فسيولوجيا القلب

يعتبر القلب أول الأجزاء الذي ينمو في الطفل وعادة القلب يبدأ بالنمو اعتباراً من الأسبوع الرابع بعد الإخصاب . وعند الولادة يكون حجم القلب كبيراً قياساً بحجم التجويف الصدري لدى المولود الجديد ، حيث يكون حوالي 130/1 من وزن الجسم الكلي .

ان هذا النمو المبكر للقلب دليلاً على انه لايحتاج إلى تأثير الدماغ إذ ان عمل العضلة مستقل عن الجهاز العصبي ولا تستجيب للإشارات العصبية إلا لتنظيم وتعديل دقات القلب والدليل الأخر على ذلك هو ملاحظة عضلية القلب تعمل حتى بعد إزالتها عن الجسم اذا ما وضع في محلول غذائي مناسب.

ويعتبر القلب مركز الحياة في الكائنات الحية وهو مصدر الطاقة المسببة لحركة الدم في الأوعية الدموية وهو يقوم بعمله كمضخة يأتي إليه الدم من جميع أجزاء الجسم المحملة بالمواد الضارة من ثاني اوكسيد الكربون وحامض البوليك الناتجة من التفاعلات الكيميائية داخل الخلايا إثناء قيامها بوظائفها الاعتيادية ،حيث يقوم بتنقيتها وضخ الدم المحمل بالمواد الغذائية والأوكسجين الضروريين الى سائر الجسم

ولأهمية هذا العضو في جسم الإنسان يجب على المدربين ان يخططوا الإعمال التدريبية بشكل علمي سليم دون التعرض للتأثيرات السلبية وهذا يتطلب إتباع الشروط الخاصة التي ترتبط بعمليات تخطيط حمل التدريب ، فالتدريب الذي يعتمد على العشوائية ومستند على الخبرة الذاتية التي تنتج عن المحاولة والخطأ يؤدي في كثير من الأحيان الى تلك التأثيرات السلبية على عضلة القلب.

العضلة القلبية :

يعتبر القلب عضواً عضلياً مجوفاً محاط من الخارج بغشاء مكون من كيس يطلق عليه التامور ويبطنه من الداخل غشاء شفاف يسمى الشفاف وتتألف جدران القلب بصورة رئيسية من الخلايا العضلية .

يتركب جدار القلب من ثلاث طبقات تقوم الطبقة الخارجية لعضلة القلب بدور الغلاف الخارجي ثم الطبقة العضلية الثانية وهي المسئولة عن انقباض عضلة القلب ودفع الدم ثم الطبقة الداخلية وهي الطبقة المبطنة لتجويف القلب والصمامات.

وتعد العضلة القلبية طرازا فريدا من العضلات الموجودة في أجسام الفقريات فهي عضلات مخططة ولكنها متشعبة والتلاصق القوي لنهايتها يدعى الأقراص البنية .

يختلف سمك القلب تبعاً لاختلاف شدة العمل الذي يقوم به كل جزء من أجزاء القلب فيبلغ سمك جدار البطين الأيسر حوالي من (10 – 15 ملم) بينما يقل عن ذلك جدار البطين الأيمن من (5– 8 ملم) ويبلغ سمك جدار الأذينين حوالي (2 –3 ملم)وان هذا السمك في جدران القلب بالإضافة الى حجم التجويف القلبي هما اللذان يحددان حجم القلب .

موقع القلب :

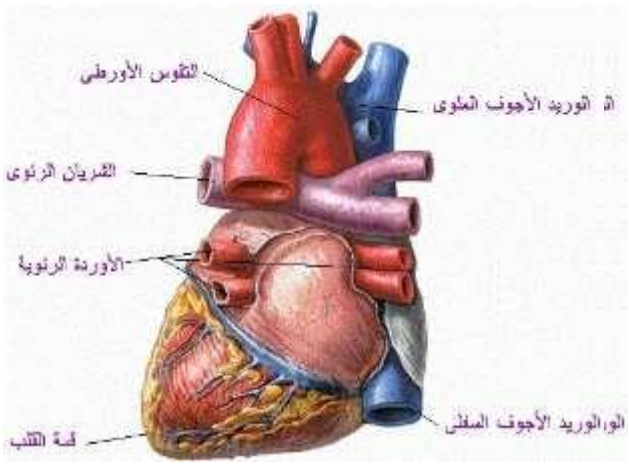
يقع القلب داخل التجويف الصدري بين الرئتين لحمايته من الصدمات الخارجية ويشغل مكان القص المتوسط من الرئة اليسرى .

