكيب الدقيقة للخلايا. وفهم وظائفها وطرق تكاثرها، كما أصبح ممكنا ربط نشاطات الخلايا بنشاطات الكائن المتكامل، بحيث أصبحنا نعرف الحقائق الآتية عن الخلية :

— إن الخلية هي الوحدة البنائية لجل الكائنات الحية.

— إن نشاط الكائن الحي ينتج من النشاطات المفردة والمجتمعة للخلايا أي أن الخلية هي وحدة الوظيفة للكائن الحي.

— إن النشاطات البيوكيميائية للخلية تنتج من مجموع نشاطات التراكيب المكونة للخلية (عضيات الخلية).

— إن الخلايا تنتج من خلايا سابقة لها بعملية الانقسام .

عند الإنسان نجد أن الجسم يتكون من عدد من الخلايا يتراوح ما بين 50 – 60 تريليون خلية وهذه الخلايا العديدة تنشأ من خلية واحدة هي البيضة المخصبة التي تنقسم انقسامات عديدة لتعطي خلايا تكون في البداية غير متميزة، ثم تتمايز لاحقا ليصبح بعضها خلايا عصبية وأخرى عضلية وثالثة غدوية وهكذا، وحيث ان خلايا الجسم جميعها تنشأ من خلية واحدة بالانقسام المتساوي فإنها تحمل حتما العدد من الكروموزومات نفسه، كما تحمل حتما المورثات نفسها، فما الذي يجعل بعض الخلايا يتخصص للقيام بوظيفة دون غيرها ؟

بعبارة أخرى ما الذي يجعل خلية الكبد تقوم بوظائف معينة لا تقوم بها الخلية العصبية مثلا، وهذه الأخيرة تقوم بوظائف لا تقوم بها الخلايا العصبية. وتختلف الكائنات الحية بشكل عام في عدد الخلايا التي تتكون منها، كما تختلف في إشكالها ووظائفها أيضا، فالكائن الحي الذي يتركب من خلية واحدة كالبكتريا يقوم بجميع العمليات الحيوية اللازمة لبقائه داخل هذه الخلية الوحيدة، فهي التي تقوم بالحركة والتنفس ، وعمليات التمثيل الغذائي وعمليات التخلص من نواتج هذا التمثيل ، بالإضافة إلى ذلك فإنها تقوم بعمليات الدفاع المختلفة ، التي تحتاجها في التخلص مما يحيط بها من إخطار ، ومثل هذا النوع من الكائنات لا يملك أي خلايا متخصصة ، تقوم كل منها بوظيفة محددة ، وإنما خلية واحدة متعددة الوظائف ، و الأمر هنا يختلف عن الحيوانات والإنسان حيث نجد ملايين الخلايا المتخصصة .

وإذا ما نظرنا إلى الجسم البشري فسوف نجد انه يتكون مما يقرب من مائة تريليون خلية أو أكثر. ويكفي القول أن المخ لوحده يحتوي على أكثر من ثلاثين بليون خلية، وهذه الخلايا لا توجد في فراغ وإنما تعوم في محيط سائل داخلي، حيث يمثل الماء 60% من الوزن الكلي لجسم الإنسان، وهذا الماء موزع على النحو التالي 40% موجود داخل الخلايا INTRACELLULAR 15% موجودة خارج الخلايا EXTRACELLULAR 5% في الدم، والخلايا بشكل عام تحصل على احتياجاتها من الغذاء و الأوكسجين اللازم لعملياتها الحيوية من السائل المحيط بها، وفي نفس الوقت تفرز الخلايا هذا السائل ما ينتج من هذه العمليات من نواتج احتراق غير مرغوب فيها ، ولا يمكن للخلية الاحتفاظ بها داخلها ، ويحمل الدم بعد ذلك هذه النواتج لينقلها إلى الكليتين بغرض التخلص منها إلى خارج الجسم في

صورة البول. والخلية الحية داخل جسم الإنسان على درجة عالية من التخصص ، وكل مجموعة متشابهة من الخلايا تتخصص في القيام بوظيفة واحدة ، أو عدة وظائف متخصصة، وينشأ من تجمع الخلايا معا ما يسمى بالنسيج الحي TISSUE، وكل مجموعة من الأنسجة تتجمع معا لتكون ما يسمى بالعضو ORGAN وكل مجموعة من الأعضاء تكون ما يسمى بالجهاز SYSTEM، مثال عليه إن تجمع الخلايا العصبية مثلا ينتج عن تكوين النسيج العصبي الذي يتجمع ليكون المخ مثلا والمخيخ والحبل الشوكي، وهي مجموعة من الأعضاء التي تكون في النهاية الجهاز العصبي بشكل عام، ونفس الكلام ينطبق على المريء والمعدة والأمعاء حيث تكون الجهاز الهضمي، ولذلك فإننا نلاحظ أن جسم الإنسان يتكون من مجموعة من الأجهزة المتخصصة، التي يقوم كل منها بوظيفة محددة لا تستطيع الأجهزة الأخرى القيام بها، فوظيفة الجهاز التنفسي مثلا تتحدد في امتصاص الأوكسجين من هواء الشهيق، والتخلص من ثاني وأكسيد الكربون، حيث يعد الغاز الأول مطلوبا ولازما لعمليات التفاعل التي تتم داخل الجسم، بينما يعد الغاز الثاني احد النواتج الغير مرغوب فيها لعملية التمثيل الغذائي، بينما نرى وظيفة الجهاز الهضمي تتمثل في تناول الطعام وهضمه وتخزينه ثم تحويله إلى مواد بسيطة يمكن امتصاصها، يتم التعامل معها للاستفادة منها وتوزيعها على أجزاء الجسم، وهكذا بالنسبة لبقية الأجهزة. ونظرا لهذا التنوع في وظائف أجهزة الجسم المختلفة ، فإننا نلاحظ أن كل نسيج خاص بكل عضو إنما يتكون من مجموعة من الخلايا التي تتفق وطبيعة الوظائف التي يقوم بها، سواء من حيث الشكل أو من حيث التركيب، فخلايا الجهاز التنفسي لها القدرة على امتصاص الأوكسجين، بالإضافة إلى أن بعضها يحتوي على مجموعة من الأهداب على السطح، تساعد في طرد الأجسام الغريبة من مجرى الهواء، وترطيب الهواء المستنشق، ورفع درجة حرارته ، حتى يتسنى للبروتين القيام بالوظيفة على نحو أفضل .

3-وظائف الخلية:

بما أن الخلية هي وحدة الوظيفة والتركيب في الكائنات الحية لذا فإن جميع خلايا الإنسان تقوم بوظائف،

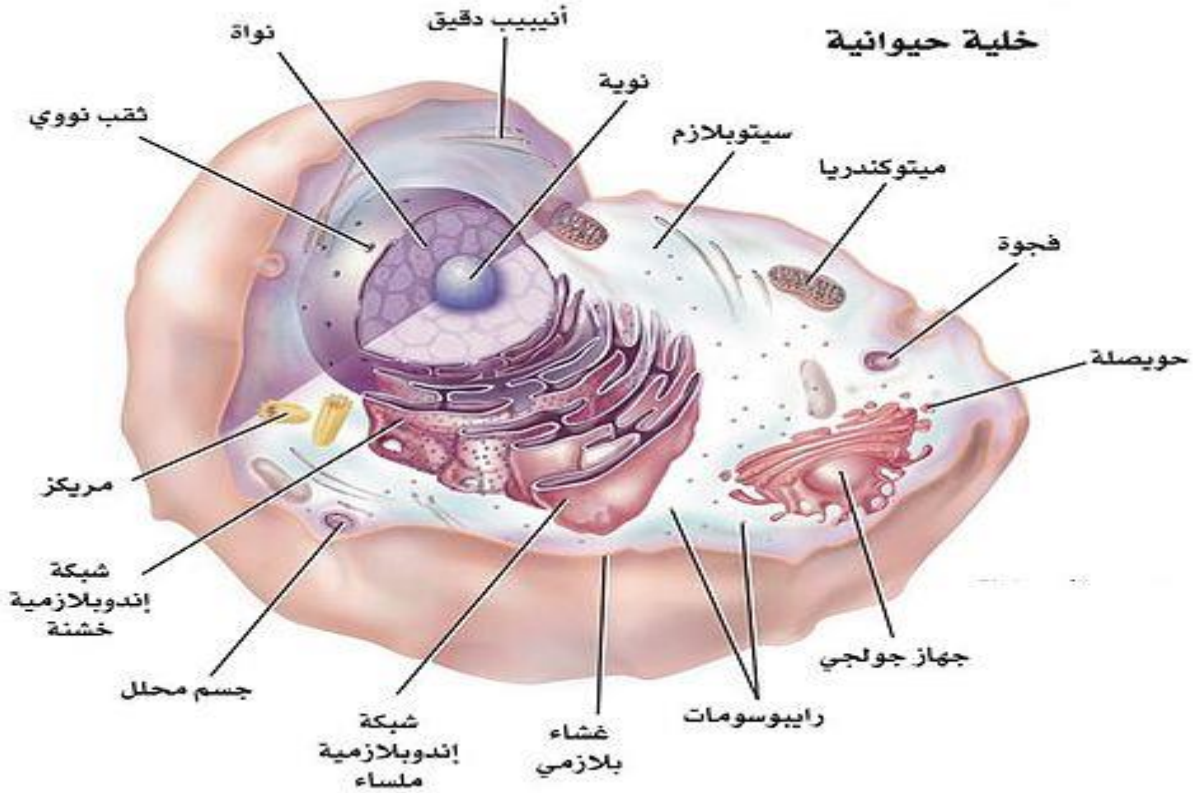
ونشاطات متشابهة إلى حد بعيد تتمثل في:

- إنتاج الطاقة اللازم للنمو والنشاط من المواد العضوية.

- الانقسام الخلوي وتكوين خلايا جديدة.

- تصنيع الجزيئات المعقدة اللازمة للنمو.

- تبادل المواد من وإلى الوسط المحيط .



الرسم 3: مكونات الخلية

4- أنواع الخلايا:

— الخلايا بدائية النواة : نواتها غير محاطة بغشاء نووي كالبكتريا .

— الخلايا حقيقية النواة : نواتها محاطة بغشاء نووي. و التي تنقسم بدورها لخلايا حيوانية وخلايا نباتية.

1- مكونات الخلية الحية :

ساعد التطور التقني الحديث في صناعة الميكروسكوبات (المجاهر) الاللكترونية على الكشف عن الكثير من مكونات الخلية الحية ، والتي كانت إلى وقت قريب عالما شبه مجهول ، بل إن الأمر لم يقتصر على معرفة الأجزاء العامة للخلية ، بل وصل إلى حد التعرف على طبيعة الأجزاء الدقيقة في كل جزء من أجزائها بالإضافة إلى ذلك فقد تم تزويد هذه الميكروسكوبات بأجهزة الكومبيوتر التي يمكن تسجيل أجزاء الخلية والاحتفاظ بها، وكذلك رصد ما يحدث داخل الخلية من حركة الجزيئات وتفاعلاتها الكيميائية. وتعتبر الخلية ببساطة تجمعا لمجموعة من الجزيئات التي يحيط بها غشاء محدد ، وتتكون الخلية بصفة عامة من جزئين: الأول غشاء أو جدار الخلية والثاني من البروتوبلازم PROTOPLASM التي يحيط بها الغشاء، وتتميز إلى جزئين: سائل هلامي يطلق عليه السيتوبلازم ونواة الخلية 4-1- غشاء الخلية :

هو بمثابة الجدار الواقي الذي يحمي الخلية ويحافظ على محتوياتها، وينظم العلاقة بينها وبين ما يحيط بها، وينظم ما يدخل إليها، وما يخرج منها، بالإضافة إلى انه المسئول عن الشكل العام للخلية نظرا لأنه يحيط بالسائل الهلامي الذي يتشكل تبعا لطبيعة جدار الخلية، بالضغط كما يتشكل الماء في الإناء الذي يحتويه، وتمثل أغشية الخلايا الحدود التي تفصل بين بعضها البعض، وسميت باسم الغشاء البلازمي.

ويتكون غشاء الخلية من بعض الجزيئات العضوية الدهنية التي تعرف بالفوسفوليبيدات. حيث يشير المقطع الأول فوسفو الى الفسفور، والمقطع الثاني لبيدات إلى الدهون، بالإضافة إلى جزيئات البروتين، ويتكون جدار الخلية من المئات من هذه الجزيئات التي تتراص بجوار بعضها البعض بانتظام شديد، وبطريقة معقدة تتشكل في النهاية ذلك الغشاء المحيط بالخلية. ويتكون الغشاء من طبقتين من الفوسفوليبيدات، توجدان في اتجاهين متضادين، ونظرا لان الخلية تسبح في الماء داخل الجسم، فان الجزيئات المكونة لجدارها تنتظم بطريقة معينة، حيث تنتظم الجزيئات في الطبقة العلوية بحيث تتجه الرؤوس العلوية إلى الخارج لتلامس الماء الموجود خارج الخلية بينما تنتظم جزيئات الطبقة السفلى بحيث تتجه الطبقات

الفوسفورية إلى الداخل لتلامس الماء الموجود داخل الخلية وعليه تصبح الذبول الدهنية (التي تحاول الابتعاد عن الماء) إلى الداخل وسط جدار الخلية مبتعدة عن الماء.

بالإضافة إلى جزيئات الفوسفوليبيدات المكونة لغشاء الخلية توجد جزيئات أخرى هامة هي جزيئات البروتين،

التي تتخلل طبقة الفوسفوليبيدات، ولها العديد من الوظائف، إذ أنها تساعد على دعم وتقوية جدار الخلية، كما تعمل

كمناطق فصل بين الأجزاء الدهنية في الغشاء بالإضافة إلى حمل المواد التي سيتم نقلها من و إلى الخلية، حيث تستقبل

الهرمونات وتعمل كقنوات تساعد على عملية التبادل بين السيتوبلازم داخل الخلية من ناحية، والوسط المائي المحيط

بالخلية من ناحية أخرى، كذلك تلعب هذه البروتينات دورا هاما في عملية الدفاع داخل جسم الإنسان لأنها تعمل على

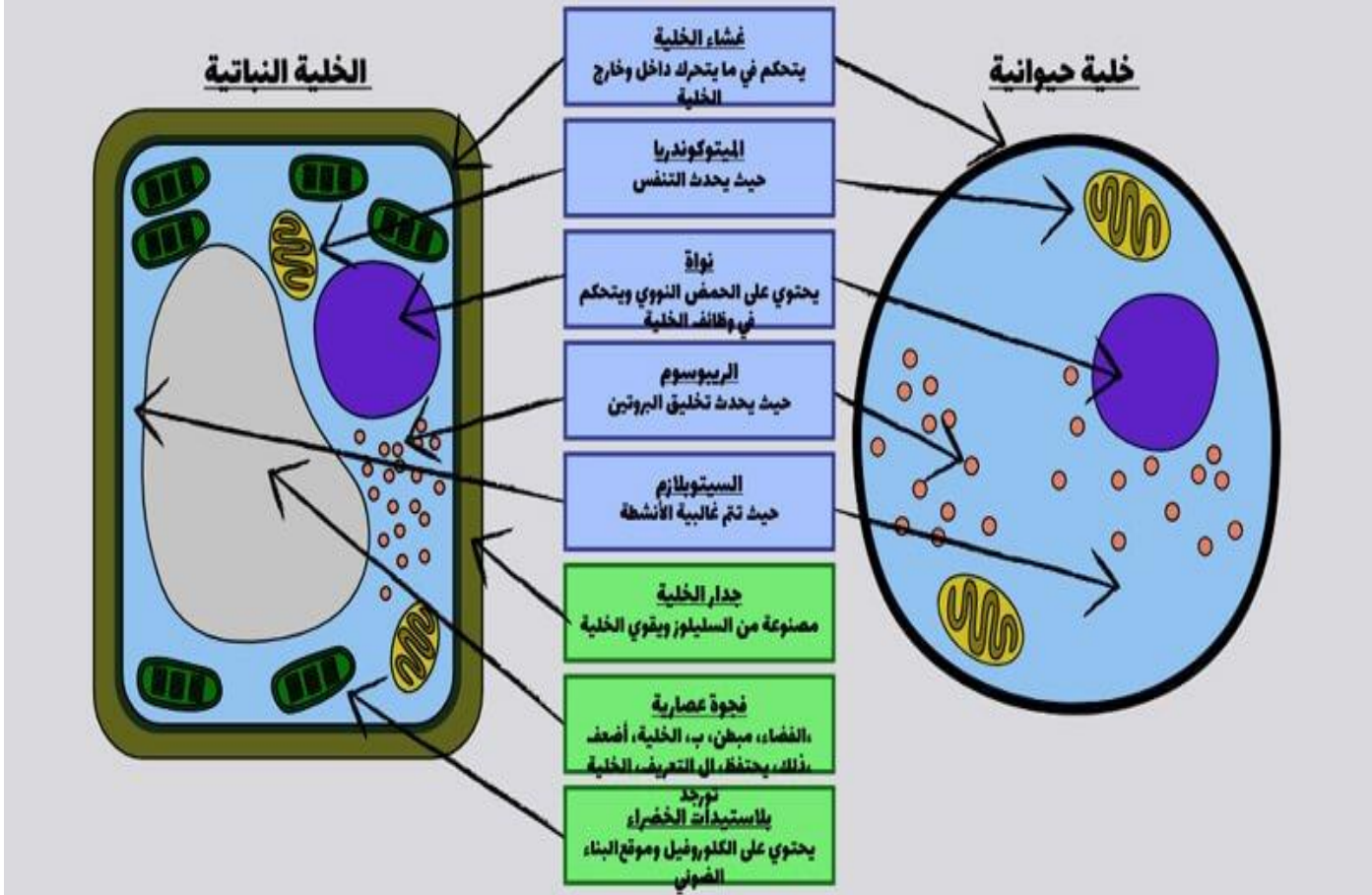
تمييز خلايا الجسم عن غيرها من الخلايا الدخيلة ممثلة في الميكروبات، وبالتالي فهي تساعد الأجسام المضادة التي يفرزها

الجسم للدفاع عن نفسه، وفي التعرف على الخلايا الغريبة عنه لتهاجمها وتترك خلايا الجسم. ويتميز غشاء الخلية بخاصية

شبه النفاذية فيسمح لبعض المواد بالنفاذ من خلاله ولا يسمح للبعض الآخر، وهذه الخاصية تساعده على التحكم

بصورة بالغة في نفاذ المواد الداخلة إلى الخلية أو الخارجة منها، وذلك وفقا لاحتياجات الخلية وتوجد على هذا الجدار

بوابات ومستقبلات خاصة تعمل على تنظيم هذه العملية .



الرسم 4 : الفرق بين مكونات الخلية البشرية والخلية الحيوانية

4-2- البروتوبلازم :

يعد البروتوبلازم المادة الأساسية للحياة، وكلمة البروتوبلازم كلمة لاتينية تتألف من مقطعين الأول بروتو وتعني أساسي. والمقطع الثاني بلازم وتعني المادة الحية أي المادة الحية الأساسية، والبروتوبلازم مادة أشبه ما تكون للسائل كزلال البيض حيث يشكل الماء أربع أخماس وزنها، وتسبح فيها الكثير من المواد العضوية على شكل حبيبات وأيضاً يوجد فيها العديد من المواد العضوية كالكربوهيدرات، والدهون والبروتينات، والأحماض النووية. إضافة إلى وجود الأملاح المعدنية كأملاح الحديد والكالسيوم والصوديوم والبوتاسيوم. وينقسم البروتوبلازم إلى السايتوبلازم ونواة الخلية.

4-3- العضيات الخلوية :

- عضيات حية محاطة بغشاء خلوي: وهي الميتوكوندريا وجهاز كولجي، والجسيمات الحالة والشبكة الأندوبلازمية.
- عضيات حية غير محاطة بغشاء: وهي الرايبوسومات والجسم المركزي، والأهداب والسياط والأنابيب الدقيقة.

أ. العضيات المحاطة بغشاء :

- الميتوكوندريا: توجد في جميع الخلايا ذات الأنوية تحتوي على إنزيمات التنفس، تتكون من دهون بروتينات، فيتامينات وإنزيمات، و التي تظهر بالمجهر الضوئي على شكل عصيات وحببيات أو لبيفات. أو بالمجهر الإلكتروني على شكل حويصلة محاطة بغشائين يفصل بينهما حيز. وظيفتها تكوين الطاقة، أكثر الخلايا احتواء على الميتوكوندريا هي العضلية والمنوية لأنها أكثر نشاطا.

- جهاز كولجي: يظهر بالمجهر الإلكتروني على شكل مجموعة من التراكيب الغشائية المكونة من حزمة من أكياس منبسطة مرتبة ترتيبا متوازيا، ومن حويصلات كروية ذات أغشية رقيقة تقع بالقرب من حافة الأكياس، والوظيفة الرئيسية لهذا الجهاز هي تعديل تركيب البروتينات المصنعة في الرايبوسومات، وحزمها وتوزيعها على أجزاء الخلية المختلفة، يتم حزم البروتينات في حويصلات. وبعض هذه الحويصلات تصبح حببيات إفرازية تتحرك جهة سطح الخلية حيث يتم إطلاق البروتين من الحببيات الإفرازية إلى الحيز خارج الخلية. كما يندمج غشاء الحببيات بالغشاء الخلوي محافظة ودعمه له، كما أن بعض الحويصلات تكون الأجسام الحالة (الليموسومت).

- الاجسام الحالة (الليزوزومات): تظهر على شكل تراكيب لها أشكال مختلفة، وغالبا على شكل كرات مغلقة بغشاء واحد، تحتو على إنزيمات التحليل المائي القادرة على تحليل المركبات العضوية المعقدة، والبكتيريا والأجسام الغريبة التي تدخل الخلايا بواسطة الحويصلات البلعمية والأجسام الحالة تنشأ عن حويصلات تنفصل عن جهاز كولجي، وهي توصف

بأنها بمنزلة جهاز هضمي في الخلية، فهي التي تحلل المواد التي يتم بلعمتها وتحويلها إلى مواد بسيطة يستفاد منها، كما أن أنزيماتها تحلل العضيات الخلوية الهرمة.

- الشبكة الاندوبلازمية: تتكون من قنوات أنبوبية مزدوجة الغشاء وأكياس وحوصلات مملوءة بسائل ومحاطة بأغشية لها تراكيب الغشاء البلازمي ، تنتشر القنوات في معظم أجزاء الساييتوبلازم وتتصل مع الغلاف النووي والغشاء البلازمي ، وهي تقسم إلى نوعين:

- خشنة أو حبيبية: إذا وضعت عليها الرايوسومات على السطح الخارجي لها ووظيفتها : تكوين البروتين وتخزينه.
- ناعمة أو غير حبيبية: لا يقع عليها رايوسومات، وظيفتها تكوين الدهون، واستقلاب المعادن، وتكوين الجلايكوجين. مهمة في انقباض العضلات والتخلص من الهرمونات الزائدة.

ب - الجزئيات الحية غير محاطة بغشاء :

- الرايوسومات: عبارة عن أجسام صغيرة تكون حرة تسبح في الساييتوبلازم أو ملتصقة على سطح الشبكة الاندوبلازمية. تلعب دورا هاما في تكوين البروتين المستعمل داخل الخلية (الرايوسومات الحرة). والبروتين للاستعمال خارج الخلية (المرتكزة على سطح الشبكة الاندوبلازمية).

- الجسيم المركزي: عبارة عن باحة كثيفة كروية الشكل تقع بالقرب من النواة ويقع داخلها زوج من البنيانات الاسطوانية التي تسمى المريكزات، يتكون كل مريكز من تسع مجموعات ثلاثية من الانيبسات. مرتبة على شكل دائري، تحتوي الخلية على زوج من الجسيمات المركزية، يتواجدان بصورة متعامدة. إلا الخلايا العصبية تخلو منه لذلك لا تنقسم ولا تتوالد. أهميته: يلعب دور في انقسام الخلية الغير مباشر، يلعب دورا في تشكيل السياط والأهداب والأنابيب الدقيقة.

- الأهداب: زوائد شعرية متعددة وقصيرة تمثل امتدادات للغشاء البلازمي ، تحتوي الأهداب على تسع مجموعات ثنائية من الانبيبات. تكون حلقة حول زوج من الانبيبات يقع في المركز، توجد الأهداب غالبا في الجهاز التنفسي. حيث يبلغ عددها المئات في كل خلية طولها (5 - 15) ميكرون. وعرضها حوالي (02) ميكرون وظيفتها الحركة والانتقال .

- السياط: زوائد شعرية طويلة وقليلة. تعتبر امتدادات للغشاء البلازمي. لها نفس تركيب الأهداب إلا أنها أطول. توجد فقط في الحيوانات المنوية في الإنسان.

- النواة : تحتوي جميع الخلايا على نواة أو أكثر (ما عدا الكريات الحمر). وتكون النواة بيضوية أو كروية أو كلوية أو دائرية الشكل. تحتوي النواة على عصارة نووية سائلة تفاعلها حامضي لذا تتلون بالملونات الأساسية (هيماتوكسين) باللون البنفسجي. وتتكون كل نواة من :

- غشاء نووي - عصارة نووية - نوية - الحبيبات الضابطة.

● **الغشاء النووي:** يحيط بالنواة ويختفي خلال انقسام الخلية وهو يتكون من طبقتين، كل طبقة تشبه في تركيبها

الغشاء البلازمي وهما :

الطبقة الخارجية، خشنة لوجود الرايبوسومات عليها.

الطبقة الداخلية، ليفية لوجود خيوط الكروماتين عليها، يحتوي الغشاء على ثقب نووية دقيقة (مسامات).

● **العصارة النووية:** تتكون من سائل مكون من بروتينات نووية، إنزيمات، دهون ومعادن، مثل الفوسفور والبوتاسيوم

والكالسيوم.

توجد العصارة النووية بين الكروماتين الذي يظهر على شكل خيوط. ويتكون من حامض DNA. وهي تحمل الصفات

الوراثية.

- النوية: كتلة صغيرة دائرية، مفردة أو متعددة. تأخذ اللون القاعدي لغناها بـ RNA. وتتكون النوية من بروتين RNA + DNA. وتظهر على شكل جزيئات وخيوط قاعدية، والتي تشكل الكروموسومات.

