الفصل الأول

أساسيات في علم الفسيولوجي

- ❖ مفهوم وأهمية الفسيولوجيا.
- ❖ أهمية الفسيولوجيا في التدريب الرياضي.
- ❖ أهمية علم الفسيولوجي في المجال الرياضي.
- ❖ المصطلحات الأساسية في الفسيولوجيا.

الفصل الأول

أساسيات في علم الفسيولوجي

مفهوم وأهمية الفسيولوجيا:

يعد علم الفسيولوجي احد الفروع الهامة لعلم البيولوجيا الذي يهتم بدراسة ظاهرة الحياة في الكائنات الحية بصورة عامة، فالكائن الحي عبارة عن وحدة بايولوجية أي (وحدة بنائية متكاملة مترابطة تتفاعل مكوناتها لتعطي ظاهرة الحياة للكائن الحي).

وعلم الفسيولوجي (هو العلم الذي يهتم بدراسة كيفية حدوث وظائف الكائن الحي المختلفة مثل عمل جهاز الدوران، جهاز التنفس، الجهاز العضلي، الغدد الصم...الخ).

وهذا يعني:

- **وصف وظائف الأعضاء في الكائنات الحية (الإنسان، الحيوان، النبات... الخ).**
- **شرح وتفسير هذه الوظائف في ضوء القوانين الفيزيائية والكيمائية.**

وعليه يمكن تفسير علم الفسيولوجي 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 الفسيولوجي على الفيزيائية والكيمائية والحيوية بالجسم.

إن الفسيولوجيا ترتبط مع العلوم المورفولوجية مثل علم التشريح، علم الأجنة، علم الأنسجة وارتباطه أيضا مع الكثير من علوم الطب فضلاً عن ارتباطه بعلم النفس ليشكل ما يسمى بعلم النفس الفسيولوجي، إن ما يهمنا بالموضوع هو ارتباط علم الفسيولوجي بعلم التدريب الرياضي.

تعتمد الدراسات الفسيولوجية على الملاحظة والتجريب للظواهر الحية لوصفها وتقديرها (نوعاً وكماً) أو التعبير عنها في صور رقمية حجميه مع تسجيل النتائج في شكل كتابي أو أفلام... الخ، من خلال كل ذلك فأن الدراسات الفسيولوجية تهدف إلى محاولة الإجابة عن الأسئلة الآتية:

1- ما هي الوظيفة؟

2- كيفية أداء هذه الوظيفة.

3- ما هي العوامل المؤثرة على الوظيفة؟

4- كيفية اندماج هذه الوظيفة مع الوظائف الأخرى.

وعليه من خلال الإجابة على هذه الأسئلة الأربعة يمكن دراسة أي موضوع من موضوعات علم الفسيولوجي.

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

1- ضخ الدم إلى جميع أجزاء الجسم لتزويد أنسجة وخلايا الجسم بالاوكسجين والمواد الحيوية... وهذا هو الجواب على السؤال الأول.

2- استقبال الدم الوارد اليه من جميع أجزاء الجسم أثناء فترة ارتخاء عضلات القلب ثم يلي ذلك انقباض عضلته ليدفع الدم مرة أخرى إلى جميع أعضاء الجسم نتيجة لهذا الانقباض... الجواب على السؤال الثاني.

3- أما العوامل المؤثرة على الوظيفة فهي ما يختص به الفرد نفسه (العمر، الجنس، الظروف الحياتية، الانفعالات، الرياضة... الخ)، وهذا هو الجواب عن السؤال الثالث.

4- إن القلب يرتبط بمعظم العمليات الحيوية في الجسم مثل توفير حركة الدم في الأوعية الدموية لكي ينتقل إلى جميع أجزاء الجسم وما يحتاجه من الاوكسجين، الغذاء اللازم لإنتاج الطاقة وغيرها... الجواب على السؤال الرابع.

أهمية الفسيولوجيا في التدريب الرياضي:

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

لذا فأن علم فسيولوجيا التدريب الرياضي يهتم بدراسة التغيرات الفسيولوجية التي تحدث أثناء التدريب (مزاولة النشاط البدني) بهدف استكشاف التأثير المباشر من جهة والتأثير البعيد المدى من جهة أخرى والذي تحدثه التمرينات البدنية أو الحركة بشكل عام على وظائف أجهزة وأعضاء الجسم المختلفة مثل (العضلات، الجهاز العصبي، الجهاز العضلي جهاز الدوران... الخ). لذا يعد علم فسيولوجيا التدريب والرياضة واحد من أهم العلوم الأساسية للعاملين في مجال التدريب الرياضي، فإذا كان علم الفسيولوجي العام يهتم بدراسة كل وظائف الجسم فأن علم فسيلوجيا التدريب يعني (بأنه العلم الذي يعطي وصفاً وتفسيراً للمؤشرات الفسيولوجية الناتجة عن أداء التديب لمرة واحدة أو تكرار التدريب لعدة مرات بهدف تحسين استجابات أعضاء الجسم).

إن التدريب لمرة واحدة أو مزاولة اية نشاط بدني تحدث ردود افعال للاجهزة الوظيفية نتيجة هذا النشاط ومن ثم يحدث ما يسمى (بالاستجابة) وهذا يرتبط بالنقطة الاولى وهي عبارة عن تغيرات مفاجئة تختفي وتزول بزوال الجهد ومنها (زيادة معدل ضربات القلب، ارتفاع ضغط الدم وخصوصاً الانقباضي، زيادة معدل أو عدد مرات التنفس).

اما اذا كانت مزاولة الرياضة أو النشاط البدني والتدريب لعدة مرات فأن هذه التغيرات الفسيولوجية تحدث لدى الأجهزة الوظيفية وتبقى وتستمر بالتطور إلى إن تصبح حالة تكيف لهذه الأجهزة على الحالة الوظيفية الجديدة وهذا ما يطلق عليه في المصطلح الفسيولوجي (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 اكبر كمية من الدم إلى العضلات العاملة أثناء الجهد مع الاقتصاد في صرف الطاقة) فضلاً عن تكيف الجهاز العصبي.

أهمية علم الفسيولوجي في المجال الرياضي:

1- الانتقاء:

إن اكتشاف الخصائص الفسيولوجية التي يتميز بها الفرد ثم توجيهه لممارسة فعالية معينة بما يتناسب وخصائصه البيولوجية سوف يؤدي إلى تحقيق المستويات الرياضية المتميزة خلال المنافسات الرياضية مع الاقتصاد بالجهد والمال الذي يبذل مع افراد ليسوا قادرين في ممارسة اية نشاط أو إن قابليتهم محدودة في هذا النشاط أو ذاك إن ذلك يمكن إن يتم من خلال قياس أو اختبار أجهزته (الجهاز العضلي، جهاز الدوران، التنفس.... الخ) إذ يتم توجيه الرياضي إلى الفعالية المناسبة المتطابقة مع امكاناته الفسيولوجية.

2- تقنين حمل التدريب:

إن تقنين حمل التدريب بما يتناسب والقدرة الفسيولوجية للرياضي تعد من أهم العوامل لنجاح المنهج التدريبي ومن ثم تحسين الانجاز، إذ يعد حمل التدريب هو الوسيلة لإحداث التأثيرات الفسيولوجية 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 الفسيولوجية سوف لن تؤدي إلى تطوير أجهزته الداخلية ويصبح التدريب مضيعة

للوقت، اما اذا زادت هذه الأحمال عن قابلية الرياضي فأنها سوف تؤدي إلى إرهاق وتدهور حالة الرياضي الصحية وكثرة الإصابات.

3- <u>التعرف على التأثيرات الفسيولوجية للتدريب</u>:

عند أداء مكونات حمل التدريب الخارجي من حيث الحجم والشدة والاستشفاء خلال الجرع التدريبية لا يمكن للمدرب إن يفهم ويلاحظ مدى تطابق مكونات هذا الحمل مع قدرة الرياضي الفسيولوجي 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، الا إن الفهم الصحيح والتطابق ما بين مكونات الحمل الخارجي وامكانية وقدرة الأجهزة الداخلية (الحمل الداخلي) للرياضي تأتي من خلال المؤشرات الفسيولوجية مثل النبض أثناء أو بعد الاداء مباشرة لمعرفة شدة الحمل البدني الممارس فضلاً عن النبض وقت الراحة لمعرفة هل وصل الرياضي إلى مرحلة الاستشفاء أو لا وفق القدرة البدنية المراد تطويرها اضافة إلى الراحة بين التكرارات والمجاميع.

4- <u>الاختبارات والمقاييس</u>:

تعد الاختبارات الفسيولوجية من أهم العوامل التي يجب إن تصاحب المنهج التدريبي حتى نتمكن من التأكد من ملائمة حمل التدريب لمستوى الرياضي ومن ثم يمكن رفع وخفض حمل التدريب على وفق هذه

الاختبارات، كما وتساعد الاختبارات الفسيولوجية على الكشف عن اية خلل في الحالة الصحية ومن ثم معالجة ذلك قبل إن تتفاقم لدى الرياضي مما يؤدي إلى عدم المشاركة في التدريب أو المنافسة وحتى إلى خسارة الرياضي.

5- 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 وفسيولوجيا التدريب عن الكشف على الحالة الصحية للرياضي انما ناتج عن الزيادة الهائلة لاحمال التدريب من حيث الحجم والشدة، وهذا مما يتوجب على المدرب فهم البيانات الفسيولوجية من تأثير حالة التدريب على حالة الرياضي الصحية، إن قلة الفهم الفسيولوجية من قبل المدرب والرياضي عن كيفية تخليص الجسم من الحرارة وأهمية تناول الماء في الجو الحار فضلاً عن التغيرات الفسيولوجية التي تحدث أثناء ممارسة النشاط الرياضي قد تؤدي إلى الاضرار بالرياضي من الناحية الصحية فضلاً عن نوع الغذاء المتناول.

من خلال ما تقدم شرحه من مفهوم وأهمية لكل من الفسيولوجيا بصورة عامة وفسيولوجيا التدريب الرياضي بصورة خاصة إن ما يهمنا بالموضوع هو دراسة الإنسان على وفق كل ما ذكر الذي يعد اكبر اعجوبة في بناءه وتركيبة أجزاءه ووظائف اعضاءه إن تركيب هذا الكائن الحي الفريد يتكون من:

1- الخلية: وهو اصغر وحدة بنائية وظيفية في جسم الإنسان فالدماغ مثلاً يحتوي على (13) مليار خلية على إن الخلايا تنتشر في جسم الإنسان الذي يحتوي على بلايين الخلايا.

2- النسيج: وهو عبارة عن مجموعة من الخلايا تتشابه في التركيب والوظيفة والمنشأ (اي نشأت كلها من نفس الطبقة في الجنين) وتوجد في جسم الإنسان اربعة انواع من الأنسجة (الطلائية، الضامة، العضلية، العصبية).

3- العضو: هو ارتباط نسيجين أو اكثر بطريقة خاصة وهذه الأعضاء اكثر تعقيداً من الأنسجة وهي تؤدي الوظائف المختلفة والانشطة 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 انسجة ثانوية.

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

4- الجهاز:

هو ارتباط مجموعة من الأعضاء وظيفياً والاجهزة أكثر وحدات الجسم تعقيداً ويؤدي كل منها وظيفة معينة أو مجموعة من الوظائف.

مثال/ الجهاز الهضمي يؤدي وظائف عديدة هي:

- تناول الغذاء وهضمه.

- امتصاص وطرد الفضلات التي لايمكن هضمها.

هذا هو جسم الإنسان مجموعة من الأجهزة المعقدة ← يتألف كل منها من عدة أعضاء وكل عضو من عدة انسجة ← وكل نسيج من عدة خلايا ومحصلة هذه الوظائف جميعها تكون ما يسمى بالنشاطات الحيوية للانسان (هي الحياة نفسها).

واخيراً تقسم الدراسات الفسيولوجية إلى ثلاثة اقسام:

1- <u>الفسولوجيا العامة</u>: وهي تعني بدراسة الخصائص الاساسية المشتركة بين معظم الكائنات الحية دون التقييد بنوع معين من هذه الكائنات كالحيوان والانسان 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 ارنب، سمكة، ضفدعة) هي واحدة ومتشابهة.

2- <u>فسيولوجيا المجموعات الخاصة</u>: ويعني هذا الفرع بدراسة الخصائص الوظيفية لمجموعة معينة من الحيوان أو النبات مثل فسيولوجيا (الثديات، الحشرات، الاسماك) وقد تختص بدراسة نوع واحد (فسيولوجيا الإنسان مثلاً).

3- <u>الفسيولوجيا المقارنة</u>: وهي دراسة مقارنة الطرق التي تؤدي بها الكائنات الحية وظائف متشابهة.

مثال: لو اردنا دراسة ظاهرة التنفس فان الإنسان يتنفس والضفدع يتنفس ولكن طريقة وميكانيكية التنفس تختلف من كائن إلى آخلا وعليه فان الآلية تختلف والاعضاء تختلف.

المصطلحات الأساسية في الفسيولوجيا:

1- الايض:

*** كل التغيرات الكيميائية (الاستجابات) التي تحدث في الجسم أثناء انتاج الطاقة للشغل أو العمل.**

*** عبارة عن التحولات التي تحدث لعناصر الغذاء الاولية المختلفة بعد امتصاصها من القناة الهضمية إلى الدم إلى إن تتأكسد داخل الخلايا لتعطينا الطاقة أو الحرارة التي يحتاجها الجسم لبناء مادته أو الحفاظ على حياته.**

2- العتبة التدريبية:

*** هي الحد الأقصى لمعدل القلب الذي تحدث عنده الفائدة المرجوة من التدريب الرياضي وتمثل حوالي (60)% من احتياطي معدل القلب.**

*** أو هي مقدار الشدة الكافية لتحقيق الاستجابة المناسبة للجهازين الدوري والتنفسي أثناء الجهد البدني ويصل معدل القلب إلى (60)% من معدله.**

3- العتبة الفارقة اللاهوائية:

*** مستوى شدة الحمل البدني التي يزيد عندها معدل انتقال حامض اللاكتيك من العضلات إلى الدم بدرجة تزيد عن معدل التخلص منه.**

*** قدرة العضلات على العمل مع كفاءة الانظمة الخاصة بتخليص الجسم من حامض اللاكتيك الناتج عن ذلك.**

*** حد التمرين الذي يكون عنده الانتاج اللاهوائي للطاقة.**

4- <u>الكفاءة اللاهوائية</u>:

*** قدرة الفرد على الاستمرار في تكرار انقباضات عضلية قوية تعتمد على انتاج الطاقة بطريقة لا هوائية وبمعدل (مدة) لا تزيد عن (1-2) دقيقة.**

5- <u>التحمل الهوائي</u>:

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

<u>التعبة الاوكسجينية</u>:

*** هي العتبة التي بعدها يبدأ التحسن في النظام الاوكسجيني وتساوي (**VO_2max **%60**).

*** هي بداية الدخول إلى النظام الاوكسجسني بعد النظام اللااوكسجيني.**

<u>العتبة اللااوكسجينية</u>:

*** هي العتبة التي بعدها يبدأ تراكم حامض اللاكتيك بالتزايد. أو هي عبارة عن بداية العمل الااوكسجيني في العمل الاوكسجيني، عندما يكون معدل النبض (170-180) ض/د.**

<u>القدرة الاوكسجينية</u>:

*** ويطلق عليها المطاولة الهوائية وهي مقياس اللياقة من خلال قياس (**VO_2Max**) (قدرة الجسم على انتاج الطاقة بوجود الأوكسجين).**

<u>القدرة الااوكسجينية</u>:

*** قدرة الجسم على انتاج الطاقة اللازمة للتقلص العضلي بدون الاعتماد على الأوكسجين، اي عدم الاعتماد على الأوكسجين الجوي.**

التمارين البدنية الاوكسجينية:

*** هي تلك التمارين التي تؤدي إلى تحسين كفاءة نظم انتاج الطاقة بوجود الأوكسجين وكذلك تحسين التحمل الدوري التنفسي.**

التمارين البدنية اللااوكسجينية:

*** هي تلك التمارين التي تردي إلى تحسين انتاج الطاقة بغياب الأوكسجين. (تحسين تحمل حامض اللاكتيك خلال الجهد البدني العالي).**

الحالة الثابتة:

*** هي تلك الحالة التي يستقر عندها الاداء بمعدل نبض ثابت تقريبا لمدة معينة من الزمن وتبدأ بعد العمل اللااوكسجيني (أو العجز الاوكسجيني).**

القدرة اللااوكسجينية القصوى:

*** وهي القدرة على انتاج اقصى طاقة أو شغل ممكن بالنظام الفوسفاجيني وتتراوح ما بين (1–10) ثانية. وتشمل جميع الأنشطة الرياضية التي تؤدي باقصى سرعة وقوة وفي اقل وقت.**

القدرة اللااوكسجسنية: (التحمل اللااوكسجيني):

*** وهي القدرة على الاحتفاظ أو تكرار انقباضات عضلية قصوية اعتمادا على انتاج الطاقة اللااوكسجينية بنظام حامض اللاكتيك وتتراوح ما بين (1–2) دقيقة وتشمل جميع الأنشطة الرياضية التي تؤدي باقصى انقباضات عضلية.**

اللياقة الفسيولوجية:

*** لياقة كل وظائف الجسم المختلفة وكفاءة عمل جميع أجهزته.**

الكفاءة البدنية:

*** كفاءة الجسم في انتاج الطاقة الهوائية واللاهوائية خلال النشاط البدني.**

*** امكانية الجسم في توفير مواد الطاقة الهوائية واللاهوائية اللازمة لاداء اقصى عمل عضلي ميكانيكي والاستمرار فيه لاطول فترة زمنية ممكنة.**

اللياقة الدورية التنفسية:

*** قدرة الجهازين الدوري والتنفسي على توجيه الأوكسجين إلى العضلات العاملة لاستهلاكه أثناء العمل البدني الذي يؤديه لمدة طويلة.**

الوحدات الحركية:

*** عبارة عن العصب المحرك ومجموعة الألياف العضلية التي يسيطر عليها ذلك العصب.**

*** مفهوم وظيفي يربط عمل جهازين مختلفي التركيب والوظيفة (هما الجهاز العصبي والجهاز العضلي).**

المغازل العضلية:

*** جسيمات خاصة تتحسس التغير الحاصل في طول العضلة (معدل ذلك التغير) وتكون منتشرة في العضلة ومتمركزة في الوسط.**

أجسام كولجي الوترية:

*** عبارة عن حويصلات مضغوطة من وسطها تتصل ببعضها البعض بواسطة خيوط تسمى الخيوط الشبيكية أهم وظائفها تكوين الهرمونات والانزيمات.**

*** وهي عبارة عن اجسام الحس بالعضلة تعمل ضد المغازل العضلية.**

بيوت الطاقة:

*** احد عضيات الخلية ليس لها شكل ثابت وتتغير حسب الحالة الفسيولوجية وهي تحتوي على مواد الطاقة اللازمة للخلية، المواد الزلالية، الكلالكوجين، دهون ...الخ. وهي عبارة عم حبيبات دقيقة أو عصى قصيرة أو خيوط.**

الاستجابة:

*** عبارة عن ردود الافعال التي تحدث في الأجهزة الداخلية عند التدريب لمرة واحدة.**

*** تغير في البناء أو الوظيفية تحدث نتيجة التدريب لمرة واحدة.**

التكيف:

*** تغير أو اكثر في البناء أو الوظيفة تحدث كنتيجة لتكرار مجموعة من التمرينات البدنية.**

هرمونات:

*** مادة كيمائية تنتج بواسطة خلايا خاصة (الغدد) وتفرز داخل الدم حيث تنقل لتؤثر على الأنسجة المحددة.**

الخلية:

*** عبارة عن مادة حية معقدة التركيب على درجة كبيرة من التنظيم، من حيث البناء والهدم كما وتؤدي كل خلية وظيفة معينة.**

الدين الاوكسجيني:

*** كمية الأوكسجين التي تستهلك خلال فترة الاستشفاء وهي تزيد عن كمية الأوكسجين التي تستهلك وقت الراحة.**

الاستشفاء:

*** الحالة الوظيفية التي يمر بها الفرد بعد العمل البدني وحتى العودة إلى الحالة الطبيعية.**

النغمة العضلية:

*** تعرف بأنها (الانقباض الضعيف الناشئ من انقباض بعض اللويفات العضلية وتختلف عدد اللويفات المنقبضة في النغمة العضلية باختلاف وضع الجسم (وقوف- جلوس)) والنغمة العضلية تجعل العضلة معدة للحركة، إذ إن عدم وجود نغمة عضلية بالعضلة يجعل انقباضها يبدأ من الصفر ويكون بطيئاً.**

النقص الاوكسجيني:

*** الفرق بين كمية الأوكسجين المستهلك منذ الدقائق الأولى حتى الوصول إلى الحالة الثابتة أثناء الأداء (أو التدريب أو الجهد).**

معدل التمثيل الأساسي:

*** هو قياس لكمية الطاقة المستهلكة في الجسم أثناء الراحة.**

النشاط البدني:

*** أية حركة ناتجة من العضلات الهيكلية المكونة للجسم والذي ينتج عنه استهلاك الطاقة.**

التقلص العضلي:

*** هو عبارة عن تحويل طاقة كيمائية مخزونة بالعضلة إلى طاقة حركية (ميكانيكية) بمساعدة البناء التركيبي الخاص بالليف العضلي.**

<u>دورة كريبس</u>:

*** تحويل ذرات الكربون إلى ثاني اوكسيد الكربون (غاز) والتخلص منه مع الزفير، وكذلك تحميل المركبات الفيتامينية للهيدروجين لكي ينقل إلى السلسلة التنفسية.**

<u>السلسلة التنفسية</u>:

*** عبارة عن سبعة تفاعلات كيمائية أهميتها تكمن في تحويل الهيدروجين إلى ماء بفعل الأوكسجين القادم من الدم.**

الفصل الثاني
الجهاز العصبـــي

- وظائف الجهاز العصبي.
- تركيب الخلية العصبية.
- المستقبلات الحسية.
- أنواع الخلايا العصبية.
- الجهاز العصبي المستقل.
- وظائف الجهاز العصبي الخاصة بالنشاط الرياضي.

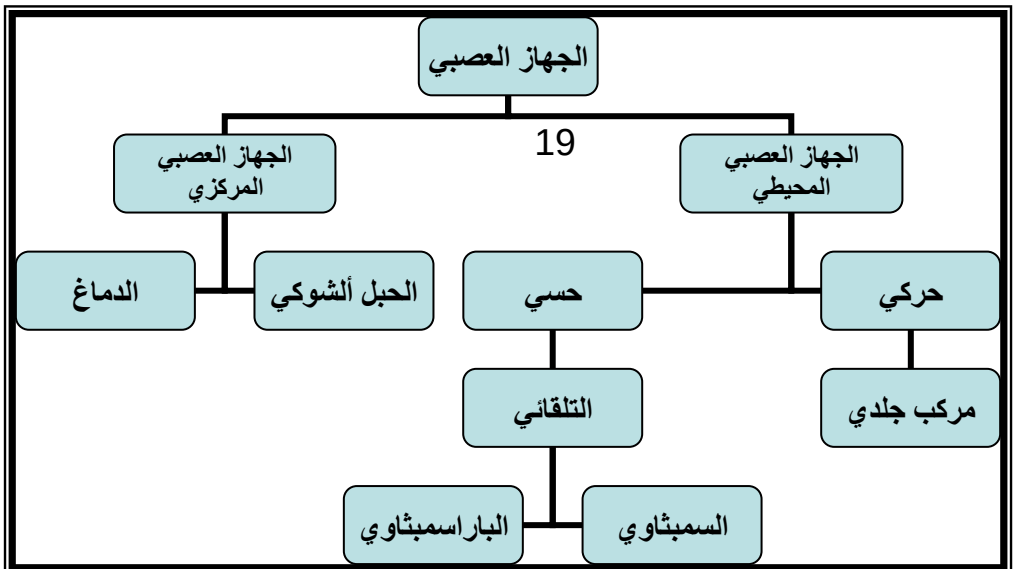
الفصل الثاني

الجهاز العصبـي

هو وسيلة الجسم في الاستلام والاستجابة لأحداث البيئة الداخلية والخارجية وإن المستقبلات التي يحتويها هذا الجهاز قادرة على الإحساس باللمس والألم وتغير درجات الحرارة والحافز الكيميائي الذي يرسل معلومات إلى الجهاز العصبي المركزي (CNS) والذي يهتم بالتغيرات في محيطنا، ولكي يستجيب الجهاز العصبي لما ذكر في أعلاه ربما بطرق عديدة حيث يمكن أن تكون الاستجابة حركة لا إرادية (مثل سحب اليد بسرعة عن سطح ساخن)، أو تغير كمية إفراز بعض الهرمونات من نظام الغدد الصم بالإضافة إلى توحيد فاعلية الجسم والسيطرة على الحركة الإرادية والجهاز العصبي هو المسؤول عن خزن الخبرات (الذاكرة) وإنشاء أشكال الاستجابة اعتماداً على الخبرات السابقة وعموماً فإنه يمكن تقسيم الجهاز العصبي إلى جزئين رئيسين هما:

1- الجهاز العصبي المركزي (CNS) ونقصد بهذا النوع بأنه الجزء الذي تحتويه الجمجمة (الدماغ) والحبل ألشوكي.

2- الجهاز العصبي المحيطي (PNS) وهذا النوع يحتوي على الخلايا العصبية (الأعصاب) خارج الجهاز العصبي المركزي (لاحظ الشكل رقم 1).



الشكل رقم (1)

يوضح تقسيم الجهاز العصبي

وهناك من يتفق على تقسيم الجهاز العصبي إلى ثلاثة أقسام وهي:

1- الجهاز العصبي المركزي.

2- الجهاز العصبي المحيطي.

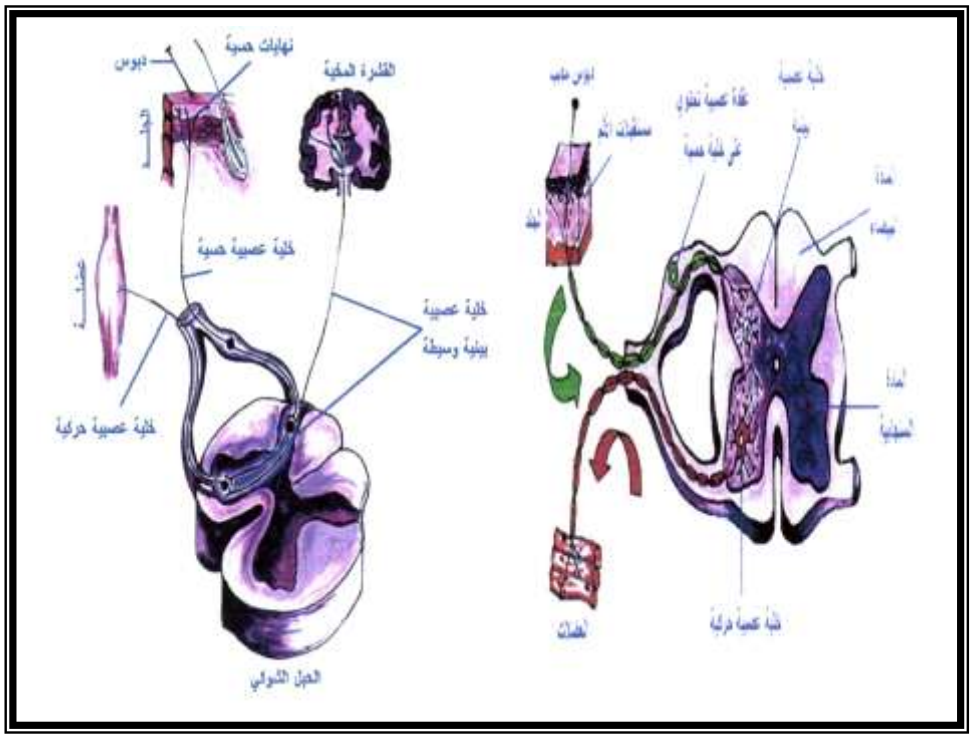
3- الجهاز العصبي المستقل (السمبثاوي والباراسمبثاوي).

إن المؤلفان يران أنه مهما تعدد أقسام الجهاز العصبي فإنه نتيجتها واحدة، ولكن إذا نظرنا إلى شكل رقم (1) سنرى بأنه يمكن تقسيم الجهاز العصبي المحيطي إلى قسمين وهما الحسي والقسم الحركي، أما القسم الحسي فهو مسؤول عن بعض الحوافز العصبية من أعضاء الحس (المستقبلات) إلى (CNS) وتدعى هذه الألياف العصبية الحسية التي توصل المعلومات إلى (CNS) تدعى الأعصاب الموردة (afferent fibers) في حين نرى القسم الآخر الحركي من (CNS) يمكن أيضا أن يُقسم إلى القسم الحركي ألجداري والذي تمتد أعصابه داخل العضلة

الهيكلية والقسم التلقائي والذي تمتد أعصابه داخل العضلات الملساء وتؤثر على الأجهزة اللاإرادية مثل عضلات القفص الصدري، الغدد والقناة الهضمية أما الألياف العصبية الحركية التي توصل الإشارات بعيد عن (CNS) تشير إلى الأعصاب المصدرة ولفهم علاقة الأعصاب الحسية بالحركية. (لاحظ الشكل رقم 2).

الشكل رقم (2)

يوضح العلاقة بين الأعصاب الحسية والحركية



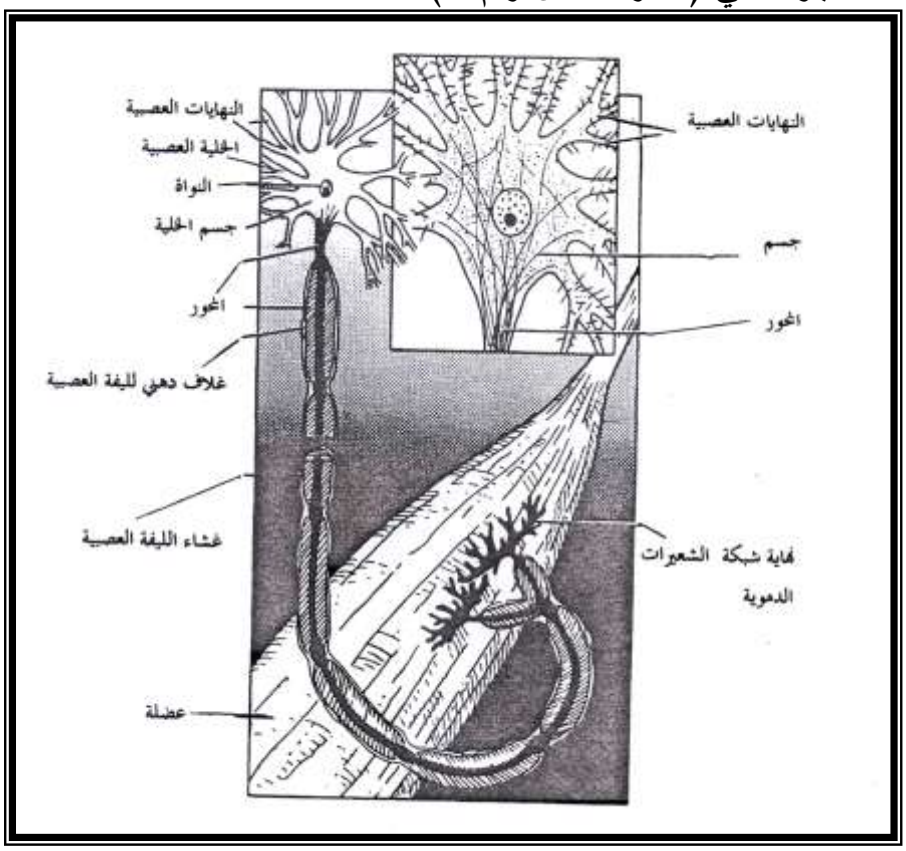
وظائف الجهاز العصبي الخاصة بالنشاط الرياضي:

الجهاز العصبي مثلما هو معروف يوفر للجسم اتصالات داخلية سريعة الفعالية التي تسمح لنا بالحركة كما إنه مسؤول عن تنسيق فعالية الملايين من الخلايا بالتعاون مع الجهاز الهرموني واللذان يعملان سوية لبناء قابلية الجسم باتجاه الحفاظ على الاستقرار التجانسي، ورغم مهمة ووظيفة الجهاز العصبي المرتبطة بالتحسس بالمؤثرات والتغيرات التي تحدث في محيط الجسم في داخله أو خارجه ونقل تأثيراتها إلى مراكز الجهاز العصبي لتقييم هذه التغييرات ولِتتَخذ الإجراء اللازم المناسب خلال التنفيذ في الجسم يتحسس الجسم لكل التغيرات الطارئة في محيطه بسرعة مدهشة، ويستجيب لها بنظام خاص وهادف ومع ذلك يمكننا أن نلخص الوظائف العامة للجهاز العصبي وكما يلي:

1- السيطرة على البيئة الداخلية (أي أن النظام العصبي يعمل مع نظام الغدد الصماء للحفاظ على البيئة الداخلية).
2- السيطرة على الحركات الإرادية.
3- برمجة الأفعال الانعكاسية للحبل ألشوكي.
4- استيعاب الخبرات الضرورية لأجل الذاكرة والتعلم.
5- وفي الرياضة يساهم في تحقيق صفة السرعة في الأداء من خلال سرعة سريان الإشارة العصبية خلال الخلية العصبية وانتقالها إلى الخلايا الأخرى.

تركيب الخلية العصبية:

الوحدة الوظيفية للجهاز العصبي هي الخلية العصبية حيث تتميز هذه الخلية العصبية بقدرتها على الاستشارة والتوصيل للإشارة العصبية من جهة إلى أخرى ومن منطقة إلى أخرى ويمكن تقسيم الخلية العصبية إلى ثلاثة أجزاء هي (أنظر الشكل رقم 3).



الشكل رقم (3)

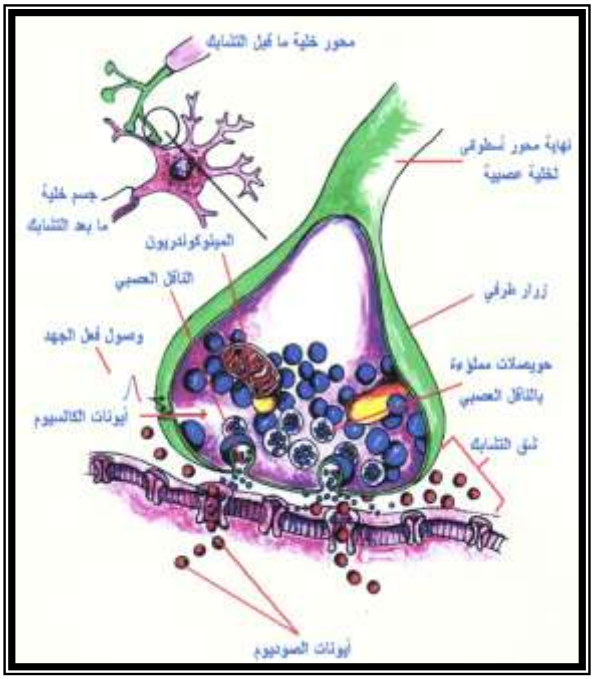
يوضح تركيب الوحدة الحركية وبضمنها الخلية العصبية

1-جسم الخلية.

2-تفرعات الخلية (الشجيرات).

3-المحور

حيث أن مركز العمليات للخلية العصبية هو جسم الخلية الذي يحتوي على النواة العصبية، ويمتد من جسم الخلية تفرعات سايتوبلازمية رفيعة تُعرف بالشجيرات أو الفريعات، تعمل هذه الفريعات كمناطق مستقبلة لكي توصل الحوافز إلى داخل الخلية العصبية. أما المحور والذي يسمى أحياناً بالليفة العصبية حيث يحمل الرسائل بعيداً عن جسم الخلية باتجاه خلية عصبية أخرى أو عضو مؤثر آخر حيث أن المحاور تختلف في الطول فهي من عدد مليمترات إلى المتر الواحد ولكن لكل خلية عصبية محور واحد يمكن أن ينقسم إلى عدة فروع حيث تكون نهاية أحد الفروع في خلية عصبية أو خلية عضلية (أنظر الشكل رقم 3) وتسمى نقطة الاتصال بين محور خلية عصبية والفرعية لخلية عصبية أُخرى بالتشابك العصبي (الشكل رقم 4).



الشكل رقم (4)

يوضح المشتبك العصبي لليف العضلي

تُغلف المحاور بطبقة عازلة من الخلايا تسمى خلايا شفان (Schwan cells). تحتوي أغشية خلايا شفان على كمية كبيرة من مادة بروتينية . دهنية تسمى ميلين (Myelin) والتي تكون الغلاف المتقطع (غير المتصل) والذي يغطي المحور من الخارج، وتدعى الفجوات والفراغات بين قطع الميلين على طول المحور بعقد رانفر (Ranvier) وتلعب دور مهم في النقل العصبي، وعلى أي حال فأنه كلما كان حجم المحور كبير كانت سرعة نقل الإشارات أكبر، لذلك فإن المحاور التي يغلفها طبقة سميكة من أغشية الميلين توصل الحوافز بسرعة أكبر من الألياف الصغيرة والغير مغلفة بطبقة الميلين.

<u>المستقبلات الحسية</u>:

يستلم الجهاز العصبي المركزي (CNS) سيل من الرسائل من خلال المستقبلات المنتشرة في أنحاء الجسم حول التغيرات في كل المحيط الداخلي والخارجي هذه المستقبلات هي (أعضاء حسية) للتغير في أشكال الطاقة من العالم الحقيقي إلى طاقة للحوافز العصبية التي توصلها بدورها إلى (CNS) عن طريق الخلايا العصبية الحسية. هناك ثلاث أنواع رئيسية للمستقبلات الحسية هي:

1-النهايات الحرة للعصب.

2-مستقبلات نوع كولجي.

3-جسيمات باتشيني (Pacinian corpuscles) الحاسة للضغط.

أما ما يتعلق بمستقبلات النهايات الحرة للعصب هي الأكثر عدداً وهذه المستقبلات حساسة للمس والضغط تتحفز هذه المستقبلات بقوة عند بداية الحركة، إنها تتكيف ببطء في البداية مثلاً تصبح أقل إحساساً للحافز، بعد ذلك تقوم بإرسال إشارة ثابتة حتى إكمال الحركة. أما ما يتعلق بالنوع الثاني مستقبلات كولجي التي وُجدت في الأربطة المحيطة بالمفصل هذه المستقبلات ليست بالعدد الوافر مثل مستقبلات النهايات الحرة للعصب، لكنها تعمل بنفس الطريقة أما جسيمات باتشيني في الأنسجة حول المفاصل فتتكيف بسرعة بعد بداية الحركة، هذا التكيف السريع من المحتمل أن يساعد في الكشف عن كمية دوران المفصل، وخلاصة القول يمكن أن نقول أن مستقبلات المفصل تعمل سوية لأجل تجهيز الجسم بالوسائل الشعورية لكي تميز اتجاه أجزاء الجسم كذلك التغذية الراجعة حول كمية حركة الأطراف.