اذ يقع القلب خلف عظم القص بين الضلع الثاني والسادس ويستند من الخلف على جسم الفقرات من (5– 8)الفقرات الصدرية وعادتاً فان ثلثي حجم القلب يقع في الجهة اليسرى والثلث الباقي في الجهة اليمنى من مركز الجسم ، والجزء السفلي من القلب يسمى رأس القلب يستند الى الحجاب الحاجز للجهة اليسرى ولهذا فعند ظهور الحاجة لحساب عدد ضربات القلب بشكل واضح يجب ان يوضع جهاز قياس دقات القلب فوق منطقة رأس القلب والذي يكون بالتحديد في الفراغ ما بين الضلع الخامس والسادس وعلى خط واحد مع الجزء الأوسط لعظم الترقوة والى الجهة اليسرى منه .

شكل القلب : –

يتحدد شكل القلب على شكل التجويف الصدري اذ يأخذ القلب في الانسان شكلاً مخروطياً ويتكون من أربع مجرات اثنين منهم لاستقبال الدم هما الاذينين واثنين لدفع الدم خارج القلب هما البطينين والنصف الايمن من القلب منفصل تماما عن النصف الايسر بواسطة جدار .

تغذية القلب:–



القلب كأي عضو من أعضاء الجسم يحتاج الى الغذاء والأوكسجين وتتم تغذية القلب عن طريق شرايين خارجية تسمى الشرايين التاجية تمده بحاجته المستمرة من الغذاء والأوكسجين كما ان عضلة القلب تستخلص وقودها مباشرة من الدم وذلك لأنها غنية بالشعيرات الدموية ، ويتمثل غذائها في حامض أللبنيك وكلوكوز الدم وعضلة القلب تفضل ذلك الحامض على السكر كما أن تغذيتها بحامض أللبنيك يحول دون تجمعه داخل القلب وذلك لعدم تحمل تراكمه في داخلها كما يحدث في العضلات الإرادية .

يتفرع كل شريان من الشرايين الإكليلية الى فروع صغيرة مكونة شبكة شعرية في عضلة القلب ويغذي الشريان الأيمن معظم البطين الأيمن والقسم الخلفي من البطين اليسر ، بينما يغذي الشريان الإكليلي الأيسر الجانبين الإمامين والوحشي للبطين الأيسر ، ويبلغ معدل جريان الدم الإكليلي في الإنسان السوي (225 مليلتر /دقيقة) وهو حوالي (0.7 – 0.8 مليلتر) لكل غرام من عضلة القلب ، وبمقدار

3-10 % من حجم الدم المدفوع في الخفقة الواحدة وان هذه الكمية تتضاعف عن 4-7 مرات اثناء التدريب البدني غير ان هذه الزيادة تتناسب مع كمية الناتج القلبي . وان الطاقة الكيميائية هي الطاقة التي تستخدمها عضلة القلب لانجاز عملية التقلص وهي تستمدها من العمليات الايضية الهوائية لأكسدة الأحماض الدهنية والأحماض الامينية والكلوكوز ففي وقت الراحة تتقارب نسبة استهلاك هذه المصادر حتى تصل الى 31% كلوكوز و34% الاحماض الدهنية و28% أحماض امينية وفي المجهود البدني تتغير هذه النسب ويزيد نسبة استهلاك حامض اللاكتيك .

وفي الحمل البدني الهوائي الأقل من الأقصى فان نسبة الطاقة التي ينتجها القلب من حامض اللاكتيك حوالي 50% من مجموع الطاقة الكلية ويمكن ان تزيد الى 60% .

خصائص العضلة القلبية :-

ان خلايا العضلة القلبية تكون مرتبة على شكل طبقات محزومة معاً بقوة وعلى شكل دائرة كاملة على التجاويف والحجر المملوءة بالدم وعندما تنقبض جدران حجرة ما فإنها تكون انقباضا كليا مسببة ضغطاً على الدم الذي تحتويه ، تجمع العضلة القلبية خصائص كل من العضلات الملساء والهيكلية اذ انها مخططة نتيجة لترتيب الخيوط البروتينية السميكة المايوسين والخيوط الرقيقة اللاكتين ولكنها اقصر وأكثر تفرعاً من الخلايا العضلية الهيكلية وترتبط نهايات الخلايا ببعضها بتراكيب تسمى الأقراص البينية.