الخلية الحيوانية	الخلية النباتية	مجال المقارنة
لا يوجد	يوجد	الجدار الخلوي
توجد صغيرة كثيرة	يوجد كبيرة واحدة	الفجوات العصارية
لا توجد	توجد	البلاستيدات
يوجد	لا يوجد	الجسم المركزي
مركزي	جانبي	موقع النواة

الشكل 5: مقارنة بين الخلية الحيوانية والنباتية

المحاضرة التاسعة: الفيزيولوجيا القلبية والدورة الدموية

1- تعريف القلب:

إنَّ القلب عبارة عن عضلة صغيرة بحجم قبضة اليد الكبيرة، له شكل حبة الأجاص المقلوبة يتمركز في الصدر مائلا قليلا نحو اليسار. ويعتبر أهم أعضاء الجهاز الدوراني، حيث يقوم بعمله كمضخة يأتي إليها الدم من جميع أنحاء الجسم، ثم تدفعه مرة أخرى عبر الأوعية الدموية. ليوزعه من جديد على جميع أجزاء الجسم، وهو مصدر الطاقة المسببة لحركة الدم في الأوعية. ينبض بواسطة التقلص والاسترخاء لعضلة القلب بمعدل 60 إلى 90 مرة في الدقيقة، ليضخ بين 3 إلى 5 لتر في الدقيقة الواحدة. وتتغذى عضلة القلب من الأوعية الدموية المحيطة بها، بواسطة الدورة الدموية التاجية. إذا فالقلب هو العضو الذي يضخ، أي العضو النشط في جهاز الدوران، و المسؤول مباشرة عن حركة السوائل في الدورة الدموية والتبادلات بين الدم والأوساط البينية في مختلف الأنسجة واستمرارية تجديد السوائل، وتوزيع الدم في جميع أنحاء الجسم بصفة منتظمة ومستمرة.

2- مكونات القلب التشريحية:

1-2- حجرات القلب:

يتكون القلب من إتحاد جزئين متشابهين لا يوجد اتصال بينهما في كل جزء توجد حجرتين، يتميزان عن بعضهما البعض بالاتصالات الوعائية الخاصة بكل واحد منهما ، والضغط المنجز من طرف كل جزء.

و لفهم مكونات القلب، سنقسمه في البداية على الطول فنحصل على قلب أيمن، وقلب أيسر. ثم نقسمه على العرض، فنحصل على بطينين، وأذنين:

أ- القلب الأيمن: وهو الجزء الذي يدفع الدم إلى الجهاز الرئوي بضغط صغير يبلغ 10-20 ملم زئبقي، ويتصل به:

● الشريان الرئوي: الذي يأخذ الدم الوريدي من البطن الأيمن إلى الرئتين.

● الأوردة الجوفاء: التي تأتي بالدم الشرياني من الأنسجة إلى القلب.

ب- القلب الأيسر: هو الجزء الذي يضخ الدم بضغط مرتفع، يبلغ 100 - 150 ملم زئبقي. وتتصل به:

● الأوردة الرئوية: عددها أربعة، تأتي بالدم من الرئتين إلى القلب.

● الأهر: الذي يأخذ الدم من البطن الأيسر إلى جميع أنحاء الجسم.

والفرق بين الضغط المنجز من طرف كل جزء من القلب (الأيمن، والأيسر) ناتج عن الفرق الأساسي في سمك كل بطين،

وحجمه بالنسبة للآخر.

ج- البطينين: كيسان عضليان مخروطي الشكل، أحدهما أيمن، والآخر أيسر، يتصلان مع بعضهما في قمة القلب، قاعدة كل

واحد منهما متصلة بصمام:

● البطين الأيمن: يشكل حافة القلب السفلية بالكامل تقريبا، هلال الشكل يبلغ حجم تجويفه 17 ملم³، جداره رفيع، لا

يحتوي عددا كبيرا من الألياف العضلية لمحدودية دوره في ضخ الدم إلى الرئتين فقط.

● البطين الأيسر: يشكل حافة القلب اليسرى، دائري الشكل، جداره أكثر سمكا من الأيمن لأنه يدفع الدم إلى جميع أجزاء

الجسم، يبلغ حجم تجويفه 60 ملم³. يفصله جدار عن البطين الأيمن كي لا يختلط الدم الشرياني مع الدم الوريدي.

د- الأذنين: تجويف عضلي ليس له صلة بالبطينين، حيث يفصله عنهما صمامان لهما جدار رفيع جدا، وينجز قوة

صغيرة عند التقلص، يلعب دور الملتقى الوعائي لمختلف الأوردة، ينظم عملية الوصول المستمر للدم إلى القلب،

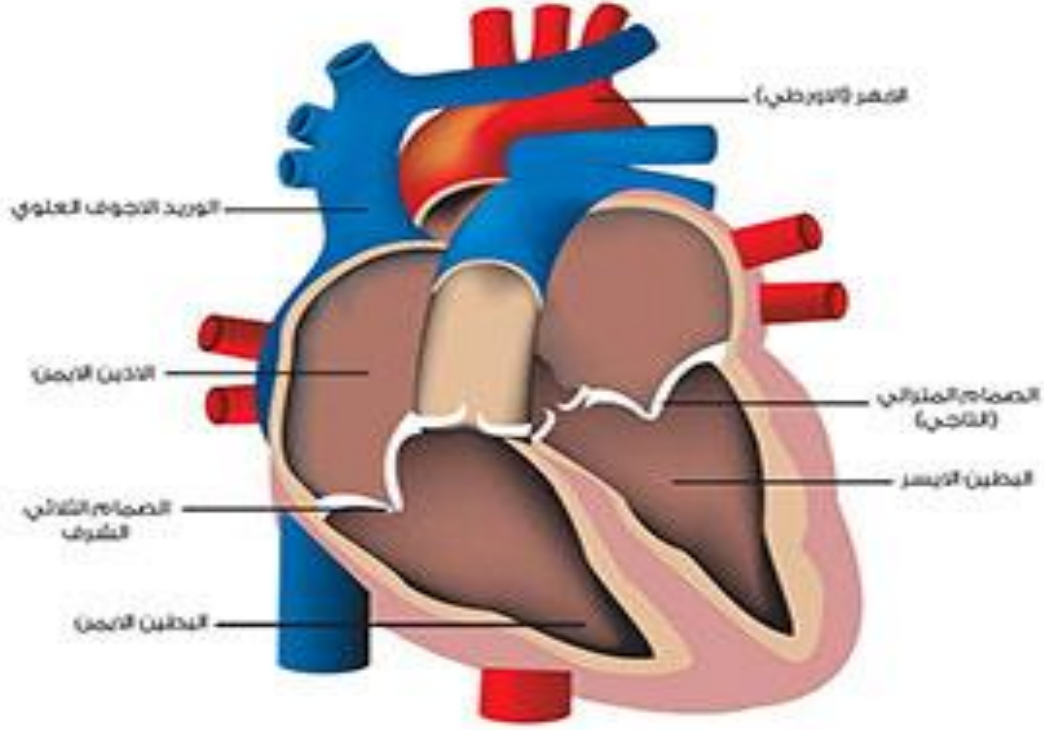
ويؤدي تقلصهما إلى ملء البطينين، ويحتوي جدار الأذنين على مستقبلات وأنسجة عصبية تقوم بتنظيم إيقاعية

القلب، ومجموعة من العقد الحبيبية التي تحفز عمل القلب، هي:

- العقد الحبيبية والأذينية Nœud sinusal، Nœud de Keith et Flack .

- شبكة هيس Faisceau de His التي تنزل إلى البطينين.

اجزاء قلب الانسان



الرسم 6: تشريح القلب

2-2- صمامات القلب:

عددها أربعة، وهي أدوات ميكانيكية تتكون من جهاز ليفي مرن، تسمح بجران الدم باتجاه واحد فقط، وتجعلها بنيتها القويّة محكمة الإغلاق أثناء الدورة القلبية. اثنان منها تسمى الصمامات الأذينية البطينيّة، أي صمامات الدخول، التي تحرس الفتحات بين البطين والأذنين، أما الاثنان الآخران فيسميان الصمامات الشريانية، وهي التي تقوم بحراسة الفتحات بين الشرايين الرئوية والبطين الأيمن وبين البطين الأيسر والأبهر.

وتسجل حركة انغلاق الصمامات أصواتا، هي ضربات القلب التي تسمح بتشخيص بعض الأمراض القلبية يسميها المعالج

بواسطة السماع أو Stéthoscope.

عندما تغلق الصمامات بدون إحكام نسجل دخول أو خروج الدم بين التجايف القلبية بصفة غير منتظمة. وهذا ما يؤدي

إلى عدم فعالية عملية ضخ الدم، واضطراب الضغط الدموي داخل الشرايين فيما بعد. والصمامات القلبية هي:

أ- الصمام التاجي (VALVE MITRALE): صمام ثنائي الشرفات يفصل بين الأذين الأيسر والبطين الأيسر،

ساحا بمرور الدم من الأذين إلى البطين، ويمنع عودة الدم من البطين إلى الأذين.

ب- الصمام ثلاثي الشرفات (TRICUSPIDE): يفصل بين الأذين و البطين في القلب الأيمن ساحا بمرور الدم من

الأذين إلى البطين، ويمنع عودة الدم في الاتجاه المعاكس.

ج - الصمام الأبهري (AORTIQUE): يوجد في فتحة جذع الشريان الأبهري، ليفصله عن البطين الأيسر، ساحا

بمرور الدم من البطين الأيسر إلى الأبهري، ويمنع عودته إلى الوراء.

د- الصمام الرئوي الهلالي (PULMONAIRE): يوجد تحت جذع الشريان الرئوي ويفصل البطين الأيمن عن

الشريان الرئوي ساحا بمرور الدم إلى الشريان، ويعمل على منع انفلاته من الشريان إلى البطين الأيمن.

2-3- أغشية القلب :

يوجد القلب داخل كيس ليفي، مغطى بغشاء ضام، يتكون من ورقتين أو غشاءين يفصل بينهما سائل حشوي، يسهل

حركة القلب، ويمنع الورقتين من الاحتكاك. إذا زادت كمية هذا السائل يرتفع الضغط المسلط على القلب، مما يعرقل حركة القلب.

فنسجل نقصا للأصوات قلبية. أما إذا تكلس هذا الكيس تصبح حركة القلب صعبة، ونسجل أصواتا قلبية غير عادية، ناتجة عن

تصلب الغشاء. ويتألف غشاء القلب من ثلاث طبقات:

● التأمور (Péricarde): الطبقة الخارجية التي تحمي القلب من الخارج.

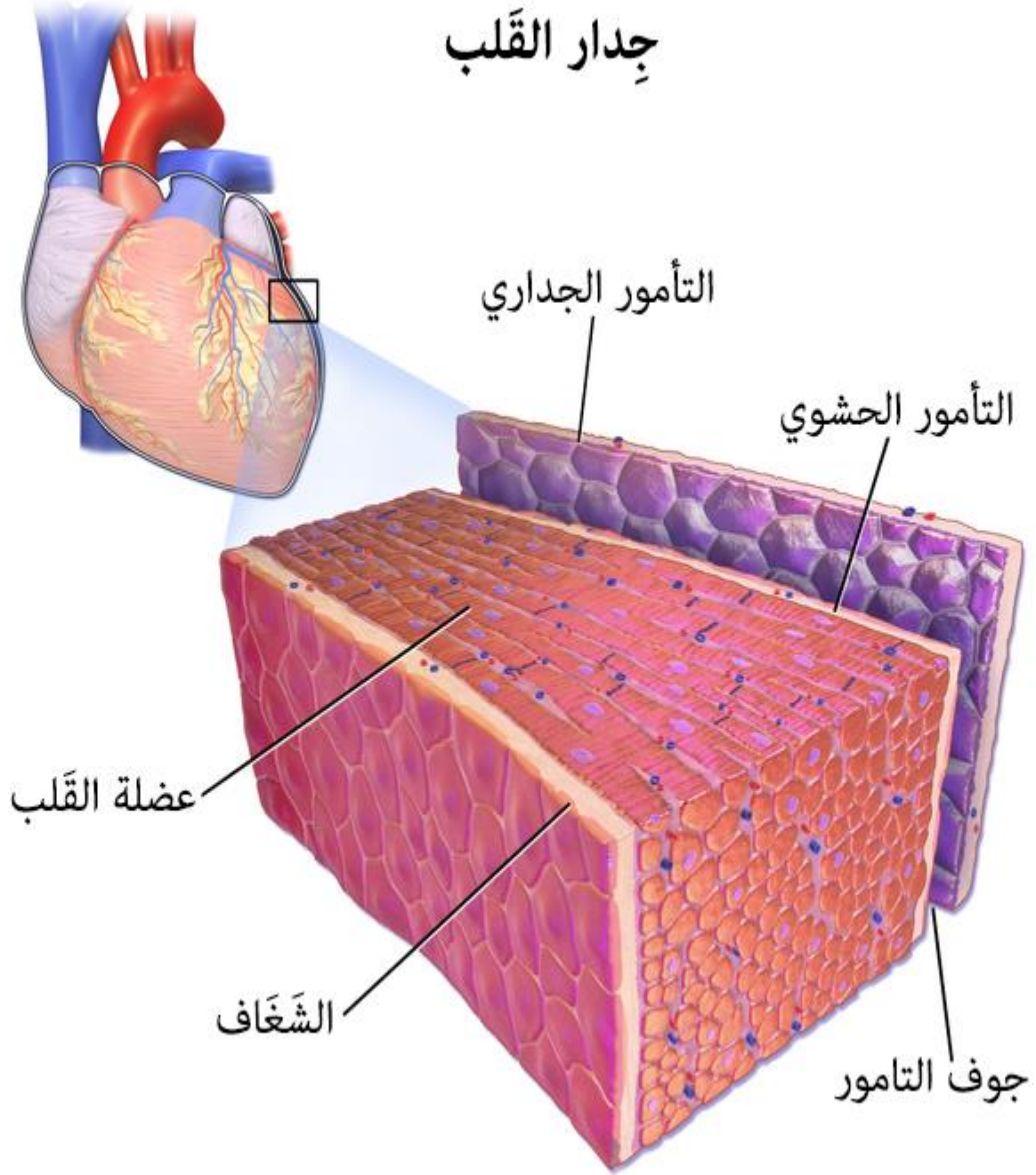
● العضلة القلبية (Myocarde): الطبقة الجدارية الوسطى، وتكوّن الجزء الرئيسي لعضلة القلب، كبيرة الحجم

وسميكة، تعطي القلب الخاصية المميزة لدقاته. ولهذا السبب يتوفر القلب على القوة التي يضح بها الدم وخاصة

البطين الأيسر.

● الشغاف (Endocarde): الطبقة الحشوية الداخلية، تلتصق بالقلب وتوجد بها الأوعية الدموية القلبية،

وتتشكل منها الصمامات القلبية.



الرسم 7: طبقات القلب

2- ميكانيكا القلب أو الثورة القلبية:

إن الثورة القلبية هي الأحداث الفيزيولوجية التي تطرأ على القلب في مدة زمنية محدّدة من رتبة الملي ثانية، هذه الأحداث التي تتكرر بصفة مستمرة ودورية، ولا تتوقف أبدا طيلة الحياة. تشارك فيها كل أجزاء القلب في تسلسل مرحلتين، هما مرحلة النشاط والتقلص SYSTOLE. ثم مرحلة الراحة والارتخاء DIASTOLE .

هذا النشاط المنتظم، والغير متوقف ناتج عن التنبية العصبي المسلط من طرف العقدة الحبيبية، و تستغرق الثورة القلبية عند

الإنسان 0,8 ثانية، و تنقسم إلى 5 مراحل، هي:

2-1- تقلص الأذنين:

يتقلص الأذنين معا أثناء راحة البطين، تحت تأثير إزالة الاستقطاب للعقدة الحبيبية. يرتفع الضغط داخل الأذنين، ليصبح أكبر من ضغط البطين، مما يؤدي إلى فتح الصمامات الأذينية - البطينية. تكون في هذه المرحلة الصمامات الشريانية مغلقة بإحكام، ويرتفع في نهايتها حجم الدم في البطين من 125 ملل إلى 250 ملل.

2-2- تقلص البطينين:

بوصول الإثارة العصبية إلى العقدة الأذينية - البطينية، تكون الصمامات الأربعة مغلقة كلها، ويبقى حجم البطين ثابت، وضغط البطينين أقل من ضغط الشريانيين الخارجين منهما (الأبهري، والرئوي).

2-3- القذف التقلصي:

يرتفع خلالها الضغط داخل البطين (80 ملم زئبقي) ليصبح أكبر من ضغط الشريان، مما يؤدي إلى فتح الصمامات الشريانية، ويقذف الدم من البطين إلى الشريان بقوة. تنغلق في هذه المرحلة الصمامات الأذينية - البطينية لمنع تسرب الدم إلى الأذنين، هذا كله بضغط قدره 120 ملم زئبقي.

2-4- الارتخاء البطيني:

يرتخي البطن، وينخفض الضغط البطيني إلى أقل من ضغط الشريان، مما يؤدي إلى غلق الصمامات (الأبهرى- الرئوي). ويكون حجم الدم في البطن في أعلى مستوياته، ويبقى ثابتا، ويمتلئ الأذنين مع نهاية هذه المرحلة من الأوردة الجوفاء.

2-5- الاسترخاء الكلي:

يرتفع الضغط داخل الأذنين، فيصبح أكبر من ضغط البطنين، مما يؤدي إلى فتح الصمامات الأذينية - البطنية، وغلق الصمامات الشريانية، وينزل الدم بطريقة سلبية (عفوية) من الأذنين إلى البطنين. في نهاية هذه المرحلة يكون القلب جاهزا لثورة قلبية جديدة.

3- جهاز التغذية القلبية:

إنَّ كون القلب عضو كباقي الأعضاء يجعله يحتاج إلى تغذية وشبكة شرايين تزوده بالدم المتوفر على O_2 والطاقة، تسمى هذه الشبكة بالتاجية، وتعتبر هذه الشبكة أضعف نقطة في الإنسان، إذ يموت الكثير بمرض الدورة الدموية التاجية IDM . لأن الشرايين التاجية أكثر قابلية للتصلب والانسداد.

ولأن القلب يستهلك كمية كبيرة من الـ O_2 والطاقة، نظرا لعمله الدائم والمهم للحياة نجد هذه الشبكة كثيفة الشعيرات الدموية، حيث يصل الدم إلى القلب عن طريق شريانيي إكليليَّين، أيمن وأيسر، ينطلقان من الأبهر، ثم يتمحوران حول قاعدة القلب، راسمين نصف دائرة ما بين البطنين، ثم تتبع الأوردة نفس المسلك لتجتمع في الجيب الوريدي الذي يرجع الدم إلى الأذنين الأيمن، ويعتبرها بعض الباحثين دورة دموية لوحدها، هي الدورة التاجية، وتعتبر أقصر الدورات الدموية، إذ أنها لا تستغرق أكثر من 8 ثواني.

4- خصائص الخلية القلبية:

4-1- الخصائص النسيجية:

تمتاز عضلة القلب بنوع هيستولوجي (نوع نسيجي) معين، نجده في جدار القلب فقط يشبه إلى حد ما العضلات الهيكلية، لكنها لإرادية، وتسمى عضلة مخططة لإرادية وتمتاز عن باقي العضلات ببعض الخصائص هي:

- الألياف عضلية أسطوانية، لكنها قصيرة مقارنة بالعضلات الهيكلية.

- الألياف متفرعة، وتتصل الفروع ببعضها البعض، لذا تبدو عضلة القلب كوحدة واحدة.

- الاتصالات بين الألياف العضلية ذات نوع خاص يؤدي إلى انقباض عضلة القلب جميعا مرة واحدة، فلا يتقلص بعضها دون بعض.

- تمتاز عضلة القلب بخاصية تعرف باسم قانون الكل أو اللاشيء.

- النواة الخلوية موجودة في وسط الليف العضلي، لذا تسمى مركزية.

4-2- الظواهر الكهربائية في الخلية القلبية :

في عام 1952 قام Hodgkin و Huxley بتجربة على عصب حيوان الكالمار - والذي يتوفر على أعصاب كبيرة نسييا- بواسطة التنبيه بالتيار الكهربائي. وأثبتت هذه التجربة أن التقلص العضلي يتم بتعاقب مرحلتين، الأولى وتدعى بزوال الاستقطاب أو كمون النشاط DEPOLARISATION. تتميز بانتقال أنواع معينة من الشوارد أو الأيونات عبر قنوات خاصة، توجد في الغشاء الخلوي، ثم المرحلة الثانية التي تعود فيها العضلة إلى الاسترخاء، وتدعى بمرحلة عودة الاستقطاب أو كمون الراحة REPOLARISATION. بعودة الشوارد إلى وضعها الطبيعي. بالنسبة لتقلص عضلة القلب ، تنشأ الإثارة

العصبية في العقدة الجيبية الموجودة في نقطة من الأذنين الأيسر، وتنتشر نحو الأذنين، ثم العقدة الأذينية البطنية في 13-15 ملي ثانية، وتؤثر على حزمة هيس لتصل إلى شبكة بيركينج في مدة 40 ملي ثانية. وإذا حدث خلل في إصدار الإثارة في العقدة الجيبية، أو في إحدى الشبكات الناقلة، ينتج عن ذلك اضطراب في عمل القلب.

أ- أثناء الراحة بعد إعادة الاستقطاب:

- حركة أيونية (تيار أيوني) بطيئة ومنخفضة لشوارد البوتاسيوم K^+ من داخل إلى خارج الخلية.
- لضمان استمرار هذا الخروج، نسجل حركة أيونية لشوارد الصوديوم Na^+ في الاتجاه المعاكس، أي من الخارج إلى الداخل بصفة بطيئة ومنخفضة.

- في نفس الوقت تكون نفاذية الخلية مرتفعة بالنسبة لشوارد Na^+ و Ca^{++} مع ملاحظة استمرار الحركة الأيونية.

- يكون التيار الأيوني K^+ و Ca^{++} مسؤولاً عن إزالة الاستقطاب، الذي يظهر تدريجياً وببطء.

ب- أثناء النشاط أو زوال الاستقطاب:

- ينتج زوال الاستقطاب عن دخول كمية كبيرة من شوارد Na^+ إلى الخلية العضلية، مما يدلّ على ارتفاع نفاذية الخلية.

- كما يسجل ارتفاع نفاذية الخلية القلبية لشوارد الكالسيوم Ca^{++} .

وتكون إعادة الاستقطاب ناتجة عن خروج شوارد K^+ بكمية مقابلة لكمية Na^+ التي دخلت عند زوال الاستقطاب.

ونستطيع تلخيص مراحل الثورة القلبية كما يلي:

- الارتفاع السريع للجهد العملي (زوال الاستقطاب) ناتج عن تيار متّجه نحو الداخل الخلوي لشوارد Na^{++} الخارجية.

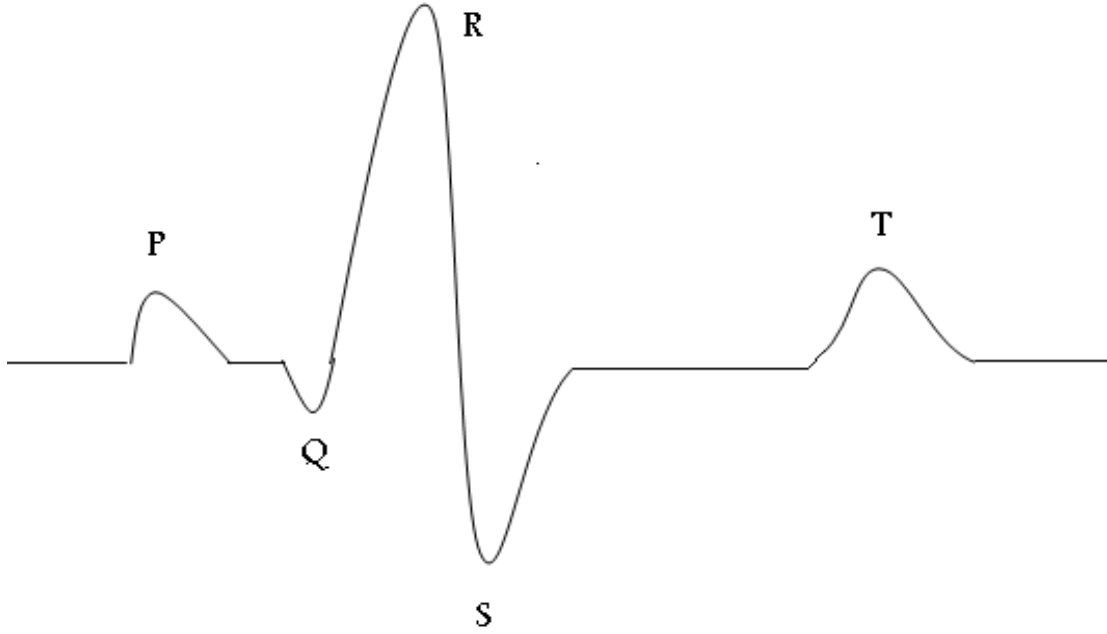
- هذا الارتفاع لشوارد الـ Na^+ مؤقت، ثم تعود إلى الانخفاض البطيء.

- ثم تنخفض نفاذية الـ Na^+ بسرعة إلى قيمة الراحة، ومنه إعادة الاستقطاب، أو كمون الراحة.

إذا تمتاز الخلية العضلية القلبية مثل الخلية العقدية الحبيبية بقابلية التنبيه، فيكون غشاؤها أثناء الراحة مستقطب (حالة الاسترخاء). وتمتاز بالقدرة على تغيير نفاذيتها الخلوية بالنسبة لشوارد Na^+ ، Ca^{++} ، K^+ عندما تنبّه. ويحدث زوال الاستقطاب (الذي يؤدي إلى التقلص) بارتفاع نفاذية الخلية بالنسبة لشوارد Na^+ ، Ca^{++} إلى الداخل. أما إعادة الاستقطاب (الرجوع إلى الراحة) فينتج عن ارتفاع نفاذية الخلية لشوارد K^+ ، وبالتالي يصبح الغشاء مستقطباً، ومستعداً لاستقبال تنبيه آخر.

3-4- الرّسم الكهربائي للقلب: (ECG) Electrocardiogramme

عند وصول الإشارة المسيّبة لانقباض الألياف العضلية للقلب، يحدث تغيير، أو زوال الاستقطاب في أغشية الألياف العضلية $Dépolariation$ ، والذي يسبب انقباض عضلة القلب، ثم يتبع ذلك إعادة الاستقطاب $Repolarisation$ ، وهذه التغيرات الكهربائية لأغشية الألياف العضلية القلبية يمكن تسجيلها عن طريق جهاز رسم تخطيط القلب الكهربائي.