أنواع الخلايا العصبية:

رغم اختلاف التسميات فإن جميع الآراء تتفق على أن الخلايا العصبية من الناحية الوظيفية تُقسم إلى ثلاثة أقسام:

1- الخلايا العصبية الحسية: وهي كما أسلفنا سمُيت بالموردة وهي تنقل المعلومات من البيئة الداخلية والخارجية للجسم إلى الجهاز العصبي وبهذا فهي تكشف لنا الصورة لتزويدنا بالمعلومات عن الحرارة أو الضغط الجوي...وغيرها.

2- الخلايا العصبية الحركية: وربما تُسمى بالمصدر وهي أداة التنفيذ التي تعتمد بإيصال الأمر إلى العضلات لأداء الواجب وهي بهذا تصدر الأوامر من الجهاز العصبي إلى جميع أعضاء الجسم.

3- الخلايا العصبية الداخلية أو ما تسمى بالمدعمة: وحيث الخلايا لها القدرة على الاتصال بأكثر من خلية واحدة نظراً لتعدد محاورها وكذلك هي الخلايا التي تقوم بدور الربط بين الخلايا الموردة والمصدرة.

الجهاز العصبي المستقل:

يلعب الجهاز العصبي المستقل الدور المهم في المحافظة على شريان البيئة الداخلية للجسم ويمكن تقسيم الجهاز العصبي المستقل إلى قسمين حسب طبيعة عمله وتشريحه وهما:

1- القسم السمبثاوي (ويسمى أحياناً القسم الودي).

2- القسم الباراسمبثاوي (ويسمى أحياناً نضير الودي).

من النظر إلى الشكل رقم (5) نرى أن معظم الأجهزة الداخلية تلتحم مع أفرع عصبية لكل من السمبثاوي والباراسمبثاوي صادرة من الجهاز العصبي المستقل، حيث أن القسم السمبثاوي من الجهاز العصبي المستقل يميل إلى تنشيط الجهاز الداخلي (مثل زيادة ضربات القلب) بينما القسم الباسمبثاوي يميل إلى الكبح (يبطأ ضربات القلب) ولكن بحدود. عندئذ فعالية الجهاز الداخلي يمكن أن تُنَظم طبقاً للنسبة بين حوافز القسم السمبثاوي / الباراسمبثاوي إلى الأنسجة. بهذه الطريقة يُنظم الجهاز العصبي المستقل الفعاليات اللاإرادية للجسم والمتعلقة

بالعمل اللاإرادي حيث تتوزع أعصاب الجهاز العصبي المستقل في عضلة القلب والغدد والعضلة الملساء الموجودة في المجاري التنفسية والأمعاء والأوعية الدموية فإذا ما تعرض اللاعب إلى مجهود رياضي أي كان مستواه ولأي فعالية رياضية سنجد فعل هذا العمل يشارك به الجهاز العصبي المستقل (السمبثاوي) حيث يطلق المركب الكيمائي (النورادرينالين) مما يميل إلى تنشيط الأجهزة الداخلية وخصوصاً الارتفاع الواضح في معدل ضربات القلب وهذه الحالة ليست في الجهد وإنما يمكن أن تفسر أثناء تعرض الرياضي إلى موقف انفعالي كأن يكون خوف أو قلق أو غضب قبيل المباريات، وعلى العكس من ذلك فإن القسم الباراسمبثاوي يعمل على كبح هذه النشاطات خصوصاً عند عدم تعرض الرياضي إلى جهد رياضي عالي أو موقف رياضي مخيف حيث يعمل هذا القسم من العصب إلى إطلاق المركب الكيميائي (الأستيل كو لينسرايز) والذي يميل إلى كبح نفس الأجهزة الداخلية مما يعمل على استقرارها بنفس مستواها الطبيعي.

<u>أما وظائف الجهاز العصبي الخاص بالنشاط الرياضي فهي كما يلي:</u>

1- **لطالما أن الفعاليات الرياضية تختلف من حيث الجهد والشدة والحجم في ما بينهما فيتطلب هنا الواجب على الجهاز العصبي أن يتكيف وفقاً لذلك الجهد المطلوب وهو بهذا يحقق صفة السرعة في الأداء من خلال سرعة سريان الإشارة العصبية خلال الخلية العصبية وانتقالها إلى الخلايا الأخرى.**
2- **لما كان ممارسة الفعاليات الرياضية كإنجاز ربما يتم في مناطق تتطلب تكيف الجهاز العصبي لتلك الظروف وبهذا سيساهم الجهاز**

العصبي في التأقلم مع ظروف البيئة الخارجية وكمثال لذلك التدريب في المرتفعات أو في الجو البارد والحار.

3- في فعاليات رياضية تتطلب عمليات التوافق بين العين والهدف أثناء الرمي أو بين الحركات كحركات الجمباز وهنا يلعب الجهاز العصبي الدور الأساس في الحركات التوافقية وخصوصاً ما يتعلق بالتنسيق والتوافق بين الوحدات الحركية بالعضلة.

4- يلعب دور هام في العمليات النفسية والصحة النفسية خصوصاً ما يتعلق بقبيل المنافسة.

5- يلعب الدور الأساس بكل ما يتعلق بفعاليات الدقة والرشاقة وعمليات التعلم والاحتفاظ بالذاكرة وأنشطة القوة والسرعة.

6- يستخدم الآن في علم الريفوكسولوجي معرفة مناطق الضغط على المناطق العصبية المؤثرة في الأجهزة الداخلية من خلال العمل على قدم الرياضي وهنا يكون الجهاز العصبي مسؤول عن ردود الأفعال الانعكاسية.

الفصل الثالث

الهرمونات

- ❖ أنواع الهرمونات.
- ❖ الخصائص العامة للهرمونات.
- ❖ العوامل المؤثرة على فعل الهرمون.
- ❖ تركيز الهرمون في الدم.
- ❖ ميكانيكية عمل الهرمون.
- ❖ عمل الهرمون في الجسم.
- ❖ وظائف الهرمونات.
- ❖ الهرمونات والنشاط الرياضي.

الفصل الثالث

الهرمونات

ينظر أغلب الباحثين على مصطلح الهرمون بأنه بديل المثير ولكن ومع التطور والاكتشاف العلمي تبين إن الهرمون ممكن أن يكون مثير (Excitory) ومنبه وممكن أن يكون قسم آخر منه مثبط (Inhibitory) مثل (الأنتروجاسترين) والذي يقوم بتثبيط العصب المعدي في الجسم.

ولكن ومع تعدد الأفكار فإن المعلومات الحديثة المتوفرة عن الهرمون تُنبئا بأنه مادة كيميائية عضوية تتكون كنتيجة للشفرة الوراثية وتفرز بواسطة خلايا الغدد الصماء الحية أو تنتج من خلايا حية موجودة في الغدد الصماء تُحمل بواسطة الدم إلى المكان المطلوب في الجسم سواء كان الهدف نسيج أو خلية عضو جسمي، ولكي لا يكون هناك خلط في مفهوم الهرمونات فليس كل من يؤدي عمل كعمل الهرمونات بالجسم يُعد هرمون وبمعنى آخر هناك ما يسمى بشبيه الهرمونات وهي عبارة عن مواد كيميائية مختلفة يصعب أحياناً التفريق بينهما وبين الهرمونات ومن أمثلة ذلك النيروهرمونات (إفرازات الهيبوتلاموس كالنورابنفرين والآبنفرين) أو الفرمونات أو الباراهرمونات (الهستامين). وهذه المواد الكيميائية التي سُميت بهذا الاسم لها خصوصية في عملها فنرى النيروهرمونات لا تفرز من خلايا الغدد الصماء ولكنها تفرز من خلايا عصبية حدثت لها تحورات خلوية حيث تصبح لها المقدرة على الإفراز كما إنها تعمل عادة كحلقة وصل بين الجهاز العصبي المركزي وجهاز

الغدد الصماء ولها خواص الهرمونات حيث تصل إلى المكان الذي تؤثر فيه عن طريق الدم.

وللتمييز بين الهرمون وشبيه الهرمون نلاحظ النقاط التي يتصف بها الهرمون وكما يلي:

1- تُنتج الهرمونات من أعضاء متخصصة تدعى الغدد الصماء.

2- أو تُنتج من خلايا غدية متخصصة ثم تُنقل إلى الدم مباشرة.

3- يؤثر الهرمون في مناطق محددة في الجسم أي وفق الهدف المطلوب وهو بهذا لا يحدث تأثيره في نفس المنطقة التي أنتجته.

4- ومع أن كمية إفراز الهرمونات لا تتعدى جزء من الألف من المليغرام إلا إنها أساسية وذات تأثيرات وظيفية واسعة.

<u>أنواع الهرمونات</u>:

1- البيتيدية والبروتينية: وهي كل هرمونات الفص الأمامي من الغدة النخامية (FSH, LH, TSH, GH, PRL, ACTH) ومن الهرمونات أيضاً الأنسولين والجلوكاجون وبعض هرمونات الأمعاء الدقيقة.

2- الهرمونات الأستيرويدية: ومن أمثلة هذه الهرمونات (الألدوستيرون) (Aldosterone) والكورتيزول (Cortisol) والأندروجينات، الأستروجينات وهرمون البرومستيرون وهذه الهرمونات مهمة في تنظيم عمليات الكربوهيدرات والاتزان المائي الملحي بالجسم وأي تغير في تركيبها الكيميائي يصحبه اختلاف وتغير كبير في الوظائف البيولوجية.

هرمونات تحتوي على (21) ذرة كاربون وهي هرمونان قشرة الأدرينال وهرمون البروجستيرون.

هرمونات تحتوي على (19) ذرة كاربون مثل هرمون (Testosterone).

هرمونات تحتوي على (18) ذرة كاربون مثل هرمونات الأنثى المعروفة (Estrogens).

<u>أقسام الهرمونات</u>:

1. تقسيم الهرمونات على أساس مصادر تكوينها وإفرازها.

هرمونات الثلاموس، هرمونات النخامية الغدية، هرمونات النخامية العصبية، هرمونات الدرقية، جار الدرقية، قشرة الأدرينال، هرمونات الخصية والمبيض، هرمونات الكلية، هرمونات الغدة الصنوبرية، هرمونات التيموسية.

2. تقسيم الهرمونات حسب المسافة بين مكان تكوينها ومكان تأثيرها.

مثال ذلك البيتا إندورفين (β endorphin) **وذات الإفراز الجانبي أو الداخلي.**

<u>الخصائص العامة للهرمونات</u>:

1- تسبب زيادة نشاط التفاعلات الموجودة في الخلية ولكنها لا تخلق تفاعلات جديدة مثال ذلك هرمون النيروكسين.

2- تختلف معدلات إفراز الهرمونات بدرجة كبيرة خلال اليوم الواحد والموسم الواحد والسنة الواحدة أي إنها لا تفرز بمعدلات ثابتة.

3- تفقد الهرمونات من الجسم باستمرار عن طريق الإخراج أو طريق تحويلها إلى مركبات أقل نشاط.

4- تتميز بالخصوصية في العمل أي العمل إن الهرمون يؤثر في أعضاء معينة دون أخرى أي وفقاً لهدفه.

5- تتميز بقدرتها على التفاعل بعيداً عن موضع إفرازها برغم بطأ حركتها قياساً للجهاز العصبي.

6- تتميز بقدرتها على النفاذية خلال الأنسجة.

7- لها نشاط بيولوجي كبيراً خصوصاً ما يتعلق بتنبيه بعض الأجهزة لتقوم برد الفعل المقابل المطلوب.

<u>العوامل المؤثرة على فعل الهرمون:</u>

هناك عدة عوامل تؤثر على فعل الهرمون نوجزها بما يلي:

1- كمية الهرمون المُفرزة من الغدة، حيث يزداد التأثير البيولوجي للهرمون بزيادة الكمية المُفرزة منه والعكس صحيح

2- الهرمونات المتعارضة أو المتعاونة مع الهرمون، مثلاً لا تستطيع الغدة الدرقية أن تفرز الثيروكسين في غياب الـ (Thyrotrophic) وهو هرمون الغدة النخامية المنبه لإفرازه.

3- وجود كميات كافية من مواد معينة مثل الفيتامينات أو بعض العناصر الأخرى، فهرمون الدرقية مثلاً لا يتكون في غياب عنصر اليود كما يلزم فيتامين (C) لعمل قشرة غدة فوق الكلية وفيتامين (E) لعمل الغدد التناسلية وفيتامين (B) لعمل الدرقية والجار الدرقية.

4- وجود أو عدم وجود مضادات الهرمونات، مثل الثيوريا والثيوراسيل المضادة للثيروكسين.

5- وجود النسيج أو العضو الذي يؤثر عليه الهرمون.

تركيز الهرمون في الدم:

1-

2- كمية إفراز الهرمون من الغدد الصماء.

3- كمية الأيض أو كمية إفراغ الهرمون.

4- كمية البروتين المنقول (لبعض الهرمونات).

5- التغيرات في حجم البلازما.

ميكانيكية عمل الهرمون:

يُثار سؤال دائماً (لماذا يتأثر نسيج معين أو خلية معينة بهرمون ما رغم مروره بالدورة الدموية في كل خلايا الجسم)، والحقيقة إن الهرمونات هي عبارة عن وسائل كيميائية بين أجزاء الجسم المختلفة وتعمل الهرمونات بالتعاون مع الجهاز العصبي على تنظيم وظائف الأعضاء ومن ثم فهي تعد منظِمات فسيولوجية، ويجب أن ندرك إن الجهاز العصبي هو المنظم الرئيسي لوظائف أعضاء الجسم المختلفة ولكن

يحدث تعاون بين الجهاز العصبي والهرمونات في التنظيم على أن الهرمونات تتبعه للعمل على الخلايا المستهدفة مما يمثل مجالاً هاماً وخصباً لدراسة وفهم علم الغدد الصماء.

إن الهرمونات تنتقل عن طريق الدورة الدموية إلى كل خلايا الجسم ولكن هذه الهرمونات لا تؤثر إلا في خلايا معينة وبالتالي فإن أنسجة معينة في الجسم هي التي تتأثر بهرمون معين رغم مرور هذا الهرمون على كل خلايا الجسم على إن هذا يخضع إلى مفهوم التخصص (specificity) والتخصص بالنسبة للهرمون مع خلايا النسيج الهدف إنما يعتمد على التطابق بين الهرمون والمستقبِل (Receptor) الخاص به على خلايا النسيج الهدف، والمستقبِلات الحقيقية عبارة عن بروتينات موجودة أما على الغشاء البلازمي للخلية أو في سيتوبلازم الخلية الهدف.

عمل الهرمون في الجسم:

عمل الهرمون في الجسم عديد ولكن يمكن تصنيفه إلى ثلاثة أقسام رئيسية هي:-

1- **التكوين التشكيلي (المرفوجيني): ويشمل هذا القسم نمو ونضج جسم الكائن الحي ويعطي هرمون النمو أفضل مثال لهذا النوع فهو ينبه النمو العام للكائن الحي ومن الأمثلة ما يلاحظ من الهرمونات الجنسية مثل التستوسيترون تنتج مع تخليق البروتين ونمو الجهاز**

التناسلي الذكري، أيضاً ينبه الثيروكسين نمو ونضج بعض الأنسجة العصبية.

2- الاتزان البدني: هو الصيانة أو المحافظة على ثبات الظروف البيئية الداخلية وهذه العملية تتم بدرجة كبيرة بمساعدة هرمونات مثل الأنسولين والباراثرمون وغيرها وبالرغم من إن عمليات الإبدال والإحلال الكيميائية في الجسم تحدث بانتظام في البيئة الداخلية فإن الهرمونات تساعد في تنظيم وتثبيت هذه التغيرات في الجسم.

3- التكامل الوظيفي: تقوم الهرمونات بالاشتراك مع الجهاز العصبي في تنظيم الأحداث الفسيولوجية في الكائن الحي فيكمل كل منهما الآخر، ويتميز التنظيم العصبي بسرعة الانتقال والتخصص.

وظائف الهرمونات:

رغم إن الجهاز الهرموني يقوم بواجبه على أفضل مستوى عندما يتوافق عمله مع الجهاز العصبي ورغم الفارق المهم بينهما في سرعة الإشارة الكهربائية في الجهاز العصبي إلى بطء الاستجابة واستمرارية التأثير لفترة أطول لدى الجهاز الهرموني إلى أن هناك وظائف مهمة يقوم بها الجهاز الهرموني منها:

1- يقوم الجهاز الهرموني إلى جانب الجهاز العصبي بتنظيم النشاط الكهربائي.

2- يؤدي دوراً هاماً في العمليات التي ترتبط بتوازن الأملاح في الجسم وخصوصاً الانقباض العضلي.

3- تؤثر على الأنزيمات التي تلعب دوراً هاماً في التفاعلات الكيميائية في الجسم.
4- تقوم بوظيفة المثير إضافة إلى عملها كمثبطات وهذا بالطبع يتوقف على كمية الهرمون والحالة الفسيولوجية للنسيج الذي يتأثر بالهرمون إضافة إلى وجود كميات كافية من الفيتامينات.
5- تقوم بوظيفة الاستقرار التجانسي للأجهزة الداخلية للجسم من خلال تعاونها مع الجهاز العصبي.
6- لها وظائف كثيرة أثناء ممارسة النشاط البدني سنوردها في موضوع الهرمونات والنشاط الرياضي.
7- هناك هرمونات هامة للنمو وهي مسؤولة عن نمو جميع الأنسجة منذ الولادة وحتى البلوغ.
8- هناك بعض الهرمونات هامة لحفظ تركيب السائل النسيجي المحيط بالخلية وثبات تركيب هذا السائل الحيوي بالنسبة لوظائف الخلايا كهرمون الغدة الدرقية المهم في ثبات مستوى أملاح الكالسيوم وهرمون الأنسولين الذي تفرزه البنكرياس للحفاظ على مستوى السكر في الدم.

<u>الغدد الصماء</u>:

للتعرف على مواضع إفراز الهرمونات لا بد من معرفة القائم بإفرازها وقد اجتمعت المصادر بأن الغدد الصماء هي المسؤولة عن إفرازها على إن الغدد الصماء تعني مجموعة من الأعضاء ذات خلايا متخصصة تقوم ببناء أو تخليق مواد كيميائية عضوية تسمى الهرمونات حيث تفرز

وتصب في مجرى الدم مباشرة بغية تنظيم جميع وظائف الجسم الحيوية وهذه الغدد تقسم إلى قسمين:

أولاً- غدد صماء حقيقية، وهي الغدد التي تفرز هرمونات فقط ولا تؤدي أي وظيفة أخرى ويشمل هذا القسم أربعة غدد صماء هي النخامية، الكظرية، الدرقية والجار الدرقية.

ثانياً- القسم الآخر غدد صماء تفرز هرمونات بالإضافة إلى أدائها وظائف أخرى وتشمل هذه المجموعة غدة الثايموس، الكليتان، البنكرياس، الغدة الصنوبرية، الغشاء المخاطي للمعدة وغيرها.

ويمكن أن نذكر بشكل مختصر الغدد الصماء التي تتفق عليها جميع المصادر ومهمتها في إفراز الهرمون وهي كما يلي:

1- الغدد الصنوبرية: تقع في السطح العلوي للدماغ وتفرز هرمون الميلاتونين والذي يؤثر على الجلد ويجعله أكثر بياضاً كما لها دور في النضج الجنسي.

2- الغدة النخامية: تقع أسفل قاعدة الدماغ تتكون من ثلاث فصوص منها الفص الأمامي والخلفي حيث يقوم الفص الخلفي بإفراز الهرمون المضاد للإدرار (ADH) في حين تقوم خلايا الفص الأمامي بإفراز هرمون النمو (GH) في تقوم خلايا بيتا (β) بإفراز الهرمون الحاث لقشرة الكظر (ACTH).

3- الغدة الدرقية: تقع على جانبي الرغامي وهي تقوم بإفراز هرمون الثيروكسين (T4) وكذلك الكاليستونين الذي يمنع تحلل العظم.

4- الغدة الجار الدرقية: توجد على الوجه الخلفي للغدة الدرقية يمكن عن طريقها إفراز الهرمون المسمى (الباراثورمون) (PTH) وهذا يعمل على توازن الكلس ويزيد من امتصاص الأمعاء للكالسيوم.

5- غدة الثيموس: تقع في الجهة الأمامية الصدرية وتساعد على نمو وتطور الهيكل العظمي وتفرز هرمونات تكسب الجسم مناعة.

6- غدة البنكرياس: وهي غدة صماء وقنوية في الوقت ذاته كونها تحتوي على قنوات تمر من خلالها العصارة البنكرياسية الهاضمة وهي صماء لاحتوائها على خلايا:

أ- ألفا (α) وتفرز هرمون الكلوكاجون وتمثل نسبته (20-25)% وهو هرمون يقوم برفع معدل السكر في حالة حاجة الجسم إلى السكر بطريقتين، تنشيط عملية تحلل الكلايكوجين في الكبد وتشجيع تكوين الكلوكوز من مواد غير كاربوهايدراتية.

ب- بيتا (β) وتفرز هرمون الأنسولين والذي يمثل (75-80)% حيث يقوم هذا الهرمون بتنظيم مستوى السكر بالدم حيث يعمل على خفضه في حالة ارتفاعه عن طريق تسهيل عبور الكلوكوز إلى داخل الخلية ثم زيادة إستهلاك الخلايا للكلوكوز لإنتاج الطاقة إضافة إلى اختزان الكليكوجين في الكبد.

7- غدة الغشاء الداخلي للقناة الهضمية: وتوجد في جدار المعدة وتفرز هرمون الكاسترين بتأثير من العصب الحائر وهذا الهرمون يحث خلايا أخرى في جدار المعدة لإفراز حامض الهيدروكلوريك.

8- غدة الكظر (فوق الكلوية) وهي من الغدد المهمة في الجسم وتتكون من:

أ- قشر الكظر ويتكون من:

- ✓ **المنطقة الكبية: وتفرز هرمون قشري معدني يدعى (الألدويسترون).**
- ✓ **المنطقة الحزمية: وتفرز الهرمونات القشرية السكرية (الكورتيزون).**
- ✓ **المنطقة الشبكية: وتفرز هرمون (الأندروجين) وهو يزيد النمو والنشاط الجسمي.**

ب- لب الكظر وتفرز نوعين من الهرمونات يعملان وفقاً لتوجيه العصب الودي وهما:

- ✓ **الأدرينالين.**
- ✓ **النورأدرينالين.**

9- وهناك غدد المشيمة والمبيض والخصية ولكل منهم عمله الخاص حيث تكون المشيمة والمبيض مسئولتان عن إفراز هرمون الأستروجين والبروجستيرون أما الخصية فهي المسئولة عن إفراز هرمون التستيرون.

الهرمونات والنشاط الرياضي:

تعددت الدراسات العلمية بخصوص دور النشاط الرياضي على استجابة الغدد الفارزة لمجابهة المجهود الرياضي ذو الشدد التدريبية المختلفة أو حتى من وجهة النظر النفسية كحالة ما قبل أو قبيل المنافسات الرياضية، حيث تغيير المواقف في المباريات حسب نوع الفعالية وبالتالي حسب المجهود الرياضي. فالرياضة القتالية التي تعتمد اللعب الانفرادي ليست كما لو كانت الجماعية وعلى هذا الأساس فقد أُجريت عدة دراسات في العراق وفي دول أجنبية أخرى كدراسة (مؤيد عبد الرزاق حسو) في جامعة الموصل في العراق وكذلك دراسة (ابتهاج رفعت)

وقد انطلق هذان الباحثان من أن الجهد البدني قوة تُسلط على أجهزة الجسم وذلك بقيامها بتنظيم معدلات النشاط الكيميائي لخلايا وأنسجة الجسم المختلفة وذلك بالتعاون مع الجهاز العصبي. ذكرت دراسة (كول) أيضا زيادة هرمون الأنسولين بعد الجهد البدني أما دراسة (هوفمان) فقد أكدت على إن زيادة هرمون الأنسولين يقل بعد المجهود البدني ويرتفع تركيز الكلوكوز في حينه، أما (محمد جواد كاظم) فقد توصل إلى ارتفاع هرمون الثيروكسين بعد (15 او30) دقيقة من الجهد بدون حرارة مرتفعة. إننا إذ نستعرض بعض الدراسات هذه للتوضيح لدى القارئ في إن استجابات جسم الإنسان بما فيه غدده الصم تخضع إلى نظم وقوانين فسيولوجية يكون نصيب الاستجابات الفسيولوجية للجهد بثلاثة أقسام هي:

1- **الاستجابات السريعة: وهي التي تتميز بالزيادة السريعة في تراكيز الهرمونات في الدم خلال الدقائق الأولى القليلة في بداية التمرين.**
2- **الاستجابة المتوسطة: وهي التي تتميز بتزايد تدريجي بتراكيز الهرمونات الموجودة في الدم والذي يستمر إلى نهاية التمرين أو إلى أطول من ذلك.**
3- **الاستجابة المتأخرة: وهي الاستجابة التي تستمر إلى ما بعد التمرين بخمس ساعات وعلى العموم فإن الهرمونات بغددها الفارزة لا يمكن أداء واجبها باتجاه الجهد إلا من خلال التوافق مع الجهاز العصبي وقد كان من أكثر الهرمونات ارتباطا بالجهد وفق أكثر الدراسات هي هرمونات الكاليتوكولامين والكلوكاجون والكورتيزول وهرمون النمو.**

الفصل الرابع

المنشطات

- ماهية المنشطات.
- المواد التي تستعمل بمثابة منشطات.
- أسلوب اختيار اللاعبين للكشف عن المنشطات.
- مضار أو مخاطر المنشطات.

الفصل الرابع
المنشطات

ماهية المنشطات:

رغم المتطلبات الطبية التنظيمية التي تقدمها اللجنة الطبية بالاتحادات الدولية للألعاب الرياضية سواء كانت بالتفتيش والمراقبة الطبية لاماكن الإقامة للمتسابقين وأماكن أعداد الوجبات الغذائية لهم وصولاً إلى أجراء الاختبارات الصحية الخاصة بسلامة الرياضي من جميع الأمراض منذ اللحظة التي يصل فيها إلى البلد المستضيف للبطولات. إلا أن الرياضيون يلجئون إلى أساليب أخرى كتناول المنشطات مما قد يحير الأطباء في كيفية التعامل مع الرياضيون ولهذا صدرت المواد القانونية في جميع الاتحادات الرياضية الدولية تحرم استخدام المنشطات فعلى سبيل المثال تنص المادة (14) ووفقاً للأحكام المادة التاسعة عشر من النظام الأساسي للاتحاد الدولي وللقضاء على استخدام المنشطات الممنوعة منعاً باتاً يحتفظ الاتحاد الدولي بحقه في إخضاع جميع المصارعين للفحوص والاختبارات الخاصة بالكشف عن استخدامهم للمنشطات وذلك في جميع المسابقات التي يشرف عليها ولا يسمح الاتحاد الدولي لأي لاعب أو أداري بالاعتراض على هذه المادة وإلا أصبح مخالفاً للقوانين التربوية والإنسانية.

وهنا يسأل الطالب أو اللاعب أو المدرس ترى ما هي المنشطات وللإجابة على ذلك نقول انها استخدام أو استعمال أي مادة صناعية تؤثر على الأجهزة الوظيفية لجسم الرياضي فتجعل منه أكثر استعداد للأداء ويحصل الانجاز العالي. ولكن ورغم الحصول على هذا الانجاز الرياضي إلا انه يعد بمثابة مرض السرطان على الرياضي وذلك لأسباب كثيرة منها أجبار الرياضي على الإدمان في تلك المادة مما يؤدي إلى خسارة بشرية وقد تكون خسارة خلقية لتأثيرات على نسل الرياضي الذي يتناول تلك المنشطات ولهذا لجأت اللجنة الاولمبية الدولية عن طريق اتحاداتها بإجراء أساليب صارمة لمقاومة استخدامه المنشطات من قبل الرياضيين ومن تلك الأساليب عدم تنظيم أي بطولة دولية في أي دولة فيها اتحاد وطني لا يتعهد بتنفيذ التعليمات الدولية الخاصة بمكافحة المنشطات وبناء المختبرات التي نتمكن من خلالها الكشف عن المنشطات. ولهذا عملت اللجنة الطبية في الجنة الاولمبية الدولية على تشجيع ابتكار أنواع مختلفة من المختبرات العلمية الخاصة بالكشف عن المنشطات علما أن اللوائح الخاصة بالعقاقير ليست نهاية كل شيء حيث يضاف لها باستمرار كل جديد يستخدم بعد موافقة اللجنة الطبية الدولية في كل اتحاد للتنويه عنه وإدراجه من ضمن المنشطات.

المواد التي تستعمل بمثابة منشطات:

بغية اطلاع الطلبة والرياضيون والمدربون عن قسم من المواد التي تتناول بصفة منشطات حتى وان اشتق منها سواء كان مواد أو عقاقير من التي تم تناولها من قبل الرياضيون وان لا تخضع للمراقبة الطبية أي يتناولها الرياضيين بخفية حتى وان كانت بدراية المدرب وهي:

1- العقاقير المنبهة للجهاز العصبي المركزي ومنها:

- **فينيل تيترازول ومشتقاته.**
- **أمينو فينازول ومشتقاته.**
- **الامنيتامين.**
- **الكوكايين.**
- **إيثيل امفيتامين.**
- **برولنتين.**
- **نيز فيتامين.**
- **داي إيثيل أمفيتامين.**
- **داي إيثيل برومبيون.**
- **ستكين.**
- **نيسيثاميد.**
- **مثيل فيدرين.**

2- العقاقير المثبطة للجهاز العصبي ومنها:

- **المورفين.**
- **الهروين.**
- **داي بيبانون.**
- **ويكسترو موارميد.**
- **مثيارون – وغيرها.**

3- العقاقير البنائة ومنها:

- **ستينازولول.**
- **ميثانديونون.**
- **ديكونات الناندرول.**
- **فينيل بروبيونات الناندرول.**
- **اوكسي ميثولون.**
- **التسيترون.**

أسلوب اختيار اللاعبين للكشف عن المنشطات:

عند الكشف عن المنشط يأخذ عينة من اللاعبين يتطلب حضور اللاعب فقط مع مرافقه سواء كان طبيب أو مدرب أو أداري أما اللجنة تتكون من:

- **الطبيب المسئول عن سحب عينة التحليل.**
- **ممرضة أو ممرض مساعد للطبيب.**
- **أعضاء لجنة الكشف عن المنشطات.**
- **مترجم.**

وهنا تقوم اللجنة المكلفة باختيار اللاعب المطلوب للفحص عشوائياً أي عن طريق الاختبار العشوائي لعدة مرات خلال البطولة أو بين الأدوار أي حسب نظام الفعاليات الرياضية حيث تخضع جميعاً للاختبار الدولي وقبل الأدوار التمهيدية للبطولات أو مثلما قلنا خلالها.

وهنا يقوم الرياضي بإملاء كارت خاص به يحتوي على بيانات شخصية وطبية والتعليمات الخاصة بلجنة المنشطات في حالة استدعائه على أن يحظر خلال ساعة بعد المنافسة في المكان المقرر له أي في حجرة الكشف عن المنشطات بمرافقة عضو لجنة المنشطات. حيث تؤخذ عينة من البول بمقدار (100) مل وتوضع في قارورة زجاجية مناسبة حيث تقسم هذه الكمية إلى عينة فحص وعينة احتياطية وهنا تراعي لجنة الكشف عن المنشطات حالة الرياضي واستعداده لإعطاء العينة حيث تسمح له في حالة عدم قدرته العطاء فسيولوجيا ترك وحدة الفحص على ان يستدعي مرة أخرى في نفس المكان ولنفس الغرض بعد ساعة وإذا لم يستطع فيمكن اخذ العينة في الصباح الباكر وهنا يتم الكشف عن المنشطات بالإجراءات الآتية:

أولاً- الفحص المعملي الأولي.
ثانياً – تحديد نوع المادة المنشطة.
ثالثاً- طريقة اختيار العينة.

بعد تلك الإجراءات وبحضور الأخصائي الدولي المحايد تعلن نتيجة الفحص ولكن في كل الأحوال اللجنة الطبية الخاصة بالكشف هي

المخولة رسمياً وعلى الرياضي أن يعطي عينة الفحص وإذا امتنع ستطبق بحقه العقوبات المنصوص عليها في لوائح وقوانين الاتحاد الدولي للعبة.

مضار أو مخاطر المنشطات:

هناك سؤال يطرح نفسه على كل مدرب ولاعب وأكاديمي وطبيب وهو (ماذا بعد تعاطي المنشطات؟) وما هي الفائدة أو المضار التي تكمن وراء استخدام المنشطات وللإجابة على هذا السؤال نقول استناداً إلى آراء العلماء وذوي الخبرة ومن خبرتنا وتحليلنا للمواقف الرياضية المشاهدة ومن تقارير اللاعبين الدوليين ومدربيهم، أن الأضرار الجانبية والتي تنتج من تعاطي المنشطات بشكل سيء تفوق أي تحسن في الأداء نتيجة استعمالها. حيث أثبتت الأحداث الرياضية وفاة عدد كبير من الرياضيين وإصابة آخرين بإمراض عدة ففي دراسة أجريت على رافعي الأثقال الذين استعملوا Anabolic Steroid وان معدل الكوليسترول الضار (LDL) قد ارتفع بنسبة عالية مما جعلهم أكثر تعرض للإصابة بإمراض القلب إضافة إلى أن هناك دراسة أجريت على خمسة ذكور أظهرت أيضا تعاطي المنشط (الستيرويد) أنتجت انخفاضا في معدل التستوستيرون إلى معدلات اقل من النصف في فترة أمدها ستة وعشرون أسبوع.

إضافة إلى ما ذكر فان مخاطر المنشطات تكمن أيضا في أمراض الكبد وجهاز القلب والجهاز التناسلي إضافة إلى الأمراض النفسية وغيرها وفوق كل ذلك فان استخدام المنشطات يعد متناقض مع القواعد والمبادئ

الأخلاقية والتربوية للمنافسة الرياضية كما حددته قوانين وقواعد الألعاب الرياضية. ولكن ومع مضار المنشطات والمساوئ الناتجة عنها ورغم اكتشاف احدث الوسائل للكشف عن المنشط سواء كان في الدم أو في جذور شعر الرأس أو في الإدرار أو في اللعاب إلا أن الشركات المنتجة للمنشط لازالت في تزايد للأسف ولا زال استخدام المنشطات للرياضيين يشكل مرضاً كبيراً رغم مساوئ استخدامها ولهذا وجب محاربة هذا الداء عن طريق نشر الوعي الثقافي والصحي والتربوي للتخلص من هذه الآفة.

الفصل الخامس

الجهاز العضلي

- ❖ أنواع العضلات.
- ❖ التركيب الكيمائي للعضلات الإرادية.
- ❖ أنواع عمل العضلات.
- ❖ أعضاء الحس بالعضلة.
- ❖ أنواع الانقباض العضلي.
- ❖ آلية حدوث الانقباض العضلي.

الفصل الخامس

الجهاز العضلي

يتألف الجهاز العضلي من مجموعة من العضلات التي تشكل في مجموعها العام أكثر من (600) عضلة إراديـة والتي تشكل من (40-45)% من وزن الجسم وما يقارب (15)% عضلات ملساء لا أردية إذ يشكل الجهاز العضلي ما يقارب من (50-60)% من وزن الجسم الكلي.

أنواع العضلات: تتألف العضلات من الأنواع الآتية:

1-العضلات الإرادية المخططة: سميت بهذا الاسم لأنها مخططة طولياً وعرضياً إذ تظهر تحت المكر سكوب بهذا الوصف، وسميت إرادية لأنها تنقبض إراديا من الكائن الحي وسميت هيكلية لأنها تتصل بعظام الجسم وهي مسئولة عن حركة الجسم وشكله وهيكله، أما شكلها فهي مفلطحة مثل العضلة الظهرية أو اسطوانية طويلة مثل العضلة الخيطية أو مغزلية مثل العضلة الصدرية، للعضلة طرفان المنشيء والمدغم (البداية وتر المنشيء، النهاية وتر المدغم) هذه الأوتار تكون لها أشكال مختلفة (مبرومة، مبططة وحسب وضع العضلة بالجسم وحسب العمل الذي تؤديه).

2-العضلات الملساء غير الإرادية: تتكون من ألياف مغزلية الشكل ولا يظهر بها التخطيط تدخل في تكوين جدران الأوعية الدموية، الأوعية اللمفاوية، جميع أحشاء الجسم مثل الجهاز الهضمي، بعض أجزاء العين، جذور الشعر، الأجزاء الداخلية من المثانة... الخ. يتحكم في هذه العضلات الجهاز العصبي الذاتي دون إرادة الإنسان.

3-عضلة القلب: وهي عضلة إرادية مخططة من حيث التركيب وملساء لا إرادية من حيث العمل وخلاياها قصيرة ومتصلة بعضها ببعض بروتوبلازمياً ولذلك نجدها تتفاعل فسيولوجياً كما لو كانت خلية واحدة.

التركيب الكيمائي للعضلات الإرادية:

تتألف العضلات الإرادية من: (75% ماء + 20% بروتين + 3% دهون + 1% كاربوهيدرات + 1% أملاح)، ويتركب بروتين العضلة من (المايوسين، الاكتين، التروبومايوسين، التروبونين)

أما العناصر المعدنية المهمة في السوائل خارج وداخل الليفة العضلية الإرادية هما (الصوديوم، البوتاسيوم) إذ تشكل نسبة الصوديوم (3-15) خارج الخلية ونسبة البوتاسيوم (20-50) من كميته داخل الخلية وعليه نتيجة لهذا التوزيع غير المتساوي للايونات خارج وداخل الخلايا كانت هناك شحنتان موجبة خارج غشاء الخلية يمثلها الصوديوم وسالبة داخل الخلية يمثلها البوتاسيوم.

أنواع عمل العضلات:

هناك العديد من الأعمال للعضلات الموجودة في جسم الإنسان وهي كما يأتي:

1- العضلات العاملة: وهي العضلات المسئولة التي تقوم بالعمل العضلي الفعلي أو الأداء الذي ينتج عنه الانقباض سواء المتحرك أو الثابت.

2- العضلات المعاكسة: وهي العضلات التي تكون بالاتجاه المعاكس (المضاد) للعضلات العاملة وتكون في حالة انبساط عند عمل العضلات العاملة.

3- العضلات المثبتة: ووظيفتها تثبيت المفصل عند أداء الحركة وبالاتجاه والوضع الذي يخدم الحركة وجمالها وانسيابيتها.

4- العضلات المساعدة: وهي العضلات التي تعمل بصورة جزئية أو بسيطة عند أداء الحركة الفعلية فهي تنقبض نتيجة لاشتراكها ضمن المدى الحركي للمفصل الذي تتمفصل عليه.

أعضاء الحس بالعضلة:

أ- المغازل العضلية: ويتم استثارة هذه الأعضاء الحسية عن طريق الشد العضلي وبناءا على درجة الشد الواقعة على العضلة تقوم المغازل بإرسال معلومات عن درجة القوة أو الشدة المطلوبة من حيث عدد الوحدات الحركية (وهي أعضاء منشطة).

ب- أجسام كولجي الوترية: وهي أعضاء حسية أيضاً لكنها تقوم بدور يختلف تماما عن الدور الذي تقوم به المغازل العضلية إذ تقوم هذه الأجسام بكف العمل إذا كانت هناك خطورة على العضلة نتيجة لزيادة درجة المقاومة (وهي أعضاء مثبطة).