يمكن تلخيص الخصائص الفسيولوجية للقلب بما يأتي:

1- **اللاإرادية** :- تعني هذه الصفة ان عضلة القلب تنقبض بطريقة إيقاعية دون استشارة خارجية ونتيجة لتأثير النبضات تظهر في القلب في العقدة الاذينية بالذين الايمن وهي تعتبر المنظم الأول للإيقاع القلبي ثم تنتشر موجة الانقباض حتى تصل الى عقدة اسفل البطين الايمن تسمى العقدة البطينية وعندما تسري موجة الانقباض الى البطينين فانها تمر خلال الحزمة الاذينية البطينية والتي تنقسم الى فرعين .وتتميز العقدة الاذينية بصفة تلقائية او اللاإرادية في عملها.

2- **الاستثارية**:- وتبدو هذه الخاصية عندما تظهر الاستثارة تحت تأثير مختلف المثيرات ويجب ان لا تقل قوة الاستثارة عن العتبة الطارقة (الحد الأدنى الذي يمكن ان نستجيب له عضلة القلب)وتخضع عضلة القلب لقانون الكل او لاشيء ولا ترتبط درجة الانقباض بقوة المثير ولكن بدرجة امتطاط العضلة القلبية قبل الانقباض وكذلك درجة حرارة ومكونات الدم المغذي لها.

3- **التواصل** :- تساعد خاصية التواصل على توصيل الموجة الانقباضية من العقدة الاذينية الى جميع أجزاء عضلة القلب وتزيد خاصية التواصل عند زيادة الحرارة وتقل عند نقص الأوكسجين.

4- **الانقباضية** :- نتيجة لعملية الانقباض والارتخاء الإيقاعي المستمر للأذينين والبطينين يتم سريان الدم الى الجسم والرئتين.

أما **الخصائص الكيميائية الحيوية لعضلة القلب فهي:**

1- تكثر بعضلة القلب أجسام المايتوكوندريا.

2- تكثر بعضلة القلب مادة الهيموغلوبين الحمراء .

3- تستطيع عضلة القلب في أحوالها العادية ان تؤكسد حامض أللبنيك الخاص بالدم مفضلة حامض أللبنيك على السكر أي ان لها القدرة على استخلاص الوقود من الدم وليس من الكلايكوجين بسبب كثرة الشعيرات الدموية بها .

4- هناك اختلاف كيميائي أخر وهو عدم قدرة عضلة القلب على تحمل غياب الاوكسجين مثل العضلات الهيكلية أي عدم تحملها تراكم حامض أللبنيك بداخلها بنفس درجة تراكمه في العضلات الهيكلية.

تضخم القلب:

يتحدد حجم القلب بحجم تجويفه وكذلك سمك جدرانه وبمقاييس العمر والجسم والنشاط الحركي للإنسان ويصل حجم القلب بالنسبة للرجال(700-800)سم3 وللسيدات(1000-1200)سم3 إلا ان الزيادة المفرطة في حجم القلب يؤدي الى تضخم القلب الذي قد يكون سلبيا.(1: 393)

ان حجم القلب يرتبط بنوع النشاط الرياضي التخصصي وهي ظاهرة يتطابق فيها الجنسان كما يلاحظ ان الممارسين لرياضات التحمل مثل الدرجات وجري المسافات الطويلة يملكون قلوبا تفوق في إحجامها إحجام قلوب أقرانهم من الممارسين لرياضات لا تتطلب التحمل بالدرجة الأولى مثل الملاكمة المصارعة . لذا فان ظاهرة اتساع القلب والحجم الكبير للقلب لا تعم كل الرياضيين ولكن فقط ترتبط بهؤلاء الذين يمارسون أنشطة تحمل.

ان أي زيادة في وزن وحجم القلب يعتبر تغير لصالح الجسم صحيا لأنه يزيد من كفاءة القلب الوظيفية حيث ان التدريب الرياضي يؤدي الى ارتفاع ضغط الدم الا ان هذا الارتفاع مؤقت ينتهي بانتهاء التدريب ولا يستمر على الدوام كما هو الحال في مرضى ضغط الدم فان الألياف الانقباضية في عضلة

القلب تزداد كفاءتها حيث يؤدي التدريب المنتظم الى زيادة ما يسمى بحجم الدم المدفوع في كل نبضة (الدفع القلبي) أي مجموع كمية الدم التي يضخها القلب في الدقيقة الواحدة يساوي عدد دقات القلب مضروب بحجم الدم المدفوع في كل نبضة وهذا بدوره يؤدي الى نقصان عدد دقات القلب ويكون التضخم اما تضخم فسلجي لعضلة القلب او مضاعفة حجم القلب او التوسع الفسلجي للقلب (مضاعفة الحجم الاحتياطي للدم) وعند الأشخاص الذين يمارسون الرياضة يؤدي تضخم الألياف العضلية الانفرادية الى تضخم جدار بطين القلب .