الشكل 8 : الرسم التخطيطي الكهربائي للقلب

هذا الرسم الذي يعتمد على تسجيل الجهد الكهربائي بواسطة جهاز فولت متر والذي يكون متصلا بأقطاب كهربائية متكونة من صفائح معدنية رقيقة، توضع على صدر الشخص المراد تسجيل رسم القلب له، والرسم الناتج يعرف باسم الرسم التخطيطي الكهربائي للقلب ECG، وتظهر فيه ثلاث موجات هي:

1- الموجة P التي يتم تسجيلها أثناء انقباض الأذنين وتستغرق 0,1 ثانية.

2- الموجة QRS التي يتم تسجيلها أثناء انقباض البطينين وتستغرق 0,2 ثانية.

3- الموجة T والتي تمثل فترة ارتخاء عضلة القلب ومدتها 0,5 ثانية.

ويستفاد من تسجيل الرسم الكهربائي للقلب في تشخيص العديد من أمراض القلب، وذلك بمقارنة رسم قلب

الشخص المريض برسم القلب لشخص سليم.

المحاضرة العاشرة : الدورة الدموية

إن الهدف الأساسي للدورة الدموية هو استمرارية توزيع الدم لكل الأنسجة بصفة منتظمة ومستمرة، مع مراعاة حاجيات الأعضاء في كل لحظة، ونلاحظ أن هناك تكيف في توزيع الدم إلى الأنسجة.

1- أقسام الدورة الدموية: تنقسم الدورة الدموية إلى دورة كبرى، ودورة صغرى:

1-1- الدورة الدموية الكبرى :

يقوم البطين الأيسر بضخ الدم الشرياني المحمّل بالأوكسجين O_2 إلى الشريان الأبهري، ومنه إلى الشرايين المتفرعة، وأخيرا إلى الشعيرات الدموية الطرفية، حيث يقوم بتقديم O_2 إلى خلايا الجسم، ويأخذ منها غاز ثاني أكسيد الكربون CO_2 . ويتابع جريانه في الأوردة الطرفية الصغيرة ثم الأوردة الكبيرة، ليصبّ في الأذنين الأيمن عبر الأوردة الجوفية العلوية والسفلية، وينتهي في البطين الأيمن.

1-2- الدورة الدموية الصغرى :

يقوم البطين الأيمن بضخ الدم الوريدي (المحمّل بـ CO_2) إلى الشريان الرئوي وفروعه حتى يصل إلى الرئتين، حيث تقوم الأسناخ الرئوية باستبدال الدم الوريدي بدم آخر شرياني O_2 لونه أحمر. ليعود مع الأوردة الرئوية -هي الأوردة الوحيدة التي تنقل الدم الشرياني- حتى يصل إلى الأذنين الأيسر، ومنه إلى البطين الأيسر، حيث تبدأ الدورة الدموية الكبرى بضخ الدم إلى جميع أنحاء الجسم من جديد عبر الشريان الأبهري.

2- الأوعية الدموية: تتصل مع بعضها البعض في شبكة معقدة، تنطلق من القلب وتصل إلى كل أنحاء الجسم، وتتكون

الأوعية الدموية من ثلاث طبقات، الداخلية (Intima)، الطبقة المتوسطة (Media)، والطبقة الخارجية (Adventitia)

(. تختلف حسب اتجاه الدم فيها ونوعه- المحمّل بـ O_2 أو CO_2 - وحسب أحجامها إلى:

2-1- الشرايين و الشريينات :

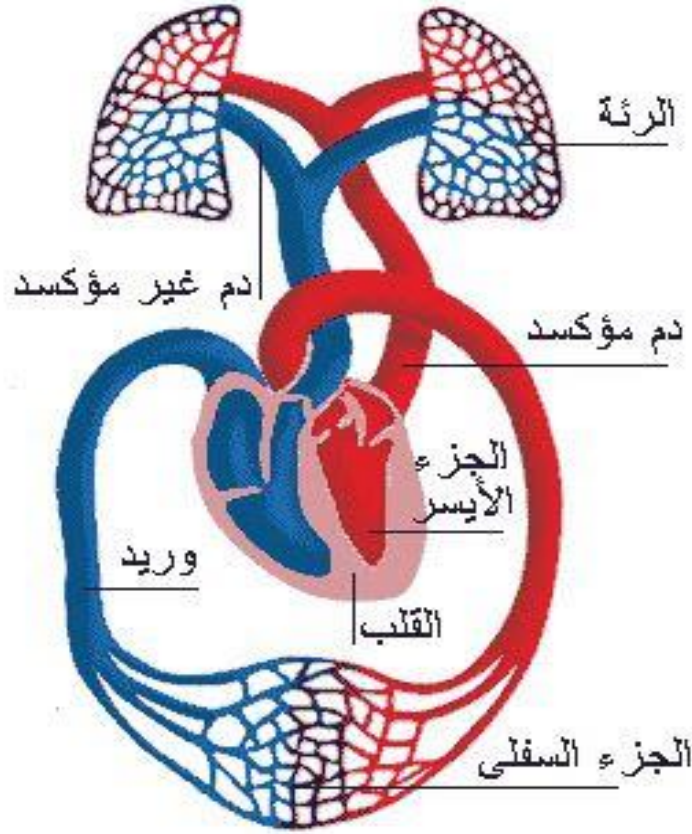
تحمل الدم المحمل بالأوكسجين O_2 من القلب الأيسر إلى جميع أنحاء الجسم، في الدورة الدموية الكبرى، ومن الرئتين إلى القلب الأيسر، نسمي كبيرة الحجم شرايينا والصغيرة شريينات، منها نوع تسمى الشرايين العضلية تحتوي على عدد كبير من الألياف العضلية، ومنها الشرايين المطاطية التي تحتوي على كمية كبيرة من المطاط. ينتج عن هذا الفرق عدّة مميّزات، منها المرونة التي تسمح باستمرارية الضغط الدموي، كما يمنح المطاط التوسّع الفائق للشرايين أثناء ضخ الدم.

2-2- الشعيرات الدموية :

تتكوّن من طبقة أو طبقتين من الخلايا الطلائية، محاطة بطبقة قاعدية، يوجد بها ثقبوب تسمح بمرور الماء والمواد ذائبة فيه، و O_2 ، و CO_2 لأنها تشكل مقر التبادلات الهوائية والغذائية بين الدم والأنسجة، وبالتالي فالشعيرات هي موقع الاستمرارية بين سوائل الدوران والوسط البيني Interstitiel .

2-3- الأوردة والوريدات :

تتكون مثل الشرايين من ثلاث طبقات لكنها أقلّ سمكا، تنقل الدم الوريدي المحمّل بغاز CO_2 من الأنسجة إلى القلب الأيمن، ومن القلب الأيمن إلى الرئتين، تختلف الأوردة عن الوريدات في القطر من ناحية، وتحتوي الأوردة على صمامات تمنع عودة الدم في الاتجاه المعاكس والتي لا نجدها في الوريدات من ناحية أخرى. تمتاز الأوردة بقابلية التمدّد والتوسّع على حسب الضغط الممارس عليها.



الرسم 9 : الدورة الدموية .

3- الصَّيْبُ القلبي :

يبلغ الحجم الدَّموي في الإنسان 5,5 لتر، ما يعادل 8,6 % من الوزن الكلي. وتنظّم بعض الميكانيزمات تنقل الدم عبر الدَّورة الدموية، أهمّ هذه الميكانيزمات الصَّيْبُ القلبي، والصَّغَطُ الدموي.

3-1- تعريف الصَّيْبُ القلبي: ويسمَّى أيضا الناتج القلبي، أو الدَّفْعُ القلبي، وهو الحجم الدموي المضخَّ من طرف القلب، في وحدة زمنية معينة هي الدقيقة. ويشار إليه بـ Q_c .

و نستطيع حسابه وفق المعادلة الآتية : الصَّيْبُ القلبي = الحجم الدموي المضخ في كل دقيقة \times تواتر القلب.

$$F_c \times V_{es} = Q_c \quad \text{أي :}$$

حيث: F_c : تواتر القلب (Fréquence) ويتراوح بين 60 – 90 دورة في الدقيقة.

V_{es} : الحجم المضخّ في كل دورة قلبية .Volume éjecté d'1 tour system

إنطلاقاً من المعادلة نستنتج أنّ الصّيب القلبي يتعلّق أكثر بالتواتر القلبي في الدقيقة، أكثر من الحجم المضخّ، لأن هذا الحجم لا يتغيّر بشكل كبير مثل F_c . ذلك أنّ المراكز العصبية لها تأثير على F_c أكثر منه على V_{es} .

3-2- توزيع الصيب القلبي في الأوعية : يوزّع الصّيب القلبي حسب حاجيات الأنسجة، وأهميتها الحيوية فينقسم إلى :

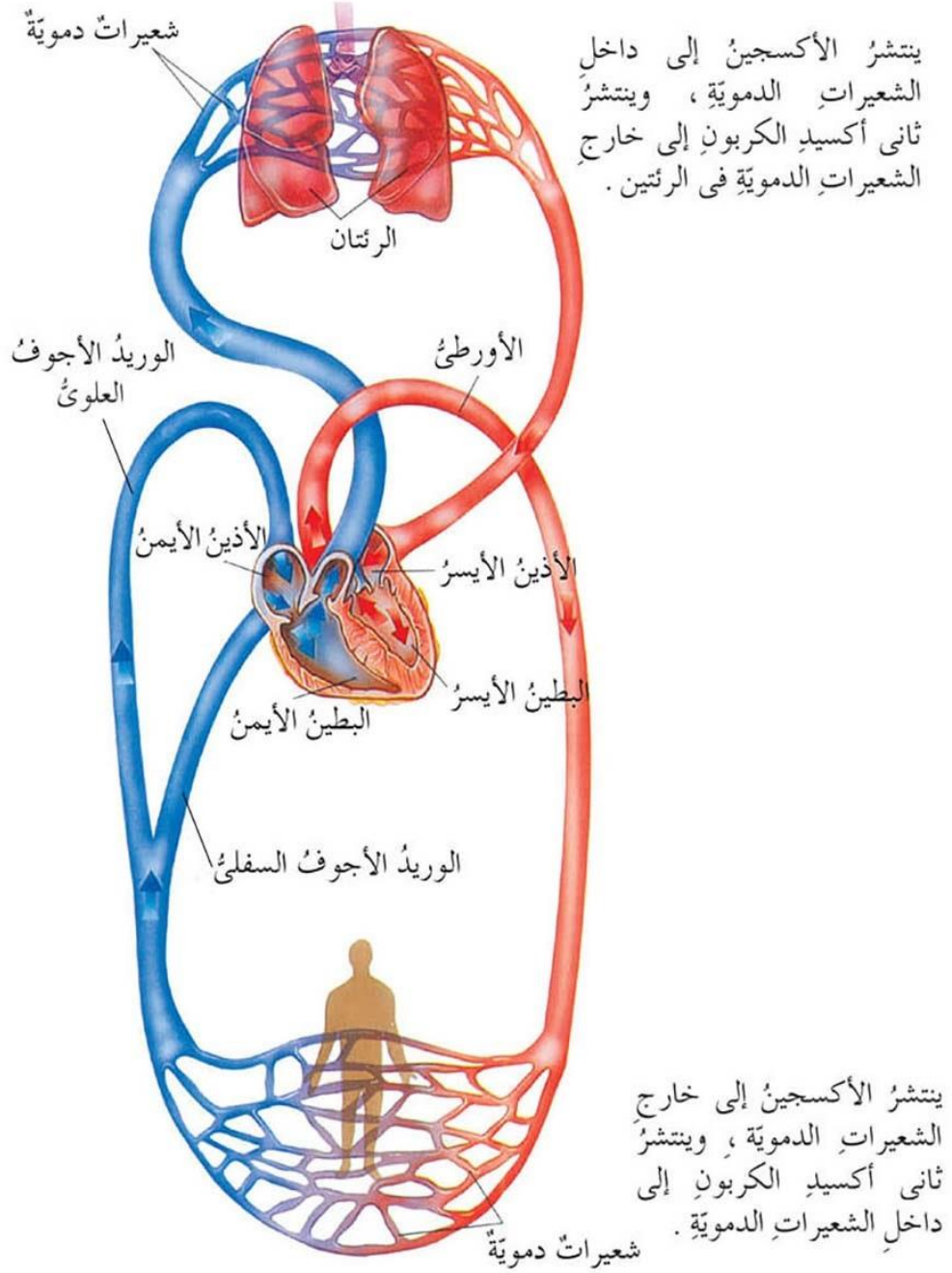
أ - الدماغ : الدماغ أكبر عضو حيوي في الجسم لأنه المسؤول عن أي حركة في الجسم وينظم الدماغ باقي الوظائف الحيوية بصفة تلقائية خاصّة القلب والجهاز التنفسي. لذا يُزوّد بكميّة كافية من O_2 والجلوكوز، ولأن الدماغ حسّاس جداً لأي نقص في هذين العنصرين الضروريين لحياته، حيث أنّ الخلية العصبية في الدماغ تعاني في حالة نقص O_2 لمدة 5 ثواني، فيشعر الإنسان بالدوخة، وبعد 15 ثانية يغمى على الإنسان، وبعد 3 دقائق تخرب الخلية العصبية جزئياً، وبعد 5 دقائق تصاب بالموت الخلوي. والتي لا يمكن استرجاعها بعده. نظراً لهذه الحساسية، فالدمّاغ يستقبل 13 % من الصّيب القلبي.

ب - العضلة القلبية: يغدّى القلب أثناء الارتخاء العضلي من طرف الأوعية الإكليلية . وعند انخفاض الدم المتوفر للقلب تصاب الشرايين بالخلل، لهذا يستفيد القلب من 05 % من الحجم الكلي للصّيب القلبي.

ج - الرئتين: نظراً للأهميّة الحيويّة للرئتين في التنفس، وتوفير الأوكسجين للأنسجة والتخلص من غاز CO_2 الناتج عن مختلف التفاعلات والنشاطات الخلوية، لذا تستهلك الرئتين في الحالة العادية 04 % من الصيب القلبي.

د - الكرياتين: يصل إلى الكليتين 25 % من الصبيب القلبي، يستعمل النسيج الكلوي نسبة 06 % منه للتغذية. ويستعمل الباقي أي 19% في الوظيفة الكلوية، المتمثلة في تصفية الدم وإطراح المواد السامة والتخلص منها، مثل حمض الكرياتين Créatine.

هـ - الجلد والعضلات: يستقبل الجلد والعضلات خاصة عند النشاط العضلي المكثف نسبة 2/3 أي 60 % من الصبيب القلبي، ذلك لتوفير الطاقة اللازمة وللتخلص من الحرارة الناتجة عنه.



الرسم 10 : انتشار الغازات واتجاهاتها في الدورة الدموية

المحاضرة الحادية عشر: تأثير النشاط الرياضي على الفيزيولوجيا القلبية

1- تأثير النشاط الرياضي على القلب:

بدأ الاهتمام بالقلب لدى الرياضيين منذ القرن 19، حيث تحدث العالم الألماني هينشن " Henshen " عن مصطلح القلب الرياضي في سنة 1899. ويقصد بالقلب الرياضي، تلك الزيادة الفيزيولوجية في حجم القلب ونشاطه، الناتجة عن التدريب الرياضي المكثف والطويل الأمد. وبدأت البحوث العلمية، والدراسات على عضلات القلب عند الرياضيين في بداية الخمسينات من القرن الماضي، بعد اكتشاف جهاز Echocardiographie. حيث أبحه علماء الطب وعلماء فيزيولوجيا الجهد البدني بدراسة التغيرات التي تحدث على عضلة القلب عند الممارسين للنشاط البدني الرياضي والرياضيين، المتمثلة في زيادة حجم القلب وسمك جدرانه، ووظيفته بصفة عامة. وتعتبر قضية القلب الرياضي حتى الآن، من القضايا الهامة في الطب الرياضي الحديث، نظرا للزيادة الكبيرة في حمل التدريب الرياضي لتنمية الكفاءات الوظيفية للجهاز الدوري للرياضيين، لأهمية دور هذا الجهاز. وفي ما يلي سنرى التغيرات التي تحدث للقلب بممارسة النشاط الرياضي.

1-1 تأثير النشاط البدني الرياضي على حجم القلب :

يتعلق حجم القلب بصفة عامة بحجم الجسم من حيث الوزن والطول، والعوامل الوراثية والعمر وحتى الجنس. ويؤثر النشاط البدني على حجم القلب سواء من ناحية نوع النشاط الممارس، أو نظام إنتاج الطاقة الخاص بهذا النشاط، فقد وجد باريسوفا في دراسته سنة 1969 أن متوسط حجم القلب عند الغير ممارسين للنشاط البدني يساوي 760 سم³. أما عند الممارسين للمشي الرياضي فيساوي 970 سم³. وعند الممارسين لرياضة المصارعة 953 سم³.

وفي دراسة الدكتور سلامة بمصر سنة 2000، وجدت أنّ حجم القلب عند الغير ممارسين للنشاط البدني الرياضي يساوي 750 سم³. وعند الرياضيين 1200 سم³. أمّا دراسة الدكتور جلال الدين 2004، فقد وجدت أنّ متوسط حجم القلب عند الغير ممارسين يساوي 750 سم³. في حين حجم القلب عند الممارسين لرياضة كرة القدم هو 876 سم³. وعند الممارسين لسباق المسافات الطويلة يساوي 927 سم³.

2-1 تأثير النشاط البدني الرياضي على نبض القلب :

ينبض القلب حوالي 100 ألف مرة في اليوم، ليقوم بإيصال الدم إلى أكثر من 6000 ميل من الأوعية الدموية، ويبلغ متوسط عدد ضربات القلب بين 70 إلى 90 في الدقيقة في وقت الراحة لدى الغير ممارسين للأنشطة الرياضية، ويعتبر نبض القلب مؤشرا على كفاءة الجهاز الدوري الدموي، وتؤدي الممارسة المنظمة وطويلة الأمد إلى انخفاض عدد ضربات القلب في الراحة. ويعود ذلك إلى زيادة حجم القلب كتكيف مع البرامج البدنية والرياضية التي يخضع لها الرياضيون. ووجد Fagard سنة 2003 أن معدل نبض القلب عند الممارسين للنشاط البدني يساوي 65 - 67 ضربة/ الدقيقة. ووجد Makan سنة 2005 أن نبض القلب عند الرياضيين يساوي 56 ضربة/ الدقيقة، أما الغير ممارسين يساوي معدل نبض القلب 80 ضربة/ الدقيقة.

3-1 سماكة جدار البطين الأيسر:

يبلغ متوسط القيم الطبيعية لسماك جدار البطين الأيسر حوالي 10 ملم عند الغير رياضيين، وقد أثبتت الدراسات أن ممارسة النشاط البدني الرياضي تزيد في هذه القيمة من 15 - 20 % وأنّ متوسط سمك جدار البطين الأيسر عند الرياضيين هو 12 ملم. وفي دراسة Fagard سنة 2003 وجد أن سمك جدار البطين الأيسر عند الغير ممارسين هو 8,9

ملم، في حين يساوي 9,5 ملم عند الممارسين لألعاب القوى. و10,5 مم عند الممارسين لألعاب التحمل. أي أنّ النشاط الرياضي يعمل على زيادة سمك الجدران المكوّنة للقلب، وهذا ما يزيد في كمية الناتج القلبي.

1-4- الدفع القلبي (الصيب القلبي):

الصَّيْبُ القلبي هو الحجم الكلي للدم الذي يتمّ ضخه بواسطة البطين الأيسر في الدقيقة الواحدة، والذي يساوي 5 لتر/ الدقيقة. وتؤكد الدراسات أنه يزيد عند ممارسة النشاط البدني الرياضي خاصة في الرياضات التحملية. وذلك كنتيجة منطقية لزيادة سمك جدار القلب، وحجم الضربة. ويوزّع الصَّيْبُ القلبي حسب حاجيات الأنسجة، وأهميتها الحيوية فينقسم إلى :

أ - الدماغ : هو أكبر عضو حيوي في الجسم لأنه المسؤول عن أي حركة في الجسم وينظم الدماغ باقي الوظائف الحيوية بصفة تلقائية خاصّة القلب والجهاز التنفسي. لذا يُزوّد بكميّة كافية من O₂ والجلوكوز، ولأن الدماغ حسّاس جدا لأي نقص في هذين العنصرين الضروريين لحياته، حيث أنّ الخلية العصبية في الدماغ تعاني في حالة نقص O₂ لمدة 5 ثواني، فيشعر الإنسان بالدوخة، وبعد 15 ثانية يغمى على الإنسان، وبعد 3 دقائق تحرّب الخلية العصبية جزئيا، وبعد 5 دقائق تصاب بالموت الخلوي. والتي لا يمكن استرجاعها بعده. نظرا لهذه الحساسية، فالدمّاغ يستقبل 13 % من الصَّيْبُ القلبي.

ب - العضلة القلبية: يغدّى القلب أثناء الارتخاء العضلي من طرف الأوعية. وعند انخفاض الدم المتوفر للقلب تصاب الشرايين بالخلل، لهذا يستفيد القلب من 05 % من الحجم الكلي للصَّيْبُ القلبي.

ج - الرئتين: نظرا للأهميّة الحيويّة للرئتين في التنفس، وتوفير الأوكسجين للأنسجة والتخلص من غاز CO₂ الناتج عن مختلف التفاعلات والنشاطات الخلوية، لذا تستهلك الرئتين في الحالة العادية 04 % من الصَّيْبُ القلبي.

د - الكليتين: يصل إلى الكليتين 25 % من الصيب القلي، يستعمل النسيج الكلوي نسبة 06 % منه للتغذية. ويستعمل الباقي أي 19% في الوظيفة الكلوية المتمثلة في تصفية الدم وإطراح المواد السامة والتخلص منها، مثل حمض الكرياتين Creatine.

هـ - الجلد والعضلات: يستقبل الجلد والعضلات خاصة عند النشاط العضلي المكثف نسبة 2/3 أي 60 % من الصيب القلي، ذلك لتوفير الطاقة اللازمة وللتخلص من الحرارة الناتجة عنه.

1-5- حجم الضربة : وهي كمية الدم المندفع أثناء انقباض البطينين خلال ثورة قلبية واحدة. وتبلغ قيمتها أثناء الراحة عند الإنسان الطبيعي 70 ميلي لتر. وتصل قيمتها القصوى إلى 200 ملل أثناء الجهد. وقد أثبتت الدراسات العلمية أن حجم الضربة يزيد بممارسة النشاط البدني الرياضي، ذلك حتى يستطيع القلب أن يدفع كمية الدم المطلوبة أثناء النشاط البدني الرياضي. وينتج ذلك عن تحسن في تعبئة القلب، والحالة الانقباضية للقلب، وانخفاض المقاومة في الأوعية الدموية. ويكون حجم الضربة أفضل، خاصة عند لاعبي التحمل، والدراجات الهوائية والتجديف. وقد بين Wilmor سنة 2001 أن حجم الضربة عند الغير ممارسين يساوي 78.5 ملل. أما عند الممارسين فيبلغ 110 ملل عند الراحة. وهناك اختبارات كثيرة لقياس الحالة الوظيفية للقلب عند الممارسين للنشاط البدني الرياضي، والرياضيين بالخصوص، نذكر منها:

- إختبار أوهايو OHIO لقياس عدد ضربات القلب عند الرياضيين.

- إختبار كوتن COTTEN.

- إختبار هارفرد HARVARD لمعرفة مستوى اللياقة البدنية .

- إختبار جونسون، ونيلسون.

- إختبار $VO_2 MAX$ لتعلق جهاز التنفس بالقلب.

2- تأثير النشاط البدني الرياضي على الأوعية الدموية :

إن للنشاط البدني الرياضي تأثير كبير على شكل الأوعية الدموية و تركيبتها، ومكوناتها النسيجية، سواء كانت شرايين، أو أوردة، أو شعيرات دموية. ونستطيع حصر هذا التأثير في النقاط التالية:

- زيادة قطر الشريان الأبهري، حيث أثبتت التجارب العلمية وجود زيادة في قطر الشريان الأبهري عند الرياضيين ولكن هذه الزيادة قليلة جدا، من هذه التجارب تجربة 2001 Makan. الذي وجد قطر الشريان الأبهري عند الغير ممارسين للنشاط البدني الرياضي يساوي 27,1 مم. ويساوي 28,7 مم عند الرياضيين.
 - إذابة التجلط على جدران الشرايين الداخلية، ومنع الصفائح الدموية من التجمع والالتصاق على بعضها، مما يقلل نسبة ضيق الشرايين.
 - منع زيادة الكوليستيرول الغير حميد LDL، الذي يتجمع ويتكلس داخل الشرايين، مما يعيق سريان الدم داخل الأوعية.
 - تزايد معدل انسياب و سريان الدم في الشرايين التاجية.
- وقد قام فريق بحث في الولايات المتحدة الأمريكية في هذا الصدد بدراسة على عينة من القردة، و التي

قسمت إلى ثلاث مجموعات تجريبية:

- المجموعة الأولى: تناول طعاما منخفض الدهون.
- المجموعة الثانية: تناول طعاما مرتفع الدهون، ولا يمارس أي نشاط بدني.
- المجموعة الثالثة: تناول طعاما مرتفع الدهون، وتمارس نشاطا بدنيا دائما.

فكانت النتائج كالتالي:

- أصيب قروود المجموعة الثانية بتصلب الشرايين التاجية.

- قروود المجموعة الثالثة قل لديها تصلب الشرايين التاجية.