أنواع الانقباض العضلي:

1- الانقباض المركزي: وهو الانقباض الذي يتم فيه انقباض العضلة نحو مركزها عن طريق التغير في طول الليف العضلي (تقصير) وهو انقباض متحرك مثل حركة الكيل للذراعين صعوداً.

2- الانقباض اللامركزي: وهو عكس الانقباض الأول من حيث الاتجاه ويحدث عكس اتجاه مركز العضلة، أي باتجاه المنشيء والمدغم للعضلة ويحدث فيه (تطويل) العضلة مثل حركة النزول في تمرين الكيل للذراعين.

3- الانقباض الايزو كنتك: ويتم على المدى الكامل للحركة ويأخذ الشكل الصحي للأداء في الحركات الفنية التخصصية مع وجود مقاومة مثل حركة الشد في السباحة، التجديف.

4- الانقباض البلايومتري: ويحدث هذا الانقباض في اتجاهين مختلفين متعاكسين إذ يكون الاتجاه الأول عكس المركز (لا مركزي) يعقبه فترة كمون ثم يتم الانقباض الأخر باتجاه المركز (مركزي) مثل حركة القفز على الموانع، أو الضرب بالقدم للكرة.

5- الانقباض الثابت: وهو الانقباض الذي يتم بدون أية حركة للمفصل ويتم فيه الأداء عند زاوية معينة مثل دفع جدار أو الثبات في وضع الانثناء النصفي (2/1دبني) . . . . الخ.

آلية حدوث الانقباض العضلي:

تحدث عملية الانقباض العضلي تبعا للنظرية الانزلاقية سابقة الذكر إذ تترلق فتائل الأكتين الحلقية على خيوط المايوسين، المئات من الاكتين في (1) ثانية لتتقارب مع بعضها البعض خلال المسافات البينية لأجزاء فتائل المايوسين (المنطقة العارية) ويحدث ذلك بمساعدة ما يسمى (بالجسور المستعرضة) إذ إن دور هذه الجسور يؤدي إلى قوة ميكانيكية وهو عبارة عن عملية اتحاد و فك الاتحاد ما بين المايوسين والاكتين وفي كل عملية اتحاد وفك نخسر(1) جزيئه (ATP) وتكون السرعة متباينة ما بين الليف الأبيض والأحمر، وعليه لأداء أية فعل ميكانيكي يجب أن تكون(سرعة التكرار) دورة الجسور المستعرضة موازية للفعل الميكانيكي المنجز ففي حالة:-

أ- تتساوى زيادة سرعة التكرار دورة الجسور المستعرضة مع الفعل الميكانيكي يكون التقلص ثابت.

ب- في حالة زيادة سرعة تكرار دورة الجسور المستعرضة مع الفعل الميكانيكي يكون التقلص متحركاً.

وعليه تحدث عملية الانقباض العضلي نتيجة التغيرات الآتية:-

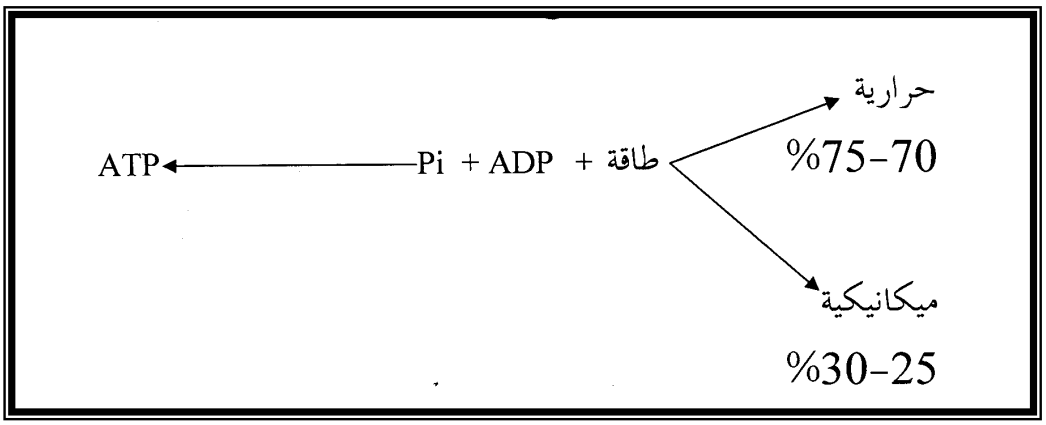
1- <u>التغيرات العصبية</u>: وهي عبارة عن تغيرات عدة ناتجة من الدماغ تقوم بإيصال الإشارة العصبية الصادرة من الجهاز العصبي لإثارة ألياف عضلية معينة لأداء الانقباض.

2- <u>التغيرات الكهربائية</u>: وتتمثل في إزالة الاستقطاب (فرق الجهد) لجدار الخلية والذي يكون من (-90 الى+30) ويسمى فرق جهد الحركة والذي يؤدي إلى ظهور الكالسيوم (++Ca) من الشبكة الساركوبلازمية الذي قد تجمع أثناء فترة الراحة.

العـتبة التحفيزية (الفارقة): وهي الحد الأدنى للتنبيه العصبي الذي يكون (−90 الى +20 او+30)

3- <u>التغيرات الكيمائيـة</u>: ويعبر عنها بإفراز مادة (الاستيل كولن)) من النهايات العصبية عند وصول الإشارة إليها (عند وصول الإيعاز إلى الصفيحة العصبية النهائية) وهي نقطة التقاء العصبون باللويف العضلي، إذ إن استجابة الليف العضلي تحدث عن طريق هذا المركب الذي يخزن في حويصلات خاصة تتجمع في النهاية العصبية للعصبون (أي عند نهاية المحور) الذي ينتقل سريعا باتجاه الساركوليما ليتحد مع مستقبلات خاصة مبنية مع غشاء الساركوليما وفي الصفيحة العصبية النهائية فقط، هذا الاتحاد يؤدي الى فتح منافذ للصوديوم للدخول إلى داخل الليف العضلي وخروج الكالسيوم وإزالة الاستقطاب وبوجود الأنزيم المحلل للمركب استيل كولن (كولن ايسترايس) إن سرعة انتقال السيال العصبي عبر الصفيحة العصبية النهائية يقدر (1)م/ثا وبمسافة طولها (0.05) مايكرومتر تخيل سرعة هذا السيال.

4- <u>التغيرات الحرارية</u>: التي تتم بواسطة فاعلية الكالسيوم في إيقاف نشاط أنزيم تروبونين (I) الكابح وبالتالي تحرير أنزيم (ATP ase) من رأس المايوسين وبمساعدة انشطار (ATP) إلى (ADP) وطاقة كخاصية أنزيمية لرأس المايوسين الذي ينتج عنه الحركة.



5- <u>التغيرات الميكانيكية</u>: وتتمثل بالفعل الميكانيكي لأداء الحركة من خلال النظرية الانزلاقية سالفة الذكر، التي تنقسم إلى المراحل الآتية:-

أ- <u>المرحلة الأولى:(وتسمى المرحلة الخاملة)</u>: وهي المرحلة التي تلي الإثارة وفيها لا تتغير العضلة في شكلها، وتختلف مدة هذه المرحلة حسب نوع العضلة، فالعضلات السريعة تكون لها مرحلة خاملة قصيرة مثل عضلة العين على العكس من العضلات البطيئة فلها مرحلة خاملة طويلة.

ب- <u>المرحلة الثانية (مرحلة الانقباض)</u>: في هذه المرحلة يحدث اختلاف في تنظيم جزيئات الألياف العضلية مما يجعلها تنقبض، ونتيجة لذلك تقصر هذه الألياف، تختلف هذه المرحلة من عضلة إلى أخرى إذ تأخذ بعض العضلات وقت قصير لتصل إلى كامل انقباضها وبعضها تأخذ وقتا طويلا.

ج- <u>المرحلة الثالثة (مرحلة الارتخاء)</u>: في هذه المرحلة تعود الألياف إلى وضعها قبل الانقباض نتيجة إعادة تنظيم جزيئات هذه الألياف.

الفصل السادس

التغذيـــة

1- الكاربوهيدرات

- ❖ **أولا: مصادر الكاربوهيدرات**
- ❖ **ثانيا: تقسيم الكاربوهيدرات**
- ❖ **ثالثا: التمثيل الغذائي للكاربوهيدرات**
- ❖ **رابعا: الوظائف الحيوية والفسيولوجية للكاربوهيدرات**

2- الدهون

- ❖ **تقسيم الدهون**
- ❖ **تصنيف الدهون**
- ❖ **الوظائف الحيوية والفسيولوجية للدهون**

3- البروتينات

- ❖ **أولا: الأحماض الأمينية**
- ❖ **ثانياً: مصادر البروتينات**
- ❖ **ثالثاً: الوظائف الحيوية والفسيولوجية للبروتينات:**
- ❖ **وظائف البروتينات**

4- الفيتامينات

❖ أولاً: مصادر الفيتامينات

❖ ثانياً: حالات زيادة أو نقص تناول الفيتامينات

❖ ثالثاً: أهمية الفيتامينات للرياضي

5- الأملاح المعدنية

❖ أولا: أهمية ووظائف العناصر المعدنية لجسم الإنسان

6- المـاء

❖ أولا: من أين نحصل على الماء؟

❖ ثانياً: طرق فقدان الماء

❖ ثالثاً: الوظائف الحيوية والفسيولوجية للماء

7-تغذية الرياضي وغير الرياضي وكمية السعرات الحرارية

الفصل السادس

التغذيـــة

تعد عملية التغذية مثالا للاتصال بين البيئة الخارجية والجسم البشري، إذ تحتوي المواد الغذائية على المواد الكيميائية الحيوية اللازمة لحياة الإنسان التي لها تأثير على وظائف الجهاز العصبي المركزي فضلا عن تأثيرها الفعال على سير العمليات البيولوجية للجسم، وعليه يمكن تعريف التغذية:

(بأنها مجموعة العمليات المختلفة التي بواسطتها يحصل الكائن الحي على الغذاء أو العناصر الغذائية الضرورية).

لقد تطرقنا في تعريف التغذية إلى ما يحصل عليه الكائن الحي من غذاء، فإذا ماذا تعني كلمة غذاء. فالغذاء: (هو المادة التي إذا تم تناولها تفاعلت مع الأجهزة الداخلية ومكنت الجسم من النمو والمحافظة على الصحة، ويتضمن ذلك جميع المواد الصلبة والماء والمواد التي تذوب في الماء).

أو (أية مادة قابلة للأكل من مصدر حيواني أو نباتي والتي توفر للكائن الحي حاجته الغذائية من العناصر)، وعليه فان التغذية تعد المسئولة عن العمليات الحيوية بالجسم والتي تتحدد بالاتي:

- **المحافظة على بناء الجسم وإعادة التالف من الخلايا.**
- **تنظيم العمليات الكيميائية الحيوية داخل الخلايا.**

- ❖ نمو الجسم والمقدرة على الحركة والإنتاج وتنفيذ ما يلقى على الجسم من تبعات.
- ❖ التأثير على الحالة النفسية، العقلية، الجسمية، الاجتماعية والصحية.
- ❖ إمداد العضلات بالطاقة اللازمة للانقباض العضلي.
- ❖ إفرازات الغدد في الجسم.
- ❖ ضخ الإشارات العصبية.

ولكن ورغم ما يطرح عن التغذية فهناك سؤال يطرح نفسه نسوقه بما يلي:

مما يتكون الغذاء الذي نتناوله كل يوم خلال الوجبات الرئيسية أو الثانوية؟ وللإجابة عن هذا السؤال نقول:

إن المصادر (المكونات) الغذائية الرئيسية التي يمكن أن تسد الحاجيات الوظيفية لأعضاء جسم الإنسان هي:

- الكاربوهيدرات.
- الدهون.
- البروتينات.
- الفيتامينات.
- العناصر المعدنية والأملاح.
- الماء.

وسنطرق هنا عن ما يتعلق بمفردات هذه المصادر والمكونات وكما يلي:

1- الكاربوهيدرات:

تعد الكابوهيدرات الجزء الأكثر أهمية في غذاء الإنسان باعتبارها من المصادر الأساسية لتوليد الطاقة الحرارية في الجسم البشري، إذ توجد في الخلية على هيئة كلايكوجين مخزون غير مذاب والذي يتكون منه كلوكوز الخلية.

الكاربوهيدرات كيميائيا تتكون من (مركبات عضوية تشمل الكربون، الهيدروجين، والأوكسجين) ويوجد الهيدروجين والأوكسجين في تركيبها بنسبة (2) هيدروجين إلى (1) أوكسجين كما نراه على سبيل المثال في الماء.

أولا: مصادر الكاربوهيدرات:

هناك مصدرين رئيسين يحصل منها الإنسان على المواد الكاربوهيدراتية:

أ- مصادر كاربوهيدراتية نباتية:

وتأتي في مقدمتها (الحبوب، الفواكه وعصائرها، الخضروات، الخبز، الأرز، المكرونا، الحلوى وما إلى ذلك من مصادر كاربوهيدراتية نباتية).

ب- مصادر كاربوهيدراتية حيوانية:

إن القليل من الكاربوهيدرات هو من أصل حيواني مثل- الكلايكوجين أو النشا الحيواني إذ يعد اللاكتوز (الحليب ومشتقاته) السكر الحيواني الوحيد من مصادر الكاربوهيدرات الحيوانية.

ثانيا: تقسيم الكاربوهيدرات:

تقسم الكاربوهيدرات طبقا الى تقسيمها الكيميائي إلى ما يأتي:

1- مواد أحادية السكريات: تعد السكريات الأحادية ابسط صور الكاربوهيدرات إذ يسهل امتصاصها بعد هضمها كمصدر أساس للطاقة لسهولة أكسدتها في الأنسجة مثل: (الكلوكوز، الفركتوز، الكلاكتوز، المانوز).

2- مواد ثنائية وثلاثية السكريات، تتكون من المواد ثنائية السكريات من جزئين من السكريات البسيطة التي تتحلل في القناة الهضمية للإنسان إلى جزئين من المواد أحادية التكسر مثل: (المالتوز، اللاكتوز) الأول سكر الشعير والثاني سكر اللين فضلا عن السكروز، سكر القصب الذي يتوفر في عصارات النباتات مثل: (البنجر، قصب السكر، الفواكه).

أما المواد ثلاثية السكريات فتتكون من ثلاث جزئيات من السكريات البسيطة مثل (الرافيتوز) سكر العسل الأسود الذي هو عبارة عن جزء من الكلوكوز وجزء من الكلاكتوز وجزء ثالث من الفركتوز.

3- مواد متعددة السكريات: تتكون المواد متعددة السكريات من عدة جزئيات معقدة يتكون الواحد منها من عدد كبير من المواد أحادية السكر وتتحلل بالهضم إلى تلك المواد الأحادية التكسر وتشمل (النشا، الكلايكوجين، السيلولوز، الهيبارين).

ثالثا: التمثيل الغذائي للكاربوهيدرات:

تتحل المواد الكاربوهيراتية إلى مواد ابسط يتم حملها إلى الكبد إذ يتم تحويلها إلى كلايكوجين أو كلوكز (سكر الدم) ويتم تخزين الكلايكوجين بالكبد وعند الحاجة يتم تحويله إلى كلوكز الذي يتم نقله بواسطة الدم إلى جميع أنسجة وخلايا الجسم ويتم تحويل بعض منه إلى كلايكوجين بالخلايا العضلية ولكن القسم الأكبر منه يستخدم لإنتاج الطاقة على مستوى الخلية وخاصة الخلايا العصبية إذ لا يمكنها استخدام أية غذاء فتنتج الطاقة.

<u>رابعا: الوظائف الحيوية والفسيولوجية للكاربوهيدرات</u>:

- تعد الكاربوهيدرات المصدر الرئيسي للطاقة إذ يحتاج كل (1) كغم من الجسم إلى (5-8) غم منها أي ما يعادل من (355-637) غم في اليوم الواحد تبعاً لنوع العمل الممارس، أما لدى الرياضيين فتزيد هذه النسبة والكمية في اليوم الواحد وحسب خصوصية الفعالية الرياضية فتصل من (478-920) غم.

- تبلغ نسبة الطاقة التي يكون مصدرها الكاربوهيدرات حوالي (70)% من الطاقة الكلية التي يحتاجها الجسم فالغرام الواحد (1)غ يعطي (4) سعرات حرارية.

- تتحول المواد النشوية والسكرية التي تتضمنها الكاربوهيدرات بواسطة الهضم إلى سكريات بسيطة (سكر الكلوكوز) الذي يمر بالدم ويساعد على ما يأتي:

- توليد الطاقة اللازمة لحركة العضلات الإرادية وغير الإرادية.

- خلق حيوية الجسم وقيام أعضاءه الداخلية بكافة وظائفها.

- الاحتفاظ بحرارة الجسم في درجة حرارة ثابتة (37).

– ترشيح ثم إعادة امتصاص بعض مكونات سوائل الجسم والدم كما يحدث في الكليتين (للبول)

– العمليات الحيوية التي تحدث بالجسم التي منها عمليات النمو، الحمل، الإرضاع، والتئام الجروح.

– تركيب الجزيئات الكبيرة سواء كانت بروتينية أو دهنية من مكونات بروتوبلازم الخلية.

– تحمي الدهون والبروتينات من أن يستغلها الجسم في توليد الطاقة.

– تعد ضرورية لقيام الجهاز العصبي المركزي بوظائفه من خلال سكر الكلوكوز.

– يلعب دوراً أساسيا في الفعاليات الرياضية ذات الزمن القصير والشدة العالية فضلاً عن الفعاليات ذات الزمن الطويل المستمر.

– تساعد في تركيب بعض المركبات في الجسم مثل حامض الكلوكيورنيك الموجود في الكبد الذي يزيل السموم التي تصل إلى الجسم، والهيبارين وهو المادة المانعة للتخثر، الألياف السليلوزية التي تمنع التجلط بالإضافة إلى تنبيه الأمعاء للقيام بحركتها الدورية.

– تعطي الكاربوهيدرات المخزونة في الكبد والعضلات الهيكلية عن طريق الكلايكوجين حوالي (2000) سعره حرارية من الطاقة يمكن خلالها قطع مسافة (32) كيلومتر.

– يستطيع الجسم البشري تخرين الفائض منها على شكل كلايكوجين في الكبد والعضلات للاستفادة منها عند الحاجة كما في النشاط البدني.

– يتحول إلى دهن تحت الجلد ان لم يستخدم وتؤدي إلى مراض القلب وتصلب الشرايين.

2– الدهون:

تعد الدهون مصدر أساسيا من مكونات الغذاء الرئيسية لكونها مصدراً مركزاً للطاقة المخزونة، إذ إنها ذات خاصية للبقاء مدة طويلة في القناة الهضمية باعتبارها من العناصر الغذائية الصعبة الهضم فهي تمتص بمعدل اقل من المواد الكاربوهيدراتية.

وهي مركبات عضوية تتفق في تركيبها الكيميائي مع الكاربوهيدرات إذ إنها تتكون من (الكاربون، الهيدروجين، الأوكسجين) ولكن نسبة الهيدروجين تكون اكبر مما هي عليه في الكاربوهيدرات، الأمر الذي يشير إلى انه يمكن للمواد الدهنية أن تتحول إلى مواد كاربوهيدراتية وبالعكس وذلك من خلال عمليات التمثيل الغذائي، أما نسبة الدهون في الغذاء اليومي للإنسان يجب أن لا تزيد عن (25)% من مجموع السعرات الحرارية.

تقسيم الدهون: تقسم الدهون إلى:

<u>أولا: الدهون المرئية</u>:

وهي الدهون التي يمكن رؤيتها بصورة مستقلة مثل: (الدهن الصناعي، الزيوت النباتية، زيت السمك، الدهن الذي على اللحوم).

<u>ثانياً: الدهون غير المرئية</u>:

وهي الدهون التي توجد في بعض الأطعمة ولكن بصورة غير مرئية مثل: (اللبن، الحليب، الجبن، المكسرات، بعض الخضروات).

كما وتصنف الدهون إلى:

<u>أولا: الدهون المشبعة</u>:

وهي عبارة عن دهون صلبة من أصل حيواني أو منتجات الألبان أو مهدرجة مثل (الزيوت السائلة) وتتميز بان لها علاقة بزيادة نسبة الكولسترول بالدم مما يؤدي إلى أمراض القلب وتصلب الشرايين.

ثانياً- الدهون الغير المشبعة: وتنقسم إلى:

أ- أحادية عديمة التشبع: وهي دهون تسير بحرية ولا تتجمد حتى في درجات الحرارة المنخفضة مثل: (زيت الزيتون، الفول السوداني، معظم زيوت المكسرات) وتبدو متعادلة التأثير على الكولسترول.

ب- مركبة عديمة التشبع: وهي الموجودة في السمك ومعظم الزيوت النباتية مثل (زيت فول الصويا، عباد الشمس، بعض أنواع الزبد) وهي ظاهريا تخفض مستوى الكولسترول بالدم.

الوظائف الحيوية والفسيولوجية للدهون:

- **تمثل الدهون ركن أساسي من النظام الغذائي بشرط أن لا تتعدى نسبة الطاقة الناتجة أكثر من (30)% من مجمل احتياج الجسم.**
- **تعطي الدهون (20)% من كمية الطاقة اللازمة لجسم الإنسان إذ أن كل (1) غم دهون يعطي (9) سعر حراري عند احتراقها.**
- **للدهون وظيفة فسيولوجية مهمة فهي تكون طبقة عازلة تحت الجلد تحافظ على درجة حرارة الجسم من التغير، إذ إنها تساعد على تنظيم حرارة الجسم، وعلى ليونة ونعومة الجلد.**

- **للدهون وظائف تركيبية مهمة تدخل في تركيب جدران الخلايا والمايتوكوندريا وتدخل في تركيب كثير من الأنسجة ومنها الجهاز العصبي والدماغ، الكبد، القلب، والكلى ..... الخ.**
- **يحيط بعض أعضاء الجسم مثل: (الكليتين، القلب) طبقة دهنية تعد وسادة تقي هذه الأعضاء من الصدمات.**
- **تعمل الدهون كمواد حاملة للفيتامينات الذائبة في الدهون مثل فيتامينات (E. D. A. K.).**
- **تزود الجسم بالأحماض الدهنية والكليسيرايد عندما تتحل إذ لهذه الأحماض أهمية لحيوية الجسم بعد خروجها من مخازنها إلى الكبد لكي تنشطر إلى الأحماض الدهنية والكليسيرين.**
- **للدهون علاقة بالنضوج الجنسي إذ إنها تزيد من كفاءة الإنجاب.**
- **تقلل الدهون الفعل الديناميكي للغذاء وهذا يجعل كمية الحرارة الناتجة المفقودة قليلة.**
- **الدهون مع البروتين يكونان طبقة خارجية عازلة لنقل الإشارات العصبية في الخلايا العصبية فهي تساعد في نقل الإشارات العصبية داخل الخلايا.**
- **لا يتأثر أداء الرياضي بانخفاض نسبة الدهون في وجباته أو في جسمه، كما هو الحال بالنسبة للكاربوهيدرات، فضلاً عن إن مخزون الجسم من الدهون يعتمد على الفائض من الطاقة مهما كان مصدرها ولا يقتصر على ما يتناوله الرياضي من دهون إذ يجب أن يتناول (90-150) غم باليوم.**

- **تعد مصدراً أثناء القيام بالجهد البدني المعتدل والخفيف الطويل الزمن وذلك عندما تكون السعة الهوائية من (70-65)% إذ تكون الأحماض الدهنية الحرة في الدم وثلاثي الكليسيرايد في العضلات المصدرين الأساسين للطاقة خلال التمرين.**
- **يفضل توفير بعض الدهون في غذاء الرياضي وخاصة اللبنولييك حامض الكتان لان عضلة القلب تفضل استعمال الحموضة الدهنية وخاصة الأساسية منها كمصدر للطاقة.**
- **تعمل الاحماض الدهنية الحرة على توفير مخزون كاف من الكلايكوجين أثناء القيام بالتمرين وبعده وهذا ما يعرف بتأثير الحموضة الدهنية في توفير الكلايكوجين (فقد وجد انه في أثناء التمرين يزداد استعمال الكلايكوجين كمصدر للطاقة) بسبب تأثير التمرين على تنشيط ليباز البروتينات الشحمية.**
- **التمارين الاوكسيجينة تساعد على حرق الدهون في الجسم مما يتسبب في انقاص الوزن فضلاً عن إنها ترفع مستوى البروتينات الشحمية عالية الكثافة وتقلل من مستوى البروتينات الدهنية واطئة الكثافة.**

3- <u>البروتينات</u>:

توجد المواد البروتينية في جميع الكائنات الحية النباتية والحيوانية إذ تمثل المكونات الأساسية للبروتوبلازم وتوجد في الدم واللبن والعضلات والغضاريف كما تدخل في تركيب الشعر والأظافر والقرون والجلد والريش والصوف والحرير.

وتعد البروتينات مواد عضوية تتكون من الكاربون، الأوكسجين، الهيدروجين، النتروجين، والكبريت وتحتوي بعض المواد البروتينية الهامة على الفسفور أيضاً بالإضافة إلى العناصر السابقة.

إذ تمثل (15)% من مجموع السعرات الحرارية اليومية بالنسبة للغذاء الكلي، كما يشكل البروتين (12–15)% من وزن الجسم يوجد في مناطق مختلفة إلا أن أكبر نسبة موجودة في الجهاز العضلي من (40–65)% من وزن الجسم.

تتحدد هذه المركبات العضوية سابقة الذكر لتكون الأحماض الأمنية:

أولا: الأحماض الأمينية:

هي مركبات تعد اللبنة الأولى التي يتكون منها جزيء البروتين، ويمكن تميز (22) نوعا من الأحماض الأمينية ذات الأهمية في تغذية الإنسان منها (8) أحماض لابد من الحصول عليها عن طريق الطعام أما باقي الأحماض الأخرى فيمكن للجسم أن يبنيها.

أ- الأحماض الأمينية الضرورية: وهي تلك الأحماض التي لا يمكن الاستغناء عنها ولا يستطيع الجسم أنتاجها داخل خلاياه بل يجب تناولها مع الوجبات الغذائية عن طريق الطعام المتناول ومن أمثلة هذه الأحماض (ليوسين، هستدين، فالين، ليسيسين...الخ).

ب- الأحماض الأمينية غير الضرورية: وهي تلك الأحماض التي يمكن الاستغناء عنها والتي يستطيع الجسم البشري إنتاجها بشرط توفر كمية من النتروجين مثل (لينين، برولين، سيرين، سيستين).

ثانياً: مصادر البروتينات:

هناك مصدرين رئيسيين يحصل الإنسان منها على البروتينات هما:

أ- <u>مصادر بروتينية حيوانية:</u> وهي المصادر التي تأتي من الحيوانات مثل (اللبن ومشتقاته، الأسماك، اللحوم المختلفة، الدواجن، البيض).

ب-<u>مصادر بروتينية نباتية:</u> ويأتي في مقدمتها (فول الصويا وهو من أغنى المصادر النباتية بالبروتينات، يأتي بعده الفاصوليا، البطاطس، العدس، الأرز، كما وتوجد البروتينات بكميات قليلة في كل من الحمص، الذرة، الخبز، الشعير).

وتجدر الإشارة إلى أن المصادر الحيوانية هي أغنى من المصادر النباتية بكثير بالنسبة للمواد البروتينية.

<u>ثالثاً: الوظائف الحيوية والفسيولوجية للبروتينات</u>:

- **المواد البروتينية مواد عضوية معقدة التركيب يتم هضمها في الجهاز الهضمي تتحول إلى مواد عضوية تسمى الأحماض الأمينية، إذ أن البروتينات الحيوانية أسهل هضماً من البروتينات النباتية لاحتواء الأخيرة على السليلوز.**
- **يحتاج الفرد في حالة الأعمال الاعتيادية من (0.8-1)غم من وزن الجسم، أي لكل كغم وفي حالة زيادة شدة العمل البدني تصل إلى (1.5)كغم.**

- **تدخل البروتينات في تركيب الجزء الضروري من النواة ومادة البروتوبلازم في خلايا الجسم وهي المادة المسئولة عن بناء وتشكيل الأنسجة وتجديد الخلايا في الجسم.**
- **تحسن البروتينات من الوظائف التنظيمية بالنسبة للجهاز العصبي إذ يزيد من نغمته وتساعد على سرعة تكوين الانعكاسات العصبية.**
- **الهيموكلوبين الموجود داخل كريات الدم الحمراء هو نوع من أنواع البروتين الذي ينقل الأوكسجين إلى خلايا الجسم لأكسدة المواد الغذائية.**
- **تحتوي البروتينات على الحامض الأميني (المينونين) الذي يلعب دوراً هاماً في عملية التمثيل الغذائي للدهون.**
- **تكوين جميع الأنزيمات كمواد فعالة في هضم المواد الغذائية والتمثيل الغذائي من المواد البروتينية.**
- **يؤدي عدم تناول البروتينات لفترة طويلة إلى النحافة إذ يبدأ الجسم في استهلاك بروتينات الأنسجة.**
- **تحافظ على توازن الحموضة والقاعدية في الجسم فيكون (PH) الدم في الأنسجة وخلايا الجسم حوالي (7.4).**
- **تزويد الجسم بالكثير من العناصر الغذائية الضرورية الأخرى مثل الحديد، الفسفور، الكبريت.**
- **تقوم بنقل كثير من المواد في الدم مثل البروتينات الدهنية.**
- **لها علاقة برفع الضغط الأزموزي للمحافظة على توازن السوائل في أنسجة الجسم وخاصة في الدم.**

- **يمكن استخدام البروتينات الموجودة داخل خلايا الجسم كمصادر لإنتاج الطاقة، إذ إنها تأتي بعد الكاربوهيدرات والدهون عندما تزيد فترة النشاط البدني عن (4) ساعات وتشارك في النشاط الرياضي في أقصى درجاته بنسبة (7)% وقد تصل إلى (10)%، إذ ينتج (1)غم من البروتين (4) سعرات حرارية.**
- **زيادة نسبة البروتينات تؤثر سلباً على الرياضي لأن ذلك يؤدي إلى زيادة إنتاج (اليوريا) فيزيد من العبء على الكبد والكلى ويتطلب كميات كبيرة من السوائل لطرح اليوريا خارج الجسم.**
- **إن الوجبة الغنية بالبروتين تزيد من طرح الكالسيوم في البول إذا تناول الإنسان (3)غم/كغم من وزن الجسم.**
- **الفائض من البروتين إما أن يتحلل إلى طاقة أو يُخزن على شكل دهون في النسيج الدهني.**
- **إن الزيادة في تناول البروتينات تكون للأسباب الآتية:**

أ- منع فقر الدم.

ب- زيادة كتلة العضلات وحجم الدم.

ت- تعويض البروتين المهدور في رياضة الجلد.

وعليه يمكن تلخيص وظائف البروتينات بالآتي:

1- بنائية / لها دور في بناء خلايا الجسم كالخلايا العضلية (الاكتين والمايوسين).

2- نقل / لها علاقة بنقل الكثير من المواد في الدم مثل البروتينات الدهنية.

3- تشكيل أنزيمات / تدخل في تركيب أكثر من (200) أنزيم (عامل مساعد) والتي لها دور مهم في تنظيم الكثير من العمليات الفسيولوجية داخل الجسم.
4- تكوين هرمونات / مثل الأنسولين.
5- مناعة الجسم / لها علاقة بتركيب الأجسام المضادة في جهاز المناعة.
6- توازن الأس الهيدروجيني PH / تعمل على دفع مواد حامضية وقاعدية إلى الدم من أجل الموازنة.
7- توازن السوائل / لها علاقة برفع الضغط الأموزي للمحافظة على توازن السوائل.
8- إنتاج طاقة / لها علاقة بإنتاج الطاقة لإعادة (ATP).
9- خزن / تُخزن في مناطق الخزن على شكل دهون.

4- الفيتامينات:

أُشتقت كلمة فيتامين من الكلمة ذات الأصل اللاتيني (فيتا) وتعني الحياة، توجد الفيتامينات بكميات قليلة جداً في المواد الغذائية وهي عبارة عن مواد كيميائية أو مركبات عضوية يحتاج إليها الجسم بكميات من المايكرو غرام إلى الغرام لكل كيلو غرام من وزن الجسم، وهي تعمل كمنظم أو مساعد أنزيمات، وعل الرغم من عدم تشابه الفيتامينات كيميائياً إلا إنها تتشابه وظيفياً.

أولاً: مصادر الفيتامينات:

يحصل الجسم البشري على الفيتامينات من مصادر حيوانية ومصادر نباتية، إذ تُكون داخل الجسم في حالات نادرة ولا تتراكم داخله، وقد أمكن تخليق كثير من الفيتامينات كيميائياً.

كما وتقسم الفيتامينات من حيث الذوبان إلى قسمين:

1- الفيتامينات التي تذوب في الدهون وتشمل (A, D, E, K).

- **فيتامين A: يُخزن هذا الفيتامين في الكبد وفي شبكية العين ونقصه يؤدي إلى العمى الليلي، وفي حالة النقص الشديد يحدث تأخير في نمو الهيكل العظمي وتشققات في الجلد – يوجد في صفار البيض وفي بعض الفواكه والخضراوات مثل (المشمش، الخس، الجزر، الطماطم) (1000) ملغم رجال، (800) ملغم نساء.**
- **فيتامين D: يُساعد على امتصاص الكالسيوم من القناة الهضمية، ويؤدي نقصه إلى لين العظام ومرض الكساح، يوجد في (زيت كبد الحوت، الكبد، الزبد، صفار البيض، اللبن) (5) مايكرو غرام رجال.**
- **فيتامين E: نقصه يسبب العقم ويلعب دوراً مهماً في النضج الجنسي، يوجد في الخضراوات وفي صفار البيض والزيوت النباتية (10) ملغم رجال، (8) ملغم نساء.**
- **فيتامين K: نقصه يسبب نزفاً مستمراً عند حدوث أي جرح، يوجد في الخضراوات وفي صفار البيض (80) مايكرو غرام رجال، (65) مايكرو غرام نساء.**

2- الفيتامينات التي تذوب في الماء وتشمل مجموعة فيتامينات (B) (B_{12}, B_6, B_3, B_2, B_1) وفيتامين C، وفيتامين (الفولين، البيوتين).

- **فيتامين B_1: نقصه يسبب مرض (البري بري)، وهو ضعف عام لعضلات الجسم مع نقص في العصارات الهاضمة وفقدان للشهية، يوجد في الخضراوات والقمح والخميرة (1.5) ملغم رجال، (1.1) ملغم نساء.**
- **فيتامين B_2: نقصه يسبب التهاب وتشقق الجلد وخصوصاً على جانبي الفم واللسان وقرنية العين، يوجد في الخميرة، اللبن، الكبد، بياض البيض (1.7) ملغم رجال، (1.3) ملغم نساء.**
- **فيتامين B_3: مهم لعملية النمو ونقصه يسبب حدوث الإسهال واضطرابات عصبية، يوجد في اللبن، الخميرة، الفول (1.8) ملغم رجال، (1.4) ملغم نساء.**
- **فيتامين B_6: يساعد على أيض المواد البروتينية، يوجد في الخميرة، العسل الأسود، اللبن، الكبد، البقول (2) ملغم رجال، (1.6) ملغم نساء.**
- **فيتامين B_{12}: نقصه يسبب (الأنيميا) لأن هذا الفيتامين مسؤول عن تكوين كريات الدم الحمراء، يوجد في الكبد، اللبن، الكلاوي، اللحم، يساعد على توصيل النبضات العصبية للأطراف، تمثيل الكربوهيدرات، يساعد على تأخير ظهور التعب (2) مايكرو غرام.**
- **فيتامين C: يوجد في الحمضيات، ورق الملفوف، الفلفل الأخضر، السبانخ، يساعد على استغلاب الأحماض الأمينية، شفاء**

الجروح، امتصاص الحديد من أجل بناء الهيموكلوبين، يقي الفيتامينات من التأكسد والتلف وخاصة (A, E, B)، ضروري لتكوين هرمونات الغدة الكضرية، له دور وقائي من مرض السرطان (60) ملغم وأغنى مصادر فيتامين C الفجل الحار، فلفل حلو، جوافة...الخ.

ثانياً: <u>حالات زيادة أو نقص تناول الفيتامينات</u>:

أ- <u>حالات زيادة الفيتامينات</u>: تظهر حالة زيادة الفيتامينات كنتيجة لزيادة بعض الفيتامينات التي لا يحتاج إليها الجسم، فزيادة أي نوع منها في الجسم يؤدي إلى ظهور أمراض أشد خطورة من تلك الناجمة عن نقصها، لذلك يجب عدم تناول الفيتامينات المُخلقة كيميائياً طالما كان الغذاء سليماً متكاملاً ويغطي احتياجات الجسم، أما إذا تطلب استخدام الفيتامينات المُخلقة فإن ذلك يتم باستشارة الطبيب، مثل فيتامين (C) (يسبب تكوّن الحصى، يُحطم خلايا البنكرياس والذي يسبب مرض البول السكري) أما فيتامين (B) فإن زيادته ليس لها خطورة ولكنه يؤدي إلى كون البول ذو لون أصفر فاتح.

ب- <u>حالات نقصان الفيتامينات:</u> يصاحب حالة نقصان الفيتامينات ظهور الأعراض الناتجة عن عدم توفر فيتامين معين أو عدم كفايته أو نتيجة عدم توفر بعض الفيتامينات، فنقص أي نوع منها يؤدي إلى ظهور مرض معين أو ظهور عدة أمراض مثل (نقص وزن الجسم،

توقف النمو، ضعف العضلات، قلة المقاومة للأمراض المعدية، اختلال وظائف الجهاز العصبي، سرعة ظهور التعب).

ثالثاً: أهمية الفيتامينات للرياضي:

- **يجب مضاعفة الفيتامينات للرياضيين أثناء أداء النشاط البدني وذلك لعدم كفاية الفيتامين النسبية كنتيجة لزيادة الحاجة إليها.**
- **لا تظهر علامات نقص الفيتامينات في بداية الموسم التدريبي ولكن تظهر في بذل الجهد البني الشديد وفي حالات الإجهاد إذ تبدو هذه العلامات في نقص القوة العضلية، هبوط الكفاءة الرياضية، سرعة التعب.**
- **ضرورة تناول أطعمة متنوعة من أجل الحصول على معظم الفيتامينات.**
- **يزيد التمرين البدني من مجمل احتياجات الجسم من الفيتامينات.**

إن النقص في الكمية من الفيتامينات يؤدي إلى:

1- **مرحلة النقص الأولي: ويتعلق ذلك بعدم كفاية الفيتامينات خلال وجبات الغذاء اليومي.**
2- **مرحلة النقص الكيمياوي: يحدث انخفاض في مخزون الجسم من الفيتامينات.**
3- **مرحلة النقص الفسيولوجي: تظهر أعراض وعلامات على الفرد منها (الضعف، التعب البدني، فقدان الشهية) وتُعد هذه المرحلة هامشية.**

4- مرحلة النقص الطبي الواضح: وهي التي تؤثر على صحة الفرد والرياضي، كذلك تؤثر على الإنجاز.