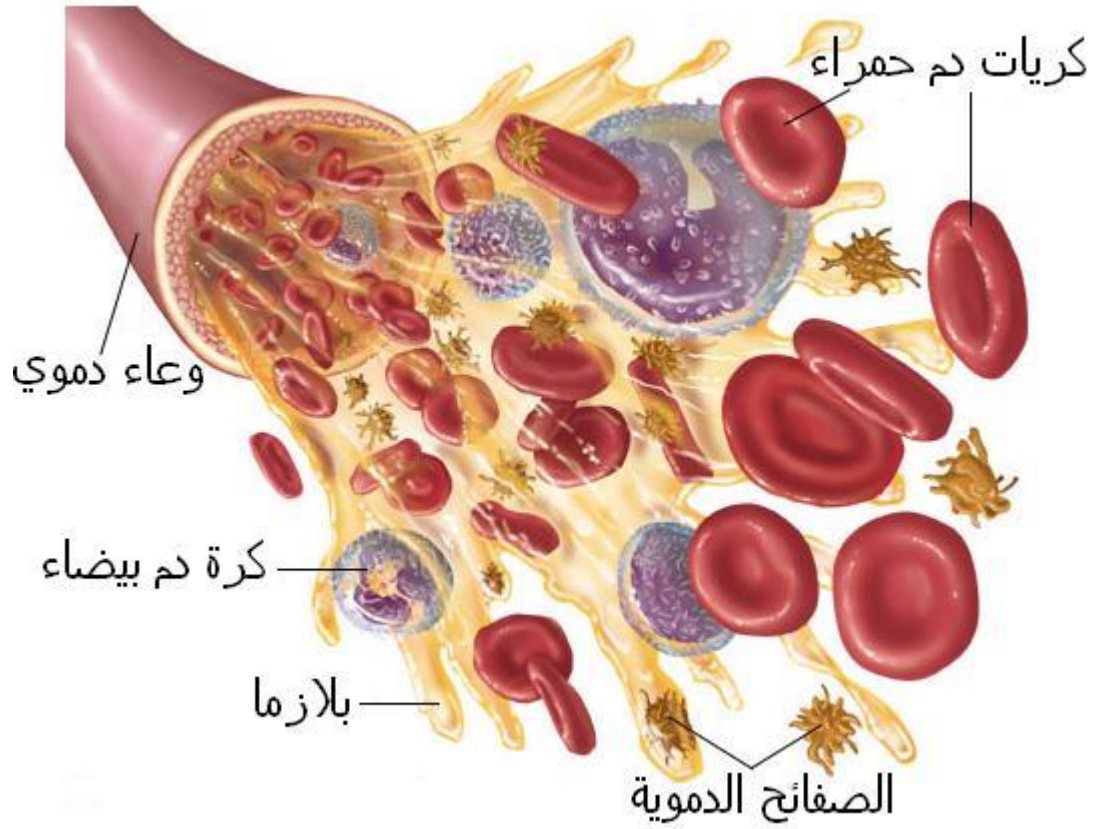
- قروود المجموعة الأولى لم يطرأ عليها أي تغيير.

3- تأثير النشاط البدني الرياضي على الدم ومكوناته :

لا تقتصر التغيرات القلبية عند الممارسين للنشاط البدني الرياضي على حجم القلب ووظيفته، بل تتحسن أيضا كفاءة الدم، الذي يعتبر الناقل الأساسي للأوكسجين والغذاء للعضلة عند ممارسة النشاط البدني الرياضي، خاصة الأنشطة الأوكسجينية والهوائية. فتتغير خصائص الدم بممارسة النشاط البدني الرياضي، خاصة نشاطات التحمل الهوائي. حيث تزيد نسبة الهيموغلوبين Hb الموجود في كريات الدم الحمراء. (نسبته العادية تساوي 12 غرام / لتر عند الرجال. و13 غرام / لتر عند النساء). و يزداد عدد الكريات الحمراء نفسها، والتي يبلغ عددها في الحالة الطبيعية 04 ملايين/سم³ عند الرجال، و 05 ملايين / سم³ عند النساء.

هذان المؤشران لهما أهمية كبيرة في تحديد كمية الأوكسجين المنقولة إلى العضلات. ويزيد النشاط البدني الرياضي أيضا في عدد الكريات البيضاء GB ، والصفائح الدموية Plaquelette في الدم. وتزيد من ناحية أخرى قدرة تخلص الدم من بعض المواد، مثل حمض اللاكتيك، وثاني أكسيد الكربون CO₂، التي تعيق عمل الجهاز الدوري الدموي، والجسم بصفة عامة. هذه المواد السامة تنتج من مخلفات التمثيل الغذائي في الأنسجة أثناء الراحة والنشاط البدني. ويميل الدم إلى الحمضية بانخفاض ال PH ، وترتفع درجة لزوجة الدم تحت تأثير النشاط البدني الرياضي حتى تصل إلى 70% بالممارسة الرياضية لفترة طويلة. ينتج ذلك عن فقد الدم لنسبة من الماء، نتيجة للإفراز الدائم للعرق. بالإضافة إلى التغيرات التالية:

- زيادة حجم الدم بخفض الهرمونات التي تتسبب في زيادة حجم البول..
- زيادة حجم البلازما.
- زيادة الميوجلوبين، وبالتالي زيادة كفاءة العضلة على الحصول على الأوكسجين.
- زيادة عدد الشعيرات الدموية خاصة في العضلات.
- زيادة كمية البروتينات خاصة Albumine في الدم.



الشكل 11 : مكونات الدم

المحاضرة الثانية عشر : الضَّغَط الدموي

1- تعريف الضَّغَط الدموي:

هو القوة المسلَّطة على الأوعية الدموية في كل لحظة، والتي تجعل الوعاء يتمدد ويتوسع كي يسمح للدم بالتنقل داخل الجهاز الدوراني، والذي لولاه لبقى الدم ثابتا في داخل الوعاء بدون حركة انتقال. إذا يكون الدم المنتقل في الأوعية تحت ضغط مستمر دقيق وثابت، وهو المعروف بالضغط الدموي، والذي يكون في الشرايين أكبر منه في الأوردة، وهذا ما يفسر عدم تسرب الدم بنفس القوة من جرح وريدي أو جرح شرياني لوجود فرق في الضغط بين هذه الأوعية. إذا ينتقل الدم في الأوعية من نقطة معينة A إلى نقطة أخرى B إذا كان الضغط في النقطة A أكبر منه في النقطة B، أي من أكبر ضغط إلى أصغر ضغط.

2- إكتشاف الضَّغَط الدموي:

تمَّ إكتشاف هذه الحقيقة العلمية سنة 1732 من طرف Stephen Hales الذي قام بوضع مصطلح الضغط الدموي (Pression artérielle). وذلك بعد أن قام بإدخال أنبوب مطَّاطي في شريان حيوان موصول بأنبوبة زجاجية، فلاحظ تدفق الدم صاعدا في الأنبوبة عموديا حتى يصل ارتفاع 2,1 متر بتردُّدات مساوية لحفقتان القلب. وفي عام 1828 قام Jeoum Louis Poiseuille باكتشاف المانومتر (جهاز لقياس الضغط) والذي استعمله Louding و 1847 و Jules Mary 1861 لقياس الضغط الدموي أثناء بعض العمليات الجراحية (أي مباشرة داخل الشرايين). أما القياس من خارج الجسم - بدون استعمال الجراحة - فلم يكن إلا في سنة 1896 بواسطة Riva-Rocccé الذي استعمل كيس هوائي لقياس الضغط المضاد Contre Pression. وهذه التقنية استعملت لقياس الضَّغَط الدموي عند الإنسان، ثم تم إكتشاف الزئبق كوسيلة لقياس الضغط بصفة عامة والذي استعمل فيما بعد لقياس الضَّغَط الدموي.

3- العوامل المؤثرة في ضغط الدم:

أ- التأثير الهرموني : ينظّم الضغط الدموي في الجهاز الدوراني عن طريق عدة آليات هرمونية أهمها الهرمونات المفرزة من طرف غدة لبّ الكظر.

ب- التّنظيم العصبي: توجد في القوس الأبرية La crosse aortique والشريان السُّبَاطي مستقبلات حسّية خاصة بالضغط الدموي Barorécepteur. هذه المستقبلات ترسل سيّالات عصبية عن طريق الأعصاب الحسية إلى المراكز العصبية، التي تعمل عند ارتفاع الضغط الدموي، لترسل للمراكز العصبية في هذه الحالة سيالة عصبية عن طريق العصب العاشر، الذي يقلّل من النشاط القلبي ويخفض التواتر، ومنه يتمّ تخفيض الضغط الدموي.

ج- تقلص وتمدد الشرايين Vasomotricité: تساهم قدرة الشرايين على التمدد والتقلص في تنظيم الضغط الدموي بالتأثير على المقاومة الموجودة داخل الشرايين، والتي كلما زادت تعرقل حركة الدم وبالتالي خفض الضغط داخلها.

د- المميزات الفيزيائية للدم و الحجم الدموي: تؤثر بعض الخصائص التي يمتلكها الدم كاللزوجة والكثافة، في تغيير الضغط داخل الأوعية. وكذلك قطر الوعاء الدموي ومرونته. فإذا ازداد الحجم الدموي مثلاً، يزداد الضغط الدموي. اما ففي حالة النزيف نسجل انخفاض الحجم الدموي، وبالتالي ينخفض ضغط الدم.

هذا كله تسجله مستقبلات إسموزية Osmorecepteur، ومستقبلات حجمية Volorécepteur موجودة داخل الشرايين والأوردة.

الإصابة بارتفاع ضغط الدم:

يفحص الطبيب حالتك وي طرح أسئلة حول تاريخك الطبي وأي أعراض لديك. ويستمع الطبيب إلى نبض قلبك باستخدام جهاز يسمى السماعة الطبية. يُفحص ضغط الدم باستخدام سوار يُلفّ عادة حول ذراعك. ومن المهم أن يكون السوار بمقاس مناسب. فإذا كان كبيراً جداً أو صغيراً جداً، فقد تختلف قراءات ضغط الدم. ثم يُنفخ السوار باستخدام مضخة يدوية أو أداة صغيرة.

في المرة الأولى التي يُفحص فيها ضغط الدم، ينبغي عادةً قياس ضغط الدم في الذراعين لمعرفة مدى الاختلاف في القراءة بينهما. وبعد ذلك، يجب استخدام الذراع التي تكون قراءتها أعلى. يُقاس ضغط الدم بوحدة المليمتر الزئبقي (ملم زئبقي). تتكون قراءة قياس ضغط الدم من رقمين:

4-1- الرقم العلوي (ويُسمى الضغط الانقباضي):

يقيس الرقم الأول -أو العلوي- الضغط في الشرايين عندما تنقبض العضلة القلبية.

4-2- الرقم السفلي (الضغط الانبساطي):

يقيس الرقم الثاني -أو السفلي- الضغط في الشرايين أثناء ارتخاء البطينين في القلب.

تُشخص الإصابة بارتفاع ضغط الدم إذا كانت قراءة ضغط الدم تساوي 80/130 ملم زئبقي أو أكثر.

ويعتمد تشخيص الإصابة بارتفاع ضغط الدم عادةً على متوسط قراءتين أو أكثر تؤخذان في مناسبتين منفصلتين.

ويُصنّف ضغط الدم وفقاً لمدى ارتفاعه. بمعنى أنه يُصنّف إلى مراحل حسب شدته. ويساعد تصنيف مراحل المرض في

توجيه العلاج.

• فرط ضغط الدم من المرحلة الأولى. يتراوح الرقم العلوي بين 130 و139 ملم زئبقي أو يتراوح الرقم السفلي بين 80 و 89 ملم زئبقي.

• فرط ضغط الدم من المرحلة الثانية. يكون الرقم العلوي 140 ملم زئبقي أو أعلى أو يكون الرقم السفلي 90 ملم زئبقي أو أعلى.

وفي بعض الأحيان تكون قراءة الرقم السفلي لضغط الدم عادية (أقل من 80 ملم زئبقي)، بينما يكون الرقم العلوي مرتفعاً. وتسمى هذه الحالة ارتفاع ضغط الدم الانقباضي المنعزل. وهذا النوع من ارتفاع ضغط الدم هو الشائع بين من تزيد أعمارهم على 65 عامًا.

مثالية	زئبقي	زئبقي	لا تحتاج إلى علاج
مثالية	80-119	50-79	لا تحتاج إلى علاج
طبيعية	120-129	80-84	لا تحتاج إلى علاج
طبيعية - عالية	130-139	85-89	لا تحتاج إلى علاج
عالية الدرجة 1	140-159	90-99	تغيير نمط الحياة . إذا لم ينخفض ضغط الدم إلى المدى الطبيعي بعد 3-6 شهور، فابدأ العلاج الدوائي
الدرجة 2	160-179	100-109	العلاج الدوائي وتغيير نمط الحياة
الدرجة 3	180-209	110-119	العلاج الدوائي وتغيير نمط الحياة
الدرجة 4	$210 \leq$	$120 \leq$	العلاج الدوائي وتغيير نمط الحياة
انقباضية مفردة			

الجدول رقم 12: قيم الضغط الدموي الطبيعية والمرضية

5- أنواع ضغط الدم (الانبساطي والانقباضي) Systolique et Diastolique :

هناك رقمان لتحديد الضَّغَط داخل الأوعية الدموية هما:

5-1- الضغط الانقباضي:

و يسمَّى أيضا الضغط الأعلى، ويُعبّر عن القوة التي يبذلها القلب عند ضخ الدم إلى الأطراف عبر الأوعية، أو الضَّغَط داخل الأوعية في لحظة انقباض البطينين في القلب بعملية التقلص العضلي.

5-2- الضغط الانبساطي:

ويسمّيه البعض السفلي، أو الأقل، ويعبّر عن الضغط في الأوعية الذي ينتج عنه ارتخاء عضلة القلب، والذي يسمح بعودة الدم إلى داخل القلب.

وإذا كان واحد من الرقمين الانقباضي أو الانبساطي مرتفعا، والآخر غير مرتفع، فإن ذلك يكفي لتشخيص المرض، وكذلك لتحديد مستوى ارتفاع ضغط الدم.

وقد ركّز الأطباء قديما على ضغط الدم الانبساطي، كونه دليلا قويا على تعرّض المريض لمضاعفات تجلّط شرايين القلب والدماغ، والشلل النصفي، خاصة عند المصابين ذوي الأعمار أكبر من 60 عاما.

إلّا أنه حديثا ثبت خطأ هذا الاعتقاد الذي يرى أنّ ضغط الدم الانبساطي هو المهمّ

فقط، ذلك أنّ هذا يؤدي إلى علاج الأشخاص ذوي الأعمار أكبر من 60 عاما فقط،

أي كبار السن، دون غيرهم، ممّا تسبّب في حوادث في أغلب الأحيان.

5-3- درجات الضغط الدموي:

لقد قسمت المنظمة العالمية للصحة، والمدرسة الأوروبية لأمراض القلب وضغط الدم المرتفع سنة 2001 أرقام

الضغط الدموي عند الإنسان إلى درجات هي:

5-3-1- الضغط المثالي: Optimal : تكون قيمة الضغط الانقباضي أقل من 120 ملليمتر زئبقي، والضغط

الانبساطي أقل من 80 ملليمتر زئبقي.

5-3-2- الضغط الطبيعي: Normale : تكون قيمة الضغط الانقباضي بين 120 – 129 ملليمتر زئبقي،

والضغط الانبساطي بين 80 – 84 ملليمتر زئبقي.

5-3-3- الضغط الطبيعي المرتفع: Normale Haute: تكون قيمة الضغط الانقباضي بين 130 – 139

ملليمتر زئبقي، والضغط الانبساطي بين 85 – 89 ملليمتر زئبقي.

5-3-4- ضغط الدم المرتفع درجة I : تكون قيمة الضغط الانقباضي بين 140 – 159 ملليمتر زئبقي، والضغط

الانبساطي بين 90 – 99 ملليمتر زئبقي، إحداهما أو كلاهما.

5-3-5- ضغط الدم المرتفع درجة II : تكون قيمة الضغط الانقباضي بين 160 – 179 ملليمتر زئبقي، والضغط

الانبساطي بين 100 – 109 ملم Hg إحداهما أو كلاهما.

5-3-6- ضغط الدم المرتفع درجة III : تكون قيمة الضغط الانقباضي أكبر من 180 ملليمتر زئبقي، والضغط

الانبساطي أكبر من 110 ملليمتر زئبقي.

هذه الدرجات في ضغط الدم خاصّةً بالبالغين، أمّا عند الأطفال فضغط الدم الطبيعي يختلف حسب العمر،

ف نجد أما معدّلات ضغط الدم عند الأطفال فتكون كالاتي:

- من 0 - 2 سنة: يكون متوسط قيم ضغط الدم 57/100 ملليمتر زئبقي.
- من 3 - 5 سنوات: يكون متوسط قيم ضغط الدم 65/105 ملليمتر زئبقي.
- من 6 - 9 سنوات: يكون متوسط قيم ضغط الدم 71/109 ملليمتر زئبقي.
- من 10 - 12 سنة: يكون متوسط قيم ضغط الدم 75/113 ملليمتر زئبقي.
- من 13 - 15 سنة: يكون متوسط قيم ضغط الدم 76/121 ملليمتر زئبقي.

6- عملية قياس ضغط الدم: يُلَفُّ الكُمّ المطاطي الخاص بجهاز القياس حول العضد، ليحيط على الأقل بـ 80% من

مساحته، بحيث لا يكون مشدودا على العضد، وفي نفس الوقت لا يكون مرخيا تماما. عند بداية القياس، ننفخ الكيس بقوة حتى يتوقف ضخ الدم للذراع، بدليل أن الشخص الذي يقوم بالفحص يتأكد من عدم الإحساس بلمس النبض، ومن ثم يقلل من الضغط داخل الكيس المطاطي شيئا فشيئا، وينصت إلى النبض فوق شريان الذراع. وعندما يسمع صوت النبض أول مرة، ويكون قد تابع ارتفاع مقياس الضغط في العمود الزئبقي، يكون عندئذ هذا القياس هو الرقم الانقباضي، ويتابع الفاحص تقليل الضغط تدريجيا، والاستماع في نفس الوقت لصوت النبض، ورؤية عمود الزئبق، إلى أن يتوقف صوت النبض فجأة، ويكون ذلك موازيا للرقم الانبساطي. ويجب مراعاة بعض الشروط للحصول على قياس دقيق، نذكر منها:

1- تناسب حجم الكيس المطاطي مع حجم العضد خاصة عند الأشخاص المصابين بالسمنة فلا يكون الكيس

أصغر من اللازم.

2- الحرص على إحاطة الكيس المطاطي بإحكام حول العضد، بحيث يمكن فقط

إدخال أصبع واحد بين الكيس والعضد.

- 3- الجلوس قبل القياس على الأقل مدة خمس دقائق للوصول للراحة التامة.
 - 4- التأكد من أن المفحوص في حالة نفسية عادية وبعيدة عن أي حالة قلق أو خوف.
 - 5- أن تكون الغرفة خالية من الضجيج وذات إنارة عادية.
 - 6- قبل الفحص لا بد من عدم التدخين على الأقل بنصف ساعة.
 - 7- عدم تناول القهوة أو منبه آخر نصف ساعة قبل الفحص.
 - 8- أن يكون الذراع مرخيا على منضدة أو فوق ذراع الشخص الفاحص.
 - 9- يجب قياس الضغط في اليد اليمنى واليسرى معا.
 - 10- يجب الشعور بالراحة بارتداء ملابس مريحة لا تضغط على الجسم.
 - 11- الذهاب إلى المرحاض قبل قياس الضغط لأن المثانة الممتلئة قد تغير قراءة الضغط.
 - 12- عندما يظهر أن الضغط مرتفع عند أول قياس، لا بد من إعادة الفحص بعد عدة دقائق، مرة أو مرتين. ذلك أن المفحوص قد يكون في حالة قلق ووجل، تدعى وجل المعطف الأبيض - معطف الطبيب أو الممرضة - وهذا شائع جداً، وعندما يكون الحال كما وصفنا، فإن الضغط يعود عاديا بعد قليل، وهذا ما يعطي بعض النتائج الخاطئة في بعض الأحيان، لذا ينصح بقياس الضغط ومتابعته في المنزل.
 - 13- و من المهم جداً القيام بعملية قياس ضغط الدم مرات متعددة ومتباعدة ومتفرقة في اليوم، خاصة عند الذين يوجد لديهم ضغط دم مرتفع للمرة الأولى.
- 7- اختبارات وتشخيص الإصابة بارتفاع الضغط الدموي: في حال تشخيص الإصابة بارتفاع ضغط الدم، قد يُوصي الطبيب بإجراء فحوص للكشف عن سببه.

7-1- المراقبة المتنقلة: هو أحد الأنواع الأطول لفحوص مراقبة ضغط الدم، ويمكن إجراؤه لقياس ضغط الدم في أوقات منتظمة لمدة 6 ساعات أو 24 ساعة. ويُطلق على هذا الاختبار الفحص بالجهاز المتنقل لمراقبة ضغط الدم. غير أن الأجهزة المستخدمة في هذا الفحص ليس متوفرة في كل المراكز الطبية. لذلك تجب مراجعة شركة التأمين لمعرفة ما إذا كان الفحص بالجهاز المتنقل لمراقبة ضغط الدم خاضعًا للتغطية أم لا.

7-2- الفحوص المخبرية: تُجرى تحاليل للدم والبول للكشف عن المشكلات الصحية التي قد تكون سببًا في ارتفاع ضغط الدم أو تفاقمه. فعلى سبيل المثال، تُجرى بعض التحاليل لقياس مستويات الكوليسترول والسكر في الدم. ويمكن أيضًا إجراء فحوص مخبرية للتحقق من وظائف الكلى والكبد والغدة الدرقية.

7-3- التخطيط الكهربائي للقلب: يقيس هذا الفحص السريع وغير المؤلم النشاط الكهربائي للقلب. ويمكنه أن يبيّن مدى سرعة ضربات القلب أو بطئها. وتُلمّص أثناء الفحص مستشعرات -تسمى أقطاب كهربية- على الصدر وأحيانًا على الذراعين أو الساقين. وتتصل المستشعرات عن طريق الأسلاك بجهاز يعرض النتائج أو يطبعها.

7-4- مخطط صدى القلب: يستخدم هذا الفحص غير المتوغل موجات صوتية لالتقاط صور مفصلة للقلب أثناء نبضه. ويوضح الفحص كيفية انتقال الدم عبر القلب وصماماته.

8- أعراض مرض ضغط الدم المرتفع:

من النادر أن لا يقاس ضغط الدم لدى زيارة الطبيب، وعادة لا يوجد من الأعراض ما يوحى، أو يدلّ على الإصابة بضغط الدم المرتفع. لذلك يُعرّف بالمرض القاتل الصامت. ولا يعني بالضرورة إذا كان الشخص عصيبًا أو متوترًا أو حتى ذو نشاط زائد، بأن ضغطه الدموي مرتفع، بل يمكن أن يكون هادئًا ومرتاحًا، ومع ذلك لديه ارتفاع في ضغط الدم. إلا أنّ القليل من الناس يعانون من بعض الأعراض التي تشير إلى الإصابة بضغط الدم المرتفع، من هذه الأعراض:

- الصداع المتكرر في اليوم، خاصة في المنطقة الخلفية للرأس، والذي لا يتوقف بأخذ أدوية علاج الصداع المعتادة.
- الإصابة بالدوخة والدوار بطريقة متكررة.
- الزيادة في ضربات القلب، والشعور باللهاث عند القيام عموديا.
- غبش بالرؤية، وضبابية في بعض الأحيان تصيب العينين.
- الشعور بالطنين في الأذنين، والذي لا يكون في أذن واحدة بل يصيب كلا الأذنين معا، وفي نفس الوقت.
- الألم في القفا، والشعور بشد عضلي خلف الرقبة.
- نزيف الأنف المتكرر.

لكن وجود هذه الأعراض، أو عدمها لا يؤكد ارتفاع ضغط الدم، لأنها قد تكون أعراضا لأمراض أخرى، لذلك لا بدّ من قياس الضَّغط الدموي أكثر من مرّة، في فترات مختلفة، لتأكيد الإصابة بالمرض. وقياس الضغط بشكل دوري يساعد كثيرا على اكتشاف حالات المرض في بدايتها، ويسهّل عملية التحكُّم بها. وفي أغلب الأحيان، يكون إكتشاف حالات الإصابة بهذا المرض أثناء فحص عادي لدى الطبيب، وربما لأسباب مرضية أخرى.

9- العوامل التي تزيد من خطر الإصابة بمرض ضغط الدم المرتفع:

- هناك عدة عوامل، وجودها يزيد من نسبة خطر الإصابة بمرض ارتفاع ضغط الدم، نذكر منها:
- عامل السن: سواء للذكور أو الإناث، كلما تقدم العمر يزداد خطر التعرض لضغط الدم المرتفع، فقبل بلوغ العمر 55 سنة، يكون تعرض الرجال لضغط الدم المرتفع أكثر من النساء، أمّا بعد هذه السن، فتتحول النسبة، ويكون تعرض النساء أكثر من الرجال، وعلى العموم كل من الذكور والإناث فوق 30 سنة مُعرَّضون أكثر من غيرهم للمرض.

- عامل الوراثة: أثبت الخبراء أنه بين 30 إلى 60 % من حالات ارتفاع ضغط الدم المرتفع تعود لعوامل الوراثة، فمن لديه أب أو أم، أو كلاهما، أو أخ مصاب بالمرض، يكون أكثر عرضة للإصابة به من غيره.
- السمنة: إنَّ ثلث من لديهم ارتفاع في ضغط الدم، مصابون بالسمنة أو زيادة في الوزن، وإن خطر التعرض لارتفاع ضغط الدم يساوي الضعف بالنسبة للأشخاص المصابين بالسمنة، مقارنة بأولئك الذين لديهم وزن معتدل.
- التوتر والقلق: إنَّ الأشخاص الذين يتعرَّضون للانفعالات النفسية الحادَّة المتكررة، مثل التوتر والقلق والخوف المستمر، هم أكثر عرضة للإصابة بضغط الدم المرتفع من غيرهم، ولديهم قابلية كبيرة لحمل المرض، بل قد تكون حالة غضب، أو إنفعال نفسي مسببًا مباشرًا للإصابة بضغط الدم المرتفع.
- نوع الحمية الغذائية: يزيد الطابع الغذائي المتميز بالإكثار من الملح، واستهلاك الأغذية التي تحتوي على الدسم بكثرة، وشرب القهوة المفرط، والمشروبات الكحولية، كلها تزيد من خطر الإصابة بضغط الدم المرتفع.
- عوامل أخرى: بالإضافة إلى العوامل التي ذكرنا، هناك عوامل أخرى تزيد من خطر الإصابة بضغط الدم، منها: التدخين. الجنس أسود البشرة. Race noire. الإصابة بمرض السكري. Diabète. تناول حبوب منع الحمل.