5- الأملاح المعدنية

تعد الأملاح المعدنية جزءاً أساسيا وهاماً من مكونات الجسم، ويحتاجها الجسم بكميات قليلة للحفاظ على الصحة وإدامة الحياة وهي تختلف عن العناصر الأخرى بأنها عناصر (غير عضوية)، فالكثير من الأملاح المعدنية يقوم بعمليات حيوية ذات أهمية كبيرة للجسم لذا فهي من الضروري أن تكون ضمن الوجبة الغذائية، يقدر عدد العناصر المعروفة والفعالة بـ (21) عنصراً، كما ويوجد قسم آخر ولكن لم يكشف أو لم يفهم بعد دوره الوظيفي وفائدته للجسم، وتعد مواد فعالة كيميائياً بسبب امتلاكها شحنات سالية وموجبة تؤثر في سلوكها البايولوجي ولاسيما امتصاصها من قبل الجهاز الهضمي وانتقالها إلى الجسم في الدم والسوائل، ويؤدي نقص هذه الأملاح لفترة طويلة إلى حدوث اختلال في عمليات البناء والوظائف للجسم، تشكل الأملاح المعدنية حوالي (5)% من وزن الجسم.

أولا: أهمية ووظائف العناصر المعدنية لجسم الإنسان:

ترجع أهمية الأملاح المعدنية للجسم طبقا لما اتفقت عليه المرجع العلمية في تغذية الفرد والرياضي خاصة لكثير من المتغيرات وكما يلي:

- **تدخل في تركيب خلايا الجسم من حيث (بناء الهيكل العظمي والأسنان = كلسيوم، فسفور = بناء كريات الدم الحمراء = الحديد، الهيموكلوبين).**
- **تعد جزءاً تركيبياً مهماً لكثير من العناصر الغذائية والمركبات مثل الفيتامينات والأحماض الامينية.**
- **تقوم بتنظيم وتوازن السوائل بالجسم.**
- **تستخدم كعناصر منظمة لمستوى الحموضة والسوائل.**
- **تنظيم ضربات القلب.**
- **التحكم في انقباض العضلات (صوديوم، بوتاسيوم).**
- **تساعد على عدم التجلط (كالسيوم).**
- **تستخدم في نقل الإشارات العصبية.**
- **تدخل في تركيب الأنزيمات المختلفة.**
- **تدخل في تركيب الهرمونات (اليود، هرمون الغدة الدرقية).**
- **لها أهمية في عملية التنفس.**
- **تهيمن على عمليات التأكسد وتوليد الطاقة.**

6- <u>المـاء</u>:

يعد الماء ضرورة مهمة من ضروريات الحياة بعد الأوكسجين فالإنسان يستطيع العيش لعدة أسابيع بدون غذاء، لكنه لا يستطيع

العيش أيام معدودة وقليلة بدون ماء، وتكمن أهمية الماء للإنسان لتعدد وظائفه.

يحتوي الجسم البشري على كمية من الماء تصل إلى (75)% أو (80)% من وزن الجسم وكلما كان الجسم عضليا زادت نسبة الماء فيه وتقل إذا كان الجسم دهنياً، وتكون موزعة في الخلايا والتجاويف التي تغطي الخلايا وفي بلازما الدم إذ يوجد (62)% داخل الخلايا و (38)% في مصل الدم واللعاب والغدد وحول الأعصاب والمعدة وتشكل نسبة الماء في العضلات حوالي (75)% من وزن العضلات.

أولا: من أين نحصل على الماء؟

يعد الماء احد الضروريات الثلاث للحياة ويأتي من مصادر عدة:

1. **عن طريق تناول الماء بصورة مباشرة.**
2. **عن طريق تناول الأطعمة التي تحتوي على الماء.**
3. **عن طريق أكسدة المواد الغذائية (عملية الايض) مثل الكاربوهيدرات والبروتينات.**

إذ يحتاج الإنسان من الماء حوالي (2.5) لتر يوميا وتتضاعف عند التدريب (5-6) مرات بحيث يجب أن تبقى كمية الماء متوازنة في جسم الإنسان (أي ما يخرج يجب أن يعوض).

ثانياً: طرق فقدان الماء:

1. **عن طريق الإدرار (1.5) لتر يومياَ.**
2. **عن طريق الجلد (0.7) لتر يومياً.**

3- عن طريق الغائط (0.10) لتر يومياً.
4- عن طريق التنفس (0.70) لتر يومياً.

ثالثاً: <u>الوظائف الحيوية والفسيولوجية للماء</u>:

1- توصيل العناصر الغذائية إلى الخلايا فضلا عن نقل الفضلات والسوائل الجسمية الأخرى وإفرازات الجسم.
2- الماء وسط مناسب تحدث فيه التفاعلات الكيميائية داخل خلايا الجسم ولاسيما عمليات الأكسدة والاختزال.
3- يدخل في التفاعلات (التحليل المائي) مثل عمليات الهضم.
4- يدخل في تركيب جميع الإفرازات الجسمية أو سوائل الجسم مثلاً العصارات الهضمية واللمف والدم والبول.
5- تنظيم درجة حرارة الجسم وتلطيفها عن طريق توزيعها على خلايا الجسم أو التخلص منها خلال العرق، إذ إن (25)% من الحرارة يتخلص منها الجسم عن طريق التعرق، وان كل (1) لتر ماء متبخر يمثل حرارة قدرها (600) سعر حراري.
6- يعد الماء عاملاً مزيتاً للخلايا مثل اللعاب الذي يساعد على البلع وكذلك المخاط في الغشاء المخاطي في الجهاز الهضمي وفي القصبات الهوائية والمفاصل العظمية.
7- تفادي تكوين حصى الحالب عند الرياضيين لأنه أثناء الجهد البدني عندما يصل عدد ضربات القلب إلى (140 ص/د) فما فوق يتم خروج الماء عن طريق الجلد مما يؤدي إلى ترسب بعض الأملاح في الكلى.

8- تحسين التفكير وخاصة عند الرياضيين بعد الانتهاء من التدريب إذ يكون من الصعب القدرة على اتخاذ القرارات وشرب الماء يسهل تلك القدرة.

9- التخلص من نزلات البرد.

10- التخلص من الإمساك.

7- تغذية الرياضي وغير الرياضي وكمية السعرات الحرارية:

أن تغذية الإنسان يتحقق من خلالها غرضان أساسيان هما:

1- إمداد العضلات والأعضاء بمصادر الطاقة التي يحتاجها بصورة مستمرة ودائمة خلال النشاط اليومي الذي يقوم به الفرد.

2- تغطية احتياجات الخلايا والأنسجة في عمليات الهدم والبناء.

من خلال كمية ونوعية الغذاء اليومي الذي يتناوله الإنسان يحصل على عدد من السعرات الحرارية اللازمة للإغراض آنفة الذكر، لقد استخدم (الكالوري) لتقدير الطاقة الناتجة من تمثيل المواد الغذائية، والسعر الحراري (الكالوري): كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة (1) لتر من الماء درجة مئوية واحدة، وان عدد السعرات التي يتم تجهيزها عن طريق الغذاء الذي يتم تجهيزه عن طريق الطعام وبصورة أساسية من المواد (الكابوهيدراتية، الدهنية، البروتينية)، ويجب أن تكون النسبة لهذه المواد (1:1:4) حسب التوالي.

يحتاج الإنسان الاعتيادي ما بين (2500-3000) سعر حراري خلال اليوم وفي الحالات الاعتيادية وعليه تكون الكمية كما يأتي:

- كاربوهيدرات (400) غم.
- دهون (100) غم.
- بروتينات (104) غم.

أما أذا كان الفرد يحتاج إلى (5000) سعر حراري في اليوم فان الكمية تكون كالآتي:

- كاربوهيدرات (570) غم.
- دهون (166) غم.
- بروتينات (170) غم.

أن كمية السعرات الحرارية المطلوبة يوميا تختلف باختلاف نوع العمل والوظيفة التي يقوم بها الفرد، أما بالنسبة إلى الرياضي فان كمية السعرات الحرارية تكون أما بنفس الكمية (5000) سعر حراري وقد تزيد في بعض الفعاليات لتصل إلى (7000) سعر حراري وعليه تكون الكمية كالآتي:

- الكاربوهيدرات (732) غم.
- دهون (134) غم.
- بروتينات (183) غم.

وعليه فان النسب المئوية للعناصر الأساسية هي (65-70)% كاربوهيدرات، (20)% دهون، (14)% بروتينات وعند تبديل عنصر غذائي مكان آخر يتم بما لا يزيد عن (25)% من القيمة العادية مع أخذ الحذر بالنسبة للبروتينات، كما ويجب ان يكون هناك تساوي ما بين عدد السعرات التي يتم الحصول عليها وعدد السعرات التي يحتاجها الجسم، بحيث أن الزيادة تسبب السمنة والنقصان في الكمية يسبب استهلاك

بعض البروتينات مما يؤدي إلى نحافة الجسم هذا بالنسبة إلى الفرد العادي.

<u>أما الرياضي:</u>

1- **تناول كمية كافية من الكاربوهيدرات للاحتفاظ بالكفاءة البدنية العالية لان العمل العضلي يستهلك كمية كبيرة من السكر.**
2- **يحتاج الرياضيين في المتوسط من (500-700)غم من الكاربوهيدرات في اليوم الواحد، وتختلف هذه النسبة طبقاً لاختلاف الفعالية الرياضية.**
3- **زيادة النشويات بالنسبة للرياضيين، تصل إلى أكثر من (100)غم يومياً وهذا يعتمد على نوع النشاط من حيث الزمن والشدة وقدرة الرياضي على تحويل النشويات إلى طاقة لازمة لعمل العضلات أثناء التدريب أو المشاركة في المنافسات.**
4- **تقل نسبة الدهون بالنسبة للرياضي تبعاً لنوع النشاط الممارس وتكون بحدود (90-150)غم في اليوم.**
5- **الاستهلاك العالي للفيتامينات والأملاح المعدنية والماء وذلك تبعاً لشدة التمرين وحسب نوع الفعالية، اذ ان عملية الايض تتطلب نشاط انزيمي عالي وعلى كمية كبيرة منه في الأنسجة.**

<u>من خلال ما تقدم نرى:</u>

أن ارتباط الطاقة بالعمل العضلي أو الجهد البدني ترتبط بكيفية الحصول عليها من خلال الطعام، إذ أن معرفة بعض المعلومات عن الطعام تمثل أهمية بالغة عن ما يجب تناوله من مواد غذائية تساعده على توفير الوقود اللازم للقيام بالأعمال الحيوية وكيفية اختيار هذه الأطعمة، أن الذي نعنيه بالوقود هنا، المواد الغذائية الضرورية التي تنتج مركب ثلاثي فوسفات الادينوسين (ATP) إذ يتم توفير هذا المركب عن طريق ثلاث عناصر أو مصادر غذائية هي (الكاربوهيدرات، الدهون، البروتينات) إذ يمكن الحصول على هذا المركب بوجود الأوكسجين في كل من الدهون والبروتينات، أما الكاربوهيدرات فيتم عن طريق الجلكزة اللاهوائية (أي بعدم وجود الأوكسجين). وبوجود الاوكسجين احياناً اخرى.

أن شدة التمرين وفترة دوامه هي التي تحدد نوع الغذاء المتناول فإذا زادت شدة التمرين وقلة مدته تصبح مشاركة الكاربوهيدرات هي الأعلى وتعد المصدر الأساسي للطاقة، إذ يتم أنتاج النسبة العظمي من (ATP) لا هوائياً مع الأخذ بنظر الاعتبار إعادة بناء هذا المركب عن طريق (CP) وان العمل في هذا النوع لا تتحمل الكاربوهيدرات إلا نسبة ضئيلة وتعتمد العضلات على مخزون (ATP–CP) المخزون فيها، أما إذا انخفضت شدة التمرين وزادت مدته تبدأ الدهون في الدخول كمصدر لإنتاج الطاقة بحيث تصبح المصدر الرئيسي ولكن يجب أن نفهم بان الكاربوهيدرات تتسيد المشاركة في بداية العمل ونهايته وتبدأ مخازن الدهون بالعمل بعد نضوب مخازن الكاربوهيدرات أما البروتينات فإنها تشارك في أنتاج الطاقة بنسبة ضئيلة جدا تقدر (7–10)% من مجمل الوقود لتشغيل الجهاز الحركي وذلك بعد العمل لأكثر من أربعة ساعات

وان عمل البروتينات لا يتم إلا بعد نضوب مخازن الكاربوهيدرات والدهون في الجسم.

الفصل السابع

الأنزيمـات

- ❖ ماهية الأنزيمات.
- ❖ خواص الأنزيمات.
- ❖ أقسام أو أنواع الأنزيمات.
- ❖ العوامل المؤثرة على الأنزيمات.
- ❖ نظريات أو فرضيات الأنزيمات.
- ❖ علاقة النشاط الرياضي بعمل الأنزيمات في الجسم.

الفصل السابع

الأنزيمـات

ماهية الإنزيمات:

منذ أن أُكتشف هذا النوع من البروتينات أو ما تدعى بالمركبات العضوية المساعدة مرت تسميتها بعد فترات ففي الفترة الأولى كان أسم الأنزيم مرتبط بالمادة الأساس ولهذا أُعتمد على إضافة (ase) في نهاية أسم المادة الأساس التي يعمل عليها الأنزيم وفي فترة أخرى أُعتمدت تسمية الأنزيم على نوع التفاعل الذي يعمل عليه الأنزيم فمثلاً يسمى الأنزيم الذي يحلل مائياً المادة الأساس السكروز بالسكريز وهناك تسميات شائعة ليس لها علاقة بالمادة الأساس والتفاعل مثل (Pepsin) أو (Trypsin) أما في هذه الفترة فقد أُعتمد حديثاً في تسمية الأنزيمات والتي تم الاتفاق عليها من قبل الإتحاد الدولي للكيمياء الحياتية (IUBS) اعتماداً على الاسم الذي يشير إلى المادة الأساس أو المواد الناتجة من التفاعل ونوع التفاعل الذي يساعد الأنزيم، وإذا أردنا أن نتجاوز تسمية الأنزيمات إلى ماهية هذه الأنزيمات فإننا نذهب إلى إنها مواد بروتينية تُضاف لها مركبات غير بروتينية إذا انفصلت هذه المواد الغير بروتينية عن جزئي البروتين تسمى بالأنزيمات المساعدة (Co-ENZYMS) وقسم من هذه الأنزيمات تحتوي على أيونات لمركبات غير عضوية مثل أيون الكالسيوم والمغنيسيوم والمنغنيز، وقسم من هذه

الأنزيمات المساعدة تعمل عمل الفيتامينات مثل فيتامين (B) المركب والذي يعمل بهذه الطريقة.

أن البروتينات هي مواد بيولوجية بروتينية وعضوية تساعد أو تقوم بدور العوامل المساعدة للتفاعلات الكيميائية التي تتمكن الخلية الحية بواسطتها من الاستفادة من المواد الغذائية وهي تنتج من قبل الخلايا الحية ولها القدرة على أن تعمل بصورة مستقلة عن الخلايا وللأنزيم ميزة مهمة حيث يعمل على تسريع اتصال الجزيئات مما يؤدي لزيادة سرعة التفاعل باتجاه واحد أو باتجاهين متعاكسين وفي نفس الوقت يساهم في تقليل طاقة التنشيط وهو بهذا يستطيع أن يعمل خارج الخلية إذا توفرت الظروف الملائمة كما أنه يعطي الخلية الميزة الفريدة في قابليتها على القيام بتفاعلات معقدة وبسرعة قياسية على نفس درجة المحيط.

وخلاصة القول يمكن أن ننظر إلى الأنزيمات على إنها مواد محفزة تساهم في سرعة الأفعال الكيميائية الخلوية أي إنها تلعب دور رئيسي في تنظيم مسار الأيض في الخلية وهي بذلك تقوم بتنظيم القيمة أو السرعة التي يبدأ الفعل عمله.

خواص الأنزيمات

تتصف الأنزيمات بصفات ذات أهمية كبيرة في جسم الإنسان ومن هذه الخواص هي:

1- لا تتغير صفات الأنزيمات في التفاعلات التي تساعد فيها.

2- إن الأنزيمات لا تُستهلك.

3- بما إن الأنزيم مركب بروتيني فإن أي مادة كيميائية أو عامل يؤثر أصلاً على التركيب ألبروتيني يفقد الأنزيم فاعليته.

4- تتحطم فاعلية الأنزيم في حالة التسخين أو الحوامض والقواعد القوية.

5- يفقد الأنزيم فاعليته في حالة تعرضه للأشعة فوق البنفسجية.

6- الأنزيم تخصصي أي إنه يتفاعل مع مجاميع معينة من المركبات وفي بعض الحالات مع مركب منفرد واحد.

7- تُظهر بعض الأنزيمات تخصص مطلق بالنسبة للمادة التي تعمل عليها ولا تحلل أي مادة أخرى حتى لو كانت هذه المادة ذات جزيئات مشابهة للمادة الأصلية التي يعمل عليها الأنزيم.

8- تذوب معظم الأنزيمات بسهولة في الماء وبعضها (الكلوبيولينات) يذوب في مجاميع مخففة متعادلة من ملح الطعام كما إنها تتأثر بدرجة (PH) الدم.

9- تساعد بعض الأنزيمات على التحكم بسرعة التفاعل.

10-تعمل الأنزيمات على خفض طاقة التنشيط في التفاعل الكيميائي.

أقسام أو أنواع الأنزيمات:

تتفق جميع المصادر على تقسيم الأنزيمات استناداً إلى طبيعة التحليلات الكيميائية التي تساعد على انجازها أي تبعاً لنوع التفاعل (كعوامل مساعدة) إلى ستة أقسام ثم تقسم إلى (32) قسم أو مجموعة أخرى حسب نوع الرابطة التي تعمل على كسرها أو تكوينها أو حسب المجموعة الكيميائية التي تقوم بإزالتها أو نقلها إلى مركب أخر بين المادة المتفاعلة والعامل المساعد (الأنزيم) وهذه الأقسام أو الأنواع هي:

1- <u>الأنزيمات المحللة (أنزيمات التحلل المائي)</u>: وتكمن أهمية هذه الأنزيمات في تفاعلات الجسم للإيعازات العصبية التي تساعد في استخدام وتحليل المواد الغذائية ويمكن أن ينظر لها بأنها أنزيمات عكسية في تفاعلاتها أي يمكن للأنزيم أن يبسط المواد المعقدة في وجود الماء وتحويل المواد البسيطة الناتجة إلى معقدة مرة أخرى بإمتصاص الماء والمثال الآتي يوضح ذلك:

أنزيم المالتيز

سكر المالتوز ⟸ سكر الكلوكوز

أنزيم اللايبسيز

دهن ⟸ أحماض دهنية + كلسرين

2- <u>الأنزيمات المؤكسدة (أنزيمات الأكسدة والاختزال)</u>: تسمى في مصادر أخرى الهدامة نظراً لأنها تعمل باتجاه واحد وهو هدم المواد المعقدة إلى بسيطة ولا يمكن إعادتها إلى معقدة مرة أخرى

ووظيفتها تكمن في أنتاج الطاقة لغرض التقلص العضلي وكل الوظائف الفسلجية تعتمد على هذه الأنزيمات على إن تفاعلات الأكسدة والاختزال تساعد على نقل أو إضافة ذرات الهيدروجين ومن أمثلة ذلك أنزيم اللاكتيك دهايدروجينيز.

3- <u>الأنزيمات الناقلة</u>: وهي الأنزيمات التي تقوم بدور العامل المساعد في نقل مجموعات كيميائية لا توجد في الصورة الحرة من مركب إلى آخر كأنزيم الكرياتين فوسفوريك ترامسفريز الذي يعمل بشكل مهم بالعضلة وذلك بتحويل (ADP) إلى (A + P) بعد نقل الفسفور إلى ثنائي فوسفات الادينوسين اتكوين ثلاثي فوسفات الادينوسين.

4- <u>الأنزيمات المحولة</u>: وهي الأنزيمات المساعدة التي تقوم بإعادة الترتيب الداخلي للمركبات وفقا للحاجة وكما يحصل مثلا في حالة التحلل اللاهوائي للكاربوهيدرات الى حامض اللبنيك.

5- <u>الرابطة</u>: وهي تلك الأنزيمات التي تقوم بدور التخليق. أي ارتباط جزيئين منفصلين معا تماما كما يحدث لمركب (Acoa) الذي يتكون من أنزيم الاستيل بمساعدة أنزيم (a) وهو مركب مهم للأيض الغذائي.

<u>العوامل المؤثرة على الأنزيمات</u>:

رغم دور الأنزيمات المهم الذي يأتي بأهمية الهرمونات بالجسم، فإنه يتأثر بعدة عوامل هذا يعني إن الفرد يجب أن يفهم نظام عمل

الجسم كيف له أن يتصرف وفق ما يحدث وعلى هذا الأساس سيتم توضيح أهم العوامل المؤثرة في الأنزيمات وهي:

1-قوة الهايدروجين أو الأس الهايدروجيني (PH): تعد قيمة الـ (PH) مؤشر لدرجة النشاطات الكيميائية داخل الجسم ولكل أنزيم درجة مثلى من الـ (PH) حيث تختلف هذه القيمة من أنزيم إلى آخر، فعلى سبيل المثال إذا زادت الحموضة عن مستوى تحمل الأنزيم فسيفقد الأنزيم عمله ومثال ذلك عند تراكم حامض اللاكتيك يؤدي لتوقف تحرير الطاقة بسبب زيادة الحامضية مما يسبب إيقاف عملية تحلل الكلايكوجين بسبب فقدان أنزيم (PEK) فوسفور فركتوكاينيز على العمل.

2-درجة الحرارة: رغم إن ارتفاع درجة الحرارة بشكل مناسب للتفاعل يعمل على زيادة الطاقة الحيوية لجزيئي الأنزيم ومن ثم زيادة الاحتكاك بين الأنزيم والمادة الأساس مما يسبب زيادة سرعة التفاعل إلا أن ارتفاع درجة الحرارة إلى المستوى العالي الذي يفوق تحمل الأنزيم (40°م) سيعمل على تحلل الأنزيم أو تلفه.

3-تأثير تركيز الأنزيم وتأثير تركيز المادة الأساس التي يعمل عليها الأنزيم هناك علاقة طردية بين سرعة التفاعل وزيادة تراكيز الأنزيم في حالة وجود وفرة من المادة التي يعمل عليها الأنزيم (المادة الخاضعة) فأي زيادة في تركيز أي منهما بصورة مستمرة على حساب الآخر سوف لا يؤدي إلى زيادة سرعة التفاعل.

4-الإشعاع: تتأثر الأنزيمات بالإشعاع والذي يؤدي إلى فقدان فعالية الأنزيم من جراء بعض الإشعاعات.

5-المثبطات: وهذه الحالة تكمن في حالة تناقض نشاط الأنزيم أو توقفه بسبب تفاعل الجزء المعدني أو المركب العضوي المرتبط مع الأنزيم مع كثير من المواد ليكوّن مركب معقد.

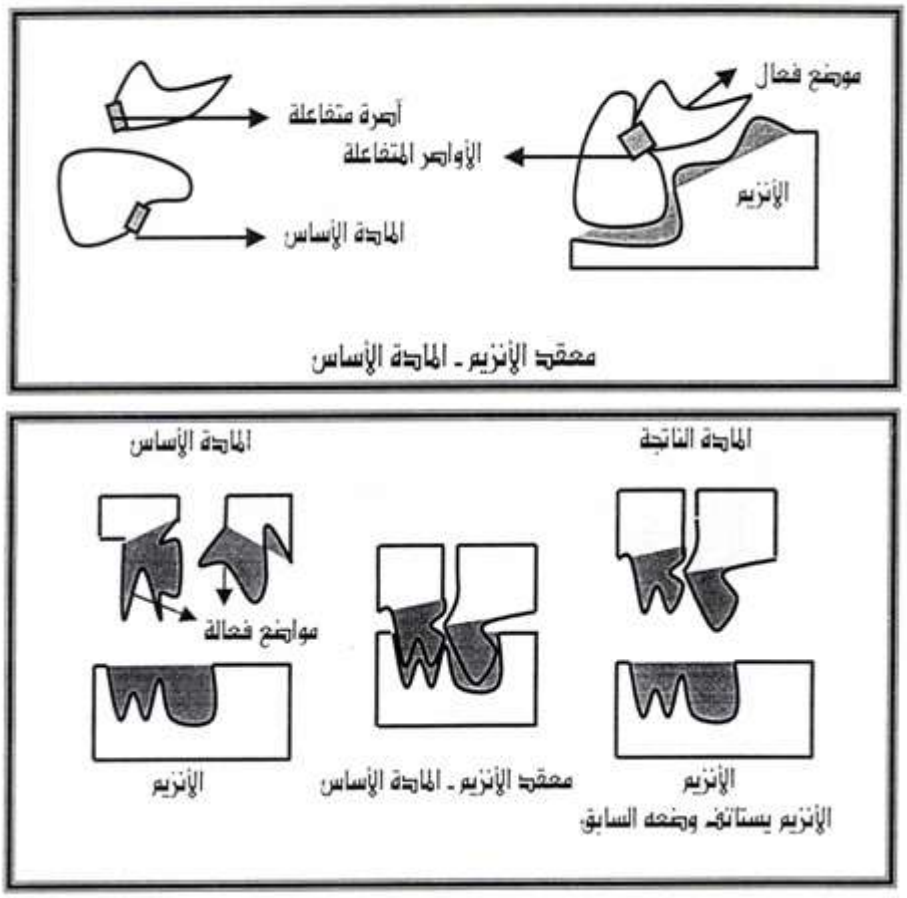
6-المنشطات: إن بعض الأنزيمات لا تنشط وتظل خاملة عندما لا تضاف لها مواد أخرى منشطة وهنا تساعد آيونات المنغنيز والكالسيوم والمغنيسيوم على تنشيط التفاعلات الأنزيمية وبالقدر المطلوب والمحدد للتركيز.

نظريات أو فرضيات الأنزيمات:

تتطلب سرعة التفاعلات البيولوجية (تفاعلات الأيض الغذائي) في معظم الكائنات الحية إلى عوامل مساعدة تسمى (الأنزيمات) حيث تتطلب عملية التحفيز الأنزيمي إلى إنتاج مركب وسيط مكون من الأنزيم والمادة الأساس التي يتعامل معها لتكوين معقد الأنزيم والذي يؤثر في سرعة التفاعل ونتيجة لأهمية هذا الموضوع فقد وُضعت عدة نظريات لتفسير اقتراب المادة المتفاعلة أنزيمياً من المجاميع المتخصصة في الأنزيم وإن اختلفت هذه النظريات أو الفرضيات في تسمياتها في مصادر مختلفة إلا أن مضمونها يكون واحد وكما يلي:

1- نظرية أو فرضية القفل والمفتاح (فيشر): وتقر بوجود تراكيب مكملة واحدة للأخرى بين الأنزيم والمادة الأساس بحيث تتطابق المادة الأساس في الموقع المكمل لها الموجود على الأنزيم كما يدخل المفتاح في القفل وجل عملها يكون:

أنزيم + جزيئه المادة الأساس ← معقد الأنزيم– المادة الأساس ← معقد الأنزيم – المادة الناتجة ← الأنزيم + جزيئه المادة الناتجة. (انظر الشكل رقم 5).



الشكل رقم (5)

يوضح طبيعة وعمل الأنزيم

2- <u>النظرية أو الفرضية التوافقية (كوشلاند)</u>: وهذه الفرضية أكثر مرونة من السابقة حيث تفترض أن التغير بشكل الموقع الفعال ليتلائم مع شكل المادة الأساس أي يمكن أن يكون مقارباً فقط لتركيب المادة الأساس وهذا هو تغيير مستوى المرونة بين الموقع الفعال والمادة الأساس.

3- نظرية أو الفرضية الجذابة: وهي تعتمد في أساسها على طاقة التنشيط وتقر بأن هناك طاقة لحدوث التفاعل وتقر بأن جزيئه لبروتين مطاطة تسمح بالتغيرات الهيئية وذلك بتأثير الهرمونات على عمل الأنزيمات.

علاقة النشاط الرياضي بعمل الأنزيمات في الجسم:

من المعروف أن التدريب في الفعاليات الرياضية لتحسين الإنجاز أو لأجل الصحة يؤدي إلى حدوث تغيرات واستجابات فسيولوجية تشمل تقريباً كل الأجهزة الداخلية للجسم مما يتطلب تكيف هذه الأجهزة لأداء ذلك الحمل البدني ويتم عن طريق تنظيم عمل هذه الأجهزة سوية خصوصاً ما يتعلق بأنظمة الجهاز العصبي والهرموني و دور الأنزيمات خصوصاً ما يتعلق منها بأنزيمات الأكسدة أو الهضم.

ولفهم العلاقة بين التمرين وعمل الأنزيمات نرى وعلى سبيل المثال إن الأنزيمات الداخلة في عملية الأكسدة توجد في المايتوكندريا ولزيادة قدرة الخلايا على إنتاج (ATP) يتم زيادة عدد المايتوكندريا وبالتالي تزيد عدد أنزيمات الأكسدة وهذا ما يحدث في حالة استمرار التدريب. أما ما يتعلق بتدريب السرعة والقوة فإنه يعمل على تنمية نظام الطاقة الفوسفاجيني (ATP-CP) وهذا يتم من خلال زيادة مخزون العضلات من (ATP-CP) وزيادة نشاط الأنزيمات التي تعمل على تحرير الطاقة مثل (ATPase) وكرياتين فوسفور كاينير (CPK) فضلاً عن تكوين نوع من التكيفات وتجنيد أكبر عدد من الألياف العضلية الهيكلية وخاصة الألياف

العضلية السريعة (FT)، والحقيقة ومن دراستنا وتدريبنا لفسيولوجيا الرياضة والتدريب خرجنا بنتيجة مفادها إن التدريب الذي يركز على الجانب الهوائي يؤدي إلى زيادة قدرة الأنزيمات الهوائية، وإن التدريب الذي يركز على الجانب اللاهوائي يؤدي إلى زيادة قدرة الأنزيمات اللاهوائية. إن الأنزيمات بعملها هذا تدخل في عمليات الهدم والبناء وإنها لا تخلق التفاعلات وإنما تسرع منها وعلى هذا الأساس فإن عملها باتجاه العمل الرياضي يكاد يتزامن مع حاجة الرياضي إلى الطاقة خصوصاً إذا علمنا إن الطاقة المخزونة في العضلات تكون بشكل مركبات كيميائية وهذا ما يعرف بتمثيل الطاقة التي تتحرر بطريقة أكثر سرعة عندما يخضع الرياضي إلى برامج تدريبية منتظمة ولفترات منتظمة تجعلهم يؤدون متطلبات التدريب بصورة أفضل. ولفهم دور الأنزيمات في إنتاج الطاقة نسوق الأمثلة الآتية:

1) يساعد أنزيم (ATPase) في تحلل (ATP) كما في المعادلة الآتية:

$$ATP \longrightarrow ADP + P1 + \text{طاقة}$$

2) يساعد أنزيم الفسفوكاينيز إلى تحلل (CP) كما في المعادلة الآتية:

$$CP \xleftrightarrow[\text{فسفوكاينيز}]{CPK} ADP + P1 + \text{طاقة}$$

3) يساعد أنزيم (CK) الكرياتيزكاينيز في إعادة بناء ATP:

$$ADP + CP \xrightarrow[\text{أنزيم الكرياتيزكاينيز}]{CK} ATP + C$$

ولأهمية موضوع الأنزيمات في المجال الرياضي فقد أُجريت دراسات كثيرة في العراق وفي دول العالم عن دور أنزيمات السائل الدموي (CPK & LDH) أثناء الجهد البدني وخصوصاً ما يتعلق بإيجاد العلاقة بين التغيرات التي تحدث في مكونات الدم والعضلات أثناء التدريب وبين نشاط الأنزيمات الهامة في تمثيل الكاربوهيدرات والدهون، وقد توصلت تلك الدراسات إلى نتائج مختلفة في زيادة الأنزيمات خصوصاً بعد التمرين أو في الراحة عنها في التمرين، فعلى سبيل المثال توصل (ولمور 1994م) إلى أن أنزيم (CPK) يزداد نشاطه بنسبة (10–25)%، أما دراسة محمد كاظم فقد توصلت إلى أن (التدريبات القصيرة الزمن والعالية الشدة كانت ذات أثر فعال في تطوير القدرة اللاكتيكية وهذه إشارة إلى تطور أنزيم (LDH) في حين أشارت دراسة (ثورستنسون) وآخرون (1985م) إلى زيادة مستوى (CPK) في الدم بنسبة (36)% عند الركض الأقصى لمدة خمس ثواني على السير المتحرك.

الفصل الثامن

الطاقــة

مفهوم وأهمية الطاقة في المجال الرياضي

- ❖ الطاقة
- ❖ أنظمة إنتاج الطاقة ومميزاتها.

1- النظام الفوسفاجيني (ثلاثي فوسفات الادينوسين وفوسفات الكرياتين).

- ❖ مميزات هذا النظام.

2- نظام حامض اللاكتيك.

- ❖ مميزات هذا النظام.

3- النظام الاوكسجيني.

- ❖ مميزات هذا النظام.

الفصل الثامن

الطاقــة

مفهوم وأهمية الطاقة في المجال الرياضي

<u>الطاقة</u>: هي تلك الحرارة التي يعبر عنها بالسعير الحراري.

<u>أنظمة إنتاج الطاقة</u>:

تختلف الفعاليات الرياضية في احتياجات الطاقة نظرا لاختلاف هذه الفعاليات من حيث زمن الأداء وشدته خلال هذا الزمن، فالفعاليات ذات الزمن القصير أو القليل والشدة العالية تحتاج إلى كمية كبيرة من الطاقة بينما تحتاج الأنشطة ذات الزمن الطويل أو الكثير والشدة المعتدلة إلى إنتاج طاقة اقل ولكن لفترة طويلة كما وان هناك فعاليات تحتاج إلى طاقة تقع بين الاثنين.

<u>1- النظام الفوسفاجيني ((ثلاثي فوسفات الادينوسين وفوسفات الكرياتين))</u>:

أن كمية (ATP) المخزونة في العضلات يمكن استخدامها بصورة مباشرة خلال هذا النظام بشكل سريع جدا فهي لا تحتاج إلى تفاعلات معقدة وإنما من خلال انشطار مركب (ATP) بواسطة الإنزيم المساعد (ATPase) لإنتاج طاقة لاداء الجهد أو الشغل وكما موضح في المعادلة الآتية:

$$ATP \xrightarrow{ATPase} ADP + Pi + \text{طاقة}$$

ولكن كمية هذا المركب الكيميائي قليلة جدا في العضلة إذ تقدر بـ (3–6) ملي مول/ كغم عضل، وان هذا المقدار لا يكفي ألا إلى ثواني معدودة تقدر بـ (1–4) ثا خلال الأداء بالشدة العالية جدا ولكن الجسم بحاجة إلى إنتاج طاقة للاستمرار بالأداء أو الشغل لذلك فان هناك مركب آخر يجب استخدامه من اجل إنتاج الشغل هذا المركب هو (CP) الموجود في العضلات أيضا الذي يمدنا بالطاقة، إذ أن كمية هذا المركب الكيمائي الموجودة في العضلات تقدر ب، (17–25) ملي مول / كغم عضل وهذه الكمية تكفي الاستمرار بالأداء بشدة عالية أيضا لمدة من (10–25) ثا تصل في بعض الأحيان إلى (30) ثا حسب كمية هذا المركب في العضلة وحجم العضلات العاملة.

$$CP \longrightarrow Pi + C + \text{طاقة}$$

يعتمد هذا النظام في جوهره على إعادة بناء ATP من خلال انتقال الطاقة الكيميائية العالية من فوسفات الكرياتين إلى مركب ADP وإعادة بناء ATP من خلال المعادلة التالية:

$$CP + ADP \xrightarrow{CPK} C + ATP$$

$$Pi + ADP \xrightarrow{CPK} ATP$$

$$AMP + 2CP \xrightarrow{\text{أنزيم CPK}} ATP + 2C$$

أن أعادة بناء (ATP) في هذا النظام تتم من خلال أنزيم التفاعل العكسي (CPK) كرياتين فوسفو كاينيز.

مميزات هذا النظام:

1- لا يعتمد على الأوكسجين الجوي خلال الأداء.

2- يعمل هذا النظام في الفعاليات ذات الشدة العالية والزمن القصير وفي بداية كل الفعاليات الرياضية تقريبا.

3- مدة دوام هذا النظام قصيرة جدا تتراوح ما بين (1-25) ثانية.

4- الطاقة المنتجة في هذا النظام قليلة قياسا بالأنظمة الأخرى لان تحلل (CP) يعطينا (ATP) واحد فقط.

5- هذا النظام غير معقد إذ انه يحتاج إلى تفاعل واحد لإنتاج الطاقة.

6- لا يعتمد على مركبات الطاقة الغذائية (كلوكوز أو حامض دهني).

7- يحدث التفاعل في السايتوبلازم منطقة عمل الخيوط الانقباضية (المايوسين والاكتين).

8- خزين (ATP) و (CP) في النسيج العضلي قليل.

9- أن التدريب المنتظم والمستمر لهذا النظام يزيد من كمية (ATP) و (CP) التي تخزن في العضلات.

2- نظام حامض اللاكتيك:

يعرف هذا النظام بالتحليل السكري اللاوكسجيني، وهذا يشير إلى تحويل السكر إلى كلوكوز بدون وجود (توافر) الأوكسجين لإنتاج (ATP) من مصدره الرئيسي الكاربوهيدرات من خلال التحلل اللاوكسجيني لكل من كلايكوجين العضلات وكلوكوز الدم بعد دخوله العضلة، أن تحلل السكر بسلسلة طويلة من التفاعلات الكيميائية (10) تفاعلات يتم إنتاج

ما يعادل (3ATP) من خلال سكر الدم، تتحكم بالتفاعلات الكيميائية العاملة في هذا النظام أنزيمات كلايكولية متعددة أكثرها تطرقا هو إنزيم التفاعل الأول (الهيكوكاينيز) (HK) وأنزيم التفاعل الثالث (فوسفو فركتو كاينيز) (PFK) وأنزيم التفاعل العاشر (بايروفيت كاينيز) (BK) وأكثر هذه الإنزيمات أهمية أنزيم (PFK) إذ يشار إليه بأنه مفتاح عمل هذا الناظم إذ أن زيادة نشاطه يؤدي إلى التحلل السريع للكلوكوز إلى جانب تكوين حامض (LA) وإعادة بناء (ATP).

<u>مميزات هذا النظام</u>:

1. **لا يعتمد على الأوكسجين لتحرير الطاقة.**
2. **الكاربوهيدرات هي المصدر الأساسي لعمل هذا النظام.**
3. **عمل هذا النظام يؤدي إلى تراكم حامض اللاكتيك.**
4. **يعمل هذا النظام في الفعاليات ذات الشدة العالية وبفترة عمل طويلة نسبياً ما بين (30 ثانية – 3 دقائق).**
5. **يحتاج إلى مجموعة من التفاعلات الكيميائية.**
6. **كمية الطاقة المنتجة في هذا النظام قليلة قياسا إلى النظام الثالث.**

يمكن إعادة بناء (3ATP) نتيجة التحلل في العضلات و(2ATP) نتيجة التحلل في الدم.

كاربوهيدرات

↓

$C_6H_{12}O_6$

↓

$+O_2$

$C_3H_4O_3 \longrightarrow H_2O + CO_2 + 36\ ATP$ طاقة

حامض البيروفيك

↓ **$-\ O_2$**

$C3H6O3$ حامض اللاكتيك + طاقة 3 ATP

$-O_2$

$C6H12O6 \longrightarrow C3H_6O_3$ + طاقة

PFK

طاقة + 3ADP + 3Pi $\longrightarrow$ 3ATP في العضلات

PFK

طاقة+ 2ADP + 2 Pi $\longrightarrow$ 2 ATP في الدم

3- <u>النظام الاوكسجيني</u>:

ويعرف بالنظام الاوكسجيني وهو من العمليات الكيميائية الاوكسيجينية التي تحدث في العضلة لإنتاج الطاقة وفي بيوت المايتوكوندريا (بيوت الطاقة) إذ يمكن أمداد الجسم بالطاقة عن طريق الأوكسجين الجوي الذي يسمح بتكوين (ATP) خلال الأنشطة الرياضية ذات الزمن الطويل بمساعدة أجسام مؤكسدة تسمى كما ذكرنا مايتوكوندريا وينتج عن ذلك (CO_2) و (H_2O) ويخرجان من العضلة عن طريق الدم والرئتين.

وتحدث هذه العملية لسكر الدم (الكلايكوجين) إذ ينتج عنها (H_2O) و(CO_2) ويخرج (CO_2) من الخلية إلى العضلة إلى الدم الذي يحمله إلى الرئتين ليخرج مع هواء الزفير ويبقى الماء في الخلية.

$C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \longrightarrow 6CO_2 + 6H_2O +$ **طاقة**

36 ATP

طاقة + ADP + Pi $\xrightarrow{LDH}$ 36 ATP

كما وان هناك نظام آخر لإنتاج الطاقة الاوكسجينية عن طرق أكسدة بعض الحوامض الدهنية والأحماض الأمينة لتعطي طاقة و H_2O و CO_2.

$C_{16}H_{32}O_2 + 23O_2 + 129ADP \longrightarrow 16CO_2 + 16H_2O +$ **طاقة**

129ATP

LDH

طاقة + 129ADP + Pi $\longrightarrow$ 130 ATP

كما ويمكن أن تنتج الطاقة عن طريق أكسدة البروتينات والذي لم يتم تناوله كمصدر للطاقة بسبب أن استخدام البروتين يمكن استخدامه

كمصدر لإنتاج (ATP) إلا أن الفعاليات أو الأنشطة التي تكون بشدة عالية أو بفترات زمنية طويلة جدا تصل إلى أربع ساعات من الجهد البدني المستمر وبنسبة من (7-10)% وذلك من خلال تأكسد (ألفا) لينتج (H_2O و CO_2) وطاقة.

$(C_6H_{12}O_6)n + 6O_2 \longrightarrow 6CO_2 + 6H_2O +$ **طاقة**

طاقة $+ 39ADP + 39\ Pi \longrightarrow 39\ AATP$

إذ أن 39ATP يتكون من خلال:

- **3ATP من خلال التحلل اللاهوائي (اللاأوكسجسني).**
- **36ATP من خلال التحلل الهوائي (الاوكسجيني) دورة كريبس.**

<u>مميزات هذا النظام</u>:

1-يعتمد على وجود الأوكسجين في أنتاج الطاقة.

2-يعمل في الفعاليات ذات الشدة المعتدلة ولفترات زمنية طويلة تتراوح ما بيت (3د – 3 ساعات) أو كثر.

3-تستخدم الكابوهيدرات لإنتاج الطاقة عن طريق الأكسدة باستخدام (O_2).

4-تستخدم الدهون والبروتينات في أحيان نادرة جدا لإنتاج الطاقة.

5-الطاقة المتولدة من هذا النظام كبيرة جدا إذ أن جزيئه واحدة من الكلوكوز تعطي (36ATP) في حين تعطي (2ATP) في النظام (LA).

6-أن تحرير الطاقة في هذا النظام تحتاج إلى فترة زمنية أطول من بقية الأنظمة.

7-لغرض أنتاج الطاقة في هذا النظام يجب أن تحدث عدة تفاعلات كيميائية معقدة، قد تصل إلى (36) تفاعل.

الفصل التاسع

القلب (HEART)

- ❖ عضلة القلب (Cardic Muscle).
- ❖ حجم القلب (Heart volume).
- ❖ معدل ضربات القلب (Heart rate).
- ❖ حجم الضربة (Strike Volume).
- ❖ الناتج القلبي (C.O.P).
- ❖ البطين الأيسر (أحد أهم حجيرات القلب).
- ❖ ضغط الدم (الصامت القاتل).
- ❖ العوامل المؤثرة على ضغط الدم.
- ❖ ضغط الدم والجهد البدني.
- ❖ الـــدم.
- ❖ مكونات الـدم.
- ❖ تأثير النشاط الرياضي على الـدم.

الفصل التاسع

القلب (HEART)

يُعد القلب أهم عضلة في جسم الإنسان حيث يزن عند الرجال (350)غم أما عند النساء فيزن (300)غم، ويعمل عمل المضخة الماصة الكابسة في جهاز الدوران كما يُعد القوة الدافعة التي تؤمن الدم المشبع بالأوكسجين إلى جميع أنسجة وأعضاء الجسم. ولإدامة عمله هناك الجهاز العصبي(*) الخاص به والذي يساعد على تنظيم تقلصاته من بداية تكوين الإشارة حتى سيرها ووصولها إلى العضلة القلبية، كما يتلقى القلب شعباً أخرى تنشأ مثلما سنذكر ذلك لاحقاً من أعصاب خارج عضلة القلب تأتي من الجهاز العصبي المستقل ومن قسميه السمبثاوي (SYMPATHETIC) والباراسمبثاوي (PARASYATHETIC)، هذا وأن القلب يغلفه غشاء رقيق يسمى التامور ويكون حجمه بحجم قبضة اليد يحتوي بداخله على مادة سائلة تسهل حركته ويتكون القلب من أربع حجيرات هي الأُذينين اللذين يستلمان الدم، إذ يستلم الأُذين الأيمن الدم من الوريديم الاجوفين العلوي والسفلي أي من جزئي الجسم العلوي والسفلي، أما الأُذين الأيسر فيستلم الدم المحمل بالأوكسجين من الرئتين، ويندفع الدم من خلال صمام ينفتح باتجاه واحد إلى البطينين، فالبطين

(*) يتكون الجهاز العصبي الخاص بالقلب من (العقد الحبيبية الأُذنية، العقد الأُذنية البطينية وحزمة هيس).

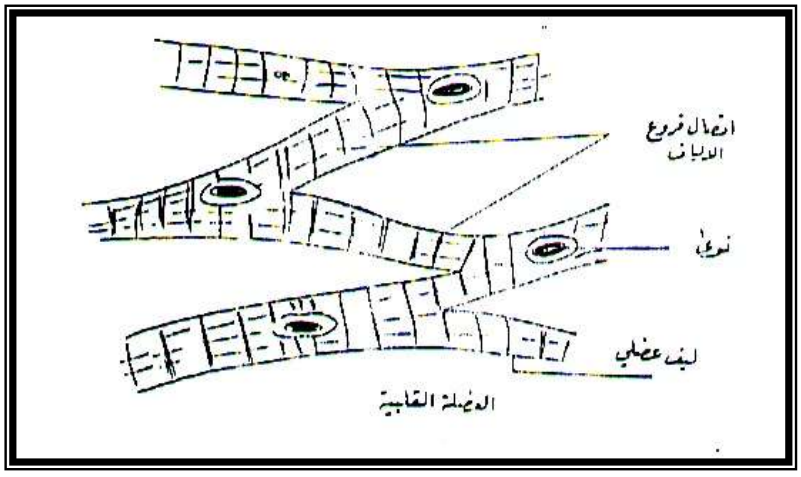
الأيمن يدفع الدم عن طريق الشريان الرئوي إلى الرئتين والبطين الأيسر يقوم بدفع الدم إلى الشريان الأبهر وعن طريق الأوعية الدموية إلى بقية أنحاء الجسم. وهنا يجب أن يدفع القلب كمية من الدم إلى أنسجة الجسم وأعضائه بما تكفي لحاجتها الايضية وأن يكون قادراً على ذلك في وقت الجهد كما يجب أن يتحكم بالضخ تجاه التغيرات الكبيرة التي تطرأ في البيئة المحيطة وفي عودة الدم الوريدي والمحافظة على ضغط متوازي داخل القلب والأوعية الدموية.

عضلة القلب (CARDIC MUSCLE):

يبين الشكل رقم (6) نوع وعمل العضلة القلبية حيث تُعد أحد أنواع العضلات التي تتميز بتركيبها الخاص الذي يشيه العضلات المخططة من الناحية النسيجية إلا أن عمل العضلة فيه غير إرادي وهذا التركيب يتكون من تفرعات الليف العضلي واتصال بعضها مع البعض ويكون الليف العضلي مخططاً بخطوط مستعرضة وطولية خافتة التخطيط مع وجود نوى مركزية وقلة في النسيج الضام بين الألياف وغمد عضلي ضعيف (أنظر الشكل رقم 6) لذا فعندما يتقلص الليف الواحد تتقلص معه عدة ألياف متصلة به بصورة مباشرة أو غير مباشرة وهذا يعني إن العضلة القلبي تخضع لقانون (الكل أو لا شيء All or non law) فهي تختلف من حيث تأثرها وانقباضها والمرحلة التي تتأثر فيها، فأقل مؤثر قد يسبب أقصى انقباض للعضلة القلبية ولكن ليس انقباضاً مستمراً كالذي نراه في العضلات الهيكلية ويرجع السبب في ذلك للفترة التي تبقى فيها عضلة

القلب غير قابلة للاستشارة حيث ينقسم الانقباض العضلي إلى فترة السكون ثم الانقباض فالارتخاء وتُعد عضلة القلب غير قابلة للاستشارة خلال فترة السكون والانقباض وتصبح عضلة القلب قابلة للاستشارة في نهاية فترة الارتخاء.

إن عضلة القلب إذن لا تختلف من حيث الخصائص الأخرى إلا إنها تختلف عنها ببعض الخواص منها، قابليتها على الانقباض الذاتي المنتظم حيث تظهر هذه الخاصية في الجنين وحتى الوفاة وبالرغم من تلقائية انقباضها فإنها تتأثر بنوعين من الأعصاب هما العصب الباراسمبثاوي الذي يعمل على تثبيط نشاط القلب والعصب السمبثاوي وهو على العكس يُزيد من سرعة نبض القلب حال تعرض القلب إلى مثير، ورغم ارتباط القلب بقوة المثير إلا إنه يرتبط أيضاً بدرجة مطاطية العضلة القلبية، فقانون ستارلنك للقلب (قانون القلب Law of the heart) ينُص على أنه كلما مط ألياف عضلة القلب أو كلما ازداد حجم القلب الانبساطي ضمن الحدود الفسلجية ازدادت طاقة التقلص باطراد أي إنه كلما زاد تمدد عضلة القلب



الشكل رقم (6)

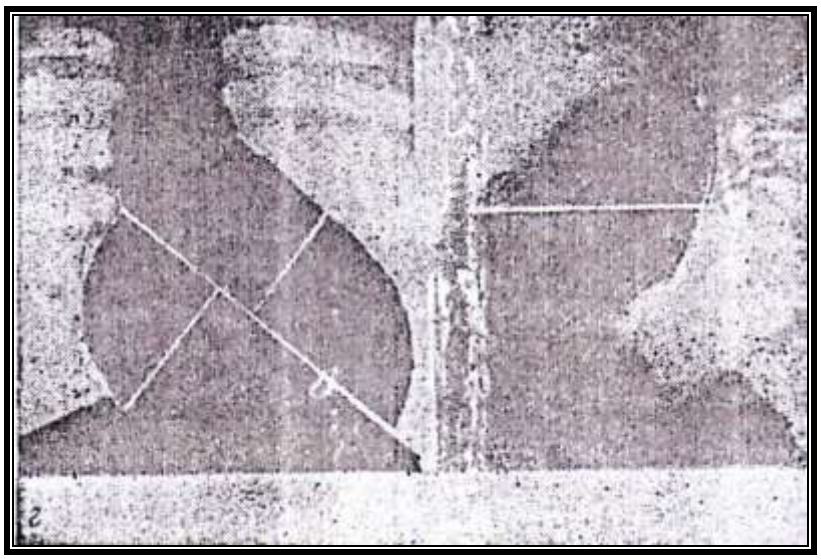
تصوير تشريحي لعضلة القلب

كلما زادت قوة انقباضها وتفسير ذلك يتم على أساس إنه بامتداد الجسيمة العضلية التي هي جزء من الليف العضلي وحصولها على الطول المثالي يأخذ الليف طولاً انبساطياً متناسباً تبعاً لذلك ثم تزداد القوة التقلصية لعضلة القلب أما إذا لم تحصل الجسيمة العضلية على الطول المثالي فإن القوة الناتجة تأخذ بالتناقص.

نستنتج مما ذكر بأن عضلة القلب تتصف بخصائص منها اللاإرادية أو التلقائية ثم الاستشارة فالتوصيل فضلاً عن خاصية الانقباض، وهنا تصل الموجة الانقباضية من العقدة الأذينية إلى جميع عضلة القلب حيث تبدأ الخاصية الانقباضية للعضلة القلبية.

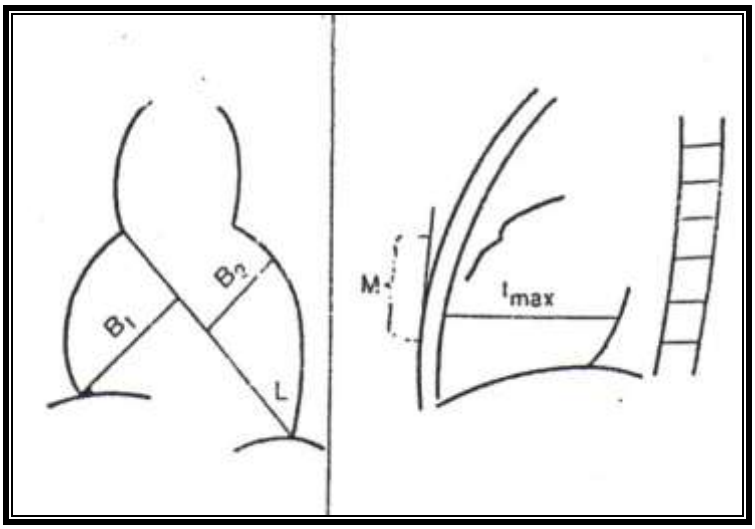
<u>حجم القلب Heart volume</u>:

أن متوسط حجم القلب للشخص غير الرياضي يصل إلى (600-800) سم^3 ويتحدد عادة حجم القلب بتأثير تجاويفه أي بحجم تجاويفه وسمك جدرانها كما إنه يرتبط بمقاييس الجسم (الطول، الوزن) والعمر ومن ثم بالنشاط الحركي وعلى هذا الأساس ولمعرفة حجم القلب يجب مراعاة طول الشخص ووزنه وهنا يمكننا أن نتحدث عن حجم القلب المطلق والنسبي، فأما حجم القلب المطلق فيمكن استخراجه من صورة الأشعة بعد قياس أبعاد القلب (طول ، عرض وعمق القلب) إذ يُقاس حجم القلب المطلق بالسنتيمترات المكعبة (سم^3) (أنظر الشكل رقم7) ثم تُطبق المعادلة الآتية:حجم القلب المطلق(سم^3) = طول القلب×عرض القلب×عمق القلب ×0.4(عدد ثابت) وان عرض القلب يمكن ان يستخرج من ابعد منطقة من منتصف القلب الى اليمين واليسار انظر الشكل رقم (8).



(ب) (أ)

الشكل رقم (7) يمثل التصوير الشعاعي للقلب في صورتيه الأمامي الخلفي (أ) والجانبي الأيسر (ب)



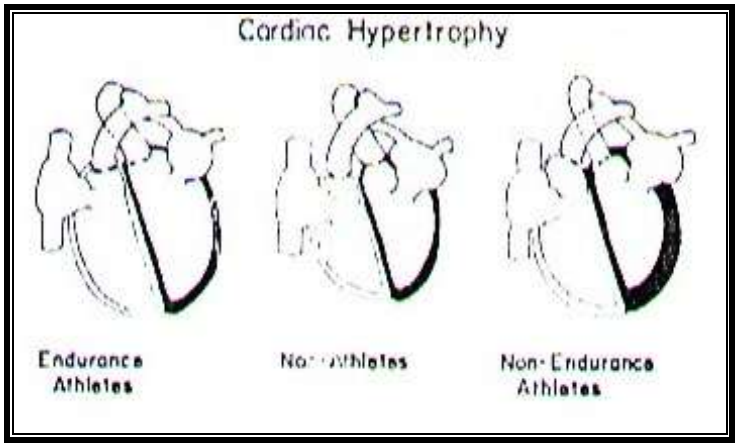
الشكل رقم (8)

يمثل طريقة القياس بوساطة التصوير الشعاعي في صورتيه (أ) الامامي الخلفي و (ب) الجانبي الايسر

أما حجم القلب النسبي فيمكن استخراجه من قسمة حجم القلب المطلق على الطول أو الوزن أو على المساحة السطحية للجسم وعادة يستخدم تقسيم الحجم المطلق على وزن الجسم لتغيره بصورة مستمرة خصوصاً بعد ثبات مستوى الطول للفرد.

أما ما يتعلق بتأثير النشاط الرياضي على حجم القلب فقد أصبح هذا الموضوع مثار جدل بين الباحثين فمنهم من يرى إن القلب يبقى ضمن الحدود الطبيعية بينما يرى آخرون بأنه يزداد ويصبح كبيراً، والحقيقة إن أغلب الباحثون يرون إن قلب الرياضي كبير ولكن هذا متعلق بنوع الفعالية الممارسة وشدة الحمل التدريبي، حيث إن عدم النمو الكافي لحجم ووظيفة القلب يمكن أن يكون له تأثير سلبي على ممارسي

النشـاط الرياضـي وأخُـص بالـذات رياضـيي فعاليـة المطاولـة حيـث يُعـد التدريب فيها تدريباً للقلب كونها تتطلب زيادة في كفاية عمل الجهاز الدوري وإن ما هو أكيد في هذا المجال إن حجم القلب يزداد في أنواع رياضة (المطاولة) أي تلك التي تتطلب جهداً على مدى طويل من الوقت فيزداد حجم القلب لدى لاعبي التحمل تبعاً لمستوياتهم الرياضية وعمرهم التدريبي، وعادة يحسب حجم القلب تبعا لتضخم عضلة القلب ووسع حجم البطين الأيسر، أما بالنسبة للأنشطة المميزة بالسرعة والقوة وكذلك التي تتسم بزيادة الضغط الحادث على القفص الصدري مثل رفع الأثقال والغطس تحت الماء وبكون تأثيرها أكبر على سمك عضلة القلب (أنظر الشكل 9) ، إن ميكانيكية نمو القلب وتضخمه شيء غير متفق عليه وقد يكون اتفاق نسبي فمن المحتمل أن تكون استجابة للزيادة في المط أو التوتر في الألياف العضلية نتيجة لارتفاع الحجم والضغط الانبساطي أو إن ميكانيكية زيادة حجم القلب ترتبط بما يأتي:



الشكل رقم (9)

يوضح تضخم العضلة القلبية حسب نوع الفعالية الممارسة

زيادة اتساع تجويف القلب أو حجم عضلة أو الجمع بين زيادة اتساع تجويف القلب وزيادة العضلة.

ويرى المؤلفان إن الدمج بين زيادة اتساع تجويف القلب وزيادة حجم عضلته هو السبب المعول عليه في زيادة حجم القلب وهذا يتفق مع أكثر المصادر، علماً إن هذه الزيادة هي في الحدود الطبيعية حيث إن كبر حجم القلب يُعد من العوامل التعويضية الطبيعية والتي تساعد القلب على مجابهة الزيادة في الطلب.

إن هذه الزيادة في حجم القلب تحدث للرجال والنساء على السواء وقد أثبت الدراسات إن حجم القلب المطلق لدى الرياضيين يبلغ حوالي (1000) سم^3 ويصل لدى الرياضيين الذين يمارسون تدريبات التحمل لمسافات طويلة إلى (1150) سم^3 فيما يكون لغير الرياضيين بين (600–700) سم^3 وقد يتراجع القلب وظيفياً وقياساً عند الانقطاع عن التدريب الرياضي ولهذا السبب وجب الاستمرار بالتدريب المعتدل حتى بعد ترك التدريب الفعلي.

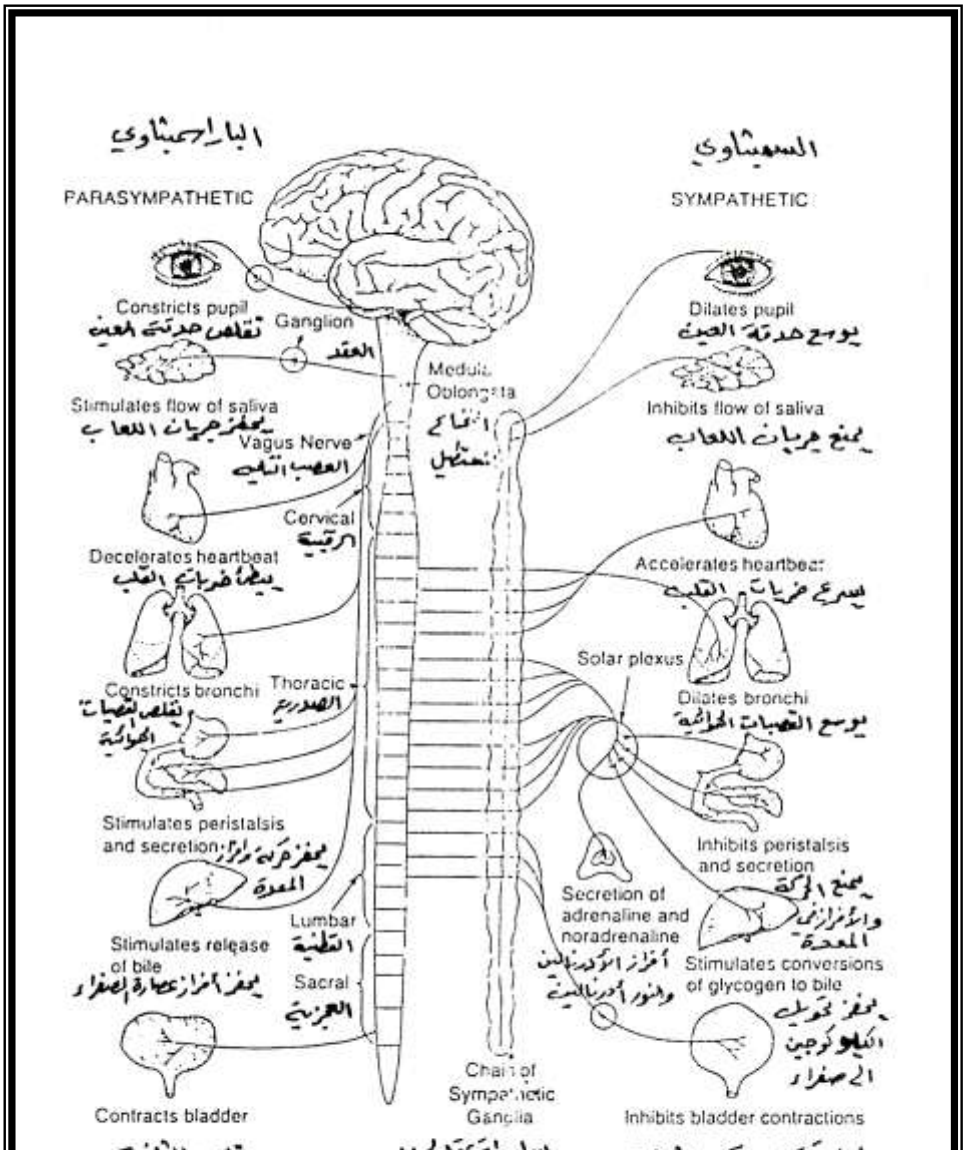
معدل ضربات القلب (Heart rate)

يُعد معدل ضربات القلب من المؤشرات المهمة التي يُعتمد عليها في الفحوص الطبية ويُستدل على ذلك من خلال التغيرات التي تحدث في الموجات القلبية (P.Q.R.S.T.)، والتي تظهر عند تخطيط القلب حيث توضح لنا قابلية القلب على العمل بصورة سليمة وصحيحة وتدلنا على معدل ضربات القلب في الدقيقة، فأثناء الراحة وعند الشخص العادي يكون معدل ضربات القلب (70) ضربة/د، وفي مصادر أخرى يزيد أو يقل عن هذه النسبة. ويرى المؤلفان إن المصادر البحثية والعلمية وإن

اختلفت في تحديد معدل ضربات القلب فإنهما يعزيان هذا الاختلاف إلى وضع الجسم الذي قيس فيه النبض، فعند الاستلقاء تكون سرعة القلب أقل منها عند الجلوس أو الوقوف وبهذا فهم يتفقون مع إن نبض القلب يتراوح بين (60–80) ن/د، ويتأثر معدل ضربات القلب بعدة عوامل منها (الجنس ذكر/أنثى، العمر، الحالة الانفعالية، الحالة العاطفية، الجهد، تناول الطعام، الهرمونات، الحالة المرضية، درجة الحرارة) فضلاً عن ذلك عمل الجهاز العصبي حيث إن الإيقاع الكهربائي للقلب لا تفرزه مراكز السيطرة فيه فحسب بل يتأثر أيضاً بالشعب العصبية التي يتلقاها من أعصاب خارج العضلة القلبية تأتي من الجهاز العصبي المستقل ومن قسميه السمبثاوي والباراسمبثاوي (وكما يوضحها الشكل رقم 10).

فعند تعرض الشخص إلى مثير معين نتيجة للعوامل السابقة الذكر أو غيرها، تأتي إشارة من المخ إلى الجهاز العصبي المستقل فينبه بذلك الجهاز العصبي السمبثاوي الذي يُرسل شعباً عصبية على القلب فيؤثر بذلك على العقدة الجيبية الأذينية (S.A.N.) فيعمل على زيادة قوة وسرعة انقباض العضلة القلبية مما يؤدي إلى زيادة ضرباته وبذا يعمل بسرعة وقوة أكبر لكي يضخ أكبر كمية من الدم المُحمل بالأوكسجين والمواد الأولية المولدة للطاقة كي يتمكن الجسم من تأدية ما يحتاج إليه من نشاط، أما عند تنبيه الشعب العصبية الممتدة من الجهاز العصبي الباراسمبثاوي إلى القلب، فإنها تعمل على تباطؤ سرعة تقلصاته فتضعف بذلك شدة انقباض عضلة القلب بصورة عامة وبهذا يحافظ القلب على معدل ضرباته أثناء الراحة أما ما يتعلق بمعدل ضربات القلب أثناء الجهد

البدني وهنا يجب الإشارة إلى حالة مهمة وهي إن القلب كلما انتظمت نبضاته كلما انعكس ذلك على قوة عضلته وكفاية أوعيته الدموية.



الشكل رقم (10)

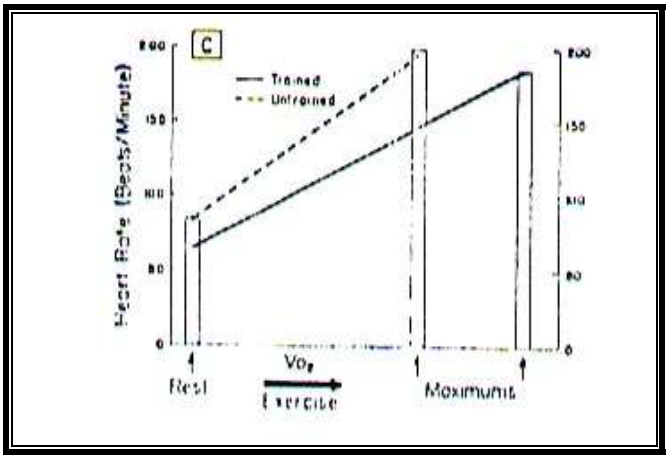
يوضح عمل الجهاز العصبي المستقل بفرعيه

(السمبثاوي والباراسمبثاوي)

أما ما يتعلق بمعدل ضربات القلب لثناء ممارسة الجهد البدني فإن معدل ضربات القلب يُعد واحد من أهم مؤشرات كفاية الجهاز الدموي حيث يمكن عن طريقه معرفة مستوى تأثير التدريب الرياضي على الجهاز الدموي، فجميع الباحثين قد توصلوا إلى أن تباطأ سرعة النبض هي واحدة من العلامات المهمة التي تؤثر على مستوى تطور حالة الشخص التدريبية، فسرعة النبض لدى الرياضيين عموماً تقل عن غير الرياضيين أثناء الراحة وقد اختلفت التقديرات في ذلك فمنها من ذكر إن متوسط النبض لدى الأشخاص المدربين (55) ض/د في الوقت الذي يكون للأشخاص الأصحاء (70–80) ض/د ويكون لرياضيي التحمل (50) ض/د وقد يصل إلى (40–45 ض/د) لدى أبطال المارثون أثناء

الراحة في حين يصل النبض عند أداء الجهد المرتفع الشد أكثر من (200) ض/د وقد أثبتت بحوث (KARTEIN) أن أعلى ما تصل إليه ضربات القلب هو (209) ض/د، فبواسطة التكيف يزداد حجم القلب ويُنقل إلى وضع يصل فيه تنظيم مقدار الضربات في الدقيقة إلى أكثر من العدد السابق ولكن مع تطور تكيف عمل القلب تحصل لدى قلب الرياضي اقتصادية في العمل حيث ينخفض الحد الأعلى لسرعة القلب من (200) ض/د إلى حوالي (185–190) ض/د (أنظر الشكل رقم 11)، ورغم هذا الانخفاض فإن حالة وصول عدد ضربات القلب من (170–180) ض/د تُعد الحالة الحرجة للقلب حيث إنها مؤشر للدرجة العليا لإنتاج القلب فالزيادة عن هذا المعدل يحقق انخفاضاً في قيمة إنتاج القلب اقتصادياً والسبب في ذلك هو أن هذه الزيادة لا تتيح للقلب الامتلاء الكافي بالدم في حالة الانبساط.

إن تأثير التدريب على معدل ضربات القلب له حدود فمع استمرار التدريب المنظم كلما يتناقص معدل ضربات القلب عاماً بعد عام حتى يصل في النهاية إلى معدل ثابت لا يتناقص بعده.



الشكل رقم (11)

يمثل مخطط بيانيا لمعدل ضربات القلب في الراحة

وفي التمرين مختلف الشدة

حجم الضربة (Strike Volume)

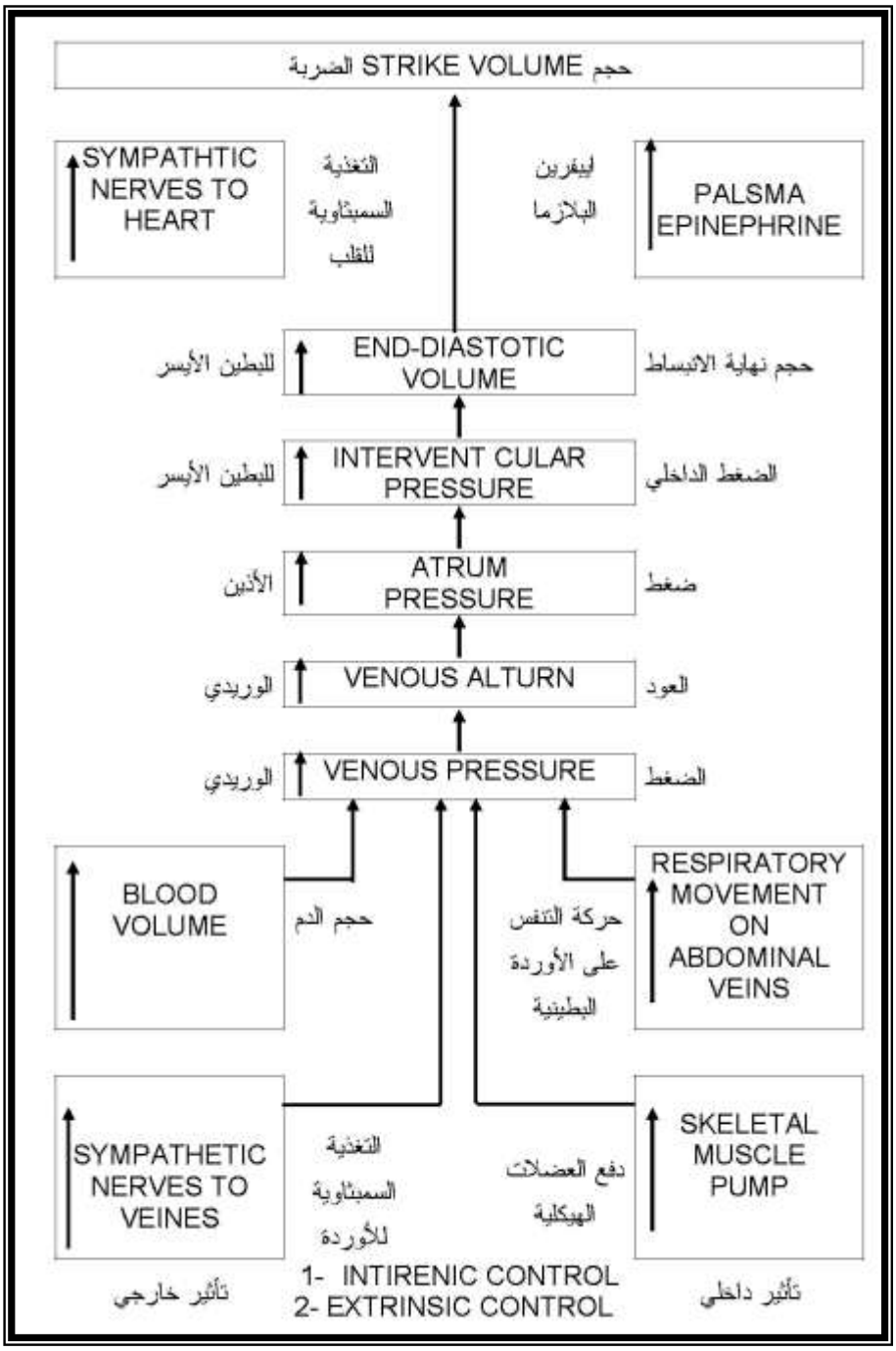
تختلف كمية الدم التي تُضخ من القلب في الضربة الواحدة بين الأفراد فحجم الضربة وفي وقت الراحة وعند وضع الوقوف للأشخاص الأصحاء من الذكور يتراوح بين (70–90) ملي لتر وللنساء بين (50–70) ملي لتر أي يقل بحوالي (30–40)% من الوضع الأفقي حيث يصل في هذا الوضع لدى الشباب الرياضيين إلى حوالي (100) ملي لتر وقد يزيد أو يقل عن هذه النسبة وفي حالة كون القلب يتميز بصغر حجمه تكون كمية الدم التي تُضخ من القلب قليلة بسبب قلة احتياطي القلب أي الكمية المتبقية في القلب وبهذا لا يتمكن القلب من إدامة احتياجات الجسم للدم إلا من خلال زيادة عدد ضرباته، وهذا ما يوضح لنا ارتباط حجم الضربة بحجم تجويف عضلة القلب فكلما كان حجم الضربة أكبر كلما كان معدل النبض أقل. كذلك لا يرتبط حجم الضربة بحجم البطين أثناء الانبساط فقط بل بقوة انقباضه أيضاً، وقد وجد (هولمان Hollman) إن أكبر حجم للضربة يتم في عمر (14 سنة) للبنين و (11 سنة) للبنات ويُعد حجم الضربة أحد العوامل المهمة والمُحددة لكمية الدفع القلبي للدم ويوضح الشكل رقم (12) مخططاً لحجم الضربة والمتغيرات المتعلقة بها أما ما يتعلق بحجم الضربة والنشاط

الرياضي فقد لقد أشار (راندیل 62 – 75) إلى أن قانون (FRANK) يؤكد على إن ما يناسب عمل القلب يكمن في زيادة حجم الضربات ومعدلها وتنظيم الوظائف وإن هذه الزيادة متعلقة بعدة عوامل وكما مبين في الشكل رقم (5) حيث يأتي في مقدمة هذه العوامل قوة انقباض عضلة القلب، كما أكدت ذلك بحوث (REINDELL) حيث إن الزيادة في حجم الضربات في الدقيقة يحصل من خلال تقوية الانقباض وهذا طبعاً يتم عن طريق التدريب الرياضي، وهذه القوة متعلقة بمدى التمدد قبيل التقلص حيث إنه كلما ازداد تمدد عضلة القلب زادت قوة انقباضها فضلاً عن قوة انقباض العضلة يأتي العبء القبلي (Preload) حجم البطين في نهاية دور الانبساط (End-Diastolic Volume) والذي يعتمد على العود الوريدي الذي هو الآخر يعتمد بدوره على مؤشرات متعددة تشمل؛ حجم الدم والتوتر الوريدي وقابلية تمدد البطين وهناك أيضاً العبء البَعدي (After Load) وهو الحمل الذي يواجهه البطين خلال التقلص والذي يؤثر في سرعة إمكانية إرجاع الدم الوريدي إلى القلب وزيادة حجم البطين وغيرها، إن حجم الضربة ومن خلال وجود هذه المتغيرات التي تتأثر بالتدريب الرياضي جعل من حجم الدم المدفوع في الضربة يزداد إلى حوالي (150 ملم دم/د) والحقيقة إننا لا نستطيع أن نقول بأن شدة التمرين وحجمه هما السبب في زيادة حجم الضربة وإنما وفضلاً عن ذلك هو تأثير التدريب المنتظم والمعتدل طويل الأمد.

إن هذه الزيادة بارتباطها بنبض القلب تساعد على الإيفاء بمتطلبات القلب أثناء الطلب وعلى سبيل المثال أثناء تدريب مركّز للمطاولة الأساسية للعدائيين تزداد كمية الدم التي تُضخ من القلب في

الضربة الواحدة نتيجة حتمية لتوسع القلب وكاستجابة للجهد المبذول من الأجهزة الوظيفية. ويمكن هنا أن نحصل على قيمة حجم الضربة (S.V) سم^3 كما يلي:

حجم الضربة = 100 + 0.5 (ضغط الدم الانقباضي – ضغط الدم الانبساطي [0.6(الضغط الانبساطي) – 0.6 (العمر بالسنوات)].