10- تأثير النشاط البدني الرياضي على ضغط الدم :

أثبتت الدراسات العلمية على أن ممارسة النشاط البدني تساعد على هبوط الضغط الدموي، والوقاية من ظهور مرض ارتفاع ضغط الدم. فوجد أنه في وقت الراحة يتميز الممارسين للنشاط البدني بضغط دموي منخفض بالنسبة لغير الممارسين. وهي نتيجة منطقية لوجود انخفاض في تواتر القلب (النبض) عند الرياضيين من جهة، ومن جهة أخرى فإن الضربة القلبية عند الرياضيين أفضل منها عند الغير ممارسين للنشاط الرياضي. وهذا ما أثبتته دراسة سليم وسيد سنة 1992. حيث وجد متوسط ضغط الدم عند الممارسين لرياضة الجيدو يساوي 72/123 ملم زئبقي. وعند لاعبي كرة

القدم 70/ 128. ودراسة سلامة 2000، الذي وجد متوسط ضغط الدم عند غير الرياضيين يساوي 130/ 76. في حين يبلغ عند الممارسين 65/120.

11- أسباب الإصابة بضغط الدم المرتفع:

عندما نتكلم عن أسباب الإصابة، فنحن نتكلم طبعاً عن النوع الثاني أي ارتفاع الضغط الدم الثانوي، ذلك لأنّ النوع الأول ليس له سبب مباشر معروف. ومن أسباب الإصابة بضغط الدم المرتفع نذكر:

أ- الأسباب الكلوية:

ترتبط الكلى ارتباطاً وثيقاً بضغط الدم، فهي تلعب دوراً أساسياً في التحكم في كمية الأملاح والسوائل في الجسم، كما أنّها تعتبر مصدراً للعديد من المواد الكيميائية المهمة، التي تؤثر تأثيراً مباشراً على الأوعية الدموية، والأجهزة الأخرى المنظمة للضغط، وينتج ارتفاع ضغط الدم من الأمراض التي تصيب الشرايين الكلوية، أو أنسجة الكلية نفسها، أو بسبب حدوث فشل كلوي.

ب- أمراض شرايين الكليتين:

إنّ ضيق الشريان الكلوي Sténose de l'artère rénale، الذي يُعَدّي الكلية بالدم، قد ينشأ نتيجة عيب خلقي في أنسجة الشريان، ويظهر عادة عند الإناث في سن 20 سنة ليصيب الكليتين معاً. ويؤدي إلى ارتفاع شديد في الضغط، قد لا يستجيب للعلاج، و يصحبه في بعض الأحيان تدهور في وظائف الكلى.

ت- فشل الكليتين المزمن:

هو أكثر الأسباب شيوعاً، وذلك لأن ضعف الكليتين عن التخلص من الصوديوم خارج الجسم، يؤدي إلى ارتفاع ضغط الدم، ويتأكد ذلك عندما يتم علاج ضعف الكلى، إما بإجراء الغسيل الكلوي، أو زراعة الكلية حيث يمكن لضغط الدم أن يعود لحالته الطبيعية.

ج- الأسباب الهرمونية: إنّ الأنظمة الهرمونية، التي تنظّم وظائف الجسم كلها، لها علاقة كبيرة بضغط الدم، لهذا فإنّ أيّ خلل قد يصيب هذه الأنظمة سيؤثّر مباشرة على ضغط الدم.

د- تناول الأدوية الرافعة لضغط الدم: هناك عدد كبير من العقاقير الكيميائية، و الأدوية التي يؤدي تناولها إلى ارتفاع ضغط الدم، منها:

- حبوب منع الحمل للنساء.
- مضادات الالتهابات والروماتيزم مثل الفولتارين والبروفين.
- عقار الكورتيزون Corticoïdes، ومشتقاته، الذي يستعمل بكميات كبيرة، ولفترات طويلة، لعلاج الروماتيزم، والحساسية الجلدية والتنفسية.
- الأدوية المحتوية على الأدرينالين والنور أدرينالين.
- بعض الأدوية المستخدمة في علاج الأمراض النفسية.
- مادة الكوكايين، وبعض المواد المخدرة.

ح - الحمل عند النساء: تصاب الكثير من الحوامل بارتفاع ضغط الدم، خاصة في أشهر الحمل الأخيرة، وقد يحدث ذلك في بداية الحمل، بسبب تسمم الحمل، لهذا تحتاج المرأة الحامل إلى فحص ضغط دمها بشكل دوري ومنتظم. لكنه عادة ما يعود ضغط الدم لحالته الطبيعية بعد الولادة، كما يمكن ظهور هذه المشكلة في حمل آخر. ويصيب حوالي 5% من الحوامل، ومن أعراضه وجود الزُّلال (بروتين) في البول، بنسبة أكبر من الطبيعي، وتضخّم الساقين، لتجمع الماء فيهما، ويفسر بعض العلماء ذلك بعدم تمكن المشيمة من الالتحام تماما مع جدار الرحم، وعجزها عن تقديم كمية كافية من الدم للجنين، ويسبب ذلك صغر وزن الجنين، وربما ضرر على مخه وعينه، وقد يؤدي حتى إلى وفاة الجنين.

ر- الأسباب النفسية للإصابة بارتفاع ضغط الدم : لقد ثبت علمياً، أنّ الأشخاص الذين يميلون لحالات الخوف والوجل، والذين يعيشون حالات القلق، والضغوط النفسية والاجتماعية الدائمة، إلى جانب العزلة الاجتماعية، وافتقاد الدفء الاجتماعي، والأسري والأصدقاء الأوفياء، قد تترك بصماتها في صورة زيادة في معدل الإصابة بضغط الدم المرتفع. ولوحظ كذلك ارتفاع نسبة الإصابة بالمرض في حالات عدم الوفاق الأسري واحتدام الخلافات بين الزوجين.

وبصفة عامة، تبين أنّ المرض يكون أكثر انتشاراً بين الطبقات الفقيرة، والمتوسطة الحال، مع وجود الضغوط النفسية الزائدة في العمل، و زيادة معدلات البطالة. أمّا في المجتمعات الغربية، فإنّ ارتفاع الضغط تزداد معدلاته، بين الأفراد أصحاب الطموحات الزائدة، الذين تحوّل إمكانياتهم المادية، والذهنية المحدودة، دون بلوغهم هذه الطموحات. ووجد أنّ متوسط قيمة ضغط الدم عند أغلب الأشخاص، في فترات الإجازة، والاستجمام تكون أقلّ نسبياً، عنها في فترات العمل، وما يصاحبه من مسؤوليات. وأنّ الضغط النفسي قد تصحبه عوامل أخرى، تهيئ للإصابة بمرض الضغط المرتفع. ووجد أنّ مستوى الكوليسترول يرتفع عند بعض الطلاب، خلال فترة الامتحانات، بينما يعود لمستواه الطبيعي بعد الانتهاء من الامتحانات. وكما هو معروف فإنّ كثرة الضغط النفسي تؤدي لعادة التدخين، وكثرة تناول القهوة، وربما الخمر. وهذه كلها من العادات السيئة، التي تساعد على حدوث الإصابة بارتفاع ضغط الدم.

12- مضاعفات ارتفاع ضغط الدم: إنّ ارتفاع ضغط الدم الغير مراقب، والذي لا يتبع صاحبه علاجاً مناسباً، ومتابعة

جيدة، يؤدي إلى ظهور مضاعفات خطيرة، تصل إلى الوفاة في بعض الأحيان. وتتعرّض عدة أعضاء في الجسم لهذه المضاعفات نذكر منه:

12-1- المضاعفات القلبية: إنّ الإصابة بضغط الدم المرتفع على مر السنين، تؤدي إلى الإصابة بتضخم عضلة القلب

hypertrophie ، حيث يؤدي إستمرار إرتفاع الضغط إلى تغيير نسيج العضلة، ذلك كي تستطيع العضلة التكيف

مع هذا الضغط المرتفع، مما يجعل العضلة غير قادرة على الارتخاء والتوسع من الداخل، لاحتواء الدم العائد عبر الأذنين الأيمن والأيسر، إلى البطينين الأيمن والأيسر، و يصيب ذلك خاصة عضلة البطين الأيسر، وإذا استمرت هذه المقاومة مدة أطول بدون علاج، يظهر ما يسمى بالفشل القلبي الأيسر *Insuffisance cardiaque gauche*. ويصبح القلب غير قادر تماما على ضخّ الدم الذي يرد إليه من الرئتين، فتظهر علامات الاحتقان الرئوي، مثل السعال، وضيق التنفس، ثم ينتقل الفشل العضلي إلى النصف الأيمن (البطين الأيمن)، ومن علاماته تورّم القدمين (*Les œdèmes des membres inférieurs*)، والاستسقاء (*Ascite*)، أي تجمّع السوائل بالبطن، وتسمى هذه المرحلة بالفشل القلبي الكلي.

12-2- المضاعفات الدماغية: يتعرّض المريض بالضغط الدموي المرتفع في بعض الأحيان، إلى ارتفاع حاد في ضغط

الدم، خاصة عند إهمال العلاج، أو تناول كمية كبيرة من الملح، أو في حالات القلق الحادّ، أو الترفزة الشديدة، وينتج عن ذلك اختلالات بالدورة الدموية المسؤولة عن تغذية الدماغ (*Encéphalopathie hypertensive*). وإذا استمر الضغط، خاصة مع تصلب شرايين المخ، قد تحدث جلطة، أو نزيف دموي بالمخ، أو ما يسمّى *Accident Vasculaire Cérébral*، والذي يؤدي إلى الشلل النصفي الدائم في أغلب الأحيان.

12-3- المضاعفات الكلوية: إنّ شرايين الكليتين مثل الشرايين الأخرى، تتخلخل وتتكلّس جدرانها مع مرور الزمن، مما

يقلّل مع مرور الوقت من قدرة الدم على السير بسهولة داخلها. مما يؤدي إلى نقص تغذية الكلية، وفقدانها لوظيفتها، ومن ثم الإصابة بالفشل الكلوي المزمن، ويؤدي ذلك إلى حاجة المريض، إلى تعويض عمل الكليتين عندئذ بالغسيل الكلوي الاصطناعي *Dialyse*. ومادام مرض الكليتين هو نفسه أحد أسباب ارتفاع ضغط الدم، فالمريض في هذه الحالة يدخل في حلقة مفرغة بين الإصابتين (الفشل الكلوي، وارتفاع ضغط الدم) تؤدي به في حالات عديدة إلى الوفاة.

12-4-4- مضاعفات العين: تنتج عن تضخم جدران الأوعية الدموية، التي تغذي قاع العين، وأحيانا انفجارها، خاصة في حالة الارتفاع الحاد في ضغط الدم، مما يؤدي إلى ضعف الرؤية، وخروج الماء من الأوعية الدموية للشبكية إلى داخل جسم العين، فتفقد العين القدرة على الرؤية تماما في بعض الأحيان. هذا يجعل من المهم جدا لمريض ضغط الدم المرتفع، أن يقوم من وقت لآخر بفحص للعينين، ومتابعة أي إصابة بواسطة فحص قاع العين (Fond d'œil)، عند اختصاصي أمراض العيون.

12-5-5- مضاعفات الشرايين الطرفية: تتعرض الشرايين نفسها للتصلب، وفقدان المرونة والحيوية، بسبب التغيير الذي يلحق بجدرانها، من ارتفاع ضغط الدم لسنوات طويلة، خاصة إذا وجدت عوامل أخرى، تساعد على حدوث التصلب، كارتفاع مستوى الكوليسترول في الدم، وعدم علاج هذا التصلب يؤدي في حالات كثيرة، إلى أمراض الشرايين الطرفية، خاصة في الرجلين، الذي يسبب تعفن الرجل، أو الغرغرينا. التي توجب بتر الطرف المصاب. ويؤدي أيضا إلى إصابة الأوعية التاجية، والذبحة الصدرية *Infarctus Du Myocarde*. والتي تتسبب في الموت أغلب الأحيان.

12-6-6- تمزق و انفجار الشريان الأبهري (Dissection Aortique): إن تمزق الأبهري القاتل في 95 % من الحالات، أحد أسبابه الرئيسية ضغط الدم المرتفع، خاصة كبار السن، إذ أنه يؤدي إلى زيادة الدم المتدفق بشدة، محدثا تجمعا دمويا بجدار الشريان، و تمددا زائدا به، ثم التمزق المميت، والذي يوجب التدخل السريع، بخفض الضغط الدموي بسرعة، و قد يستلزم الأمر اللجوء إلى الجراحة.

12-7-7- تذبذب القوة الجنسية و الدهنية عند الرجال : يصاب الرجال المصابون بضغط الدم المرتفع، ومع طول الزمن، بوهن جنسي *Impuissance sexuelle* ، لتأثير المرض على أوعية الدم في الجهاز التناسلي الذكري، فيحدث خلل في تغذية العضو بالدم. و ضعف الانتصاب، وتعتبر الأدوية الشائعة لضعف الانتصاب خطيرة على مرضى القلب، وارتفاع ضغط الدم. لهذا يجب استشارة الطبيب قبل استعمالها.

ويؤدي أيضا إلى ضعف القدرات الذهنية خاصة عند الرجال كبار السن ، مثل نسيان الأحداث القريبة في نفس اليوم أو الأسبوع Troubles de mémoire. ويُضعف أيضا القدرة على التركيز على فكرة معينة ، ويتسبب في الإصابة بمرض الزهايمر (Alzheimer)، والتخريف، وكلما ازداد ارتفاع ضغط الدم، وطالت مدَّته، كلما كان تأثيره السلبي كبير. وقد أثبتت إحدى الدراسات أنَّ من لديهم ضغط الدم المرتفع من كبار السن، تزداد نسبة تدهور قدراتهم الذهنية ستة أضعاف من غيرهم، من ذوي الضغط الدموي الطبيعي.

المحاضرة الثالثة عشر: انخفاض ضغط الدم عند الرياضيين:

1- تعريف ظاهرة انخفاض ضغط الدم لدى الرياضيين:

تحتل ظاهرة انخفاض ضغط الدم لدى الرياضيين أهمية كبيرة، وللأسف حتى الآن لم يتوصل الطب الرياضي إلى رأي موحد حول هذا الموضوع، ويحتاج إلى تحليل وتشخيص أكبر، ويرى Mysukor و Laug أن الرياضة والجهد البدني إذا كان مبالغاً فيه يمكن أن يؤدي إلى انخفاض ضغط الدم. يعود ذلك إلى عدم اهتمام الكثير من الرياضيين بالقياس المستمر لضغط الدم، عكس عامة الأفراد، وأن ما يمكن تسجيله لبعض الرياضيين من قياسات لضغط الدم يدخل ضمن القياسات التي تتميز بالصدفة، دون إجراء القياسات المسحية الشاملة، كما أن الدراسات في هذا المجال مازالت قليلة، ومازال هناك خلاف حول الحدود الطبيعية الدنيا لضغط الدم. وقد لوحظ لدى الرياضيين بأن ضغط الدم في معظم الأحوال يكون أقل من المستوى الطبيعي، وتدل التغيرات بدون شك على اختلال رد فعل، أو استجابة الجهاز العصبي للأوعية S.N.Vasomoteur وأن هذا الشخص يتطلب عناية خاصة.

وقد وجدت دراسات Mateashvelk 1971، أن نسبة الرياضيين ذوي ضغط الدم المنخفض تتراوح بين 10-19%، في حين تتراوح نسبة الرياضيين ذوي ضغط الدم المرتفع بين 9-13%، فنلاحظ تساوي النسب عند الرياضيين في اضطرابات ضغط الدم سواء المرتفع أو المنخفض. لكن هذه الأرقام هي متوسطات ما سجلته الدراسات لدى الرياضيين، دون حساب عامل السن، والجنس، أو اتجاه التدريب، والمستوى الرياضي، ذلك لما لهذه العوامل من تأثير على مستوى ضغط الدم، والتي يجب دراستها بدقة بالنسبة لكل رياضي. ووجدت دراسات أخرى أن نسبة الرياضيين ذوو الضغط المنخفض تتراوح بين

10 – 19%. إلا أن نظرية ارتباط انخفاض ضغط الدم بالنشاط الرياضي وتحسن الحالة التدريبية، والوصول إلى الفورمة الرياضية، أو اللياقة البدنية العالية تحتاج إلى المزيد من الدراسة. وبالرغم من أن انخفاض ضغط الدم لدى الرياضيين يعتبر علامة من علامات الحالة التدريبية الجيدة، إلا أن ذلك لم يجذب اهتمام الأطباء الرياضيين، نظرا لأنه نادرا ما تلاحظ حالات انخفاض ضغط الدم المرضي. ولا نستطيع المقارنة هنا بين معدلات الإصابة بانخفاض ضغط الدم لدى الرياضيين، مع غير الرياضيين، حيث أن حالات انخفاض ضغط الدم لدى غير الرياضيين متضاربة جدا، وتتراوح بين 0,7 – 22%. بناءً على دراسات بعض الباحثين، ويرجع هذا الاختلاف الكبير بين هذه الدراسات إلى الاختلاف حول الحد الأدنى لضغط الدم الإنبساطي، أو الدياستولي الطبيعي. ويبلغ عدد الرياضيين المصابين بانخفاض ضغط الدم السيستولي، أو الإنقباضي لدى بعض الباحثين نسبة تتراوح بين 2,2 – 2,9%. وبالنسبة لانخفاض ضغط الدم الدياستولي نسبة تتراوح بين 4,3 – 6,1%. كما تبلغ نسبة المصابين بانخفاض كلا الضغطين، الانبساطي والانقباضي نسبة تتراوح بين 1,5 – 3,5%، في حين تبلغ نسبة حدوث انخفاض ضغط الدم لمرة واحدة لدى الرياضيين 76,2% من بين جميع الرياضيين المصابين بانخفاض ضغط الدم الدائم 3,9%، ونحن هنا بصدد الحديث عن مشكلة انخفاض الضغط الدائم لدى الرياضيين.

2- أقسام إنخفاض الضغط الرياضي: قسمت هذه الظاهرة إلى عدة تقسيمات، نذكر منها واحدا، هو تقسيم

Moltshaur سنة 1992، والذي يقسمه إلى قسمين:

- انخفاض ضغط الدم الفزيولوجي، أو التكيّفي.

- انخفاض ضغط الدم المرضي أو Pathologique.

ويقصد بالفزيولوجي، أو التكيّفي، انخفاض ضغط الدم أقل من 100 ملمتر زئبقي (انقباضي)، أو أقل من 60

ملمتر زئبقي (انبساطي) لدى الرياضيين الأصحاء، والذين يمارسون حملا بدنيا وذهنيا، وليس لديهم أي شكوى، ولا

يوجد لديهم أي أسباب جسدية، وعضوية لدى فحصهم الطبي، كما يحتفظون بكفاءة بدنية عالية، وشعور عال بالصحة، ويعتبر الانخفاض في الضغط الدموي في هذه الحالة طبيعياً، ويمثل أصحاب هذا القسم نسبة تتراوح بين 25 - 50% من بين كل حالات انخفاض الضغط الدموي الرياضي. أما الحالة الثانية أي انخفاض ضغط الدم المرضية فتقسم بدورها إلى مؤقتة ومزمنة، فالحالة الحادة تظهر في أشكال مختلفة مثل عيوب الأوعية الدموية مثل الصدمة Choc أو الهبوط Collapsus، أو الغشيان Syncope، والتي تزول بانتهاء السبب، هذه الحالات نجدها خاصة في فترات التدريب الشديدة وتتأثر أيضاً بنوعية التدريب كما يبين الجدول التالي:

النسبة المئوية لحالات انخفاض ضغط الدم	نوع الرياضة
13 %	السباحة
7,5 %	كرة القدم
12,2 %	سباق الدراجات
12,7 %	رفع الأثقال
30 %	الجمباز

الجدول رقم 13 : انخفاض الضغط الدموي حسب نوع الرياضة

3- أسباب انخفاض الضغط الرياضي: تحتل أهمية تقويم انخفاض ضغط الدم لدى الرياضيين، أهمية تطبيقية إلى جانب أهميتها النظرية، حيث يمكن تقرير مدى استمرارية الفرد في التدريب من عدمه، بناءً على قرار الطبيب، لكن هذه العملية ليست سهلة، حيث يجب تجميع كافة البيانات عن تاريخ اللاعب الرياضي والمرضي، وتحليل شكاوى اللاعب الصحية،

مثل وجود أمراض أخرى، أو معاناة اللاعب من انخفاض الكفاءة البدنية، ودوار الرأس والصداع، وألم في منطقة الصدر وغيرها، وفي بعض الأحيان يوجد سبب عضوي معيّن يستطيع الطبيب علاجه فيعود بذلك الضغط طبيعياً، ويكون في أحيان كثيرة نتيجة الإرهاق المفرط، خاصة أيام التدريب الشديد والمنافسة، أو إصابة اللاعب بالأنفلونزا أو التهاب اللوز Angines، أو غيرها من الأمراض العرضية. ويصاحبه في هذه الحالة الأرق وقلة الشهية، والحمول وعدم الرغبة في التدريب، وتعتبر هذه الحالة مؤقتة، وتدل على عدم ملائمة استجابة الجسم بمقدار الحمل البدني، الذي يتعرض له الرياضي، ولا يعتبر انخفاض ضغط الدم مرضياً، ويتطلب فقط تنظيم الرياضي لآدائه اليومية، وحصوله على الراحة الكافية. ويبين الجدول التالي نسب أسباب انخفاض ضغط الدم عند الرياضيين من الدرجة الأولى والثانية حسب دراسة

: Dimbo و liven

انخفاض الضغط المرضي	الانخفاض الثانوي	حالة انخفاض الضغط	
الدائم	أسباب تعالج	الفيزيولوجي	
7,7 %	60,5 %	32,3 %	النسبة المئوية

الجدول رقم 14 : نسب انخفاض قيم الضغط الدموي حسب خطورتها

نلاحظ من الجدول أن نسبة العلل والأمراض التي بعلاجها، يتم شفاء الرياضي من انخفاض ضغط الدم هي الغالبية 60 %، في حين انخفاض ضغط الدم الدائم، لا يمثل إلا نسبة 7,7 % ، وثالث الرياضيين لديهم انخفاض في ضغط الدم لأسباب فزيولوجية طبيعية تكيفية، تعبر عن ارتفاع اللياقة، والكفاءة البدنية لديهم. وفي الأخير، تبقى هذه الظاهرة لدى الرياضيين بحاجة إلى دراسات أكثر، للبحث في أسباب ظهورها، وكيفية علاجها والوقاية منها.

المحاضرة الرابعة عشر: فيزيولوجيا الجهاز التنفسي

1- تعريف عملية التنفس:

يتم التنفس عن طريق عملية الشهيق لإدخال الهواء إلى الحويصلات الهوائية. حيث يتم تبادل الغازات، وعملية الزفير حيث يتم عملية إخراج الهواء، يبلغ معدل التنفس عند الشخص البالغ 12 مرة / دقيقة. وقد يصل أثناء أقصى مجهود رياضي إلى 35 مرة / دقيقة، ويبلغ حجم هواء التنفس في كل مرة 500 سم³ وقد يصل إلى 3 لتر/ دقيقة عند أقصى مجهود رياضي.

2- مكونات الجهاز التنفسي:

- **ممرات هوائية:** تبدأ من تجويف الأنف، البلعوم، الحنجرة، القصبة الهوائية، الشعب والشعبيات الهوائية حتى الحويصلات الهوائية، أين يتم تبادل الغازات ويتحول الدم الوريدي إلى دم شرياني.
- **عضلات تنفس:** - الحجاب الحاجز حيث يقوم بـ 75% من عملية التنفس .
- عضلات ما بين الضلوع.
- عضلات جدار ما بين البطن الأمامي.
- عضلات التنفس الإضافية(الرقبة، الظهر).

3- تنظيم عملية التنفس :

- **معدل التهوية الرئوية:** يبلغ معدل التهوية الرئوية للرئتين في الدقيقة في حدود 6 لتر ولكن من الممكن أن يزيد أثناء الممارسة الرياضية إلى 170 لتر للرجال، 120 لتر للسيدات. حيث أن :
- التهوية الرئوية = حجم التنفس الاعتيادي × عدد مرات التنفس في الدقيقة. 6 لتر = 50 سم³ × 12 مرة.

4- ساعات الرئتين:

هي مجموعة من الأحجام مع بعضها	الساعات
عبارة عن حجم الهواء الموجود بالرئتين عند أخذ أقصى شهيق في حدود 5 - 6 لتر	السعة الكلية للرئتين
هي حجم كمية الهواء التي تخرج من الرئتين بأقصى زفير بشرط أن يكون مسبقاً بأقصى شهيق 4 - 4.5 لتر	السعة الحيوية
هي عبارة عن حجم الهواء المتبقي والموجود في الرئتين بعد نهاية الزفير العادي أو الاعتيادي وتشمل حجم احتياطي الزفير + حجم الهواء المتبقي من الرئتين. ويبلغ 2 - 2.2 لتر.	السعة الوظيفية المتبقية
هو عبارة عن حجم الهواء الذي يمكن إدخاله للرئتين بأقصى شهيق بداية من نهاية الزفير العادي وتشمل حجم التنفس العادي + حجم احتياطي الشهيق وتتراوح من 3 - 3.5 لتر	سعة الشهيق الاحتياطي

الجدول 15 : سعة الرئتين

5- ميكانيكية زيادة معدل التهوية الرئوية :

يتحكم في معدل وعمق عملية التنفس مركز خاص يسمى مركز التنفس، يوجد في الجزء الأسفل من جذع

المخ، وفي الحالة الطبيعية فإن هذا المركز يكون له نشاط لا إرادي (في حدود). ويهيمن على عملية التنفس. ولكن هذا

المركز يستجيب لاحتياجات الجسم الفيزيولوجية. ومن الممكن أن يزيد معدل التهوية أثناء المجهود الرياضي، حتى يصل إلى 170 لتر. بدلاً من 6 لترات في الحالة القاعدية. أو أن يكون أقل من المعدل القاعدي أثناء النوم.