شكل رقم (12)

يمثل مخطط لحجم الضربة والعوامل المؤثرة فيها عن شيرمان 1975

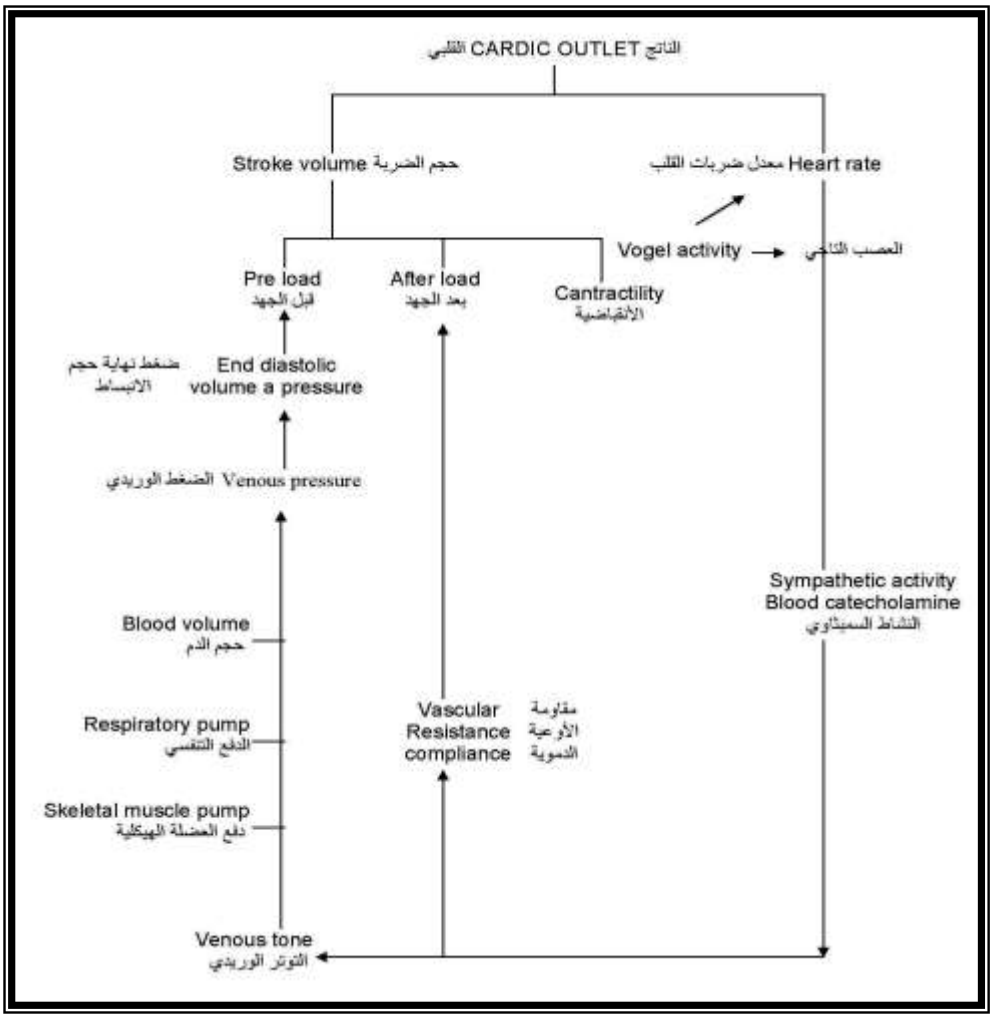
الناتج القلبي (C.O.P)

يـدفع القلـب فـي كـل ضـربة مـن ضـرباته كميـة مـن الـدم لكـل مـن البطين الأيمن إلى الرئتين ومن البطين الأيسر إلـى الأورطـي تُقدر بـ(4-5) لتـر/د او (4-6) لتـر/د وهـذا مـرتبط بالتأكيـد بطـول ووزن الفـرد أو المساحة الشخصية لجسمه.

إن متوسط الكمية المدفوعة من البطينين يُشترط أن يكون متساوي لكل منهما وإلا فأي اختلاف في ذلك يترتب عليه تجمع الدم في الرئتين أو أعضاء الجسم الأخرى.

هذا وإن النـاتج القلبـي يُعد أحـد المـؤثرات المهمـة العاكسـة لمقـدرة القلب ولهذا أصبح تقديره أو حسابه شيئاً أساسياً لمعرفة قدرة الإنسان، ولهذا اهتم الباحثون في وضع أساليب لقياس الناتج القلبي فقد أصبح واضحاً إن الناتج القلبي يتأثر بعدة عوامل وكما موضحة في الشكل رقم (13).

حيث يمكن يعتمد قياس الناتج القلبي من حاصل ضرب حجم الضربة (S.V.) مع معدل ضربات القلب (Heart rate) وإن الاختلاف في تحديد قيمة كمية الدم المدفوعة من القلب هي حالة غير مضرة وفي رأينا إنها راجعة لعدم توحيد القياس حيث إن لوضع الجسم ونمطه تأثير في الناتج القلبي فكمية الناتج القلبي عند الاستلقاء تزيد عنها أثناء الجلوس وتزيد بدورها عن الوقوف فضلاً عن اختلاف العينة التي يُجرى عليها القياس من حيث الطول والوزن والجنس (ذكر/أنثى).



الشكل رقم (13)

يمثل مخططاً للعوامل المؤثرة في الناتج القلبي

وعن علاقة النشاط الرياضي بالناتج القلبي فإن الناتج القلبي أو الدفع القلبي يُعد من العوامل المستخدمة في تقويم عمل القلب والذي ينتج وكما سبق ذكره من حاصل الاعتماد على معدل ضربات القلب (H.R) وحجم الضربة (S.V) فعلى سبيل المثال وكمعدل تناقله أكثر

الباحثين بأن حجم الضربة في الظروف الطبيعية هو (75) ملم دم أي ما يدفعه القلب من البطينين (75) ملم دم ولما كان نبض الإنسان العادي يتراوح بين (60–80) ن/د وفي المعدل (70) ن/د فإن حاصل ضرب معدل ضربات القلب في حجم الضربة يكوّن الناتج كما يلي:

(75 × 70 = 5250ml per min or 5.25 L per min.)

أي 75×70=5250 ملي لتر في الدقيقة أو 5,25 لتر في الدقيقة، ويشير (دايركس وآخرون) مثلما ذكرنا إلى أن الناتج القلبي قد يصل إلى حوالي (6,5) لتر/د ولكن وأثناء التدريب الرياضي وكما نرى في الشكل رقم (7) فإن نبض القلب (H.R) مرتبط بنشاط العصب السمبثاوي المغذي للقلب حيث يعمل على رفع معدل النبض أثناء الجهد إلى (200)ض/د مما ينعكس ذلك على زيادة الدم العائد إلى الأذين الأيمن عن طريق الوريد الأجوف وهذا بدوره يؤدي إلى زيادة حجم الضربة والذي يتحكم فيها القلب نفسه إلى حوالي (100–150) ملي لتر دم ليصل الناتج القلبي لما يلي:

200 × 100 = 20 liters of blood per minute

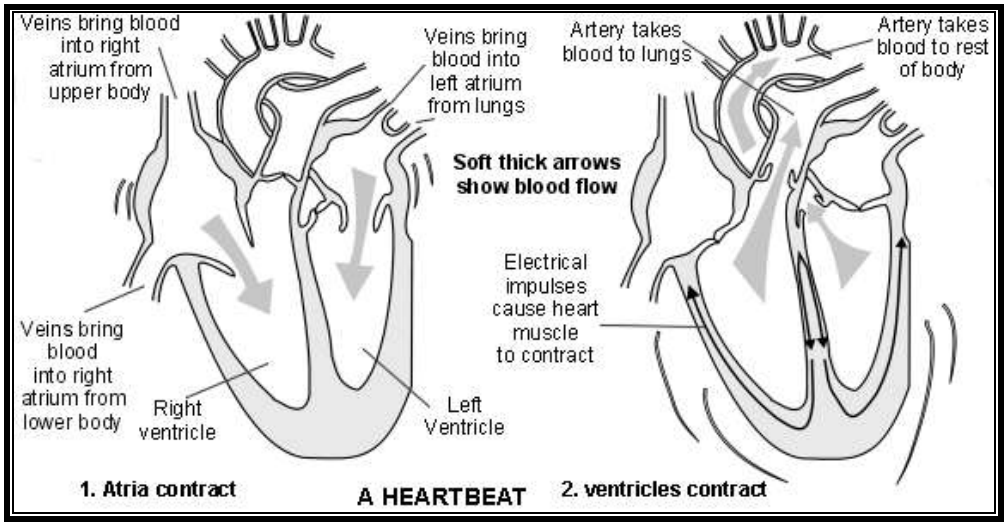
أي (200 × 100 = 20) لتر دم في الدقيقة وقد يصل إلى (30) لتر /د أو إلى (35–40) لتر /د، إن هذا العدد من لترات الدم يختلف من فعالية إلى أخرى حيث ينطبق ما ذكر في أعلاه على فعالية المطاولة حيث يتطلب الجهد فيها المزيد من الأوكسجين المحَمَل عن طريق الدم إلى خلايا وأنسجة الجسم الأخرى لكي تفي بمتطلبات الجهد المطلوب أثناء تدريب المطاولة.

البطين الأيسر (أحد أهم حجيرات القلب):

يقع تجويف البطين الأيسر في القسم الخلفي من القلب ويمتد إلى أسفل قمته ويمتاز بطوله عن تجويف البطين الأيمن وسمك جداره فهو يُعد أسمك من بقية التجاويف يرجع سبب ذلك إلى إمكانيته في دفعه للدم إلى جميع أجزاء الجسم عن طريق الشريان الأبهر الذي تُشكل فتحته حيزاً من القسم الأمامي العلوي الأيمن للبطين الأيسر، كما إنها تتميز بإحاطتها بثلاث مصاريع هلالية تمنع رجوع الدم إلى البطين الأيسر.

ويتصل الأذين الأيسر بالبطين الأيسر بفتحة مشابهة للتي بين الأذين الأيمن والبطين الأيمن وتسمى هذه الفتحة بالفتحة التاجية يمر خلالها الدم من الأذين الأيسر إلى البطين الأيسر الذي يتصف باحتوائه في الداخل على بروزات بشكل حبال من عضلة القلب في كل أقسام المنطقة المجاورة لفتحة الأبهر والقسم العلوي من الحاجز بين البطينين وكما مبين في الشكل رقم (14).

وفي الواقع فإن حجم البطين الأيسر في نهاية دور الانبساط أو حجم نهاية الانبساط (End-Diastolic Volume) يؤثر بشكل كبير في قوة وسرعة انقباض العضلة القلبية وهذا يتأثر بعدة عوامل منها حجم الدم، التوتر الوريدي ثم قابلية تمدد البطين ليكتسب توتراً كافياً خلال فترة الانقباض (Systole)، ولكي يدفع الدم من الشريان الأبهر، ولمعرفة حجم البطين الأيسر يمكن قياسه بطريقة مباشرة حيث نحصل على نتائج القياس من الأجهزة المختبرية (جهاز الإيكو) أو عن الطريقة الغير مباشرة كما ذكرنا عند استخراج حجم الضربة.



الشكل رقم (14)

يمثل تصوير تشريحي للقلب موضح فيه سمك جدار البطين الأيسر

وعن دور البطين الأيسر في الأنشطة الرياضية فإنه لاتساع تجويف البطين الأيسر أهمية في زيادة إنتاجية الجهاز الدوري لدى الممارسين للنشاط البدني ولهذا يُعد تقدير ما يتأثر به البطين نتيجة الجهد البدني من الأمور المهمة كونه يتحمل وزراً كبيراً لتنمية التحمل، ولكن شدة التأثير الواقع على البطين تختلف من رياضة إلى أخرى، فعلى سبيل المثال فإن سمك جدار البطين الأيسر يزداد للمصارعين ورياضيي دفع الجلة بالمقارنة بلاعبي التحمل مع وجود زيادة في حجم القلب لدى لاعبي التحمل، أي إن الزيادة في حجم البطين الأيسر وليس سمك العضلة القلبية قد أثر في حجم عضلة القلب وكما موضح في الشكل رقم (14) أي إن التغيير المورفولوجي للقلب عند الرياضيين يحدث إلى حد كبير في منطقة الدفع حيث يظهر في منطقة البطين الأيسر وهذا لا يلغي

زيادة سمك تجاويف القلب الأخرى ولكن نقطة التأثير الأكبر تقع حول نمو البطين الأيسر سواء كان في سمك عضلته حيث قابلية انقباض عضلته وضبط انقباضها ذات تأثير كبير على قوة الدفع ومن ثم على الجهد الرياضي، أو في زيادة حجمه المرتبطة بفرط الضغط الناتج داخله والمتعلق بعمل عضلة القلب، فأثناء التدريب الرياضي المنظم يلعب الجهاز العصبي اللاإرادي دوراً مهماً في التأثير على عضلة القلب أثناء الراحة حيث يُلاحظ زيادة ارتخاء عضلة القلب مما يؤدي إلى زيادة حجم تجويف البطين سعة حجم البطين الانبساطية أيضاً، هذه السعة تتكون من ثلاثة أجزاء والتي تُكون في مجموعها السعة الانبساطية للبطين وهي كما يلي:

1- حجم الدم الذي يدفعه القلب في كل ضربة من ضرباته خلال انقباض عضلة القلب.
2- حجم الدم الاحتياطي.
3- حجم الدم المتبقي.

فأثناء الجهد الرياضي أو تعرض قلب الرياضي إلى جهد يمكن أن يدخل حجم الدم الاحتياطي والذي يشكل مع حجم الدم المتبقي سعة القلب المتبقية ضمن حجم الدم خلال الانقباض أما الجزء المتبقي فلا يخرج من البطين تحت أي من الظروف.

إن المؤلفان ينظران إلى المصادر بأنها ذات معلومة قيمة في تقدير تأثير الرياضة في تجويف القلب (البطين الأيسر) وخصوصاً فعالية المطاولة لأنه أكثر تحملاً وأكثر سمكاً من البطين الأيمن والأذينين وعلى هذا الأساس سيكون نقطة التأثير في الأنشطة الرياضية خصوصاً رياضة المطاولة رغم أهمية المتغيرات القلبية الأخرى.

ضغط الدم (الصامت القاتل)

يعد مؤشر ضغط الدم من المؤشرات الفسيولوجية المهمة سواء كان للصحة العامة للفرد أو لممارسي النشاط الرياضي أو ذوي الإنجاز الرياضي العالي حيث إن لهذا المؤشر علاقة وطيدة بعمل القلب والأوعية الدموية فلا يمكن أن تتم عملية إيصال الدم إلى أنسجة وخلايا الجسم أو دوران الدم في داخل الأوعية الدموية بدون قدرة الضغط الدموي وهكذا يمكن أن نستكشف العلاقة المتينة بين صحة القلب بما يحويه من حجيرات وصمامات وبين مرونة الأوعية الدموية وصحة الدم حيث يلعب الدم هو الآخر دوراً كبيراً في التأثير على ضغط الدم خصوصاً عندما ترتفع كثافته، وعلى هذا الأساس يمكن أن يُنظر إلى الضغط الدموي بأنه الضغط الذي يسلطه الدم على جدران الأوعية الدموية والشرايين أثناء انتقال الدم من القلب إلى أنحاء الجسم نتيجة تقلص عضلة القلب وخصوصاً عضلة البطين الأيسر هذا يمكن قياس الضغط العام عن طريق جهاز خاص يسمى جهاز قياس ضغط الدم وهو على أنواع ويفضل عادة الأطباء النوع الميكانيكي لحصولهم على نتائج دقيقة، وهنا يمكن أن نميز نوعين من الضغط هما:

1- **الضغط الانقباضي (S.B.P): وهو الذي يتولد داخل الأوعية الدموية نتيجة لقوة انقباض العضلة القلبية (انقباض البطين الأيسر) ودفع الدم إلى كافة أنحاء الجسم وهنا يتعرض الدم إلى مقاومة من قبل جدران الشرايين والتي تكون أضيق من الأوردة ولكنها تتميز بسمك ومطاطية جدرانها وذلك لتحمل ضغط الدم العالي**

حيث يكون دفع الدم عادة بشكل نبضي وليس انسيابي ويبلغ مستوى ضغط الدم العالي هنا من (120–140) مل ز، ويتأثر هذا النوع من الضغط بالجهد البدني حيث يزداد نتيجة لزيادة دفع القلب للدم كما إنه يتأثر بالإفرازات الهرمونية والمنبهات والحالة النفسية مما يسبب عدم الاستقرار ولهذا يُنظر دائماً إلى الضغط الانقباضي بأنه الضغط غير المستقر.

2- الضغط الانبساطي (D.B.P): أو ما يسمى بضغط الدم الواطئ وهذا يتم نتيجة لانقباض الأذنين وانبساط البطينين أي يتولد نتيجة لانغلاق الصمام في الشريان الأبهر وعودة جزء من الدم باتجاه القلب وارتطامه بهذا الصمام وهو أكثر استقرارا من الضغط الانقباضي وأكثر أهمية من الناحية الصحية وتبلغ قيمته عند الفرد الطبيعي بين (70–80) ملم ز، ويختلف عادة بين النساء والرجال.

العوامل المؤثرة على ضغط الدم:

يتعرض الفرد لعدة أسباب وعوامل تؤدي إلى ارتفاع في ضغط الدم وخاصة الانقباض وقد تكون أسبابه معروفة وأخرى غير معروفة ولهذا سنعَرج على أهم العوامل التي تؤثر على مستوى الضغط.

1- الضغط الدموي الذي يتم بسبب غير معروف.

2- الجهد البدني حيث تتكيف عدد ضربات القلب علاقة طردية مع ضغط الدم وعند الجهد البدني تزداد ضربات القلب أي تزداد كمية الدم المنتقلة من القلب عبر الأوعية الدموية أي زيادة ضغط الدم.

3- تصلب الشرايين وهذا يتم بترسب الدهون على جدران الشرايين وخصوصاً الكولسترول إضافة إلى أمراض السكر أو إنه يتم بسبب فقدان مطاطية جدران الشرايين وخصوصاً في العمر المتقدم والتكلس الذي يتم في جدران عضلات الشرايين نتيجة تمزقها بسبب الضغط العالي عليهما.

4- ضيق الشريان الكلوي أو تلف أنسجة الكليتين أو عجزهما مما يؤدي إلى ما يسمى بضغط الدم الخبيث.

5- الاضطرابات الهرمونية وزيادة تناول الأملاح بنسبة أكثر من (5) غم لتصل عند مجموعات الضغط إلى (15) غم مما يسبب ضغط الدم.

6- استخدام المنبهات والأدوية بشكل غير قانوني وبدون وصفة طبيب وهذا يؤدي إلى مضاعفات منها عجز أو خلل في الكِلية مما يسبب ارتفاع ضغط الدم.

7- النزف الدموي، يؤثر هذا على انخفاض ضغط الدم.

ضغط الدم والجهد البدني:

أُجريت دراسات كثيرة من قبل باحثين كثيرين وذلك لمعرفة تأثير الأنواع المختلفة من الجهد البدني على ضغط الدم وهذه الدراسات قسم منها أُجري على أصحاء والقسم الآخر أُجري على المرضى الذين يعانون من ارتفاع ضغط الدم فعلى سبيل المثال أُجرى (برانون 1992) دراسة على مجموعة الأصحاء وقد تبين له زيادة الضغط الانقباضي مع زيادة

الجهد بينما يبقى الضغط الانبساطي دون تغيير، في حين توصل (باري وآخرون 1996) إلى أن التدريب الهوائي يؤثر بشكل إيجابي على الضغط الدموي وخصوصاً الانقباضي حيث تبين لديهم انخفاض معدل الضغط الانقباضي لدى ممارسي المطاولة ونود أن نوضح هنا إن انخفاض معدل ضغط الدم لا نعني به أنه ممارسة النشاط الرياضي تؤثر بصورة مستمرة على انخفاض ضغط الدم ولكن وفي كل الأحوال يعمل على تنظيم ضغط الدم ليكون في مستوى الحدود الطبيعية وهذا يعني أن يكون لدى ممارسي النشاط الرياضي مرونة في الشرايين مما يساعد على الحفاظ على مطاطيتها وفي الوقت ذاته الحفاظ على اقتصادية عمل القلب، أما ما يتعلق باستخدام الجهد البدني لتنظيم أو تخفيض الضغط الدموي وخصوصاً لدى المرضى فقد قام (تومر 1996) و(فريد كاسج) و(لويتنال واورباخ) بدراسات مختلفة كان مفادها أن استخدام التدريبات الهوائية ولفترة لا تقل عن (10-12) أسبوع ساهمت في خفض معدل ضغط الدم من (110-184) ملم ز إلى (90-140) ملم ز وكذلك من (103-155) ملم ز إلى (94-144)ملم ز.

وفي الحقيقة يمكن أن يكون التأثير للتمرينات البدنية الأوكسجينية على الضغط الدموي ناتج من تغير إيجابي في العضلات الملساء لجدران الأوعية الدموية مما أثر على مرونة ومطاطية الشرايين إضافة إلى ذلك قد يكون نتيجة لتقليل عوامل الخطورة عند ممارسي النشاط الرياضي ومنها نسبة الشحوم في الجسم إضافة إلى كفاءة عضلة القلب وحجيراته في تزويد الأنسجة بالدم.

من خلال ما تقدم يمكن أن نستنتج أن الأفراد (نساء ورجال) في أية صورة من الصور يخضع في واقعه إلى هموم الحياة فتشكل هذه وزراً على أجهزة الجسم الوظيفية وخصوصاً القلب وأوعيته الدموية فيرتفع ضغط الدم لأسباب عدة دون إحساس الشخص وعند ظهور أعراضه يكون قد أضر بالشخص ولهذا أُجريت دراسات عديدة لمعرفة تأثير الجهد البدني على ضغط الدم وقد خلصنا إلى أن التدريبات الأوكسجينية لها تأثيرات إيجابية على ضغط الدم بعكس التدريبات اللاأوكسجينية المرتبطة بتدريب الأشغال والتي تشكل وزراً كبيراً على التجويف الصدري وأجهزة الجسم الوظيفية والتي لا تساعد على خفض ضغط الدم بل على العكس من ذلك ولهذا السبب نرى مهمتين أساسيتين يجب العمل بهما وهما:

1- **ممارسة الجهد البدني الأوكسجيني للحفاظ على الصحة العامة ومن ثم الحفاظ على ضغط الدم.**
2- **الاستمرار بالنشاط الرياضي وعدم الانقطاع عنه في حال اعتزال اللاعبين وخصوصاً الفعاليات ذات التدريبات اللاأوكسجينية وخاصة لاعبي رفع الأثقال.**

الـــدم:

هو عبارة عن سائل أحمر لزج يتميز بوجود صبغة الهيموكلوبين الموجودة داخل الكريات الحمراء، يشكل نبع الحياة وهو يُضخ من القلب إلى بقية أنسجة وخلايا الجسم عبر الأوعية الدموية (الشرايين والأوردة) حيث تكون الشرايين بعيدة عن الجلد داخل الجسم وذلك لحمايتها من الصدمات حيث إنها تحمل الدم القاني إضافة إلى أنها تتميز بسمك جدرانها ومطاطيتها وذلك من أجل تحمل ضغط الدم العالي، أما الأوردة فتكون أقطارها أكبر من الشرايين حيث تعمل بضغط منخفض وهي المسئولة عن عودة الدم إلى القلب عن طريق الوريدين الأجوفين العلوي والسفلي بمساعدة العضلات الهيكلية ويكون دفع الدم فيهما بشكل انسيابي وتكون قريبة من الجلد ولها لون يميل إلى الزرقة لحملها الدم غير النقي وتلتقي الشرايين والأوردة عن طريق شبكة من الشعيرات الرفيعة والدقيقة لتشكيل ما يسمى بهيكل الدورة الدموية، وهناك أوعية صغيرة جداً تسير مع الأوردة تسمى القنوات اللمفاوية وهي التي تحمل السائل الآخر وتعمل على سحب الماء من خلايا الجسم ونقله إلى الأوردة لطرحها خارج الجسم.

إن الدم يتكون من البلازما والكريات الدموية والصفيحات الدموية ويشكل من (7- 8)% من وزن الجسم والدم كسائل يتكون من (55)% من البلازما و(45)% لخلاياه حيث تكون نسبة الخلايا إلى حجم الدم عموماً بحدود (47)% عند الرجال و(42)% عند النساء و(62)% عند الأطفال ويقدر حجم الدم في الإنسان البالغ بحدود (5-6) لتر وهذه مرتبطة بالنمط الجسمي للأشخاص حيث تختلف هذه النسبة لقصار القامة عن طوال القامة وكذلك أصحاب الوزن العالي أو الثقيل.

مكونات الدم:

- **البلازما: يشكل (55)% من الدم وهو سائل مائل للصفرة يتكون من (90)% ماء والباقي مواد ذائبة كالغذاء الممتص والأملاح والأجسام المضادة والهرمونات وبعض الفضلات.**
- **كريات الدم الحمراء: وهي عبارة عن خلايا قرصية الشكل مضغوطة من الجانبين وتحتوي هذه الكريات على صبغة الهيموكلوبين والذي يعتبر الواسطة الوحيدة المسئولة عن نقل الأوكسجين إلى خلايا الجسم ويقد عدد هذه الكريات بحوالي (5.5) مليون كرية في المليمتر المكعب الواحد عند الذكور أما عند الإناث فتبلغ حوالي (5) مليون كرية في المليمتر المكب الواحد.**
- **كريات الدم البيضاء: وهي عبارة عن خلايا عديمة اللون ذات شكل غير ثابت يبلغ عددها عند الذكور حوالي (8) آلاف كرية في المليمتر المكعب الواحد في حينه تكون عند النساء (6) آلاف كرية في المليمتر المكعب الواحد يزداد عددها في حالة الالتهابات أو الإصابة نتيجة بعض الجراثيم والبكتريا المرضية وهي على أنواع لكل منها عمله.**
- **الصفيحات الدموية: هي عبارة عن أجسام صغيرة قرصية أو بيضوية الشكل عددها حوالي (250) ألف في الملي لتر المكعب الواحد وتوجد بشكل مجموعات عنقودية وظيفتها المساهمة في عملية تخثر الدم عند الجروح أو النزف.**

تأثير النشاط الرياضي على الدم:

يشكل النشاط الرياضي بأنواعه المختلفة سواء كانت التدريبات ذات الصفة الأوكسجينية أو المختلطة أو اللاأوكسجينية وزراً على أجهزة الجسم وخصوصاً الجهاز القلبي والوعائي والدم أحدى أهم المؤشرات التي تعكس مستوى التدريبات الرياضية على أن النشاط الرياضي أياً كان نوعه يحقق نوعين من التغيرات في الدم أحدهما هو التغيير المؤقت حيث تكون تغيرات الدم بشكل استجابات تساعد على استمرار الأشخاص في أداء الجهد ثم يعود الدم إلى ما كان عليه في الحالة الطبيعية وقت الراحة.

أما التغيير الثاني فهو التغيير المستمر الذي يخضع له تكيف الدم على المجهود البدني لفترات طويلة وتشمل هذه التغييرات الدائمة زيادة حجم الدم والهيموكلوبين والكريات الحمراء إضافة إلى تجدد قدرة الكريات البيضاء على أداء واجبها هذا من جانب ومن جانب آخر هناك أيضاً التغييرات الكيميائية التي تحصل بالدم من تقوية الخواص التنظيمية للدم بمعنى زيادة قابلية الدم على مقاومة الحموضة أو القاعدة الزائدة بحيث تبقى قيمة (PH) ثابتة نسبياً في الدم وهنا يتم تحرير الطاقة في غياب الأوكسجين خصوصاً عند أداء النشاط الرياضي الأقصى حيث يُنتج الشخص المدَرَب كمية أكبر من حامض اللبنيك نظراً لتوفر كمية من الكلايكوجين المخزون في العضلة مما يؤثر على قيمة (PH) في الدم وهنا يحصل الاختلال في توازن الدم (الحامضي– القلوي) باتجاه حامضي إلى أن يتوفر الاحتياطي من القلوي والتنظيم الحيوي (كحامض الكاربونيك

أو الفسفوريك) والهيموكلوبين في الدم يقاوم ذلك التغير بصفة دائمة وتزداد كفاءة عمل تلك المنظمات لدى الأشخاص الرياضيين، إضافة إلى ما ذكر فإن العمليات الكيميائية للعناصر الموجودة داخل الخلايا كـ (الكالسيوم، البوتاسيوم، الصوديوم والأنزيمات) تلعب هي الأخرى أدوار متعددة وحيوية لموازنة عمل الأجهزة الوظيفية لجسم الإنسان أي تحقيق الاستقرار التجانسي في الجسم وخصوصاً عند التعرض للجهد البدني المطلوب.

الفصل العاشر

الجهاز التنفسي

- ❖ تركيب الجهاز التنفسي.
- ❖ ميكانيكية التنفس.
- ❖ العوامل التي تؤثر على عمليات التنفس.
- ❖ مؤشرات لياقة الجهاز التنفسي للأشخاص الأصحاء البالغين.
- ❖ الأحجام والسعات الرئوية.
- ❖ الجهاز التنفسي والنشاط الرياضي.

الفصل العاشر

الجهاز التنفسي

الغرض الرئيسي من الجهاز التنفسي هو توفير التبادل الغازي الفعال بين البيئة الخارجية والجسم وهذا يعني إن الجهاز التنفسي يوفر للشخص أسلوب تعويض (O_2) وإزالة (CO_2) من الدم تبادل (O_2) و(CO_2) بين الرئة والدم كنتيجة للتهوية والتنافذ بحيث يشير مصطلح التهوية إلى العملية الميكانيكية لحركة الهواء إلى داخل وخارج الرئة، أما التنافذ فهو حركة عشوائية للجزيئات من المناطق عالية التركيز إلى المناطق المنخفضة التركيز وبسبب إن ضغط (O_2) في الرئة أكبر منه الدم يتحرك (O_2) من الرئة إلى الدم، وبطريقة مشابهة فإن ضغط أو شد (CO_2) في الدم أعلى من ضغط (CO_2) في الرئة ولذا يتحرك (CO_2) من الدم إلى الرئة وهذا يسمى الشهيق ويظهر التنافذ في الجهاز التنفسي بسرعة بسبب وجود مساحة سطح واسعة جداً داخل الرئة والمساحة التنافذية الصغيرة جداً بين الدم والغازات في الرئة والحقيقة (O_2) و(CO_2) في الدم على الأغلب يترك الرئة في حالة توازن كامل فهذا يتم بواسطة مستلمات كيميائية تتواجد في المراكز التنفسية أو مستلمات كيميائية محيطية في الجسم والمشكلة هنا هي في ارتفاع تركيز ثاني اوكسيد الكربون في الدم حيث تقوم تلك المستلمات بإنذار الجسم لتحقيق الاستقرار التجانسي في الجسم ومن ثم استمرار الأفراد بإدامة عملية التنفس سواء كان في الراحة أو في الجهد، وكمثال على ذلك فعندما تبلغ نسبة غاز ثاني اوكسيد الكربون (3)% تصبح الحركات

التنفسية عميقة وسريعة وعندما تصل تلك النسبة إلى (6)% فيحدث إخفاق في عمل القلب والحركات التنفسية وهذا يعني ارتفاع تركيز (CO_2) في هواء الحويصلات وفي الدم الشرياني مما يحفز المستلمات الكيميائية في المركز التنفسي وفي الجسم فيحدث أن تكون هناك زيادة في الحركات التنفسية وارتفاع معدل التهوية وبالتالي انخفاض تركيز (CO_2) في الحويصلات والدم الشرياني فتعود الحركات التنفسية إلى ما كانت عليه أي إلى وضعها الطبيعي مع وجود شد إلى (O_2) و (CO_2) من داخل الرئة وهو كشهادة على الفعالية العالية لوظيفة الرئة الطبيعية وعلى هذا الأساس سنرى نوعين من التنفس:

1-التنفس الخارجي:-

يتمثل التنفس الخارجي بمرحلتين هما:

أ- مرحلة تعاطي الهواء الخارجي بواسطة الأنف والفم إلى المجاري التنفسية العليا والسفلى حتى يصل الحويصلات.

ب- مرحلة تنافذ الغازات كالأوكسجين وثاني أوكسيد الكربون بين الهواء الحويصلي والدم عبر الأغشية الجدارية الرقيقة للحويصلات والشعيرات الدموية.

2-التنفس الداخلي:-

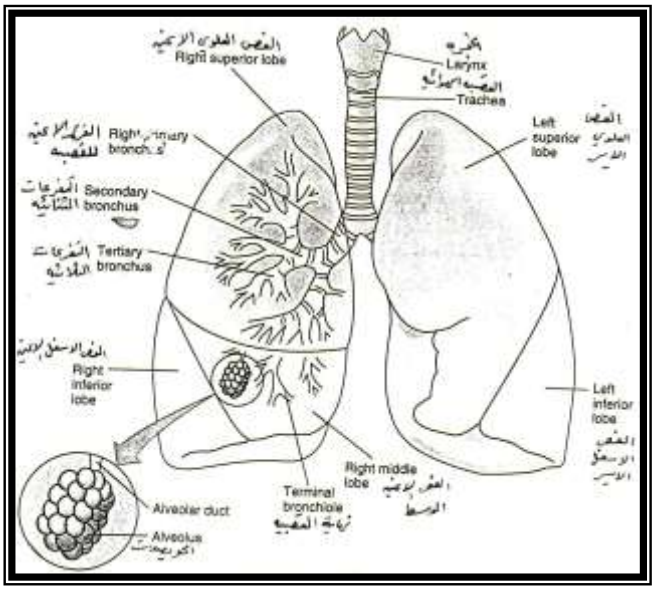
يتمثل التنفس الداخلي بمرحلتين أيضاً هما:

أ- مرحلة تنافذ الغازات كالأوكسجين وثاني أوكسيد الكربون بين الدم وخلايا الأنسجة المختلفة.

ب- مرحلة الأكسدة والاحتراق داخل الأنسجة الجسمية المختلفة، وتتم هذه المرحلة بمساعدة فعل الأنزيمات وتنتهي بتكوين الطاقة والمخلفات.

تركيب الجهاز التنفسي:

يتكون الجهاز التنفسي البشري من مجموعة من الممرات تعمل على تصفية الهواء ونقله إلى داخل الرئة، حيث مكان ظهور التبادل الغازي داخل جيوب هوائية صغيرة جداً تدعى الحويصلات. صُورت المكونات الرئيسية للجهاز التنفسي في الشكل رقم (15) تشمل أعضاء الجهاز التنفسي الأنف، التجويف الأنفي، الحنجرة، القصبة الهوائية، شجرة المجاري الهوائية والرئتان اليمنى واليسرى.



الشكل رقم (15)

التفرعات التي تكون المسارات التي توصل بين القصبة الهوائية والحويصلات الرئوية

التفرعات

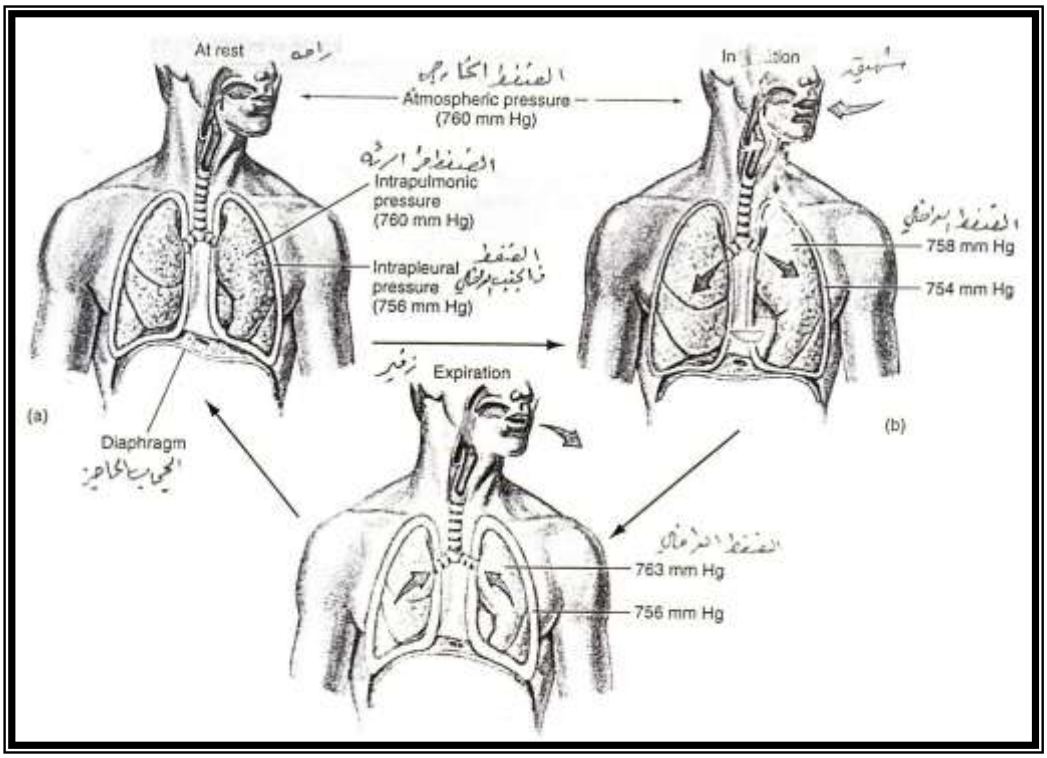
أما الوضع التشريحي للرئة وعلاقتها بعضلة الشهيق الرئيسية والحجاب الحاجز موضح في صورة الشكل رقم (16) ومن الملاحظ إن الرئة اليمنى واليسرى مغلفة بواسطة مجموعة من الأغشية تُعرف بغشاء الجنب يلتصق الجيب الحشوي على السطح الخارجي للرئة، في حين يبطن غشاء الجنب الجدار الداخلي للقفص الصدري والحجاب الحاجز يفصل هذان الغشاءان بطبقة سميكة من السائل الذي يعمل كزيت مخفف للاحتكاك لكي يسمح بالحركة الانزلاقية لجدار الجنب أحدهما فوق الآخر، هذا الضغط داخل تجاويف غشاء الجنب (الضغط الداخلي الجنبي) هو أقل من الضغط الجوي ويصبح حتى أقل عند الشهيق مما يسبب اندفاع الهواء للرئة، حقيقة إن الضغط الداخلي الجنبي هو أقل من الضغط الجوي له أهمية كبيرة جداً بسبب إنه يمنع فشل دخول أجزاء الهواء إلى الجيوب داخل الرئة.

وينقسم ممر الهواء داخل الجهاز التنفسي إلى قسمين وظيفيين:

1) منطقة الاتصال. 2) منطقة التنفس (لاحظ الشكل رقم 16). تشمل منطقة الاتصال جميع التراكيب التشريحية (مثل القصبة الهوائية، التفرعات الشجرية والفروع الرئيسية داخل الرئة) التي يمر خلالها الهواء ليصل إلى منطقة التنفس، تسمى المنطقة التي يظهر فيها التبادل الغازي بمنطقة التنفس وتشمل هذه المنطقة الشعب التنفسية لاحتوائها على عناقيد من الحويصلات.

يدخل الهواء القصبة الهوائية من الحنجرة التي تستلم الهواء من الأنف والفم وعموماً يتنفس الإنسان من خلال الأنف حتى يصل إلى (20 –30) لتر في الدقيقة في ذلك الوقت يصبح الفم الممر الرئيسي للهواء يستحيل مرور أو خروج الهواء في القصبة الهوائية، فإنه يمر خلال ما يشبه الصمام المفتوح يدعى "المزمار" الذي يكون موقعه بين الحبال الصوتية. ثم تتفرع القصبة الهوائية إلى قسمين رئيسيين، الفرع الأيمن والأيسر حيث يدخل كل فرع في رئة واحدة عندئذ يتشعب الفرع إلى شجرة قصيبية قبل أن يشكل تشعبات صغيرة (الشعب فروع صغيرة من القصبات) تتفرع الشعب أيضاً إلى عدة فروع أصغر قبل أن تصبح قنوات للحويصلات الجيبية ومناطق تنفس للرئة (لاحظ الشكل رقم 16) حيث إن منطقة التنفس في الجهاز التنفسي لا تستخدم فقط كممر للهواء، بل أيضاً لها وظيفة ترطيب وتصفية الهواء عند مروره باتجاه منطقة التنفس للرئة بغض النظر عن درجة الحرارة والرطوبة للمحيط فإن الهواء الذي يدخل الرئة حار ومشبع ببخار الماء، هذا الهواء الحار والرطب يخدم في المحافظة على حرارة الجسم ويمنع أنسجة الرئة الرقيقة من الجفاف. حيث إن منطقة الاتصال ومنطقة التنفس لها الدور الأساسي في تصفية هواء الشهيق وفي منع الضرر عند الرئة الناتج من تجمع الأجزاء الصغيرة المُستنشقة في منطقة التنفس، على أن عمليات التصفية والتنظيف هذه يتم تحقيقها بطريقتين، الأولى عن طريق المادة المخاطية التي تفرزها خلايا منطقة التنفس حيث تلتصق بها الجزيئات الصغيرة المُستنشقة وذلك يدفع هذا المخاط نحو التجويف الخارجي بواسطة حركة أجزاء صغيرة تُشابه الأصابع تُدعى بالأهداب، تتحرك هذه

الأهداب بطريقة تشبه التموج حيث تدفع المادة المخاطية بسرعة من (1 إلى 2) سنتيمتر في الدقيقة عندها تقع الجزيئات الغريبة في مصيدتها تتحرك هذه المادة باتجاه الحنجرة عن طريق الأهداب وعندئذ يمكن أن تُبلع أو تُدفع للخارج.



الشكل رقم (16)

يوضح ميكانيكية الشهيق والزفير

ميكانيكية التنفس:

كما ذكرنا سابقاً إن حركة الهواء من المحيط الخارجي إلى الرئة تدعى بالتهوية الرئوية وتظهر عن طريق عملية تُعرف بالتيار النافخ، يدل التيار النافخ على حركة الجزيئات خلال الممرات الهوائية نتيجة الاختلاف في الضغط بين نهايتي الممر الهوائي، لذا يظهر الشهيق نتيجة بدأ الضغط داخل الرئة بالانخفاض تحت تأثير الجو الخارجي وبالعكس يظهر الزفير عندما يتجاوز الضغط داخل الرئة الضغط من الخارج. سوف نوضح ذلك بما يلي:

الشهيق:

أي عضلة قادرة على زيادة حجم الصدر تُعتبر مشاركة في عملية الشهيق، حيث إن الحجاب الحاجز يعد أهم عضلة في الشهيق وهو العضلة الوحيدة التي تُعتبر أساسية للحياة والحجاب الحاجز عضلة رقيقة على شكل قبة تلتحم بالأضلاع السفلى ويلتحم بها عصب الحاجز، فعندما يتقلص الحجاب الحاجز فإنه يدفع البطن للتقلص باتجاه الأسفل والأمام بالإضافة إلى رفع الأضلاع باتجاه الأعلى (لاحظ الشكل 16) ناتج هاتين العمليتين هو خفض الضغط داخل غشاء الجنب الذي يسمح بالمقابل توسع الرئة، ينتج عن تمدد الرئة انخفاض في الضغط داخل الرئة تحت الضغط الخارجي مما يسمح للهواء بالدخول إلى الرئة.

عند التنفس الاعتيادي (وقت الراحة) يُنفذ الحجاب الحاجز معظم عمل الشهيق وعلى أي حال فخلال التمرين، تُستدعى عضلات أضافية للقيام بهذا الدور تشمل هذه عضلات ما بين الأضلاع، الصدرية الصغرى،

والقصيبية الغشائية، جميع هذه العضلات تُساعد الحجاب الحاجز في زيادة حجم القفص الصدري الذي يساعد في التنفس.

<u>الزفير</u>:

الزفير هو حركة سلبية خلال التنفس الطبيعي وهذا يعني لا يوجد جهد عضلي ضروري للزفير لكي يظهر في حالة الراحة وهذا صحيح والسبب إن الرئة وجدران الصدر مطاطية وتميل للرجوع إلى وضع التوازن بعد التوسع خلال الشهيق. أما خلال التمرين والتهوية المفرطة الإرادية فيصبح الزفير فعال، هذا وان أهم العضلات المستخدمة في الزفير هي تلك الموجودة في جدار البطن والتي تشمل المستقيمة البطنية والسدادة الداخلية، فعندما تتقلص هذه العضلات، يُدفع الحجاب الحاجز نحو الأعلى وتُسحب الأضلاع نحو الأسفل وللداخل وينتج عندها زيادة في الضغط الرئوي ويظهر الزفير.

<u>مقاومة المجرى الهوائي</u>:

في أي قيمة يتوقف فيها الهواء إلى داخل الرئة، نرى اختلاف الضغط حيث يجب أن يتطور اعتماداً على مقاومة المجاري الهوائية، تدفق الهواء داخل المجاري الهوائية لجهاز التنفس يمكن أن يُعرف بطريقة رياضية عن طريق العلاقة التالية:

$$\text{تدفق الهواء (جريان الهواء)} = \frac{\text{الضغط}_1 - \text{الضغط}_2}{\text{المقاومة}}$$

حيث إن الضغط $_1$ – الضغط$_2$ هو الفرق بين الضغط عند نهايتي مجرى الهواء، في أي وقت يزداد فيه تدفق الهواء يعني إن هناك زيادة في الضغط داخل الجهاز الرئوي أو هناك انخفاض في مقاومة المجرى الهوائي، وهذا حقيقة يشبه العلاقة في تدفق الدم.

<u>العوامل التي تؤثر على عمليات التنفس</u>:

هناك عدة عوامل يمكن أن تؤثر في عمليات التنفس سنذكر أهمها فيما يلي:

1. **النشاط الرياضي: نتيجة لممارسة النشاط الرياضي فإن الجسم يتعرض إلى تغيرات وظيفية وكيميائية خصوصاً ما يتعلق بإنتاج الطاقة وعلى هذا الأساس سترتفع نسبة ثاني أوكسيد الكربون مما يتطلب التخلص منها وفي هذه الحالة سيتطلب زيادة معدل وعمق التنفس وهذا يخضع إلى مستوى التكيف الذي يكون عليه الفرد.**
2. **تعرض الشخص إلى أماكن رديئة التهوية أو يتواجد في مناطق توجد فيها نسب مختلفة من الغازات السامة لتعرض الرياضيين إلى دخان السيارات في حالة قيامهم بالركض في أماكن تواجد السيارات المزدحمة أو المعامل الإنتاجية.**
3. **اختلاف درجة حرارة الجسم وهذا يتطلب زيادة في حركات التنفس مما يتطلب الحاجة إلى الأوكسجين ولهذا السبب تُستخدم المشروبات المعدنية والماء بصورة مقننة عند قيام الفرد بالجهد وذلك للحفاظ على التوازن الحراري في الجسم.**

4- اختلاف الضغط الجوي، يؤثر هذا العامل بالاتجاهين إذا كان الفرد قد تعرض إلى ضغط جوي مرتفع أو ضغط جوي منخفض ففي الأول قد يتعرض الفرد إلى الموت وفي الثانية تحدث قلة في الأوكسجين مما يتطلب زيادة في عدد كريات الدم الحمراء وزيادة سرعة التنفس.

<u>الأحجام والسعات الرئوية</u>:

تنقسم هذه الأحجام والسعات الرئوية بين ما يدخل الرئتين من حجم الهواء وما يخرج منها والذي يُقدر بحوالي (500) سم^3 وهو ما يدعى بحجم التناوب إضافة إلى ما يدخله المرء إلى الرئتين والذي يُقدر بحوالي (2500) سم^3 والذي تدعى بكمية الهواء الشهيقي إضافة إلى كمية الهواء الخارجة والتي تُقدر (1500) سم^3 والتي تُسمى بالحجم الزفيري وهذه تُسمى بمجموعها (4500) سم^3 بالسعة الرئوية التي تتأثر هي الأخرى بحسب نوع النشاط الرياضي يُضاف إلى ذلك ما تبقى من كمية الهواء في الحويصلات حتى بعد أعمق زفير والتي تُقدر بحوالي (1300) سم^3 والذي يُسمى بالحجم المتبقي (المتخلف) وتُشكل هذه الكمية مع السعة الرئوية ما يُسمى بالسعة الرئوية الكلية والتي تُقدر بـ (6) لتر ولكن هناك قسم آخر من الهواء الداخل لا يصل إلى الحويصلات الهوائية ويبقى بالمجاري التنفسية (المنخرين، القصبة الهوائية والقصيبات) وذلك لعدم تخصصها بالتبادل الغازي لذلك يسمى بالحيز المتبقي وتُقدر قيمته بـ (150) سم^3 ولهذا فأثناء التنفس العادي يتجدد حوالي (350) سم^3 من هواء حويصلات الرئوية (350) سم^3 بالرغم من الحجم المتناوب

يُقدر بـ (500) سم^3 والشكل رقم (17) يوضح الأحجام والسعات الرئوية وسنوضح كل منها ومقدار زيادتها في النشاط الرياضي وكما يلي:

1- معدل التنفس (يزداد معدله ليصل عند الجهد الأقصى من (35-50) مرة /د).

2- هواء التنفس (يزداد ليصل عند النشاط الرياضي إلى (3) لتر أي بمقدار 6 أضعاف).

3- حجم التهوية الرئوية (يزداد عند النشاط الرياضي ليصل إلى (12-20) ضعف أي يصل من (8-12) لتر/د.

4- تبادل الغازات (يصل أثناء النشاط الرياضي من (20-30) ضعف وهو مرتبط بالتهوية الرئوية).

5- استهلاك الأوكسجين (يزداد في النشاط الرياضي ليصل من (250) ملي لتر/د بالراحة إلى (5-6) لتر/د.

6- الهواء المتبقي في الرئتين (يزيد حجم الهواء المتبقي بالرئتين بعد إطلاق أقصى زفير)

7- يزداد حجم السعة الرئوية والأحجام الرئوية بشكل عام لدى رياضيي التحمل والأشخاص المدربين.

إن كل ما ذُكر يمكن أن يرتبط بمطاطية الرئتين وقدرتهما على التمدد والانكماش لأداء حركات التنفس القوي والعميق إضافة إلى ذلك فإن زيادة كثافة الشعيرات الدموية المحيطة بالحويصلات الهوائية للرئتين تلعب هي الأخرى دور مهم وذلك لتفَتح عدد من الشعيرات الدموية المغلقة أو الخاملة وتَوَلد شعيرات دموية جديدة وتحت تأثير التكرارات المتواصلة عند أداء النشاط الرياضي المطلوب.

الجهاز التنفسي والنشاط الرياضي:

يتأثر الجهاز التنفسي عند تعرض الفرد إلى النشاط الرياضي وعلى هذا الأساس فإن سرعة التنفس ستزداد على إن هذه الزيادة تختلف من فرد إلى آخر وعند الفرد الواحد تختلف حسب النشاط الرياضي الممارس وعلى سبيل المثال وفي النشاط الرياضي المتوسط الشدة وذو المدد الطويلة نجد إن معدل التنفس يزداد في الفترة الأولى من السباق ثم يقل معدله بعد ذلك ويظل منتظماً على هذا المعدل لفترة زمنية حيث تسمى هذه الفترة بالثانية أو المنتظمة ولكي يصل الفرد إلى هذه الفترة يتطلب منه أخذ فترة زمنية تُقدر بخمسة دقائق من بداية قيامه بالمجهود، ففي هذه الفترة يقوم الجسم بتنظيم نفسه من حيث تبادل الأوكسجين وثاني أوكسيد الكربون من وإلى الدم عن طريق الرئتين وعن طريق العضلات وخلايا الجسم ومن أجل الاستمرار على ذلك يجب أن يحدث تكيف فسيولوجي لأجهزة الجسم المختلفة وخصوصاً جهاز الدوران والتنفس لكي يستطيع الفرد أداء النشاط الرياضي بأحسن حال حيث سيتمكن الرياضي هنا من معالجة نقص سرعة التنفس مع خلق الإمكانيات الاقتصادية لعمل الأجهزة الوظيفية للجسم عند أداءه للنشاط بالمستوى المطلوب وخصوصاً ما يتعلق بعمل العضلات بشكل منتظم مع عدم وجود ألم. وهناك عدد كبير من المؤشرات الفسيولوجية التي تعبر عن لياقة الجهاز التنفسي من حيث قوة عضلات التنفس ومرونة الرئتين والقفص الصدري وكفاءتها الميكانيكية فضلاً عن كفاءة عملية التبادل الغازي ومن أهم هذه المتغيرات هي:

1- معدل التنفس (عدد مرات التنفس في الدقيقة الواحدة ويُقدر باثني عشرة مرة بالدقيقة لدى الأصحاء البالغين).

2- حجم هواء التنفس العادي (مقدار الهواء الذي يمكن أن يستنشقه الفرد وخلال عملية الشهيق الهادئ أو الزفير ويُقدر بحوالي 500 ملي لتر).

3- حجم هواء التهوية الرئوية (حجم الهواء الداخل والخارج من الرئتين ويتراوح مقداره بين (6-7) لتر في الراحة وهو ناتج ضرب معدل التنفس × حجم هواء التنفس الواحد العادي أي 12 مرة × 500 ملي لتر = 6 لتر/د).

وهناك عدد من المؤشرات الأخرى التي تُعبر عن كفاءة الوظائف التنفسية ويُطلق عليها الأحجام والسعات الرئوية وكما ذكرناها سابقاً.

مؤشرات لياقة الجهاز التنفسي للأشخاص الأصحاء البالغين:

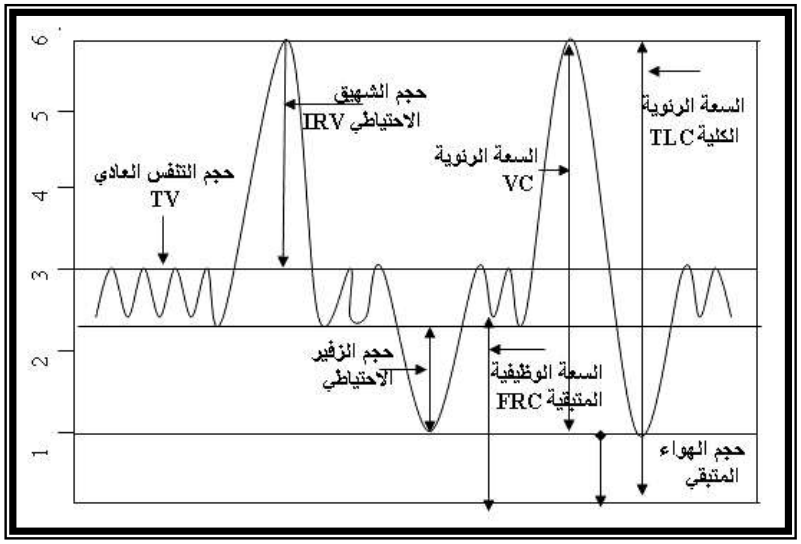
هناك عدد كبير من المؤشرات الفسيولوجية التي تُعبر عن مدى لياقة الجهاز التنفسي من حيث قوة عضلات الجهاز ومرونة الرئتين والقفص الصدري وكفاءة عملية التبادل الغازي ومن أهم المتغيرات التي تُستخدم للكشف عن لياقة الجهاز التنفسي ما يلي:

1- معدل التنفس (Breathing rate) عدد مرات التنفس في الدقيقة الواحدة (12) مرة بالدقيقة للأصحاء البالغين.

2- حجم هواء التنفس العادي (Tibal volume) مقدار الهواء الذي يمكن أن يستنشقه الشخص خلال عملية الشهيق الهادئ أو الزفير ويُقدر بحوالي 500 ملي لتر.

3- حجم التهوية الرئوية (Pulmonary ventilation volume) حجم الهواء الداخل والخارج من الرئتين والذي يعمل على تجديد هواء الحويصلات وتهوية الرئتين بشكل عام ويُحسب خلال الدقيقة الواحدة ويتراوح مقداره ما بين (6-7) لتر في الراحة وهذا المقدار هو ناتج ضرب معدل التنفس × حجم هواء التنفس الواحد العادي)؛ فعلى سبيل المثال اذا كان معدل مرات التنفس 12 مرة فيكن: 12 مرة × 500 ملي لتر = 6 لتر/د.

وهناك أيضاً عدد من المؤشرات الفسيولوجية والتي يمكن قياسها والتي تُعبر عن كفاءة الوظائف التنفسية والتي يُطلق عليها الأحجام والسعات الرئوية. انظر الشكل رقم (17).



شكل رقم (17)

يمثل قياسات الأحجام والسعات الرئوية في حالة الراحة

الفصل الحادي عشر
التركيب أو التكوين الجسمي

- **التقنيات المستخدمة في تقدير التركيب الجسمي.**
- **تقدير التركيب الجسمي لحساب مؤشر كتلة الجسم.**
- **تقدير وزن الكتلة العضلية للجسم.**
- **تقدير وزن الهيكل العظمي.**

الفصل الحادي عشر
التركيب أو التكوين الجسمي

يشمل التكوين أو التركيب الجسمي على مجموع أجزاءه المختلفة (عضلات، عظام، دهون) إضافة إلى الأعضاء التي تكون الأجهزة الداخلية للجسم، علماً إن تركيب أو تكوين الجسم يتحدد تبعاً إلى كتلة تلك الأوزان ونسبتها المئوية مقارنة بالوزن الكلي للجسم.

إن وزن النسيج العظمي وكذلك وزن أجهزة الجسم الحيوية الداخلية بدرجة من الثبات النسبي بعكس التكوين العضلي الدهني حيث تظهر فروقات ملحوظة بين الناس في هذا المكونين لارتباطهما الوثيق بحركة الإنسان وفي دراستنا في كليات التربية الرياضية بصورة عامة وفي فسيولوجيا التدريب بصورة خاصة نميز مكونين أساسيين للجسم وهما:

أولاً- <u>دهن الجسم</u>:

تشكل نسبة دهن الجسم عادة ما نسبته (15-20)% للرجال و(25-28)% للنساء تزداد بتقدم العمر للأشخاص وتتأثر بالنشاط الرياضي حيث تقل هذه النسبة للرياضيين وخاصة رياضيو التحمل، ويمكن أن نميز نوعين من هذه الدهون:

1- الدهن الأساسي: وهذه تشكل ما نسبته (3)% للرجال و(12)% للنساء ويوجد عادة في نخاع العظم والأنسجة العصبية أو في أعضاء الجسم المختلفة (القلب، الكلى، الكبد، الرئتين).

2- الدهن المخزون: ويمثل النسبة الباقية من دهن الجسم ويتركز تحت الجلد وفي الأنسجة الدهنية التي تحيط بأجهزة الجسم المختلفة ويستخدم هذه كمصدر للطاقة كما يعمل على حماية أجهزة الجسم الحيوية من الصدمات.

ثانياً- <u>كتلة الجسم بدون دهن</u>:

وهنا يقصد بذلك القسم الآخر من مكونات الجسم كالعضلات والعظام وغيرها، وتُقدر كتلة الجسم بدون دهن بالاعتماد على وزن الجسم منقوصاً من الدهن المخزون وهذه إشارة إلى أن كتلة الجسم بدون دهن تعتمد على وزن الدهن المخزون وليس النسبة المئوية لذا نجد إنه من المهم تحويل النسبة المئوية للدهن إلى وزنه بالكيلوغرام وفي هذه الحالة يكون؛

وزن الدهن بالجسم = النسبة المئوية للدهن × وزن الجسم.

وبهذا ستكون كتلة الجسم بدون دهن = وزن الجسم – وزن الدهن المخزون.

<u>التقنيات المستخدمة في تقدير التركيب الجسمي</u>:

على مدى سنين طويلة يقوم الباحثين بتجديد التقنيات المهمة المطلوب استخدامها لتقدير التركيب وهنا سنقوم بإدراج تلك التقنيات وكما يلي:

1- أسلوب النظائر المشعة: وفي هذا الأسلوب يتناول الشخص ماء مشع يتوزع هذا المحلول داخل ماء الجسم تؤخذ عينة من سائل الجسم (مصل) ولعاب ويتم تحديد تركيز المادة المشعة.

2- أسلوب قياس امتصاص الضوء: تُمرر حزمة ضوئية فوق العظم أو العظام ويتم الحصول على الحزمة الضوئية المنبعثة من العظم أو الأنسجة اللينة حيث توجد علاقة بين امتصاص الأشعة الضوئية والكثافة المعدنية للعظام.

3- أسلوب البوتاسيوم: الموقع الرئيسي للبوتاسيوم هو داخل الخلايا ويظهر بصورة طبيعية عند أخذ مادة مشعة من البوتاسيوم ويمكن قياسه في جميع أنحاء الجسم حيث إنه يتناسب مع كتلة لحم الأنسجة.

4- أسلوب الوزن تحت الماء: وزن الجسم تحت الماء أسلوب شائع يستعمل لتحديد كثافة الجسم علماً أن كثافة الماء (1)غم/مللتر وشحم الجسم كثافته (0,9) غم/مللتر.

5- أسلوب قياس الامتصاص الثنائي لطاقة X: من الأساليب المهمة التي يُتوقع لها في المستقبل القريب لتحليل تركيب الجسم حيث يتطلب هذا الأسلوب استعمال مصدر إشارة أشعة X لتحديد الجسم ككل وتخمين لمناطق (الأنسجة اللحمية، العظم، المعادن والشحم) وبدرجة عالية من الدقة.

6- أسلوب الأشعة الحمراء: يعتمد هذا الأسلوب على امتصاص الضوء ويتم العمل به بوضع مجس أليف بصرية فوق العضلة ذات الرأسين وتُبعث أشعة ضوئية حمراء، يمر الضوء خلال الشحم تحت الجلد والعضلة وينعكس عن العظم للخلف ثم يصار إلى تحليله بأجهزة خاصة.

7- أسلوب الموجات فوق الصوتية: ويتم في هذا الأسلوب انبعاث موجات صوتية خلال الأنسجة ويُسلم صدى هذه الموجات ويُحلل حيث يُستخدم هذا الأسلوب في قياس سمك الشحم تحت الجلد كذلك تُسهم هذه العملية بالكشف الدقيق لجميع أعضاء الجسم وتخمين حجومها.

8- أسلوب الرنين المغناطيسي النووي: وفي هذا الأسلوب تُبعث موجات كهرومغناطيسية خلال الأنسجة ويتم امتصاصها في نواة معينة ومن ثم تحرر طاقة عند تردد معين (رنين) خصائص هذا التردد أو الرنين مرتبط وله علاقة بنوع الأنسجة، ولذا يُستخدم الكومبيوتر لهذه الإشارة حيث يمكن أن يعطي صورة مفصلة ويمكن هنا احتساب أحجام الأنسجة.

9- أسلوب قياس سمك طبقة الجلد: وهذا الأسلوب من الأساليب الشائعة الاستعمال والتي يتم فيها تخمين الشحم للجسم ككل بواسطة قياس الشحم تحت الجلد حيث يتم الحصول على عدد من قياسات طبقة الجلد وتُستعمل القيم التي يتم الحصول عليها في معادلة لحساب كثافة الجسم وكما يلي:

للرجال الكثافة = 1,1125025 – 0,0013125(X_1) **+ 0,0002440**(X_2) **– 0,0000055**(X_1^2)

حيث أن (X_1) **هو حاصل جمع طية الجلد تحت عضلة الثلاث رؤوس ولوح الكتف والصدر و** (X_2) **تساوي العمر بالسنين.**

للنســاء الكثافــة =1,089733 –0,000245 (X_1) **+ 0,000025**(X_1^2) **– 0,0000979**(X_2)

حيـث أن (X_1) **تسـاوي حاصـل جمـع طبقـة الجلـد للعضـلة ذات الرأسـين والبطن وفوق الحرقفة و**(X_2) **تساوي العمر بالسنوات.**

تقدير التركيب الجسمي لحساب مؤشر كتلة الجسم:

يعتمـد هـذا المؤشـر علـى العلاقـة بـين الطـول والـوزن ويُقـاس بـ(كغم/م^2) ويتم الحصول على هذا المؤشر من خلال المعادلة الآتية:

مؤشر كتلة الجسم كغم/م^2 = الوزن÷ مربع الطول بالمتر أي أن ك = $\frac{\text{و}}{\text{م}^2\text{(ل)}}$

وكلما زاد مقدار مؤشر كتلة الجسم دل على زيادة نسبة الدهن لدى الفرد باستثناء أصحاب التضخم العضلي وهناك جداول خاصة توفر معايير كتلة الجسم لدى الذكور والإناث. ويمكن تقدير مستوى النتائج لتقدير كتلة الجسم كالآتي؛ من (20–25)% يكون مؤشر طبيعي لكتلة الجسم أما من (25–27)% فهذا يعني وجود سمنة متوسطة أما فوق (27) فهذا يعني أن هناك سمنة مفرطة وتمثل عامل خطر على الصحة.

تقدير وزن الكتلة العضلية للجسم:

إن الكتلة العضلية ذات أهمية كبيرة لتقدير وزن الجسم ويُستخدم عادة للشخص العادي تقدير (1)سم لكل (400)غم من وزن الجسم

ويزيد لدى الرياضيين بسبب وزن الكتلة العضلية إلى (450-500)غم وتوجد طريقة مهمة لتقدير وزن الكتلة العضلية تعتمد على قياس محيطات أجزاء الجسم (محيطات الأطراف) حيث تُستخدم أربعة قياسات (محيط العضد، محيط الساعد، محيط الفخذ ومحيط الساق) بحيث يمكن استخراج محيط الأطراف وحسب المعادلة الآتية:

$$\text{متوسط محيط الأطراف} = \frac{\text{مجموع المحيطات الأربعة}}{3.14\times4\times2}$$

ويُحسب وزن الكتلة العضلية وكما يلي:

وزن الكتلة العضلية للجسم=[الطول (سم) ×(متوسط محيط الأطراف الأربعة)^2× 6,5].

<u>تقدير وزن الهيكل العظمي</u>:

كما تم في وزن الكتلة العضلية للجسم يتم هنا أخذ عرض رسغ اليد وعرض المرفق وعرض الركبة وعرض رسغ القدم، يُستخدم متوسط هذه الأجزاء ويُقسم على أربعة ليُؤخذ المتوسط ثم تُربع النتيجة وتُضرب في رقم ثابت (1,2) وتُقسم على (100) وكما في المعادلة الآتية:

$$\text{وزن الهيكل العظمي} = \frac{\text{طول الجسم}+(\text{متوسط عرض العظام الأربع})^2\times1,2}{100}$$

أن كل ما تقدم عن تركيب أو تكوين الجسم يخضع إلى متغيرات النشاط الرياضي وحسب نوع ومتطلبات ذلك النشاط المُمارس سواء كان للرجل أم المرأة.

الفصل الثاني عشر
المرأة والرياضة

- ❖ العوامل الرئيسية التي لها علاقة برياضة النساء.
- ❖ أولاً: التدريب والدورة الشهرية.
- ❖ ثانياً: النساء الرياضيات واضطراب تناول الطعام.
- ❖ اضطراب معادن العظم والنساء الرياضيات.
- ❖ التدريب أثناء الحمل.
- ❖ تأثير الرياضة على المرأة قياساً بالرجل من حيث التغيرات الجسمية.

الفصل الثاني عشر
المرأة والرياضة

تستخدم المبادئ الفسيولوجية العامة في التدريب لتحسين الإنجاز لأي فرد يهتم في تحسين الانجاز الرياضي عند التخطيط لبرامج تدريبية للمنافسة لعدة مجتمعات وهنالك العديد من المواضيع التي تحتاج إلى اعتبارات فردية، مثال ذلك منها الاهتمام التدريبي الخاص بالنساء سواء كان للصحة أو للانجاز وعليه نتناول هنا ما يهم المرأة عند ممارستها للرياضة ومن عدة جوانب.

العوامل الرئيسية التي لها علاقة برياضة النساء:

أصبحت من الظواهر المألوفة في يومنا مشاركة أعداد كبيرة من النساء في السباقات الرياضية وخلال العقدين الماضيين زاد عدد النساء المشاركات بنشاط الفعاليات الرياضية إلى الضعف ومن غير الطبيعي إن العديد من القرارات التي تخص مشاركة النساء في الرياضة والبرامج التدريبية تمت على أساس غياب أو محدودية المعلومات الفسيولوجية إلا إن الأبحاث التي تخص المرأة كانت نادرة في السنوات الأخيرة. بالرغم من بقاء أسئلة عديدة تخص المرأة بدون جواب، لكن البحوث الحالية أقرت بعدم وجود سبب يحد من مشاركة المرأة السليمة من الممارسة الفعالة في نشاطات المطاولة أو القدرة وفي الحقيقة إن الاستجابات العامة نحو التدريب والتمرين عند النساء في الأساس هي نفسها التي تم وصفها

للرجال مع استثناء إن التنظيم الحراري عند التمرين ضعيف قليلاً عند النساء الرياضيات خلال طور المادة الصفراء في الدورة الشهرية إن استجابة الرجال والنساء خلال التمرين منطقياً متشابهة بسبب تشابه الميكانيكيات الخلوية التي تنظم معظم الاستجابات الفسيولوجية والكيمائية الحياتية للتمرين لكلا الجنسين وعلى أي حال، هناك عدة أمور لها علاقة بمشاركة النساء في التدريب وسنتناول العوامل الرئيسية التي لها علاقة برياضة النساء وهي:

1) التمرين والدورة الشهرية.
2) عدم انتظام تناول الطعام.
3) عدم انتظام المعادن في العظم.
4) التمرين خلال الحمل.

أولاً: التدريب والدورة الشهرية:

الرأي الشائع بين الأطباء هو أن هناك سبب صغير لكي تتجنب الرياضية السليمة فيه التنافس في أثناء الدورة الشهرية ولكن الإثباتات الموجودة توحي بأن الإنجازات الجيدة والأرقام العالية قد تم تحقيقها خلال جميع أطوار الدورة الشهرية ولهذا السبب لا يوصى بأن تغير الرياضية من تدريبها أو جدول سباقاتها بسبب الدورة الشهرية.

أن ألم الطمث هو واحد من الأمور الكبيرة لدى الرياضية، وأظهرت إثباتات عديدة إن حدة الألم كبيرة للطمث عند مجتمع الرياضيات مقارنةً مع مجتمع غير الرياضيات إلا أن سبب ذلك غير معروف على أي حال

إنه من المحتمل أن ظهور (بروستاكلاندز) الأحماض الدهنية من الفئة السداسية هي المسؤولة عن الم الحيض عند كل من الرياضيات وغير الرياضيات حيث يبدأ إطلاق الأحماض الدهنية السداسية حالاً قبل بداية تدفق الدورة الشهرية وتستمر لفترة يومين أو ربما ثلاثة أيام بعد بدأ الدورة الشهرية حيث تسبب هذه الأحماض الدهنية تقلص العضلة الملساء في الرحم الذي بالمقابل يسبب نقص تدفق الدم والألم.

بالرغم من مرور الرياضيات بهذا الألم للدورة فإنهن يستطعن الاستمرار في التدريب في بعض الأحيان مع إن هذا صعب بسبب عدم الراحة من زيادة النشاط البدني وقد أثبت (هال) إن الرياضيات دائماً يمرون بانخفاض ألم الطمث عند استعمالهن لدواء مضاد للأحماض الدهنية السداسية وتعتبر هذه الأدوية آمنة ويمكن تناولها بدون اضطراب البرامج التدريبية.

ثانياً: النساء الرياضيات واضطراب تناول الطعام:

القبول الاجتماعي القليل للأشخاص اللذين لديهم نسبة شحم عالية في الجسم والتأكيد على امتلاك جسم مثالي قد زاد من مدى الاضطراب في تناول الطعام، الأسلوبان الشائعان اللذان يؤثران على البالغين الصغار هما استخدام الطعام بكثرة قبل إتمام الهضم أو عدم الامتصاص الكامل للمواد الغذائية في الأمعاء، أما عدم الامتصاص كعامل مفرد للغذائية فهذا الأسلوب هو الشائع والذي ليس له علاقة بأي نوع من الأمراض، فالنتيجة النهائية لهذا النوع من الاضطراب في الأكل هي حالة من معاناة

الجوع لكي يصبح الشخص هزيل نتيجة رفض تناول الطعام. ولكن السبب الفسيولوجي لرفض امتصاص الطعام غير معروف، لكنه يظهر أن له علاقة بالخوف الذي لا أساس له من السمنة والذي له علاقة بالضغوط العائلية أو الاجتماعية لكي يكون نحيفاً إن وقوع حدث اضطراب الطعام ازداد في النمو في السنوات الأخيرة بحيث ظهر في الأشخاص اللذين لديهم احتمال عالي في تطوير أسلوب عدم انتظام الطعام وهم من النساء الصغيرات من الطبقة الوسطى- العليا اللذين لديهم نقد ذاتي عالي لأنفسهم وحالياً إن حدوث اضطراب تناول الطعام مرتفع بمقدار فتاة واحدة لكل (400) فتاة في سن المراهقة وقد سمي هذا النوع من اضطراب الطعام بـ (Anorexia nervosa) وتستخدم أنواع عديدة مختلفة للمحافظة على البقاء نحيفاً تشمل تحمل الجوع، التمرين وتناول الأدوية المسهلة للأمعاء، فتأثير (Anorexia) يشمل فقدان الوزن بشدة وتوقف الطمث وفي الحالات الشديدة يسبب الموت وذلك لأن (Anorexia) هو اضطراب ذهني وبدني، فمن الضروري أن تكون المعالجة طبية من قبل أخصائيين (أطباء، فسيولوجيين وأخصائيي أغذية) لتصبح هذه المشكلة والتي ربما تتطلب العلاج لسنوات من الاستشارة الفسيولوجية والغذائية أول خطوة في البحث لعلاج الاضطراب في تناول الطعام (Anorexia nervosa).

اضطراب معادن العظم والنساء الرياضيات:

ازداد الاهتمام في فقدان النساء الرياضيات للمعادن التي يحتويها العظم (هشاشة أو لين العظام)، ونظرياً هناك سببان رئيسيان لفقدان العظم لمعادنه عند النساء الرياضيات:

1- نقص هرمون الأستروجين نتيجة انقطاع الطمث.

2- عدم تناول الكالسيوم بكمية كافية نتيجة لاضطراب تناول الطعام.

ومن غير الطبيعي يعاني العديد من النساء الرياضيات فقدان العظم لمعادنه نتيجة كل من انقطاع الطمث وعدم تناول الكمية الكافية من الكالسيوم نتيجة لاضطراب تناول الطعام بالرغم من إن التدريب قد أظهر خفض كمية فقدان العظم لمعادنه نتيجة نقص الأستروجين ونقص تناول الكالسيوم لكن التمرين لا يمكن أن يوقف عملية الفقدان هذه بصورة تامة، لهذا السبب الحل الوحيد لهذه المشكلة في فقدان العظم للمعادن عند النساء الرياضيات هو تصحيح نقص الأستروجين و/أو زيادة الكالسيوم إلى مستوياته الطبيعية وفي كلتا الحالتين يجب أن يتدخل الطبيب لوصف العلاج الصحيح للرياضي شخصياً.

التدريب أثناء الحمل:

هناك اتفاق عام إن النساء اللاتي كن بدنياً لائقات قبل أن يصبحن حوامل ربما يستطن الاستمرار في عمل تمرين شدة معتدلة (فترة قصيرة) أثناء الحمل وهناك وجهة نظر أخرى تهتم في الرغبة في التدريب بشدة عالية للنساء الحوامل، وبالرغم من الرأي المخالف أظهرت بعض

الدراسات التي أُجريت على الحيوانات إن التمرين لفترة طويلة (لأكثر من 30 دقيقة) أثناء الحمل ينتج عنه نقص في تدفق الدم إلى الرحم ونقص في وزن الجنين عند حلول الوقت الطبيعي للولادة، مثال ذلك أثبت دراسة واحدة إن قابلية تنافذ المشيمة ينخفض كوظيفة مباشر لها عند كل من التمرين الشديد والطويل أثناء الحمل، هذه النتيجة في الوقت الحاضر غير واضحة التأثير لكي تُطبق على الإنسان بسبب إن النساء اللاتي عملن تمرين شدة قصوى لم يظهر أي تأثير مختلف على الجنين أو على ناتج الجهد على أي حال وبسبب عدد الدراسات المحدودة في فحص تأثير التمرين الشديد على صحة الأم والطفل هناك حاجة للمزيد من الدراسات قبل وضع دليل ثابت للتمرين، فـ (هال) اوصى على عدم تشجيع المرأة الحامل على المشاركة في تدريب طويل أو شدة عالية. فيما يخص الرياضيات اللاتي يرغبن في المحافظة على اللياقة أثناء الحمل كما أوصى (هال) بتنفيذ برامج تدريب في الماء مثل السباحة أو أشكال أخرى من التمارين المائية التي تسمح لتدريب الجهاز القلبي في وسط يوفر دعم للجسم ويُسرع من انتقال الحرارة ويحافظ على المستوى العام للصحة.

وخلاصة القول تُستخدم المبادئ الفسيولوجية العامة في التدريب لتحسين الإنجاز لأي شخص يهتم بتحسين الإنجاز الرياضي وذلك عند التخطيط لبرامج تدريب الناشئة وفي عدة مجتمعات، ولكن وفي كل الأحوال هناك العديد من المواضيع التي تحتاج إلى اعتبارات فردية قبل تدريب النساء حيث تحتاج إلى تدريب خاص وذلك لوجود ما يسمى بثالوث المرأة الرياضية (ألم الطمث، عدم انتظام الطعام، فقدان معادن

العظام) فيجب على القائمين على التدريب أن يضعوا جل تفكيرهم للتعامل بأسلوب علمي وعملي وصحي مع رياضة المرأة خصوصاً إن هناك براهين تثبت إن هذه المشاكل متداخلة وإن أي من هذه المشاكل قد تقود إلى المشاكل الأخرى، ومثال على ذلك الاضطراب في تناول الطعام يمكن أن يؤدي إلى نقص امتصاص الكالسيوم واضطراب تناول الطعام يمكن أن يؤدي إلى خفض مستويات الأستروجين في الدم ودمج عدم كفاية امتصاص الكالسيوم وخفض مستويات الأستروجين في الدم يمكن أن يؤدي إلى فقدان العظم لمحتواه من المعادن، ولهذا نجد من الضروري معالجة التحديات التي تواجه التي في هذا الموضوع وذلك بتطوير أساليب الوقاية من بداية ثالوث النساء الرياضيات وتحسين أساليب معالجة كل واحدة من هذه المشاكل بعد دراسة وتشخيص مستوى تطورها.