6- العوامل المؤثرة على معدل التنفس :

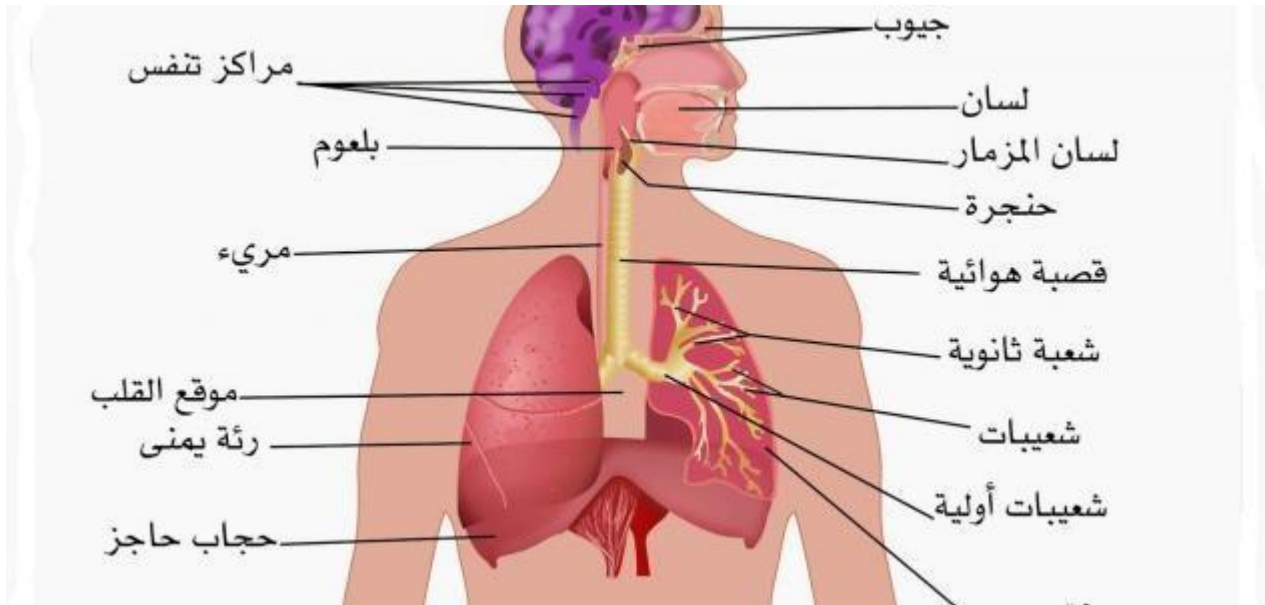
يؤثر على مراكز التنفس و بالتالي على معدل التنفس عاملين أساسيين هما:

- العامل العصبي : وهو المسئول عن بدء عملية التغير في المعدل والعمق (أسرع).
- العامل الكيميائي: وهو أكثر كفاءة لضبط معدل التنفس وعمق التنفس، حتى يعود مستوى (ثاني أكسيد الكربون ، الأوكسجين) في الدم إلى معدلهما الطبيعي.
- مجموعة العوامل العصبية : يستقبل مركز التنفس المنبهات أو المؤشرات التالية التي تؤدي إلى معدل التغير في التهوية الرئوية:
 - منبهات من الوجه وتجويف الأنف، عند تعرضه لتيار هوائي شديد، قد تصل لإيقاف التنفس.
 - من البلعوم أثناء عملية التنفس، قد تصل إلى إيقاف التنفس أثناء البلع، خشية مرور الطعام من الحنجرة للجهاز التنفسي.
 - إشارات أو منبهات من القصبة والشعب والشعبيات الهوائية، تؤدي إلى زيادة عمق التنفس، وسرعة الزفير لطرده أي جسم غريب يحاول الدخول للحويصلات.
 - منبهات من العضلات الهيكلية والمفاصل أثناء المجهود الرياضي، ترسل هذه الأجزاء منبهات لاستثارة مركز التنفس، والوصول به إلى أقصى معدل عمل.
 - منبهات من القلب عند ازدياد معدل رجوع الدم الوريدي إلى القلب: يرسل الجانب الأيمن إلى القلب -منبهات إلى مركز التنفس لزيادة معدل وعمق التنفس.

-منبهات من القشرة المخية: من خلال القشرة المخية، يمكن التحكم في عملية التنفس، ولكن في حدود لا تتعدى الثواني والدقائق.

-العامل الكيميائي: تلعب التغيرات الكيميائية دوراً مؤثراً في ضبط سرعة وعمق التنفس. وأهم هذه العوامل الكيميائية ثاني أكسيد الكربون، الأوكسوجين، الهيدروجين، من العناصر التي تؤثر في مستوى الحمض بالدم.

-دورة ثاني أكسيد الكربون: إذا ارتفع معدل ثاني أكسيد الكربون أو زاد معدل تركيز الهيدروجين في الدم يؤدي هذا إلى زيادة معدل التنفس وهذا يحدث في بداية الأداء الرياضي، حيث يكون معدل الأداء العضلي أكثر بكثير من معدل الجهاز الدوري والتنفسي، وعملية نقل الأوكسوجين في الدم. ويزداد معدل ثاني أكسيد الكربون والهيدروجين. وهذه المتغيرات هي التي تساعد على تنبيه مركز التنفس والقلب حتى يزداد نشاطهما. ويتوافق مع العمل العضلي. وهذا يشعر اللاعب أو الرياضي براحة أكثر. حيث إنه في هذه الحالة يكون هناك توافق بين العمل العضلي، ومعدل عمل جهاز التنفس والقلب.



الشكل رقم 15 : مكونات الجهاز التنفسي

7- ميكانيكية التنفس أثناء ممارسة النشاط الرياضي:

7-1- زيادة عدد مرات التنفس:

من 12 مرة إلى 35 مرة في الدقيقة وذلك يتم بواسطة :

- عوامل عصبية (منبهات من القشرة المخية، زيادة درجة حرارة الجسم، منبهات من العضلات المتحركة، منبهات من المفاصل وأربطة العضلات).

- عوامل كيميائية (زيادة تركيز الهيدروجين (حامضية الدم). مع نقص نسبي في الأكسجين بالدم. زيادة معدل ثاني أكسيد الكربون بالدم).

7-2- زيادة عمق التنفس (زيادة حجم التنفس):

يزداد من نصف لتر إلى 4 لترات، ويتم هذا بتغيير الضغط داخل الرئتين. حيث يقل عن الضغط الخارجي، وهذا يتم عن طريق انقباض قوى لعضلات الشهيق، فيزداد اتساع القفص الصدري، ويندفع الهواء بشدة إلى التجويف الصدري للرئتين. وبعد ذلك تزداد قوة انقباض عضلات الزفير، فيؤدى إلى الضغط على الرئتين من كل اتجاه، فيزداد الضغط الرئوي عن الضغط الجوي، ويندفع الهواء بشدة إلى الخارج أثناء الزفير.

8- التكيف الفيزيولوجي التنفسي في المناطق المرتفعة:

كلما ارتفعنا عن مستوى سطح البحر كلما قل الضغط الجوي. وبالتالي تقل نسبة الأكسجين في الهواء حيث أن ضغط الأكسجين جزء من الضغط الجوي (20%). وبما أن ما يحمله هيموجلوبين الدم من الأكسجين يتوقف على ضغط الأكسجين في هواء التنفس. حيث إنه في وجود ضغط أكسجين عالي يتم الإتحاد بين الهيموجلوبين والأكسجين. وهذا يتم على مستوى الحويصلات في الرئة. وفي هذه العملية يتحول من دم وريدي إلى دم شرياني.

وعندما يقل ضغط الأكسوجين في الأنسجة فينفصل الأكسوجين من الهيموجلوبين ويذهب إلى الأنسجة ويتحول من دم شرياني إلى دم وريدي.

9- التكيف التنفسي في المناطق المرتفعة :

عند التواجد في المناطق المرتفعة، ونظراً لنقص الأكسوجين في الهواء. تحدث العديد من التغيرات الفسيولوجية نتيجة

نقص كمية الأكسوجين المتاحة للأنسجة ومن أهمها :

- الشعور بضيق التنفس.
- ازدياد معدل التنفس.
- ازدياد ضربات القلب.
- الإجهاد والتعب حتى لو لمجهود بسيط.
- عدم المقدرة على تحقيق النتائج التي يقوم بها اللاعب في ظروف محددة .

ونتيجة نقص الأكسوجين الواصل للأنسجة، يبدأ الجسم بالتعامل مع هذا الوضع الفيزيولوجي. وذلك بأن يحاول أن يعوض هذا النقص في الأكسوجين. فتبدأ هذه العملية بتنبيه نسيج معين في الكلى (مستقبلات لها حساسية للتغيرات الحادثة في مكونات الدم، وخصوصاً في الأكسوجين).

فعند نقص الأكسوجين يفرز هرمون إرثروبويتين - هرمون محفز لتكوين كرات الدم الحمراء- حيث يحمل بواسطة الدم، ويصل إلى أماكن تكوين كرات الدم الحمراء في العظام المسطحة مثل عظم اللوح، القص، الضلوع، الفقرات، الجمجمة، رؤوس العظام الطويلة. فينبه الخلايا الأم، التي تعمل على تكوين خلايا كرات الدم الحمراء، فيزيد معدل تكوينها، وعددها وانقسامها. مما يساعد على حمل أكبر كمية من الأكسوجين لتتلاءم مع معدل الاوكسجين المتاح واحتياج الجسم.

الحد الأدنى لاستكمال عملية التكيف تستلزم 10-12 يوم ليعيد فيها الجسم ضبط أجهزته الحيوية حسب المتغيرات الجديدة. ويعود معدل القلب إلى حالته الطبيعية. بالإضافة إلى ضبط عمليات التمثيل الغذائي، وإعادة التوازن الحمضي - القاعدي في الدم والبول إلى معدلهم الطبيعي. وعندئذ يستطيع الإنسان العادي، والرياضي القيام بأداء وظائفه على أكمل وجه.

المحاضرة الخامسة عشر: فيزيولوجية الجهاز العصبي

1- تعريف الجهاز العصبي:

مجموعة أعضاء مسؤولة عن استقبال وتحليل وتشفير، وإرسال المعلومات التي تأتي من البيئة، سواء الداخلية أو الخارجية للكائن الحي. وبعد ذلك يقوم بفك الشفرة، وتشغيل المعلومات. حيث يحدث ميكانيزم عصبي يرتبط بوجود نظام استجابي محدد، يظهر في المحصلة النهائية لنشاط الإنسان.

تعمل أجزاء الجهاز العصبي في تناسق، ونظام متكامل، يتسم بدرجة عالية من الدقة والتوافق. وتوصيل المعلومات. ووحدة بناء الجهاز العصبي هي العصبون أو الخلية العصبية.

2- أنواع الخلايا العصبية:

يتكون الجهاز العصبي في جسم الإنسان من نوعين أساسيين من الخلايا، هما الخلايا الدبقية، والعصبونات. 2-

1- العصبون: يتكون من جسم و محور. يحتوي جسم الخلية على نواة الخلية. ويبرز من سطحه تغصنات، أو تشعبات للخارج، دورها إستقبال ونقل الإشارات الكهربائية، و يستقبل جسم العصبون الإشارات الكهربائية (العصبية) من العصبونات الأخرى عن طريق التغصنات من جسم عصبون آخر. أو من محور عصبون آخر عن طريق مشابك، والمشبك هو عبارة عن فضاء عند التقاء غصن عصبون، أو محور عصبون مع جسم خلية عصبون آخر لنقل الإشارات الكهربائية عن طريق مواد كيميائية، تُسمى الناقلات العصبية. وهي عديدة، أهمها الأسيتايل كولين، والأدرينالين، والنورادرينالي.

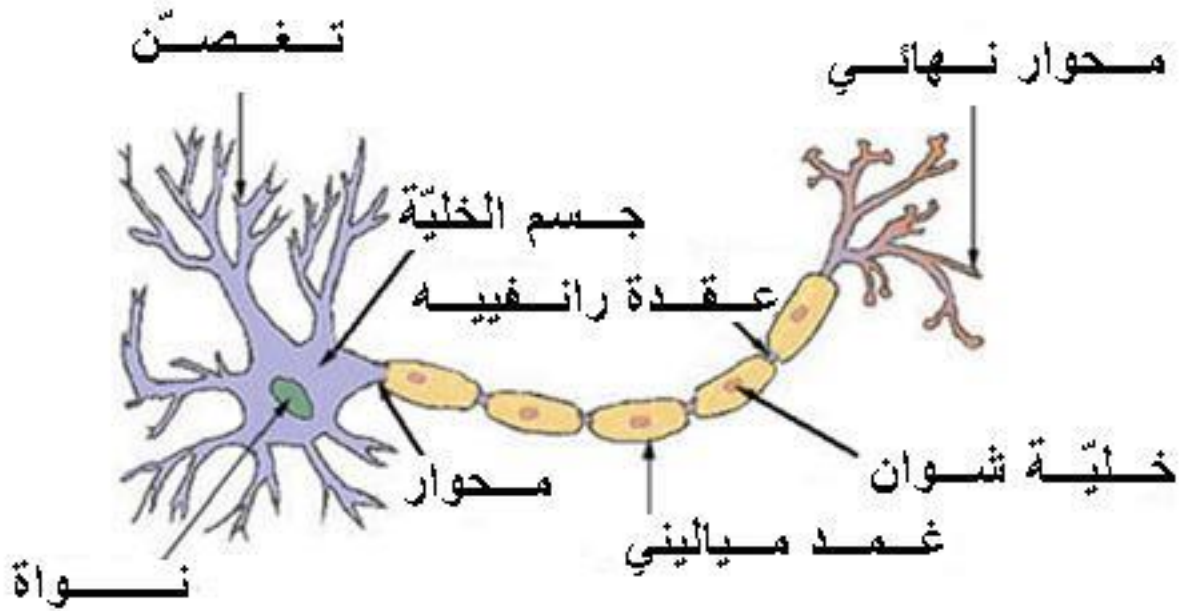
محور العصبون هو عبارة عن إمتداد يخرج من جسم الخلية، وينقل الإشارات الكهربائية من العصبون. والمحور مُغلف من الخارج بصفائح المايلين (النُخاعين). وهي عبارة عن مادة عازلة للمحور، و ضرورية لنقل الإشارات الكهربائية فيه، في الجهاز العصبي المركزي الخلايا الدبقية قليلة التغصنات هي المسؤولة عن إنتاج النُخاعين. أما في الجهاز العصبي المحيطي فخلايا شوان فهي المسؤولة عن إنتاج النُخاعين (المايلين). تتجمع محاور العصبونات مع بعضها لتكون

الأعصاب. الأعصاب تنقسم من حيث موقعها من العقدة إلى نوعين:

-أعصاب ما قبل العقدة .

-أعصاب ما بعد العقدة.

بنية خلية عصبية مثالية



الرسم رقم 16: مكونات الخلية العصبية

في الجهاز العصبي أعصاب (محاور أجسام العصبونات) ما قبل العقدة تتشابك مع أجسام العصبونات التي ينشأ

منها أعصاب ما بعد العقدة خلال المشابك في العقد لنقل الإشارات الكهربائية.

2-2- الخلايا الدبقية: هي خلايا مُساندة للعصبونات في الجهاز العصبي، لا تُشارك في نقل الإشارات العصبية. يبلغ

عدد الخلايا الدبقية تقريباً عشرة أضعاف عدد العصبونات في الجهاز العصبي، ولكن بما أن حجم الخلية الدبقية يساوي

عُشر حجم العصبون فهما يشغلان نفس الحيز (الكتلة) في الجهاز العصبي. تعمل الخلايا الدبقية على :

- دُعامة و سند للعصبونات.

- عازل للشحنات الكهربائية بين العصبونات وبين المشابك .

- تعمل كناقل غذاء للعصبونات.

- مزيل للخلايا التالفة و الميتة , و تفرز مواد مُحفزة لنمو العصبونات.

- المحافظة على التركيبة الأيونية (الكهربائية للسوائل خارج العصبونات)

3- مكونات الجهاز العصبي:

3-1- الجهاز العصبي المركزي:

يتكون الجهاز العصبي المركزي في الإنسان من الدماغ، والنخاع الشوكي أو الحبل الشوكي. ويتكون الدماغ من

المخ، جذع المخ الذي يتضمن الدماغ الأوسط، والجسر النخاع المستطيل والمخيخ.

3-1-1- المخ:

في المخ تكون أجسام العصبونات مُتركزة في الطبقة الخارجية (قشرة المخ). ويكون لونها رمادياً و لهذا تُسمى

المادة الرمادية. ومحاور العصبونات موجودة في الداخل لونها أبيض. ولهذا تُسمى المادة البيضاء. في المادة البيضاء يوجد

تجمعات لأجسام عصبونات، وهذه التجمعات تُسمى نواة أو عُقدة. في الحبل الشوكي يكون العكس المادة البيضاء

(محاور العصبونات) في الخارج والمادة الرمادية (أجسام العصبونات) في الداخل.

يقسم الشق الطولاني الإنسي (الداخلي) المخ إلى نصفين غير مُنفصلين تماماً عن بعضهما البعض، و هما نصف

الكُرة المخي الأيمن، و نصف الكُرة المخي الأيسر. فنصف الكُرة الأيمن يتحكم بالجانب الأيسر من الجسم. و نصف

الكُرة الأيسر يتحكم بالجانب الأيمن من الجسم. وأحدهما يكون نصف الكُرة المخي المسيطر، فالأشخاص الذين

يستعملون اليد اليمنى، يكون نصف الكُرة المخي الأيسر هو المسيطر عندهم، والأشخاص الذين يستعملون اليد اليسرى

يكون نصف الكُرة المخي الأيمن هو المسيطر عندهم. وبما أن أغلب الناس يستخدمون اليد اليمنى فإن الغالب أن يكون

نصف الكُرة المخي الأيسر هو المسيطر. تتجعد المادة الرمادية في المخ على شكل تلافيف، و مُفردها تلافيف. وهذا لزيادة

مساحة سطح المخ، وبين التلافيف يوجد شقوق. هذه الشقوق لها أسماء. ولكل منها وظيفة مختلفة. ينقسم كل من

نصف الكرة. وينقسم المخ في السطح الخارجي إلى أربعة فصوص هي:

أ- الفص الجبهي: مسؤول عن التحكم بالعواطف، والانفعالات، السلوك والشخصية. ومهم لتعلم و ممارسة المهارات

الحسية الحركية المعقدة. فالأشخاص الذين لديهم تلف في هذا الفص لا يُقدِّرون المواقف الاجتماعية، وكيفية التصرف

الملائم لهذه المواقف. ولا يتحكمون بعواطفهم. فتراهم يضحكون تارة، ويبكون تارة. وأي شيء يخطر على بالهم يقومون

به، دون تقييمه ما إذا كان فعل مُناسب في هذا الموقف أم لا. كذلك يحتوي التلفيف الجبهي السفلي في الجزء الخلفي منه

في نصف الكرة المخي المسيطر على منطقة بروكاس. وهي المنطقة المسؤولة عن التكلم. وتلفها يؤدي إلى فقدان النطق.

حيث أن الشخص المصاب يعرف ما يريد أن يقوله، لكنه لا يستطيع أن يتكلم، أو يكون كلامه بطيء وغير مفهوم،

بالرغم من عدم وجود شلل في عضلات اللسان والحلق و الحنجرة. التلفيف أمام الشق المركزي. وجدار الشق المركزي

الأمامي يحتويان على القشرة الحركية المسؤولة عن حركة العضلات الإرادية في الجانب المعاكس من الجسم. أي القشرة

الحركية في نصف الكرة المخي الأيمن مسؤولة عن حركة عضلات الجانب الأيسر من الجسم. والعكس القشرة الحركية في

نصف الكرة المخي الأيسر مسؤولة عن حركة عضلات الجانب الأيمن من الجسم. وتلف هذه المنطقة يؤدي إلى شلل في

الجانب المعاكس من الجسم. في القشرة الحركية تكون أعضاء الجسم ممثلة بالمقلوب. أي الجزء السفلي من القشرة الحركية

يتحكم في اللسان والحنجرة و من ثم الوجه وهكذا. وفي الأعلى تكون منطقة التحكم بعضلات القدم.

ب- الفص الجداري: يحتوي على التلفيف خلف المركزي. هذا التلفيف مع الجدار الخلفي للشق المركزي يحتويان على القشرة الحسية المسؤولة عن الإحساس في الجانب المعاكس من الجسم. وتلف هذه المنطقة يؤدي إلى فقد الإحساس في الجانب المعاكس من الجسم. وتكون أعضاء الجسم ممثلة بالمقلوب كما هو في القشرة الحركية .

ج- الفص الصدغي: يحتوي التلفيف الصدغي العلوي على مناطق السمع. ويحتوي على التلفيف الهامشي الفوقي والتلفيف الزاوي. اللذين يحتويان على الذاكرة الخاصة بالكلمات المقروءة والمكتوبة. وتلف هذه المنطقة يؤدي إلى خلل القراءة (صعوبة القراءة و تعلمها).

د- الفص القذالي: يقع في مؤخرة المخ، يحتوي على مركز الإبصار. وتلف المنطقة يؤدي إلى العمى .

ثانياً: جذع الدماغ: يتكون من الدماغ الأوسط والجسر والنخاع المستطيل. ويقع الدماغ الأوسط فوق الجسر، والجسر فوق النخاع المستطيل، الذي يكون مُتصلاً بالحبل الشوكي، وخلفهم يقع المخيخ، ويتصل المخيخ بجذع الدماغ عن طريق السويقة المخيخية العلوية. والسويقة المخيخية السفلى. يوجد في الدماغ الأوسط مراكز ردة الفعل البصري. مثال ذلك عندما تلمس يداك شيء أو يلفت نظرك شيء وتريد أن تراه أو تتفحصه عن قرب فإنك تلتفت نحوه وتركز بصرك عليه، أو تقربه منك و هكذا. وكذلك يحتوي الدماغ الأوسط على مراكز ردة الفعل السمعي، مثال ذلك تسمع صوتاً ما فتلتفت نحو مصدر الصوت لترى ما هو. ويحتوي الدماغ الأوسط على نواة للأعصاب المخية الثالث والرابع والخامس. الجسر يحتوي على نواة الأعصاب المخية الخامس والسادس والسابع والثامن كذلك. والنخاع المستطيل يحتوي على نواة للأعصاب القحفية، التاسع والعاشر والحادي عشر والثاني عشر. والأعصاب المخية تشكل جزءاً من الجهاز العصبي المحيطي. وسوف نذكر أسمائها بالترتيب التسلسلي لها ووظيفتها:

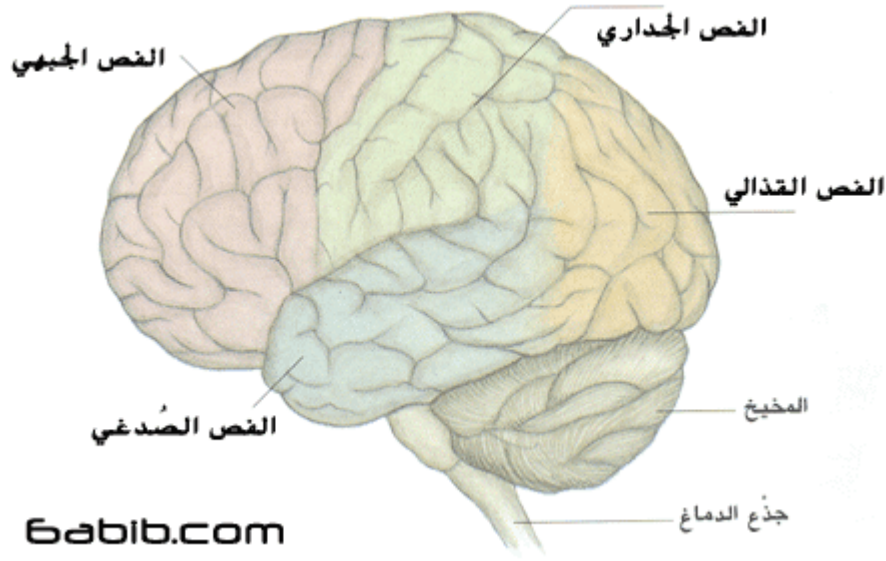
01. العصب الشمي: المسؤول عن حاسة الشم لدى الإنسان .

02. العصب البصري: المسؤول عن الإبصار لدى الإنسان .

03. العصب المحرك للعين: يحرك عضلات العين الخارجية، المسؤولة عن حركة العين كلها، ما عدا العضلة المستقيمة الوحشية والعضلة المائلة العلوية. ويحمل معه ألياف عصبية ودية مسؤولة عن ردة فعل العين للضوء (المنعكس الضيائي). وكذلك مُنعكس التكيف. مثال ذلك تكيف العين للقراءة عن قرب.
04. العصب البكري: يُغذي العضلة المائلة العلوية للعين .
05. العصب الثلاثي التوائم: عصب حسي للوجه (الإحساس)، وفروة الرأس، وكذلك يحمل ألياف حركية لعضلات المضغ.
06. العصب المبعد : يغذي العضلة المستقيمة الوحشية للعين.
07. العصب الوجهي: يُغذي العضلات السطحية للوجه (عضلات التعبير مثل الابتسام والعبوس، ويحمل ألياف حسية للألم، والحرارة من الأذن، وكذلك ألياف حسية للتذوق في الثلثين الأماميين من اللسان، وألياف لاودية للغدد اللعابية.
08. العصب الدهليزي القوقعي: العصب المسؤول عن السمع، والتوازن عند الإنسان.
09. العصب اللساني البلعومي: يحمل ألياف حسية من الثلث الأخير من اللسان وألياف لاودية للغدد اللعابية، وألياف حركية لعضلات البلعوم .
10. العصب المبهم: يحمل ألياف لاودية لأعضاء الصدر، والجهاز الهضمي، والقلب. مثال تحفيز العصب المبهم يُقلل من سرعة ضربات القلب، ويزيد من حركة الأمعاء. وكذلك يحمل ألياف حركية لعضلات الحلق والبلعوم و الحنجرة.
11. العصب الإضيافي: يغذي عضلات الحنجرة والبلعوم، مع العصب المبهم، وفرع منه يُغذي عضلات إرادية في الرقبة.
12. العصب تحت اللسان: العصب المحرك للسان، أي يُغذي عضلات اللسان.

3-1-2- المخيخ:

يُنظم حركات العضلات لتكون مُتناغمة، وكذلك التوازن عند الإنسان. حيث أنه مسؤول عن الإحساس بوضع الجسم في الفضاء. فإذا كان لدى شخص تلف في المخيخ، فإنه يترنح أثناء المشي، ولا يستطيع أن يسير في مسار مستقيم. وكذلك ترتجف يده عندما يريد أن يلتقط شيء ما، وكلامه يكون بطيء وغير واضح وارتجالي.

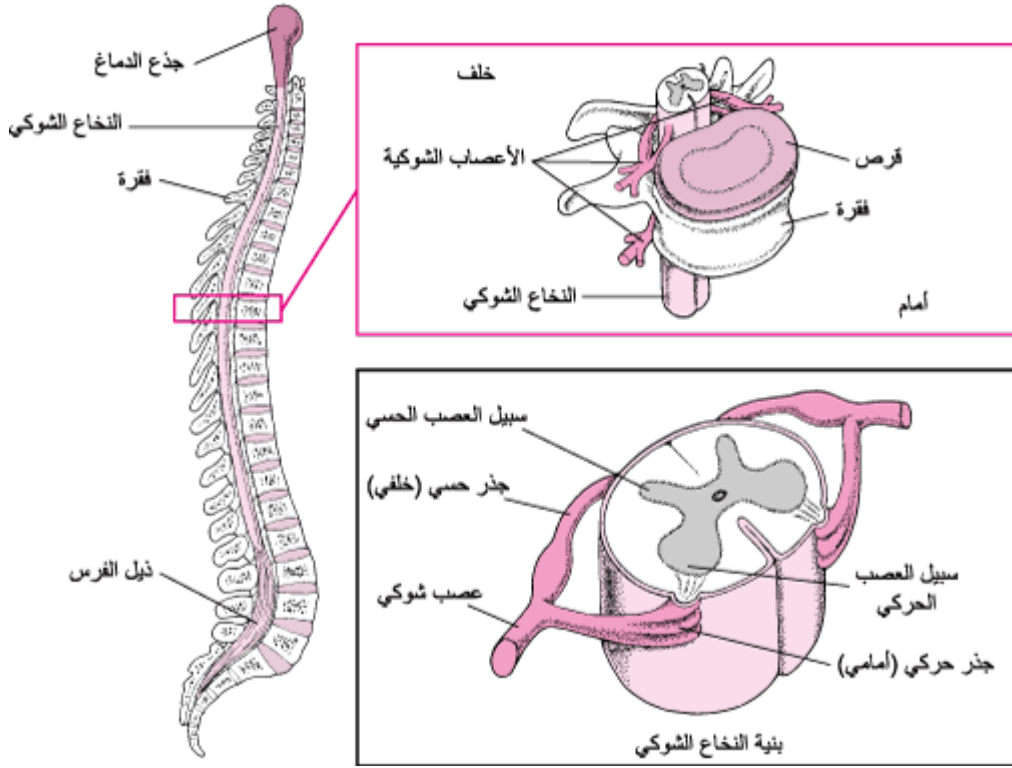


الرسم رقم 17 : البنية التشريحية للمخ والمخيخ

3-1-3- النخاع الشوكي:

يبدأ بعد النخاع المستطيل، ويمتد للأسفل في القناة الفقارية في العمود الفقاري إلى الفقرة القطنية الثانية. وبعدها ينتهي على شكل ذنب الفرس. والمادة الرمادية في الحبل الشوكي تكون على شكل حرف H. الذراع الأمامي

يُسمى القرن الأمامي. والخلفي القرن الخلفي. وعلى الجانب القرن الجانبي (الوحشي). والمادة الرمادية تتكون من أجسام العصبونات. والقرن الأمامي ينشأ منه الجذر الحركي. ومنه الأعصاب الحركية للعضلات الإرادية. والقرن الخلفي حسي وتدخل الأعصاب الحسية الآتية من أعضاء مختلفة من الجسم القرن الخلفي عن طريق الجذر الحسي. وتجري القناة المركزية في وسط المادة الرمادية. المادة البيضاء والتي تتكون من محاور العصبونات تُحيط بالمادة الرمادية في الحبل الشوكي، وهي عبارة عن ألياف عصبية صاعدة مثل السبيل الشوكي المخيخي، الذي يحمل معلومات حسية وضعية للمخيخ، حتى يتمكن الشخص من التوازن، وتعديل وضعه. الذي يحمل الإحساس الحراري للسرير (أو المهاد) في المخ حتى يتمكن الجسم من تنظيم حرارته. وألياف عصبية هابطة مثل السبيل القشري الشوكي. الذي يحمل الأوامر من القشرة الحركية إلى القرن الأمامي، ومنه للأعصاب الحركية عن طريق الجذر الحركي لكي يقوم الجسم بالحركة المطلوبة منه حسب الموقف. تخرج الأعصاب الحركية من الحبل الشوكي على شكل أزواج. أي واحد من يمين و آخر من يسار الجهة الأمامية للحبل الشوكي. وتدخل الأعصاب الحسية كذلك في جانبي الحبل الشوكي من الخلف، واحد من اليمين والآخر من اليسار، أي زوج حركي وزوج حسي. وهذا هو الحال على طول الحبل الشوكي، حتى يصل لكل أعضاء الجسم. ينقل منها المعلومات للدماغ. والمناطق التي يخرج منها الأعصاب في الحبل الشوكي تُسمى المناطق الشوكي. تُسمى هذه المناطق حسب الفقرة في العمود الفقاري. ويوجد 31 منطقة شوكية.



الرسم رقم 18 : تكوين النخاع الشوكي

3-2- الجهاز العصبي المحيطي : يتكون الجهاز العصبي المحيطي من :

- أ- الأعصاب المحيطية الحركية: التي تنشأ من الحبل الشوكي، وتُغذي العضلات الإرادية في الجسم.
- ب- الأعصاب المحيطية الحسية: التي تحمل الإحساس بجميع أنواعه من ألم وضغط ولمس وحرارة. والأحاسيس العميقة، والإحساس بالوضع للدماغ عن طريق الحبل الشوكي.
- ج- الأعصاب المخية (القحفية): قد ذكرناها سابقاً .
- د- الجهاز العصبي المستقل: الذي يُغذي العضلات اللاإرادية، مثل عضلة القلب والرئتين والجهاز الهضمي وكذلك الغدد الصماء، و جدار الأوعية الدموية. يتألف من الجهاز العصبي الودي (السمبثاوي)، والجهاز العصبي اللاودي (الموازي للسمبثاوي).

الجهاز العصبي الودي ينشأ من القرن الجانبي للحبل الشوكي، وألياف ما قبل العقدة الودية تخرج ابتداءً من القطعة النخاعية الصدرية الأولى T1 إلى القطعة النخاعية القطنية الثانية L2. وبعد خروجها تكون عقد على جانبي العمود الفقري. وهذه السلسلة من العقد تُسمى بالسلسلة الودية. من هذه السلسلة تنشأ ألياف ما بعد العقدة الودية. التي تغذي الجسم بأكمله بألياف الجهاز العصبي الودي. وعادة توجد 11 عقدة صدرية. و4 عقد قطنية، و4 عقد عجزية. في كل من السلسلتين، ويوجد في الرقبة 3 عقد ودية. وخير مثال على عمل الجهاز الودي، هي الحالة التي يحس بها الإنسان عند مواجهة الخطر. مثال ذلك مُصادفة أسد في الغابة، تتسارع ضربات القلب، وتتسع حدقة العين، ويقف شعر الجلد، وتتوسع القصبات الهوائية، والأوعية الدموية في العضلات، وتضييق الأوعية الدموية في الجلد، ويزيد التعرق، ويتقلص صمام المثانة البولية. أما عمل الجهاز العصبي اللاودي، فهو عكس الجهاز الودي. حيث يعمل على التقليل من ضربات القلب، وزيادة إفراز الغدد اللعابية، وزيادة حركة الأمعاء، وتوسع الأوعية الدموية في الجلد، وارتخاء صمام المثانة البولية، وتضييق حدقة العين، وتحرك العينين للداخل (لوضوح الرؤية القريبة).

المحاضرة العاشرة: فيزيولوجيا الجهاز العضلي

1- تعريف العضلة : هي عضو يتكون من الأنسجة الليفية (على شكل ألياف او خيوط) لها دور رئيسي في حركة

الجسم. لقدرتها على الانقباض والانبساط، استجابة لمؤثرات عصبية، هرمونية وفيزيائية وكيميائية، والعضلة الواحدة عبارة عن تجمع خلايا عضلية متخصصة متشابهة التركيب، تولد تقلصات قوية باتجاه واحد. وتختلف الخلايا العضلية عن خلايا الأنسجة الأخرى كونها طويلة وذات شكل مغزلي أو ليفي. وتتجمع الخلايا العضلية على هيئة حزم متوازية وهي غنية بالبروتينات الليفية.

2- تصنيف الأنسجة العضلية: تنقسم إلى ثلاثة أنواع هي :

1-2- العضلات غير المخططة أو الملساء :

تتكون من خلايا مغزلية مدببة الطرفين، تغلظ في الوسط حيث توجد النواة. ممتد طوليا في كل ليفة عدد من الخيوط هي اللييفات العضلية، وتجتمع الألياف في حزم صغيرة محاطة بشبكة من الألياف المرنة، والشبكية ولا يظهر فيها تخطيط. يوجد هذا النوع من العضلات في جدران القناة الهضمية والأوعية الدموية، والقصبات الهوائية والمجري البولية. وهي لا إرادية أي لا يمكن للحيوان السيطرة في عملها حيث إنها تقع ضمن سيطرة الجهاز العصبي الذاتي (الودي ونظير الودي). تتحكم في عملية الهضم، ونقل الطعام. وعملية التنفس، و تنظيم الضغط الدموي، وعملية التبول.

2-2- العضلات المخططة اللاإرادية (القلبية) :

تتكون من ألياف ليست طويلة ، ولكنها مستطيلة غير مدببة ، ولكل ليفة نواة مركزية ، وان كانت الألياف تندمج لتكون مدجا خلويا عن طريق جسور أو نتوءات جانبية ، أي إنها تتفرع ويتحد بعضها مع بعض ، ويفصل بين كل ليفتين قرص بيني واضح. وكل ليفة مغلفة بصفيحة لحمية، اقل وضوحا مما في الألياف المخططة. والأفراص المضيفة أيضا

اقل وضوحا منها في الألياف المخططة . وينتشر نسيج ضام بين الألياف، وان حركتها تكون منتظمة على هيئة موجات متعاقبة تبدأ بالأذنين وتنتهي بالبطينين فهي تعمل نظاميا.

2-3- العضلات الهيكلية أو المخططة :

وهي العضلات المكونة للهيكل العضلي، وتشمل لحم الجسم، الذي له القدرة على تحريكها إراديا حيث إنها تخضع لسيطرة الجهاز العصبي المركزي. تتألف هذه العضلات من خلايا ذات ألياف طويلة اسطوانية، تندمج فيما بينها لتكون حزم. حيث في كل ليفة عدد من الأنوية فهي إذن مدمج خلوي. و تظهر فيها خطوط عرضية بعضها أسود، و الآخر أبيض. هذه الخطوط منتظم بعضها في تبادل مع بعض. هذه هي الأقراص المعتمة و الأقراص المضئمة. كل ليفة محاطة بسركوليمما، كما أن الليفة تتركب أيضا من عدد من اللييفات العضلية. تمتد متوازية بطول الليفة. وهي أوضح كثيرا مما في الألياف غير المخططة.

3 Types of Muscle Tissue

٣ أنواع من الأنسجة العضلية



Skeletal Muscle

عضلات هيكلية



Cardiac Muscle

عضلات قلبية



Smooth Muscle

عضلات ملساء

Nada

الشكل رقم 19 : أنواع الأنسجة العضلية في الجسم

3- أنواع العضلات الهيكلية:

تنقسم العضلات الهيكلية بدورها إلى أنواع عديدة حسب الشكل وحسب الوظيفة.

3-1- حسب الشكل:

1. عضلات مغزلية (مثل العضلات الملساء)

2. عضلات دائرية (مثل عضلات الفم والجفنين والمثانة)

3. عضلات مستقيمة (مثل عضلات الكتف)

4. عضلات سطحية (مثل عضلة الصدغين)

5. عضلات مثلثة، مثل العضلات الظهرية.

6. عضلات الحجاب الحاجز، وهي عضلات متسعة عريضة.

3-2- حسب الوظيفة:

1. عضلات مثنية. مثل العضلة التي تثني الساعد للعضد.

2. عضلات باسطة. كالعضلة الدالية التي تمد الذراع للأمام.

3. عضلات مقربة. مثل العضلة الظهرية التي تسحب الذراع للأعلى والخلف.

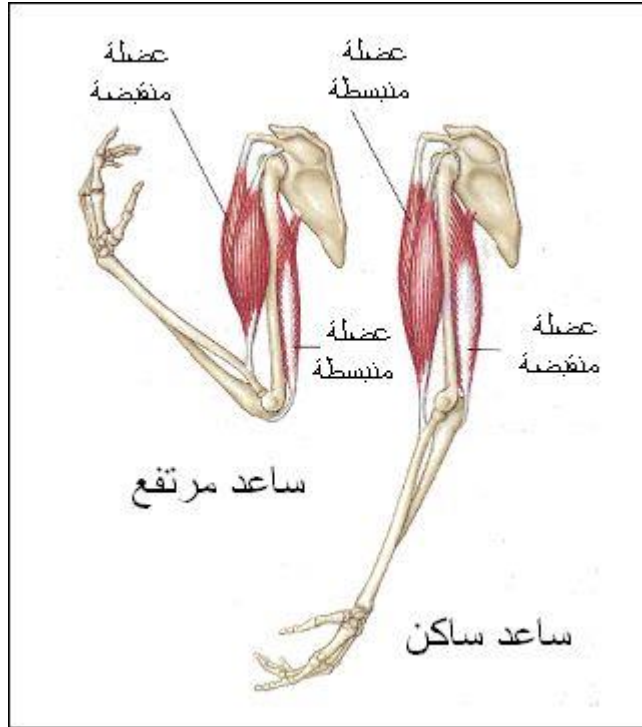
4. عضلات مبعدة.

5. عضلات ساحبة.

6. عضلات رافعة. مثل رفع الفك السفلي لإغلاق الفم.

7. عضلات خافضة.

8. الدورات: تدير الأعضاء نحو الأسفل.



الشكل رقم 20 : أنواع العضلات الهيكلية

4- بروتينات العضلات : تحتوي العضلات على ثلاثة أنواع من البروتينات، تتباين في أوزانها الجزيئية، وفي قابليتها

للذوبان في الماء، أو في المحاليل الأخرى وهي:

أ- الأكتين: الذي يعتقد له دور في ترتيب الخيوط العضلية وفي تكوين الخيوط الرفيعة .

ب- الميوزين: الذي يدخل في تركيب الخيوط السميكة. يتكون من مركبين يختلفان في وزنهما الجزيئي، هما الميرومايوسين

الخفيف، والميرومايوسين الثقيل. ويشترك المايوسين والميرومايوسين الثقيل بتجزئة الاديوسين ثلاثي الفوسفات ATP في

تفاعل يساعد على تقلص العضلة.

ج - معقد التروبومايوسين: الذي يتألف من أربعة أنواع من البروتينات التي ليس لها القابلية على التقلص.

5- تقلص العضلات :

عند التحفيز العصبي للعضلة الهيكلية ووصول الباعث العصبي إلى نهاية التفرعات العصبية الحركية الموجودة على

سطح الليفة العضلية يؤدي إلى إفراز مادة الاستيل كولين من الحويصلات الإفرازية للنهايات العصبية ، تلتصق جزيئات

الاستيل كولين مع مستقبلات خاصة في غشاء الليف العضلي عند الاتصال مباشرة (الصفيحة النهائية)، مما يؤدي إلى

موجة من زوال الاستقطاب لغشاء الليفة العضلية. ومن ثم رجوعه وتوليد جهد فعل ينتقل على طول الليفة. وتقترب إزالة

الاستقطاب هذه استثارة الليفة العضلية وبدء مرحلة التقلص، إن ذلك يؤدي إلى تحرير ايونات الكالسيوم من اللييفات

العضلية التي تؤثر على معقد التروبومايوسين ويتحلل الأخير تاركا رؤوس ارتباط جزيئات المايوسين بالأكتين، اذ ترتبط فيما

بينها مؤدية إلى حركة المايوسين على الأكتين. وتتم عملية التقلص بانزلاق الخيوط الرفيعة على الخيوط السميكة. بعد

ذلك ينقل الارتباط ويعاد في موقع آخر، وهكذا. تتكرر العملية بصورة متعاقبة في عملية تدعى نظرية الانزلاق الخيطي. إن

المصدر الرئيسي للطاقة اللازمة للتقلص هو ATP "الاديوسين ثلاثي الفوسفات" الذي يتحلل مائيا إلى طاقة وADP

"ادينوسين ثنائي الفوسفات". لتزويد العضلة بالطاقة. فترتبط جزيئة فوسفات بالادينوسين ثنائي الفوسفات لإعادة تكوين الادينوسين ثلاثي الفوسفات. ويتم تجهيز هذا التفاعل بالطاقة من تحلل الكلوكوز إلى ماء وثاني اوكسيد الكربون.

6- مراحل التقلص العضلي:

وجود الحوافز العصبية في الألياف الحركية يؤدي إلى تحرر الأستيل كولين الذي يولد جهد الفعلية في الساركوليمما. ذلك يعمل على تحرر الكالسيوم، هذا الأخير يرتبط مع التروبونين، مما يؤدي إلى تكون ارتباطات عرضية بين الخيوط السميكة والخيوط الرفيعة، فيحدث انزلاق الخيوط على بعضها، فيقع في الأخير تقلص الليف العضلي.

7- أنواع التقلص العضلي: يوجد هنالك نوعين من التقلص العضلي:

- 1- متساوي التوتر: عندما يصاحب تقلص العضلة قصر في أليافها استجابة للحافز وعادة ما تكون العضلة غير محملة .
- 2- متساوي بالقياس : إذ تتوتر العضلة دون أن يحدث لها قصر نتيجة لتحميلها بوزن لا تتمكن عنده على القصر عندما تتحفز محليا .

وغالبا ما يكون التقلص العضلي في الجسم خليطا من التقلص المتساوي التوتر، والمتساوي القياس يصاحبها قصر أليافها العضلية. إلا في بعض الحالات، التي يراد بها حفظ وضعية معينة، ويصاحب ذلك تغير في مطاطية العضلة. وتظهر الأنواع المختلفة من العضلات تباينا في السرعة والكفاءة التي تتحرك بها، نتيجة لعدة متغيرات تتأثر بها كالوزن، والحالة الصحية والحمل الذي تقع تحت تأثيره.

المحاضرة السابعة عشر : الاختبارات الفيزيولوجية في المجال الرياضي

1- اختبارات الجهد البدني :

تطبق معظم اختبارات الجهد البدني أثناء القيام ببذل جهد بدني (عبء جهدي) أو بعد الانتهاء منه، حيث يصعب قياس الجهد البدني أثناء الراحة، لان قياس الجهد البدني أثناء الأداء يعطى فرصا جيدة لملاحظة المختبر و التعرف على قدراته و استعداداته بطريقة عملية ، مما يجعل عمليات القياس و التقويم أكثر واقعية وأكثر صدقا. ويمكن تصنيف الاختبارات التي تستخدم لقياس الجهد البدني في الرياضة وفقا للمتطلبات والامكانيات اللازمة للتطبيق و انتشار الاستخدام إلى ثلاثة أنواع رئيسية هي :

أ - الاختبارات الميدانية

ب - الاختبارات الميدانية- المعملية

ج - الاختبارات المعملية

1-1- الاختبارات الميدانية :

هو نمط شائع الاستخدام في مجال التربية الرياضية و لم تدخل دائرة الاستخدام في مجال فسيولوجيا الجهد البدني إلا في فترة متأخرة. و قد أعدت الاختبارات الميدانية في مجال التربية الرياضية لكي تنطبق علي مجموعات كبيرة من الأفراد مستهدفه الاقتصاد في الوقت قدر الامكان حيث يتم التحكم علي نحو تام في بعض المتغيرات المرتبطة بعمليات القياس (كالدافعيه و حاله الطقس و درجه الحرارة و طبيعة الأرض التي تجري عليها الاختبارات) كما لوحظ أنها تستخدم علي نطاق واسع كالاختبارات تصفيه عند الالتحاق بالكليات العسكرية و كليات التربية الرياضية و عند التقدم لبعض الوظائف الخاصة المتعلقة بالأمن و الإطفاء و الإنقاذ. ومن أمثله الاختبارات الميدانية في مجال قياس الجهد البدني

اختبارات القوة العضلية الايزوتونية و الشد لأعلي و العدو 40 أو 50 أو 60 ياردة و الجري – المشي 12ق ،9ق و 600 ياردة و 1 ميل و 1.5 ميل و غيرها.

1-2- الاختبارات الميدانية (العملية) :

وهي تمتاز بشكل عام بأنها تتطلب اقل حد ممكن من الاجهزه و إن كانت تودي وفقا للشروط وإجراءات تطبيق تشبه إلى حد بعيد تلك التي تتم في الاختبارات المعملية و هي تطبق تطبيقا فرديا في الملاعب المكشوفة أو في الصالات المغلقة. ومن أمثله هذا النوع من الاختبارات جميع اختبارات الخطوة اللاهوائية و جميع الاختبارات الهوائية و اختبار استرا ند للياقة الهوائية علي الارجوميتير و اختبار القدرة عند العمل البدني عند معدل النبض 170 و اختبار الوثب العمودي (الشغل) و اختبار ال30 ثانيه لونيجات و اختبار قوة القبضة علي جهاز الدينوموميتر و قياس ضغط الدم و غيرها

1-3- الاختبارات المعملية :

هو نمط من الاختبارات تتطلب تطبيقها استخدام أجهزه ضخمة معقده التركيب و مكلفه الثمن و يختلف هذا النمط عن النمطين السابقين يستلزم القيام بإجراءات ضبط دقيقه لبعض المتغيرات الداخلية مثل درجة الحرارة و الدافعيه أثناء الأداء تلك الإجراءات تتم فقط في أثناء الأداء و إنما قبل أداء الاختبار أيضا فقد أظهرت الدراسات والبحوث العلمية أن نتائج الاختبارات المعملية ممكن أن تتأثر بالوجبات الغذائية و التدخين و تعاطي بعض المشروبات كالحقوة و الشاي وغيرها مما يستلزم ضرورة ضبط مثل هذه المتغيرات

ومن أهم ما يميز الاختبارات المعملية أنها تطبق تطبيقا فرديا داخل معامل مخصصه للبحث العلمي بها العديد من الأدوات و الاجهزه العلمية المتطورة المعدة لخدمه عمليات القياس. ومن أمثله الاختبارات المعملية اختبار الحد الاقصى لاستهلاك الأوكسجين، واختبارات القدرة اللاهوائية علي السير المتحرك. واختبارات الجهاز التنفسي مثل السعه الحيوية و سعه الشهيق و حجوم هواء التنفس. ومن جهة أخرى ممكن تصنيف اختبارات الجهد البدني و فقاً لنظم إنتاج الطاقة أثناء أداء الاختبار إلى نمطين رئيسيين من الاختبارات هما الاختبارات الهوائية والاختبارات اللاهوائية

1-4- الاختبارات اللاهوائية : هو نمط من الاختبارات تستخدم للتحقق من قدره الفرد علي الأداء البدني في غياب

أوكسجين الهواء الجوي و من أهم الاختبارات التي تستخدم في هذا الخصوص اختبارات العدو و 40 ياردة و

50 ياردة و 60 ياردة كما أن هناك نمط آخر من الاختبارات اللاهوائية التي تجمع بين الميدان و المعمل

مثل اختبار الوثب العمودي و اختبارات الخطوة للقدرة و اختبار وينجات بيك وهناك نمط ثالث من

الاختبارات اللاهوائية تتم في المعمل فقط مثل اختبار القدرة اللاهوائية علي السير المتحرك و غيره من

الاختبارات اللاهوائية

1-5- اختبارات الهوائية : هو نمط من الاختبارات يستخدم بغرض التعرف علي اللياقة الهوائية للفرد وهي تستهدف

التنبؤ باقصي معدل لاستهلاك الأوكسجين و من أهم الاختبارات الميدانية التي تستخدم في هذا المجال

اختبار الجري 1.5 ميل و اختبار الجري لمدة 12 دقيقة و اختبار الجري لمدة 9 دقائق و اختبار الجري 1

ميل الذي وضعه الاتحاد الأمريكي للصحة و التربية الرياضية و الترويح و الرقص .

1-6- تصنيفات أخرى : من جهة ثالثة، يمكن أيضا تصنيف اختبارات الجهد البدني في الرياضة وفقا لطبيعة الأداء إلي

الأنماط التالية:

1. اختبارات القلب و الاوعيه الدموية

2. اختبارات الجهاز التنفسي

3. اختبارات اللياقة اللاهوائية

4. اختبارات اللياقة الهوائية

5. اختبارات القوة العضلية

2- الاختبارات الوظيفية للجهاز الدوري والقلب :

تتضمن الاختبارات الوظيفية للجهاز الدوري والقلب العديد من الاختبارات التي يمكن الاستفادة منها في تقويم الحالة

الوظيفية للجهاز الدوري والقلب ولعل من أكثر الاختبارات شهرة وأكثرها استخداما في المجال الرياضي هي :

1. اختبار كرامبتون 1905م

2. اختبار باراش للطاقة 1914م

3. اختبار فوستر 1914م

4. اختبار شنيدر 1920م

5. اختبار نسبة النبض لتوتل 1931م

6. اختبار مستوى التعب لكارلسون 1945م

وفيما يلي شرح مفصل لبعض الاختبارات:

2-1- اختبار كرامبتون 1905م :

- الغرض من الاختبار: يعد هذا الاختبار من وسائل القياس الأولى التي استخدم لتقويم الحالة العامة للفرد وقد صممة العالم كرامبتون عام 1905م كأحد اختبارات الجهاز الدوري و القلب ويعتمد الاختبار بشكل رئيسي على التغيرات التي تحدث في معدل (النبض) و ضغط الدم الشرياني (الانقباضي) عندما يتغير و ضع الجسم من وضع الرقود إلى الوقوف على القدمين.
- الأدوات و الأجهزة اللازمة: جهاز ذئبقى لقياس ضغط الدم . وسماعة طبية. وسرير طبي أو مقعد سويدي مناسب الطول و الارتفاع. وساعة إيقاف.
- إجراءات الاختبار: يرقد المختبر علي الظهر فوق السرير الطبي أو المقعد السويدي بحيث تكون الوسادة منخفضة و يكون الوضع بشكل عام مريحاً. يستمر المختبر في الوضع السابق إلي أن يصل معدل القلب (النبض) إلي مرحله الاستقرار حينئذ يؤخذ له النبض في 15 ثانية مرتين متتاليتين و يعتبر معدل النبض مستقراً إذا كانت قراءات النبض في المرتين واحدة. ثم يحسب معدل النبض في دقيقة و يتم ذلك بضرب معدل النبض في 15 ث في 4 . عدد مرات النبض في 15 ث \times 4 يلي ذلك حساب ضغط الدم الانقباضي (الشرياني) و المختبر في وضع الرقود علي الظهر

أيضا. يتخذ المختبر وضع الوقوف علي القدمين ثم يؤخذ له النبض في 15 ث مرتين متتاليتين و يعتبر معدل النبض في دقيقه بضرب عدد مرات النبض في 15 ث $4 \times$ يلي ذلك حساب ضغط الدم الانقباضي (الشرياني) و المختبر في وضع الوقوف بنفس طريقه القياس التي تمت وهو في وضع الرقود.