تأثير الرياضة على المرأة قياساً بالرجل من حيث التغيرات الجسمية:

تأتي التغيرات الأنثرويومترية والمرفولوجية والوظيفية في مقدمة التغيرات التي تحصل بين الرجل والمرأة رغم إن الاستجابة الفسلجية للأحمال التدريبية والتي تحدد الإمكانيات الوظيفية لا تختلف من حيث المبدأ بين الرجل والمرأة، إلا أنه من المهم هنا ينبغي قبل كل شيء الأخذ بعين الاعتبار الاختلاف في مقاييس الجسم مع بقاء الظروف متساوية عند ذلك سنرى إن المؤشرات الوظيفية عند النساء وخاصة كفاءتهن في الأداء مع أقرانها من الرجال مثلما سنرى ذلك الاختلاف بين الأطفال

والبالغين، وسنلخص هنا أهم الفروقات الفردية بين النساء والرجال كما يلي:

1- **مساحة المقطع العرضي للعضلات وسطح الجسم ومساحة الشعيرات الرئوية عند الرجال أكثر من النساء.**
2- **حجم الرئتين وحجم الدم الجاري وحجم القلب يزيد عند الرجال عنه عند النساء.**
3- **القوة العظمى لتقلص العضلات عند الرجال تزيد عما هي عليه عند النساء.**
4- **هناك تباين كبير في تركيب الجذع بين النساء والرجال مما يؤثر على الحجم التنفسي لدى الاثنين ولكن الرجال أحسن وذلك لتناسب أبعاد الجذع طردياً مع الحجم التنفسي.**
5- **الكتلة العضلية سواء كان ذلك في المؤشرات المطلقة أو النسبية عند النساء أقل بكثير مما هي عند الرجال.**
6- **الكمية الإجمالية للنسيج الدهني عند النساء تشكل ما قيمته (25)% كمعدل في حين تشكل عند الرجال (15)% من وزن الجذع كما إن الكمية المطلقة للدهون عند النساء هي الأخرى أكبر مما هي عليه عن الرجال.**
7- **سعة منظومات الطاقة الأوكسجينية عند النساء أقل مما هي عليه عند الرجال والسبب في ذلك بالكتلة العضلية.**
8- **قيمة الاستهلاك الأعظم للأوكسجين متساوية تقريباً لغاية مرحلة النضوج الجنسي حيث يكون الفرق بين أبعاد وتركيب الجسم للأطفال والبنات أقل ما يمكن وهي تكون عند الرجال أكبر بنسبة**

تتراوح بين (20-30)% مما هي عليه عند النساء في الفئة العمرية ذاتها.

9- كمية الأوكسجين العظمى التي بنقلها الدم الشرياني عند النساء أقل من الرجل وكذلك الناتج القلبي وحجم الضربة (السعة القلبية).

10- حجم القلب المطلق والنسبي عند الرجال أكبر من النساء.

11- نسبة هيموكلوبين الدم عند الرجال اكبر والنشاط عند الرجال أكثر من النساء.

الفصل الثالث عشر
الرياضة والبيئة المحيطة

- ❖ مقدمة.
- ❖ درجة الحرارة للجسم.
- ❖ أولاً: التدريب الرياضي ودرجة الحرارة.
- ❖ الانتقال الحراري.
- ❖ الإصابات الحرارية.
- ❖ ثانياً: التدريب الرياضي والبرودة.
- ❖ العوامل الرئيسية التي تساعد عل منع فقدان الحرارة.
- ❖ ثالثاً: تأثير المرتفعات على المستوى الرياضي.

الفصل الثاني عشر
الرياضة والبيئة المحيطة

مقدمــة:

يتعرض جسم الإنسان بصورة دائمة لتغييرات البيئة الخارجية إضافة إلى زيادة عملية التبادل الحراري وكمية الحرارة التي تتولد داخل الجسم نفسه إلا أن درجة حرارته تبقى ثابتة لا تتغير، إن هذا الثبات ذو أهمية بالغة في العمليات الحيوية للجسم، وتختلف أجسام الكائنات الحية تبعاً للتبادل الحراري إذ أن هناك الكائنات الحية ذات الدم البارد والكائنات الحية ذات الدم الحار، ففي الأولى تتغير درجة حرارة الجسم تبعاً لتغيرات درجة حرارة البيئة المحيطة، أما الثانية فأن درجة حرارة الجسم تبقى ثابتة رغم تغيرات البيئة الخارجية، وتشمل الكائنات الحية ذات الدم البارد (الكائنات البسيطة وصولاً إلى الزواحف) أما الكائنات الحية ذات الدم الحار فتشمل (الثدييات والطيور) وتعد عملية تثبيت درجة الحرارة من العمليات البيولوجية الهامة لجسم الإنسان إذ أن هناك عوامل كثيرة تؤثر على الانجاز البدني مثل (الظروف الجوية والبيئة المحيطة والتي تشمل الحرارة، البرودة،الرياح، التلوث، المرتفعات، الضغط الجوي.... الخ) إلا انه ورغم ذلك كله نقوم بالأعمال اليومية والسباقات الرياضية على مدار السنة سواء داخل القاعات أو خارجها.

درجة الحرارة للجسم:

توجد في جسم الإنسان منطقتين مختلفتين في درجة حرارتهما هما (درجة حرارة الجسم الداخلية ودرجة حرارة الجسم الخارجية) حيث تكون درجة حرارة الجسم الداخلية هي الدرجة الثابتة وتشمل كل من (المخ، أعضاء القفص الصدري، التجويف البطني والحوض) أما درجة حرارة الجسم الخارجية فأنها تتأثر بالبيئة المحيطة إذ ترتفع وتنخفض حسب طبيعة تلك البيئة وتشمل أعضاء وأنسجة الجسم الخارجية مثل (الجلد، الجزء الأكبر من العضلات الهيكلية، الجهاز الهضمي) إذ تعد هذه الأعضاء ذات أهمية كبيرة في تنظيم درجة حرارة البيئة الداخلية وذلك من خلال قيام هذه الأعضاء بتوصيل حرارة الجسم الزائدة إلى الخارج عندما تزيد الحرارة وتمنع هذه الأعضاء فقدان الحرارة عندما تزيد البرودة كما وان درجة حرارة الجسم الخارجية تختلف حسب اختلاف مناطق الجسم الخارجية وذلك لعدم تساوي التمثيل الغذائي في مناطق وأعضاء الجسم المختلفة، وكذلك مدى سريان الدم، أن أفضل منطقة لقياس درجة حرارة الجسم هي القلب إلا أن ذلك يعد أمراً صعباً لذا فأن درجة حرارة الجسم تقاس أما من (تحت الإبط، الفم، الشرج) وتتراوح درجة حرارة الجسم ما بين (36–37) درجة مئوية.

أولاً: التدريب الرياضي ودرجة الحرارة:

إن ارتفاع درجة حرارة الجسم الداخلية ينتج عن طريق التفاعلات الكيمائية الاوكسجينية واللااوكسجينية، إذ تختلف درجة الحرارة الناتجة حسب شدة حمل التدريب وطول الفترة الزمنية للأداء (فكلما كانت شدة الحمل عالية كان إنتاج الحرارة بشكل أسرع، وكلما كانت فترة دوام المثير طويلة كانت كمية الحرارة الناتجة عالية) وعليه ففي كلا الحالتين يجب التخلص من الحرارة الناتجة من أداء المجهود البدني وإلا سوف ترتفع درجة حرارة الجسم أعلى من الطبيعي وبذلك يتأثر الأداء البدني وينخفض الانجاز.

- **إن ارتفاع درجة حرارة الجسم بسبب الأداء البدني يؤدي إلى إعاقة أنزيم (K+, Na+, ATP ase) والذي يكون مسئولا عن إحداث فرق الجهد ما بين داخل الخلية وخارجها لتحرير الإشارة العصبية، إذ أن ارتفاع درجة الحرارة بصورة عالية يؤدي إلى انخفاض الانقباض العضلي وبالتالي حدوث التعب والإرهاق.**
- **إن ارتفاع درجة حرارة الجسم تؤدي إلى فقدان السوائل من الجسم عن طريق التعرق والذي يعد آلية فسيولوجية لتخليص الجسم من حرارته العالية وذلك عن طريق استثارة الغدد العرقية البالغة (2-3) مليون غدة منتشرة على سطح الجلد بواسطة العصب السمبثاوي، إذ تعد عملية التعرق من أكفأ الآليات لفقدان الحرارة خلال النشاط البدني في الجو الحار، وبالرغم من إن هذه الآلية، فان فقدان ماء الجسم يعد معيقاً للأداء البدني والانجاز الرياضي، إذ يؤدي ذلك إلى خفض بلازما الدم ويصبح الدم كثيفاً وبالتالي يؤخر وصوله إلى العضلات والذي يؤدي إلى تأخير وصول الأوكسجين وبالتالي حدوث التعب والإرهاق.**

<u>الانتقال الحراري</u>:

يتبادل الجسم الحرارة مع البيئة المحيطة ويعتمد فقدان الحرارة أو الحصول عليها للجسم على أربع عمليات هي:

1- الإشعاع: وهو نقل الطاقة الحرارية على شكل موجات كهرومغناطيسية خلال الفراغ من جسم إلى آخر، إذ تشع كل الأجسام حرارة إلى غيرها في بيئتها لذا فأن الإنسان يمكن أن يسخن بالإشعاع من جسم أخر مشع.

2- التوصيل: وهو انتقال الحرارة من الأجسام الدافئة إلى الأجسام الباردة بالاتصال المباشر بين الأجسام.

3- تيارات الحمل: وهو ما يحدث بين سطح الجسم والهواء أو الماء في حالة السباحة فإذا كان الهواء المحيط بالجسم بارد فأن الاتصال يتم بالجسم وطبقة الهواء المحيطة به والتي تنتقل إلى الجسم أو تأخذ منه الحرارة، إذ أن الجسم الأكثر حرارة هو الذي ينقل حرارته إلى الجسم الآخر.

4- التبخير: وهو عبارة عن تبخر السوائل من على سطح الجسم، إذ تعد هذه العملية ضرورية لتنظيم درجة حرارة الجسم في البيئة الحارة، إذ يكتسب الجسم بواسطة (الإشعاع، التوصيل، تيارات الحمل) فبتبخر (1) لتر من العرق يفقد الجسم 580 سعر حراري.

الإصابات الحرارية:

إن ارتفاع درجة حرارة الجسم أثناء الجهد البدني له تأثير كبير على صحة الرياضي وحياته من ناحية التفكك والتحليل للأنزيمات البروتينية

وما ينتج عن ذلك من احتراق للأنسجة إضافة إلى فقدان سوائل الجسم وأملاحه والذي يؤدي إلى الإصابات الحرارية مما يؤدي إلى الآتي:

1- التشنج الحراري:

ويتميز ببعض التشنجات العضلية وخاصة العضلات العاملة خلال الجهد البدني، إن هذا التشنج يحدث بعد (1-2) ساعة أو بعد (18) ساعة من التوقف من المجهود البدني، إن السبب في ذلك هو الجفاف وفقدان السوائل والأملاح مما أدى إلى حدوث خلل في نسبها داخل الجسم مثل (Na+, K+) حيث إنهما من الأملاح المعدنية المهمة للانقباض العضلي، إضافة إلى أملاح (Mg, Ca+) إن الوقاية من ذلك تتم عن طريق تمارين المرونة، التدليك، وضع الثلج خلال تمارين الإطالة فضلاً عن تعويض السوائل.

2- الإعياء الحراري:

ويحدث نتيجة لانخفاض قدرة الجهاز الدوري على توفير متطلبات الجسم من الدم خلال الأداء البدني في الأجواء الحارة، ويعد السبب في ذلك إلى حالة التنافس ما بين العضلات العاملة والجلد للحصول على الدم، أما أعراضه فهي (التعب الشديد، الدوخان، الإغماء، انقطاع النفس، التقيؤ، ارتفاع حرارة الجلد، برودة الجسم، ارتفاع ضربات القلب، انخفاض ضغط الدم).

1- الضربة الحرارية (ضربة الشمس):

وتعد من أخطر حالات الإصابات الحرارية لأنها تؤدي إلى الموت، فهي ذات أسباب غير معروفة تماماً إلا إن نتائجها هي (ارتفاع درجة حرارة الجسم والذي يؤدي إلى تدمير خلاياه) أن أهم ما يتميز به المصاب هو

(توقف العرق، ارتفاع درجة حرارة الجلد وجفافه، زيادة عدد ضربات القلب، زيادة عدد مرات التنفس، فقدان الوعي) إن عدم علاج المصاب قد يتطور إلى تلف خلايا القلب، فشل كلوي وغيرها من الأمور مثل (الشمرة) والتي قد تؤدي إلى الموت، أما علاجها فهو (وضع المصاب في مكان بارد ويمكن غمره بالماء والثلج، إعطاؤه السوائل خلال وبعد عملية التبريد، إعطاء السوائل بالوريد إذا كان فاقد الوعي).

ثانياً: التدريب الرياضي والبرودة:

مثلما تكلمنا عن الحرارة فأن البرودة لا تقل أهمية وتأثير على الجسم وما يتعلق بذلك عند ممارسة الجهد البدني والانجاز عن ارتفاع درجة الحرارة، إن منطقة تحت المهاد هو ذلك الجزء من الدماغ المسيطر على توازن السوائل في الجسم، النوم، الجوع، الشبع، إلى جانب السيطرة على درجة حرارة الجسم.

أن تأثير الجو البارد على الأداء البدني يتم من خلال التأثير على عمل وكفاءة الجهاز العضلي، إذ إن انخفاض درجة حرارة العضلات بسبب تعرضها للبرودة يؤدي إلى ضعفها وعدم قدرتها على تجنيد الألياف العضلية بسبب تعرضها للبرودة يؤدي إلى ضعفها وعدم قدرتها على تجنيد الألياف العضلية بسبب استجابة الجهاز العصبي للجو البارد، إذ إن هذا التأخير في عملية تجنيد الألياف يؤدي إلى خفض كفاءة عمل العضلات خلال الأداء الرياضي من حيث القوة المنتجة وتسارع انقباض العضلات إذ تكون درجة الحرارة ما بين (25–30) درجة مئوية كما يؤثر

الجو البارد على عمليات الأيض التي تحدث داخل الخلية وبصورة خاصة المواد الدهنية المعروفة بالأحماض الدهنية الحرة والتي تعد المصدر الأساس لإنتاج الطاقة خلال الجهد البدني الطويل وذلك بعد استنفاذ السكر من العضلات وانخفاض نسب السكر إن هذه الأحماض يزداد تحللها خلال لجهد البدني الطويل بسبب زيادة هورموني الادرينالين والنورادنالين في الأوعية الدموية خلال الجو البارد أكثر من الجو الحار.

<u>العوامل الرئيسية التي تساعد عل منع فقدان الحرارة</u>:

1-الارتعاش العضلي:

هو الانقباض العضلي الغير متحكم فيه والذي يؤدي إلى زيادة الحرارة المنتجة بنسبة (4-5) أضعاف معدل حرارة الجسم وقت الراحة، ويحدث الارتعاش العضلي بطريقة سريعة لا إرادية من الانقباض والانبساط لهذه العضلات، إذ إن نشاط هذه العضلات يعمل على إنتاج الحرارة مما يؤدي إلى المحافظة على درجة حرارة الجسم وزيادتها.

2-الاستثارة الايضية:

ويتم ذلك عن طريق العصب السمبثاوي الذي يعمل على تنشيط زيادة معدل الايض داخل الخلايا مما يؤدي إلى زيادة كمية الحرارة الداخلية.

3-تضييق الشعيرات الدموية الطرفية:

ويتم ذلك عن طريق تنشيط العصب السمبثاوي للعضلات اللاإرادية المحيطة بالشعيرات الدموية الدقيقة الموجودة في الجلد، إذ تنقبض

هذه العضلات الأمر الذي يؤدي إلى تضيق الشعيرات الدموية وبالتالي خفض كمية الدم المارة فيها مما يؤدي إلى خفض كمية الحرارة المفقودة من خلال الجلد وبالتالي خفض معدل الايض في الخلايا وانخفاض الطلب على الأوكسجين في هذه الخلايا.

ثالثاً: تأثير المرتفعات على المستوى الرياضي:

تعد عملية التدريب من الطرائق الرئيسية والمهمة في رياضة التحمل لما لها من أهمية في تطوير مستوى التكيف لدى الرياضيين وذلك من خلال تحسين الانجاز والذي تم نتجة لهذا النوع من التدريب، وعليه فعند التدريب في المرتفعات يجب إن نتعرف غلى الآتي:

1-التعرف على طبيعة هذه الأماكن ومستوى الارتفاع.

2-التغيرات الفسيولوجية والبيوكيميائية.

3-فترة الإقامة وقواعد التدريب.

4-فترة العودة قبل المسابقة الرئيسية.

5-تأثير إقامة البطولات في هذه المناطق على المستوى.

1-التعرف على طبيعة هذه المناطق ومستوى الارتفاع:

تحدث في هذه الأماكن التغيرات الآتية:

- **تغيرات في مستوى الجاذبية. (نقصان)**
- **تغيرات في مستوى ضغط الهواء**
  والضغط الجزئي للأوكسجين. (نقصان)
- **تغيرات في مستوى كثافة ومقاومة الهواء. (نقصان)**

- تغيرات في مستوى كثافة بخار الماء. (نقصان)
- تغيرات في مستوى درجة الحرارة. (نقصان)
- تغيرات في مستوى الأشعة فوق البنفسجية (زيادة)

أما مستوى الارتفاع فيتراوح ما بين (1500–9000) م فوق مستوى سطح البحر وأفضل مستوى للتدريب هو (200–3000) م أما بعد (5000) م فقد تظهر احتمالات حدوث أضرار صحية للفرد أما (9000) م فان الإقامة دون أجهزة مساعدة قد يؤدي إلى الوفاة بسبب حدوث التغيرات الفيزيائية وأثرها على أجهزة الجسم.

المرتفعات	الضغط الجوي	الضغط الجزئي للأوكسجين
مستوى سطح البحر	760 ملم زئبق	160 ملم زئبق
1000م	674 ملم زئبق	140 ملم زئبق
2000م	596 ملم زئبق	125 ملم زئبق
3000م	526 ملم زئبق	110 ملم زئبق

إن مقدار الضغط الجزئي للأوكسجين في الحويصلات الرئوية يتعلق بنسبة التشبع مع الهيموكلوبين فكلما قل الضغط الجزئي كلما قل مقدار التشبع وان النسبة الطبيعية للإنسان عند مستوى سطح البحر في الحويصلات الرئوية هي 100 ملم زئبق وعليه تكون نسبة التشبع بالأوكسجين (98)%.

2–التغيرات الفسيولوجية والبيوكيميائية:

- زيادة قدرة العضلة على تكوين ATP هوائياً ولا هوائياً (كوري، كريبس).

- زيادة قدرة التمثيل الغذائي.

- زيادة كمية الكلايكوجين المخزون في العضلات.

- زيادة نشاط الأنزيمات المكونة لـ ATP (LDH, PFK, CPK).

- زيادة معدل التنفس .....يزداد بمقدار (1-3) أضعاف.

- زيادة في حجم الضربة..... كرد فعل للنقص الحاصل في الضغط النسبي للأوكسجين وزيادة لزوجة الدم.

- زيادة عدد الكريات الدم الحمراء.... نتيجة نقص O_2 وتصل إلى (8) مليون/ملليتر.

- زيادة بلازما الدم..... زيادة كمية O_2 المنقول.

- زيادة كمية الهيموكلوبين ..... نتيجة نقص O_2 في الدم وزيادة عدد كريات الدم الحمراء.

- زيادة في لزوجة الدم..... نتيجة زيادة عدد كريات الدم الحمراء.

- زيادة في الشعيرات الدموية.... للتعويض عن الانخفاض الحاصل في الضغط الجزئي لـ (O_2).

- زيادة في بيوت الطاقة.... للتعويض عن الانخفاض الحاصل في الضغط الجزئي لـ (O_2).

- تكيف في الجهاز العضلي.... نتيجة زيادة بيوت الطاقة نشاط الأنزيمات لإعادة (ATP).

- نقص في البيكربونات..... نتيجة زيادة معدل التنفس.

3- فترة الإقامة وقواعد التدريب:

- فترة التدريب في الأماكن المرتفعة من (3-3.5) أسبوع أما الفترة الزمنية التعويضية اللازمة لحدوث التغيرات الفسيولوجية التعويضية من (3-5) أسبوع أما عملية التكيف الفسيولوجي التام فتحتاج إلى فترة (8-9) أسبوع.

- حجم التدريب يجب إن يزداد بعد عدة أيام من الإقامة (أي زيادة في الحجم وقلة في الشدة) على عكس ما يحدث في التدريب عند مستوى سطح البحر.

- إطالة فترة الراحة سواء في التدريب المستمر أو الفتري.

- فترة التدريب يجب إن تكون خلال فترة المنافسات.

4- فترة العودة قبل المسابقة:

إن العودة إلى مستوى سطح البحر يجب إن تكون قبل أسبوع واحد من السباق الرئيسي إلى (3) أسابيع حيث تحدث طفرة في المستوى وعليه فانه قبل السباق الرئيسي يجب إن يكون هنا لمدو (2-3) أسبوع عند مستوى سطح البحر كامتداد للتدريب الذي تم عند المرتفعات.

5- تأثير إقامة البطولات في المرتفعات على المستوى:

يكون تأثير المرتفعات على مستوى الانجاز في ضوء خصوصية الفعالية كما يأتي: تأثير سلبي: ويشمل فعاليات الاركاض والتي تزيد ازمتها عن (2) دقيقة مثل (1500م-3000م-5000م-10000م-المارثون). وذلك لنقص كمية الأوكسجين (الضغط الجزئي للأوكسجين) بدرجة واضحة مما يشكل عامل غير مساعد في تحقيق الانجاز.

الفصل الرابع عشر

الاستشفاء

- ماهية الاستشفاء.
- مراحل الاستشفاء.
- الأسس البيولوجية للاستشفاء.
- الدين الاوكسجيني.
- أنواع الاستشفاء.

الفصل الرابع عشر

الاستشفاء

ماهية الاستشفاء:

إن طبيعة الحياة تفرض على الكائن الحي ما بين الحركة والسكون، والجهد والإثارة والتوتر من جهة والراحة من جهة أخرى، وبين المجهود البدني الواقع على كاهل الرياضي وبين فترة الراحة إذ إن هذا الإيقاع الطبيعي الذي نتعامل به مع الحياة التي نعيشها بصورة عامة والحياة الرياضية بصورة خاصة يفرض على أجهزة الجسم (كل ليفية عضلية و كل عضو في جسم الإنسان التعامل بهذا الإيقاع) .

إن الذي يهمنا هنا ما يحدث أثناء النشاط البدني وكيفية إمكانية عودة الجسم إلى حالته الطبيعية قبل أداء هذا النشاط ورجوع الأجهزة الوظيفية للرياضي وكل ما حدث من تغيرات فسيولوجية إلى الحالة التي كان عليها قبل أداء النشاط.

إذن فالاستشفاء هو:-

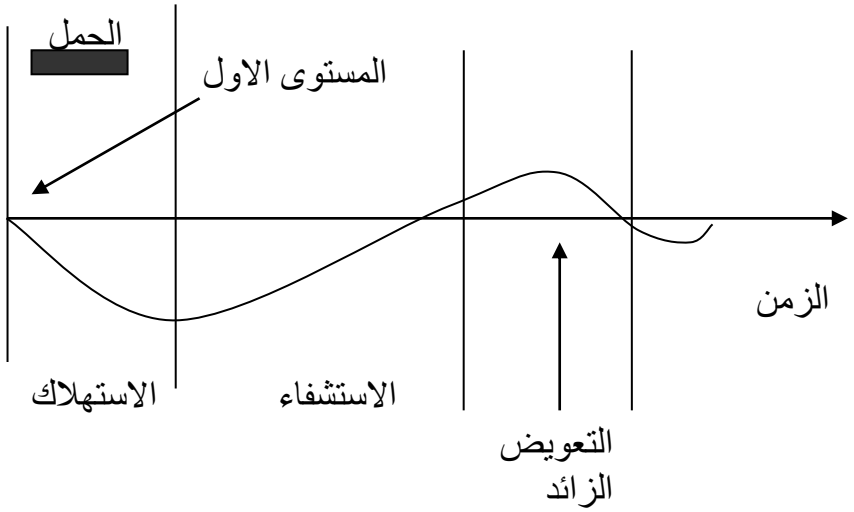
-الحالة الوظيفية التي يمر بها الفرد بعد العمل البدني وحتى العودة إلى الحالة الطبيعة.

أو عبارة عن أداء نشاط حركي مستمر بإيقاع هادئ عقب المجهود البدني لغرض تخفيض كمية وكثافة اللاكتيك المتراكم في العضلات الذي يعمل على الإقلال من التعب .

أو مصطلح يستخدم بمعنى استعادة تجديد مؤشرات الحالة الفسيولوجية والنفسية للإنسان بعد تعرضها لتأثير نشاط بدني معين أو لضغوط زائدة.

إن فترة الاستشفاء تتعلق بشدة وحجم ونوع التدريب خلال الوحدة التدريبية حيث تنقسم إلى (فترة مبكرة وفترة متأخرة) حيث تستمر الفترة المبكرة لعدة دقائق أما الفترة المتأخرة فتصل إلى عدة ساعات.

إن الرجوع إلى الحالة الطبيعية تتعلق في عودة التمثيل الغذائي والطاقة إلى ما كانت عليه قبل أداء العمل البدني فهي سريعة العمل في بداية الفترة ثم تبدأ بالتباطؤ، انظر إلى الشكل الآتي:-



كما وان الرجوع إلى الحالة الطبيعية يتعلق بنوع التدريب (مستمر – فتري- قوة- سرعة- مطاولة. . . .الخ) حيث إن تفاوت اختلاف الفترة الزمنية لاستشفاء يرجع إلى اللياقة الوظيفية لأجهزة الرياضي.

مثال/ عند استخدام مجهود بدني يصل إلى الحد الأقصى تعود الحالة الوظيفية إلى حالتها الطبيعية وكما يأتي:-

1- الضغط بعد (6- 8) دقائق.

2- استهلاك الأوكسجين (16-18) دقيقة.

3- النبض أكثر من (20) دقيقة.

4- (ATP) في العضلات بعد (3) دقائق.

5- (CP) فترة زمنية أكثر من ذلك.

6- الكلايكوجين من (30) دقيقة بعض الكلايكوجين من (5-46) ساعة وحسب نوع النشاط البدني.

يعود الكلايكوجين بسرعة إلى المخ ← بسرعة اقل إلى القلب ← بطيء إلى الكبد ← أبطأ إلى العضلات.

- إن جسم الرياضي يفقد أثناء الجهد البدني كل من (الأوكسجين، ATP، الكلايكوجين في العضلات والكبد وكلوكوز الدم والدهون) وبعد المجهود تبدأ هذه العناصر بالعودة إلى الحالة الطبيعية التي قد لا تعود إلى ما قبل المجهود البدني.

<u>مراحل الاستشفاء</u>:

1- الاستشفاء المستمر/ ويحدث هذا النوع خلال تنفيذ الجرعة التدريبية أو المنافسة حيت يمكن للجسم إن يعوض نقص الأوكسجين أثناء الجري.

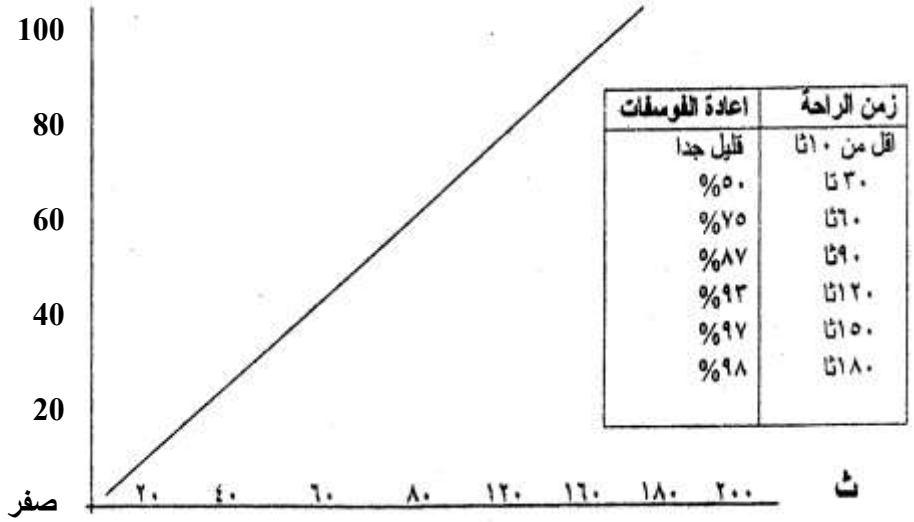
2- الاستشفاء السريع/ ويحدث هذا النوع في نهاية الجرعة التدريبية حيث يتخلص الجسم من مخلفات الطاقة مثل LA,Co2 كما ويعوض بعض مصادر الطاقة التي استهلكت خلال المجهود البدني.

3- الاستشفاء العميق/ خلال هذه المرحلة تتم عمليات التكيف ويصبح الرياضي أفضل مستوى مما كان عليه من الناحية الفسيولوجية والنفسية.

<u>الأسس البيولوجية للاستشفاء</u>:

1- إعادة مخزون العضلات من الفوسفات / إن مخزون العضلات من (PC, ATP) المسئول الأول عن مد الجسم بالطاقة المباشرة خلال العمل البدني حيث يبدأ العمل أولاً بـ (ATP) من خلال انشطاره باستخدام أنزيم (ATP ase) كما مر ذلك في موضوع أنظمة الطاقة حيث يعد PC الأساس في تكوين الـ (ATP) باستخدام أنزيم (CPK).

إن إعادة ملـيء المخـازن الفارغـة بـ (ATP) تختلـف نسـبتها والفتـرة الزمنية للاستشفاء انظر الشكل الآتي:



زمن الراحة	اعادة الفوسفات
اقل من ١٠ثا	قليل جدا
٣٠ ثا	%٥٠
٦٠ثا	%٧٥
٩٠ثا	%٨٧
١٢٠ثا	%٩٣
١٥٠ثا	%٩٧
١٨٠ثا	%٩٨

2- إعادة مخزون الكلايكوجين/ لقد ذكرنا سابقاً بأن الكلايكوجين يوجد في ثلاث مناطق هي (العضلات، الدم، الكبد) وأن أهمية هذه الكمية تكون ما بين (350-450) غم ففي أثناء الجهد البدني يفقد الرياضي جزء كبير من هذه الكمية وعليه يجب أن يعوض ذلك خلال النشاط البدني أو في مرحلة الاستشفاء حيث يرتبط عمله داخل العضلات بعاملين.

أ- درجة تركيزه وإمداد العضلات بالأوكسجين بواسطة الجهاز الدوري التنفسي.

ب- معدل تراكم حامض اللاكتيك بالدم والعضلات.

إن مقدار ذلك يتوقف على طبيعة الأداء وشدته ونظام الطاقة المستخدم هوائي ؟أو لا هوائي، كما وان إعادة كمية الكلايكوجين إلى الكمية الطبيعية يتعلق بعدة عوامل:

ج- نوع الغذاء الذي يتناوله الرياضي بعد المجهود البدني.

د- نوع الحمل التدريبي (مستمر أو فتري).

3- المايكلوبين والأوكسجين/ ان المايكلوبين هو الوسيط الذي ينقل الاوكسجين خلال غشاء الخلية العضلية من الخارج الى الداخل في عملية الأكسدة لتحرير الطاقة حيث يرتبط عمله بالهيموكلوبين ويوجد المايكلوبين في الألياف العضلية بنسب مختلفة بين الحمراء والبيضاء، حيث تقدر نسبته حوالي (11) مل لكل كغم عضل، وتقدر نسبة أوكسجين المايكلوبين بين (500) مللتر إن عملية امتلاء مخازن المايكلوبين بالأوكسجين بعد الجهد البدني خلال الاستشفاء تشبه عملية امتلاء مخازن الفوسفات حيث تكون سريعة في البداية ثم تبطأ.

<u>الدين الاوكسجيني</u>:

إن متطلبات الطاقة تكون اقل خلال عملية الاستشفاء مما عليه أثناء الجهد البدني في حين نجد إن استهلاك الأوكسجين يستمر بمستوى عالي لمدة من الزمن تعتمد في طولها على شدة التمرين (التدريب) التي أداها الرياضي، حيث إن كمية الأوكسجين المستهلك خلال الاستشفاء بالنسبة للكمية المستهلكة في نفس الفترة الزمنية خلال الراحة تسمى الدين الاوكسجيني وتقدر كمية الدين الاوكسجيني بحوالي (180) لتر/ د ويشتمل الدين الاوكسجيني على قسمين:-

أ-الدين الاوكسجيني بدون اللاكتيك (والمعروف بالقدر السريع للدين الاوكسجيني) والذي يعمل على توفير الأوكسجين اللازم للطاقة المطلوبة لإعادة بناء فوسفات العضلة.

ب- الدين الاوكسجيني اللاكتيكي (والمعروف بالقدر البطيء من الدين) ويطلق عليه لاكتات الأوكسجين والذي يرجع إلى الطاقة النشطة للتخلص من حامض اللاكتيك المتراكم في العضلات والدم.

<u>التخلص من حامض اللاكتيك بالدم والعضلات:</u>

ان حوالي (85)% من حامض اللاكتيك الناتج من المجهود البدني يعاد تشكيله في صورة كلايكوجين في الكبد و (15)% يتحول إلى ماء وثنائي اوكسيد الكربون وهذا سوف يحتاج إلى أوكسجين لتعويض ما تم فقدانه، وللمساعدة على التخلص من حامض اللاكتيك من اجل منع حدوث التقلصات بعد انتهاء التدريب أو خلال الأيام التالية حيث أن تراكم حامض اللاكتيك في العضلات يؤدي غالى التعب فيها وهو بالتالي يحتاج إلى فترة ليست بالقصيرة للتخلص من نسبة لا بأس بها منه عقب كل

تدريب وذلك من خلال الاستشفاء الايجابي عن طريق الهرولة البطيئة لمدة زمنية معينة وبمعدل نبض (120) ض/د، كما يمكن استخدام تمارين المرونة والاسترخاء والتهدئة، فضلاً عن استخدام التدليك والسونا واللذان يعملان على التخلص من تراكم حامض اللاكتيك في العضلات وبفترة زمنية من 30 دقيقة إلى اكثر من ساعة.

<u>أنواع الاستشفاء</u>:

1- الاستشفاء الايجابي: ويشمل:-

أ- أنشطة التهدئة/ مثل الهرولة الخفيفة في نهاية الجرعة التدريبية لمدة 15 دقيقة.

ب- تشكيل حمل التدريب/ بحيث لا تنفذ جرعات تدريبية عالية الشدة بشكل متتالي أو كبية الحجم خلال دورة التدريب الصغيرة (الأسبوعية).

ج- تعويض السوائل/ يجب تناول السوائل وخاصة الماء قبل وأثناء وبعد التدريب ويعتبر تناول الماء مع الكلوكوز من أفضل الوسائل لتعويض الماء والطاقة.

د- التغذية/ يجب أن يشمل الغذاء على نسبة عالية من الكاربوهيدرات المركبة التي يجب تناولها بعد المنافسة أو التدريب مباشرة، حتى تتضمن تعويض الكلايكوجين الذي فقدته العضلات، كذلك الأغذية الغنية بالأملاح (صوديوم، بوتاسيوم، حديد....الخ)

هـ- النوم/ يجب تعويد الرياضي على النوم في توقيتات معينة وتجنب السهر بحيث لا تقل عن (8) ساعات.

و- التمشية/ يفيد المشي الحر للاسترخاء والترويح في نهاية اليوم التدريبي.

2- الاستشفاء السلبي/ ويشمل:

أ- التدليك/ يتم التدليك للتخلص من اللاكتيك وتنشيط الدورة الدموية.

ب- حمامات الاسترخاء/ استخدام الجاكوزي بحيث تكون درجة الحرارة (36) مئوية حيث تساعد على التخلص من حامض اللاكتيك واستعادة معدل القلب.

الساونا/ تستخدم للاستشفاء ويمكن استخدام التدليك معها في نفس الوقت وبمعدل مرة في الأسبوع.

المصادر العربية

1. أبو العلا احمد عبد الفتاح، محمد صبحي حسانين، فسيولوجيا ومرفولوجيا الرياضة وطرق القياس والتقويم، القاهرة، دار الفكر العربي، 1997.
2. أبو العلا احمد عبد الفتاح، فسيولوجيا التدريب الرياضي، القاهرة، دار الفكر العربي، 2003.
3. أمين.ل.سميث وآخرون، أسس الكيمياء الحيوية الجوانب العامة، السعودية، دار ماكجروهيل للنشر1983م.
4. أسامة رياض، الطب الرياضي والعاب القوى، بغداد، دار الهلال، 1987.
5. أنيس مالك الراوي– شاكر نصيف لطيف، موجز الكيمياء الحياتية، بغداد، مطابع التعليم العالي 1988م.
6. باسم كاظم خلف، تأثير تحميل الكلايكوجين مع فيتامين مركب B ضمن النظام الكلايكولي في انجاز ركض 1500م، رسالة ماجستير، كلية التربية الرياضية، جامعة بغداد، 2000.
7. بهاء الدين ابراهيم سلامة، فسيولوجيا الرياضة والاداء البدني، ط1، القاهرة، دار الفكر العربي 2000.
8. حسين حشمت – نادر محمد شلبي، فسيولوجيا التعب العضلي، ط1، القاهرة، دار الفكر العربي، 2003.
9. عايشة عبد المولى السيد، الأسس العلمية لتغذية الرياضيين وعير الرياضيين، الدار العربية للنشر، الاسكندرية 2000.
10. عبد الله محمد زهيري، تغذية الإنسان، العراق، طبعة دار الموصل، 1992.
11. غايتون وصول، المرجع في الفسيولوجيا الطبية، (ترجمة) صادق الهلالي، ط9، بيروت 1997.
12. قيس الدوري ومازن سلمان، الغذاء والتغذية، بغداد/ دار الحكمة، 1990.
13. كاظم جابر امين، الاختبارات والقياسات الفسيولوجية في المجال الرياضي، ط1، مطبعة الكويت، 1997.

14. محمد حسن علاوي، ابو العلا احمد عبد الفتاح، فسيولوجيا التدريب الرياضي، القاهرة، دار الفكر العربي، 2000.
15. ميكز فيلد وجماعته 1995، كثافة معدن العظم عند البلوغ وراكضات المارثون قبل الدورة الشهرية.
16. مؤيد عبد الرزاق حسو، تأثير الضغوط النفسية للمواقف/ رياضة المختلفة في بعض الاستجابات الوظيفية وفقاً للسمات الشخصية السائدة لدى لاعبي كرة السلة، أطروحة دكتوراه، العراق، جامعة الموصل، كلية التربية الرياضية 2005.

المصادر الاجنبية

1. A Mercian kinessiolghy, physiology of exercise urological control of movement, lectures 2, 2003.
2. Arthure. Guyton and john E. Hall, Text book of Medical physiology ninth cdition, copyright 1997.
3. Baker S. K. K. J. A., Mc Cillgagh, and A. Bonen. Training Intensity depended and tissue specification increases in lactake up take & met-I in heat and muscle-J appl physiology, 1998.
4. Dick, W. Trank. Sport training principles 3rd. Ed., London: AcBlack, 1997.
5. Lauralee, Shermood; human Dhy sioloyy from cells system-4th edition (USA) est Virginia university, 2003.
6. Mark, S. Juhn; oral creatinc supplementation the physicion and sport medicine Vol. 27, 1999.
7. Mc Ardle W.D., Katch F.I, Katch V.L: Essentials of Exercise physiology, Lippincott. Williams & Wilkins pub., U.S.A, 2000.
8. Owen Anderson: propriceptive, training propriocption an injury, voidsnce somato sensory system 2003.
9. Russell Bertrand, the analysis of mind, journal of nore phsyology. E 2004.
10. Sylvia, S.; Mader, Patrick, L. Galliarti; Dynamic Human anatomy & Physiology. CDC New York Mcgra W-Hight education, 2001.