- حساب الدرجات:

1- تحسب الفروق بين معدل النبض في الدقيقة في وضع الرقود و معدل النبض في الدقيقة في وضع الرقود.

2- تحسب الفروق بين ضغط الدم الانقباضي في وضع الرقود و ضغط الدم الانقباضي في وضع الوقوف .

وقد قام كرامبتون بإعداد معايير للاختبار يمكن استخدامها لحساب درجات الاختبار لكل من الرجال و السيدات

2-2- مؤشر باراش للطاقة: توصل باراش في عام 1914 م أثناء محاولاته قياس الطاقة التي يبذلها القلب في تحريك

دوره الدم في الجسم إلي إعداد معدلاته الشهيرة لقياس ما اسماه مؤشر الطاقة و الصورة الرياضية لهذه المعادلة كالتالي :

مؤشر الطاقة ----- 100

وقد اعتمد باراش في حساب الطاقة التي يبذلها القلب علي كميته الدم التي يدفعها البطين الأيمن إلي الرئتين و

البطين الأيسر إلي الأورطي في الدقيقة و هو ما أطلق عليه اسم (الدفع القلبي)

- الأدوات اللازمة: جهاز زئبقي لقياس ضغط الدم. و سماعة طبية. وساعة إيقاف. ومقعد .

- الإجراءات:

حساب النبض في 30 ث من وضع الجلوس علي المقعد ثم يضرب الناتج في (2) فنحصل علي معدل النبض (القلب)

في الدقيقة (نبضه/ ق). حساب ضغط الدم الانقباضي و الانبساطي (ملم/ زئبقي). يحسب مؤشر الطاقة بالتعويض في

المعادلة السابقة و قد أطلق باراش علي الناتج المحسوب من تطبيق معادلته اسم دليل أو مؤشر الطاقة) و قد برر ذلك

بان نتائج معادلته تبين كميته الطاقة التي يبذلها القلب لتحريك دوره الدم في الجسم في دقيقه حيث يشير ضغط الدم إلي

القوه التي يبذلها الدم في مقاومه جدران الاوعية الدموية و هي القوه التي تجعل الدم ينساب خلال الجهاز الدوري

3- حساب الدرجات: لنفرض إننا قمنا بحساب معدل النبض و ضغط الدم الانقباضي و ضغط الدم الانبساطي لأحد

الأفراد فكانت النتائج كالتالي:

-معدل النبض = 70 نبضة في الدقيقة.

-ضغط الدم الانقباضي = 120 ملم / زئبق.

-ضغط الدم الانبساطي = 80 ملم / زئبق.

وبالتعويض في المعادلة يمكننا حساب مؤشر الطاقة كالتالي: مؤشر الطاقة = EL _____ 140=100

- معايير مؤشر الطاقة:

أ- الأشخاص الاصحاء يتوقع لهم أن يسجلوا نتائج تكون ما بين (160-110)مؤشر طاقة .

ب- الأشخاص الذين يسجلون نتائج اكثر من (90) مؤشر طاقة يكون لديهم هبوط غير سوى في ضغط الدم.

2-3- اختبار فوستر :

- الغرض من الاختبار :يتأسس هذا الغرض علي مبدأ هام هو أن الزيادة في المجهود البدني تؤدي إلي الزيادة في معدل

القلب (النبض) ، وأن المجهود البدني يؤثر علي عدد ضربات القلب بمقدار شدته ، حيث يلاحظ أن هذه الزيادة

تناسب مع شدة المجهود ، فإذا ما زاد عدد ضربات القلب عما يجب أن يكون متناسبا مع شدة (كثافة) المجهود

دل ذلك علي سوء الحالة الفسيولوجية للجسم

- الأدوات والأجهزة اللازمة : سماعة طبية.و مقعد خشب. وساعة إيقاف.

- إجراءات الاختبار : يتخذ المختبر وضع الوقوف المعتدل علي القدمين بدون شد أو توتر ، ويستمر في هذا الوضع

لفترة زمنية مناسبة حتى يستقر النبض ، ثم يحسب معدل القلب (معدل النبض) في دقيقة في هذا الوضع. ثم يقوم

المختبر بالجري في المكان لمدة 15 ث بمعدل سرعة حوالي 180 خطوة في الدقيقة مع ملاحظة رفع القدم عن

الأرض أثناء الجري لمسافة مناسبة وأن يكون العد (علي قدم الرجل اليمني فقط). ويتم قياس معدل القلب (سرعة

النبض (بعد أداء التمرين مباشرة ولمدة 5 ثوان ثم يضرب الناتج $\times 12$) عدد الضربات في 5 ثواني $\times 12 =$
 معدل القلب في الدقيقة). مع ملاحظة أن يتم القياس والمختبر في وضع الجلوس علي القدمين. ويتم قياس معدل
 القلب (النبض) مرة أخرى لمدة 5 ثواني بعد مرور خمسة وأربعون ثانية من انتهاء التمرين (الجري في المكان) مع
 ملاحظة أن يؤخذ القياس والمختبر في وضع الوقوف أيضا.

4- بعض القياسات و الاختبارات الفسيولوجية :

4-1-1-4- تقييم لياقة الجهاز الدوري والتنفسي:

يتعين عند انتقاء الناشئ تقييم لياقة الجهاز الدوري والتنفسي حيث يمكن تحديد كفاءة العمل الهوائي والكفاءة
 الوظيفية للقلب والرئتين ، والدورة الدموية ومن الاختبارات الجيدة في هذا الصدد اختبار الكفاءة البدنية والذي يعتبر من
 المؤشرات الهامة عند انتقاء الناشئين لممارسة مسابقات ألعاب القوي وخاصة المسافات المتوسطة والطويلة.

4-2- اختبار الكفاءة البدنية:

ويعتمد هذا الاختبار علي العلاقة بين سرعة القلب ، وشدة الحمل وقد اكتشف هذه العلاقة العالمان "
 سيتوراند " ، و " فالوند " سنة 1947 وقد اقترحا طريقة بيانية لتحديد شدة الحمل الممكنة عندما يكون النبض 170
 نبضة / دقيقة حيث يعتبر ذلك النبض مثاليا لأن سرعة القلب عند 170 نبضة / دقيقة يصاحبها انخفاض في حجم
 الدم الذي يدفعه القلب في الضربة الواحدة. وقد استطاع كاريمان الوصول إلي معادلة يمكن بواسطتها تحديد الكفاءة
 البدنية كما يلي :- 170 - ف 1

$$\text{الكفاءة البدنية} = 1\text{ن} + (2\text{ن} - 1\text{ن}) \times \text{ف} - 2\text{ف} - 1\text{ف}$$

حيث أن 1ن = شدة الحمل الأول ، 2ن = شدة الحمل الثاني.

ف 1 = سرعة النبض الأول ، ف 2 = سرعة النبض الثاني.

4-3- قياس الاستعدادات الوظيفية للسرعة والتحمل:

لقد أمكن في السبعينات بفضل ظهور أخذ عينة من العضلة biopsy الحكم علي نوعية استعدادات اللاعب لسباقات السرعة والتحمل بناء علي ذلك، ونظرا لأن صفة السرعة لا ترتبط فقط بالجانب المورفولوجي والذي تظهره طريقة أخذ عينة من العضلة فقد تمكن العلماء السوفيت من استخدام طريقة الانقباض العضلي الواحد للحكم علي استعدادات اللاعب للسرعة أو التحمل بناء علي زمن استمرار فترة الانقباض العضلي الواحد الناتج عن مثير كهربائي. وفي هذا الاختبار يتم سحب عينة من العضلات لتحديد مدى استعدادات الفرد الطبيعية لمسباقات السرعة أن التحمل، حيث إذا أظهرت نتيجة تحليل ألياف العضلات أن النسبة العالية من الألياف العضلية في الفرد ألياف عضلية بيضاء دل علي أن الفرد يصلح لمسباقات السرعة حيث أن هذا النوع من الألياف سريعة الانقباضات وسريعة التعب أيضا وتتميز بالسرعة مثل العدو والوثب والرمي 0 بينما الألياف العضلية الحمراء تصلح لمسباقات التحمل أكثر من مسابقات السرعة وهي بطيئة الانقباضات ولها القدرة علي مقاومة التعب (تعب ببطء) وتتميز بالتحمل مثل المسافات الطويلة والمراثون والضاحية.

أما بالنسبة للتطبيقات الميدانية فقد استخدم "كونسلمان" اختبار الوثبة العمودية لنفس الهدف حيث وجد أن لاعبي السرعة يتميزون بارتفاع مساقاة الوثبة وكذلك تسابقي الوثب يتميزون في العدو.

4-4- قياس التحمل من الناحية العلمية :

إن أحد الطرق لتحديد مدى إمكانية (تحميل) القلب والدورة الدموية هي قياس النبض إذ يسمح قياس معدل النبض في الدقيقة بالتوصل إلي استنتاجات عن قدرة التحمل الديناميكي العام . ويتضح مستوي القدرة علي الراحة كأحد أشكال ظهور القدرة الهوائية (التحمل الهوائي) في سلوك النبض بعد انتهاء الحمل. أي في نبض الراحة (يتم قياس النبض بعد دقيقة، ودقيقتين، وثلاثة دقائق . وهكذا بعد انتهاء الحمل. وكلما كان معدل هبوط النبض سريعا كلما دل ذلك علي مستوي قدرة أعلي علي الراحة .

وعندما يتوافر أثناء مسار التدريب أساليب تحليل طب رياضية ، مثل تلك التي تقيس كمية اللاكتيك في الدم ، تكون نتائج الاختبار علي درجة ثقة أعلي بكثير من قياس النبض وبخلاف ذلك لا يمكن التوصل إلي نتائج دقيقة عند قياس أشكال التحمل المختلفة إلا في معمل الطب الرياضي (أي تحليل اللاكتيك في الدم) .

4-5- قياس الدين الأكسوجيني كمقياس للمقدرة اللاهوائية :

يمكن قياس وتحديد مقدرة الإنسان علي العمل في ظروف الأكسوجين والاعتماد علي الطاقة اللاهوائية عن طريق الدين الأكسوجيني 0 وتتم الاختبارات الدالة علي ذلك في ظروف النشاط الرياضي في الملعب أو حمام السباحة حيث يطلب من اللاعب مثلاً عدو بضعة مسافات قصيرة بأعلى سرعة ممكنة مع تقليل فترة الراحة البينية بين كل مرة وأخرى. أي نطلب مثلاً من اللاعب أن يعدو 4 مرات لمسافة 50 متر بأسرع ما يمكن مع راحة بينية (45 - 30-15) ثانية وبعد أن يعدو العداء 50 متر. وأثناء فترة الاستشفاء يجمع هواء الزفير في أكياس خاصة بذلك ثم يحلل لمعرفة مقدار الأكسجين المستهلك خلال فترة الاستشفاء أي مقدار الدين الأكسوجيني.

ويصلح هذا الاختبار لانتقاء متسابقي المسافات القصيرة حيث يدل علي مقدرتهم علي العمل في غياب الأكسوجين

4-6- قياس القدرة اللاهوائية القصوى:

يمكن تقدير القدرة اللاهوائية القصوى من خلال أداء واجبات تستغرق زمن أداؤها من 5 إلى 10 ثوان وذلك

مثل عدو المسافات القصيرة والوثبات وغيرها. وهناك اختبار بسيط يؤدي عن طريق الجري فوق السلم ويبدأ هذا الاختبار بوقوف اللاعب علي بعد ستة أمتار أمام السلم ويجري ليبدأ صعود السلم بحيث يشب كل ثلاث درجات في خطوة واحدة وبأسرع ما يمكن وعند وصول قدم اللاعب إلي الدرجة الثالثة يبدأ عمل ساعة الإيقاف لقياس الزمن حتى تتوقف الساعة مع وصول قدم اللاعب إلي الدرجة التاسعة ويسجل الزمن الذي يقطعه اللاعب إلي اقرب 1/100 من الثانية. حيث أن القدرة = (الكتلة × المسافة) ومع معرفة وزن اللاعب بالكيلوجرام والمسافة العمودية بين الدرجة الثالثة

والتاسعة والزمن الذي استغرقه اللاعب في قطع المسافة بين الدرجة الثالثة والتاسعة بالثانية تحسب القدرة بالكيلوجرام / متر / ثانية.

مثال : إذا كانت المسافة العمودية بين درجتين 16.6 سم فإن المسافة الكلية مابين الدرجة الثالثة والتاسعة = $16.6 \times 6 = 101$ سم = 1.01 متر فإذا كان وزن اللاعب 70 كجم والزمن الذي استغرقه 50 ثانية.
فإن القدرة = $(101 \times 70) = 0.50 = 141.4$ كيلوجرام / متر / ثانية.

4-7- قياس الحد الأقصى لاستهلاك الأوكسوجين vo_{2max} :

يتعين علي المدرب الذي يريد تقويم لياقة الجهاز الدوري والتنفسي أو كفاءة العمل الهوائي أن يحدد الكفاءة الوظيفية القصوى للقلب والرئتين والدورة الدموية للاعب ويعتبر أفضل اختبار لذلك هو كفاءة الجسم في استهلاك الأوكسوجين بأقصى سرعة أي باختبار الحد الأقصى لاستهلاك الأوكسوجين وخاصة الأنشطة التي تزيد مدتها عن 3-4 دقائق مثل المسافات الطويلة والمراثون والضاحية والمشى الرياضي.

كيفية قياس الحد الأقصى لاستهلاك الأوكسوجين:

يقصد بالحد الأقصى لاستهلاك الأوكسوجين هو أقصى حجم للأوكسوجين المستهلك بالتر أو بالمليتر في الدقيقة ولتوضيح ذلك نقول أنه إذا كان $vo_2 = 3$ لتر في الدقيقة فإن ذلك يعني أن هذا الشخص يستطيع استهلاك أقصى كمية أوكسوجين بسرعة (3) لتر في الدقيقة ولقياس الحد الأقصى لاستهلاك الأوكسوجين لأي شخص فإننا يجب أن نعرف حجم أوكسوجين هواء الشهيق وحجم أوكسوجين هواء الزفير والفرق بينهما هو حجم الهواء المستهلك لإنتاج الطاقة في الأنسجة العاملة. ويتم اختبار الحد الأقصى لاستهلاك الأوكسوجين عن طريق ثلاث طرق رئيسية هي:

1- السير المتحرك.

2- العجلة الثابتة (الأرجوميتر).

3- اختبار الخطوة.

ويعتبر أهم علامة لوصول الشخص إلى الحد الأقصى لاستهلاك الأكسوجين هي عدم زيادة استهلاك الأكسوجين مع زيادة الحمل.

4-8- قياس السعة الحيوية:

السعة الحيوية هي أقصى حجم من الهواء يمكن إخراجه في عملية الزفير وذلك بعد أخذ أقصى شهيق وهي ترتبط بدرجة كبيرة بالمسابقات التي تتطلب توفير عامل الجلد الدوري التنفسي كالمسافات الطويلة والماراثون والضحية في ألعاب القوي مثلا وكذلك المشي الرياضي. ويستخدم لقياس السعة الحيوية للرتتين جهاز (الأسبروميتر) الجاف أو المائي أو الكهربائي.

- طريقة القياس:

يقف اللاعب ممسكا بيده الأسبروميتر ثم يقوم بعمل شهيق وزفير تمهيدي من 1- 2 مرة بسرعة ثم يأخذ إلى صدره أكبر كمية يستطيع أخذها من هواء الشهيق ويؤدي الزفير بصورة منتظمة ومستمرة حتى ذلك الحد الذي يكون فيه قد أخرج أكبر كمية ممكنة من هواء الزفير وذلك عن طريق الفم حيث يسد الأنف بمشبك.

- تؤدي هذه التجربة ثلاث مرات وتسجل أحسن قراءة.

- يجب استخدام مبسم بلاستيك خاص لكل لاعب ليقوم بوضعه في بوق الجهاز عند إجراء القياس منعا للعدوى

- لحساب السعة الحيوية النسبية يتم قسمة السعة الحيوية المطلقة علي وزن الجسم.

4-9- قياس النبض - the pulse - :

يعتبر النبض ملازم لدقات القلب، ولما كان من الصعب أن يتوفر لكل شخص رسام القلب لقياس معدل

دقات القلب ، لذا يتم قياس النبض باستخدام جهاز قياس النبض pulse monitor أو باستخدام سماعة الطبيب.

إلا أن هذه الأجهزة أيضا قد لا تتوفر للمدرب أو مدرس التربية الرياضية أو للمتدرب نفسه ، لذا كان لابد

من إيجاد البديل لقياس النبض بأبسط الوسائل وأرخصها وإن كانت أقلها دقة. والبديل المتاح لذلك هو أن يضغط

الشخص بواسطة إصبعي السبابة والوسطى علي أحد الشرايين (الصدغي - السباتي - الكعبري - أو فوق القلب مباشرة. ويتم احتساب عدد النبضات لمدة " عشرة ثوان" ثم نضرب الرقم الناتج خلال العشرة ثوان في " ستة" لكي نستطيع حساب معدل دقات القلب في الدقيقة .

ولمعرفة زمن الاستشفاء فمن المهم التعرف علي معدل دقات القلب أثناء الراحة وبعد المجهود مباشرة ثم بعد كل دقيقتين حتى يعود القلب إلي معدله أثناء الراحة وبذلك يمكن تحديد زمن الاستشفاء لكل لاعب بعد المجهود المبذول 0

4-10- قياس ضغط الدم:

يسمى ضغط الدم أثناء الانقباض بالضغط الانقباضي، ويبلغ حوالي 120م زئبق كما يسمى الضغط أثناء الارتخاء بالضغط الارتخائي و هو في الإنسان حوالي (80م زئبق). والفرق بين الضغطين يسمى بمعدل النبض ويعبر عن الضغط عادتا بالرقم 120 / 80 اي الضغط الانقباضي على الضغط الانبساطي.

- طرق قياسه: يستعمل لقياس ضغط الدم "سجمو مانو ميتر" ويتركب من كيس مطاطي مقفل علي هيئة شريط مستطيل قابل للنفخ من خلال منفاخ خاص ثم يتصل الكيس بمانوميتر زئبقي.

يبدأ القياس بلف الشريط حول العضد أعلي مفصل المرفق ويجس النبض عند مفصل الرسغ ثم ينفخ الهواء وبارتفاع ضغط الهواء في الشريط يختفي النبض فجأة نتيجة لغلاق الشريان العضدي تماما وبالتالي لا يستطيع الدم أن يمر إلي الرسغ وعند هذه النقطة يقرأ الضغط الانقباضي الذي يتراوح ما بين 120 - 100مم زئبقي.

بعد ذلك يتم فتح الصمام قليلا ليخرج الهواء من الشريط ببطء شديد وأثناء ذلك يتم وضع السماعة علي

السطح الأمامي لمفصل الذراع وأثناء نزول ضغط الهواء في الشريط يسمع سلسلة من الأصوات التي تتوالي ثم يحدث

صمت وعند هذه النقطة يسجل المقياس مقدار الضغط الانبساطي الذي يتراوح ما بين 60-80 مم زئبقي. ويتأثر ضغط الدم بعامل السن والجنس والمجهود العضلي وبعض الأمراض العضوية.

قائمة المراجع:

1- باللغة العربية:

1. محمد حسن علاوة و أبو العلاء أحمد عبد الفتاح: فسيولوجيا التدريب الرياضي. دار الفكر العربي . ط1. القاهرة.1984.
2. بهاء الدين إبراهيم سلامة: الصحة الرياضية والمحددات الفسيولوجية للنشاط الرياضي، ط1، دار الفكر العربي، القاهرة، 2002.
3. بهاء الدين ابراهيم سلامة: فسيولوجيا الرياضة. دار الفكر العربي. القاهرة. 1994.
15. بهاء الدين ابراهيم سلامة : فسيولوجيا الجهد البدني. دار الفكر العربي. ط1. القاهرة. 2009.
4. بهاء الدين ابراهيم سلامة : فسيولوجيا الرياضة و الأداء البدني. دار الفكر العربي. ط1. القاهرة. 2000.
5. ثناء فؤاد أمين و طارق ربيع: الرياضة الصحية و توازن الطاقة. دار الوفاء لدنيا الطباعة و النشر. الاسكندرية. 2013.
6. أحمد نصر الدين سيد : نظريات و تطبيقات فسيولوجيا الرياضة. دار الفكر العربي. ط1. القاهرة. 2003.
7. حسين أحمد حشمت و نادر محمد شلبي: فسيولوجيا التعب العضلي. مركز الكتاب للنشر . ط1. القاهرة. 2003.
8. حسين حشمت و محمد صلاح الدين: بيولوجيا الرياضة و الصحة. مركز الكتاب للنشر . القاهرة. 2009.
9. أبو العلاء أحمد عبد الفتاح و أحمد نصر الدين: فسيولوجيا اللياقة البدنية . دار الفكر العربي . ط1. القاهرة. 2003.
10. زياد عيسى زائد: القلب الرياضي، الطبعة الثانية، دار ذات السلاسل، الكويت، 2004.
10. عبد المجيد الشاعر و رشدي قطاش: التغذية و الصحة . الأردن 2004.
11. علاء الدين محمد عليوة: الصحة الرياضية. دار الوفاء لدنيا الطباعة و النشر . الاسكندرية. 2006.
12. مهند حسين البشتاوي و أحمد محمود اسماعيل: فسيولوجيا التدريب البدني . دار وائل للنشر. ط1 . الأردن. 2006.
13. سميرة خليل محمد: مبادئ الفسيولوجيا الرياضية. شركة ناس للطباعة. ط1. 2008.
14. عصام الحسنات: علم الصحة الرياضية . دار أسامة. الأردن. 2008.
12. يوسف لازم كماش و صالح بشير ابوخيوط: علم وظائف الأعضاء في المجال الرياضي. زهران للنشر . عمان. 2009.

13. حسين حشمت و محمد صلاح الدين: بيولوجيا الرياضة و الصحة. مركز الكتاب للنشر. القاهرة. 2009.
14. علي محمد عايش أبو صالح و غازي بن قاسم حمادة: الصحة و اللياقة البدنية. مكتبة العبيكان. الرياض. 2009.
15. يوسف لازم كماش و صالح بشير ابوخيوط: مقدمة في بيولوجيا الرياضة. دار الوفاء لدنيا الطباعة و النشر و التوزيع. الاسكندرية. 2011.
16. كاملي عبد الكريم: أساسيات الكيمياء الحيوية. دار الهومة للطباعة و النشر. ط.2. 1997.
17. كرىمان وديع عبد الرزاق: التشريح ووظائف الأعضاء. دار المستقبل. الأردن. ط.1. 2011.
18. صبحي أحمد قبلان و نايف مفضي الجبور : الرياضة صحة و رشاقة و مرونة. مكتبة المجتمع العربي للنشر و التوزيع. الأردن. 2012.
19. علاء الدين محمد عليوة: التربية الصحية في المجال الرياضي. ماهي للنشر و التوزيع. الاسكندرية. 2013.
20. ثناء فؤاد أمين و طارق ربيع: الرياضة الصحية و توازن الطاقة. دار الوفاء لدنيا الطباعة و النشر. الاسكندرية. 2013.
21. حميدة أحمد الحاج: بيولوجيا الإنسان. دار المسيرة . الأردن. ط.1. 2013.
22. محمد محمدالحماحي: التغذية و الصحة للحياة والرياضة. مركز الكتاب للنشر . القاهرة . 2000.
23. مروان عبد المجيد ابراهيم و يوسف لازم كماش: التغذية للرياضيين. الوراق للنشر والتوزيع. عمان. ط.1. 2010.
24. ناجح محمد ذيابات و نايف مفضي الجبور : تغذية الرياضيين. مكتبة المجتمع العربي للنشر و التوزيع. الأردن. 2012.
25. سؤدد فؤاد الألوسي: المنشطات الرياضية والمكملات الغذائية. دار أسامة للنشر والتوزيع. الأردن. 2012.
26. حميدة أحمد الحاج: بيولوجيا الإنسان. دار المسيرة . الأردن. ط.1. 2013.
27. يوسف لازم كماش: التغذية و النشاط الرياضي. دار دجلة. الأردن. 2013.

2- المراجع باللغة الأجنبية :

1. Alain Combes, Collection Hippocrate des maladies chronique, Ed Servier, Paris, 2005.
2. Beaufis Christian, Hypertension gravidique, éd Natl-Med, Paris, 2004.

3. Breaux Jean Luc, Cancérologie, Edition Frison-Roche, Paris, 2006
4. Edmond Bertrand, Urgences cardiovasculaires, O.P.U, Ben Aknoun, Alger, 1995.
5. Erikson F, Le diabète traitement et diététique, Librairie Larousse, Paris, 2007.
6. François Guerin, Infarctus du myocarde, Edition scientifique Elsevier, Paris, 1998.
7. G.Drobinski, Manuel du généraliste, Edition Arch Mal, France, 1998.
8. Henry M. Seidel, Guide de l'examen physique, 2eme édition, Berti, Washington, 2001.
9. J.Crozatier, Physiologie de la contraction cardiaque, OPU, Alger, 1997.
- 10.Katy Perlemuter, Pathologie cardio-vasculaire, 2eme édition, Masson, Paris, 2003.
- 11.Laurent Bigot, Le sport en jeu de la santé publique, Ed du renouveau pédagogique, Québec, 2008.
12. Paul Tendera, Diagnostic et traitement des maladies du cœur, éd Maspero, Paris, 2001
- 13.Serge Perrot et autres, Thérapeutique pratique,15eme édition, Med-Line, Paris, 2005.
- 14.Encyclopédie médicochirurgicale, Ed Elsevier, Paris, 2000..
- 15.Jean Pierre wainsten et autre, Le Larousse médical, 5eme édition, Larousse, 2009.
- 16.Léon Perlemuter, Guide de thérapeutique,2eme édition, Masson, Paris, 2001.
- 17.Vincent Lafay, Médecine de sport, Ed Hachette, Paris, 1997.
- 18.W.Gonzalez, Fonction du cœur, Masson, Paris, 1989.