وللتفريق بين التمدد الرياضي لعضلة القلب والتمدد المرضى بها ،فمن المفيد ربط هذه الظاهرة بمقدار الاستهلاك للأوكسجين او الحد الاقصى للنبض الاوكسجين كما في المعادلة :

$$\text{الحد الاقصى للنبض} = \frac{\text{الحد الاقصى للاستهلاك الاوكسجين}}{\text{معدل النبض}}$$

فإذا لوحظ خلال التدريب الرياضي زيادة حجم القلب مقرونا بزيادة الاستهلاك الاوكسجين فان ظاهرة زيادة حجم القلب هذا تصبح ظاهرة فسيولوجية طبيعية تعبر عن حدوث عمليات تكيف للحمل التدريبي ،اما في حالة حدوث زيادة الحجم مقرونة بعدم حدوث زيادة في الاستهلاك الاوكسجين او نقصانها فان زيادة حجم القلب هنا يمكن ان تكون ظاهرة مرضية يتبعها انخفاض في إنتاجية القلب ، ويصاحب التضخم الوظيفي لعضلة القلب زيادة في شبكة الشعيرات الدموية فيها حيث يسهل ذلك في عملية مد عضلة القلب لحاجتها من الاوكسجين.

ومن أسباب التضخم القلبي:

* قد تحدث إصابة القلب مرضيا عند التدريب بالرغم من وجود بؤر عدوى.
* زيادة استخدام الأحمال التدريبية بدون تخطيط مناسب .
* زيادة الأحمال التدريبية المصاحبة أحمال ذهنية مثل التدريب اثناء الامتحانات .
* الإجهاد او التدريب الزائد.

وفي النهاية إذا زاد تضخم القلب بشكل مفرط فان نسبة عدد الشعيرات الدموية الى العناصر الانقباضية تنخفض ويظهر احتياج نسبي للأوكسجين لأجزاء عضلة القلب وهذا الظاهرة السلبية يمكن ان تؤدي – إذا استفحلت –الى الموت.

العوامل التي تؤثر على دقات القلب (ضربات القلب) :-

1- المرحلة العمرية والجنس (النوع) والطول والوزن والحالة التدريبية والنشاط المهني ووضع الجسم .

2- درجة الحرارة والتوتر العصبي وضغط الدم والسن.

3- أعصاب القلب والانفعالات وحرارة الدم وكمية الدم العائدة للقلب وضغط الدم في الشرايين وانقباض العضلات وغازات الدم وتأثير الهرمونات .

الدفع القلبي :-

يعتبر الدفع القلبي هو حجم الدم الذي يدفعه القلب في الدقيقة وهو أهم مؤشر لدينامكية الدم ويستخدم لتقييم عمل القلب اثناء العمل العضلي ، ومن المعروف ان أقصى حد لمعدل ضربات القلب يتشابه لدى الرياضيين وغير الرياضيين من الأصحاء ، وبناءً عليه فان عمل القلب يتكيف مع التدريب الرياضي نتيجة لزيادة حجم الدم المدفوع في كل ضربة من ضربات القلب .

وان دفع القلب مابين 5-6 لتر /دقيقة في وقت الراحة وليس هنالك فرق بين المدربين وغير المدربين في وقت الراحة ، ولكن اثناء التدريب تزيد حاجة العضلات لاستهلاك الاوكسجين فيرتفع الدفع القلبي ويمكن ان يصل الحد الاقصى للدفع القلبي للرياضيين المدربين الى 30 لتر دم في الدقيقة أي زيادة 5-6 أضعاف الدفع القلبي اثناء الراحة . وفي مسابقات التحمل يصل 40 لتر /دقيقة لدى بعض الرياضيين المدربين اما بالنسبة لغير المدربين فيمكن ان يصل أقصى حد الى 20-25لتر /دقيقة .

وبصفة عامة فان اعلى مستوى في الحد الاقصى لاستهلاك الاوكسجين هو اعلى مستوى في الدفع القلبي ، وعند مقارنة الرجل مع المرأة يلاحظ زيادة الدفع القلبي للمرأة عند الرجل عند أداء نفس الحمل بمقدار 1,5-1.75 لتر/دقيقة هذا يعني ان للمرأة يكون أكثر عند نفس مستوى استهلاك الاوكسجين مقارنة بالرجل ويرجع سبب هذا الى نقص قدرة المرأة على حمل الاوكسجين الى العضلات نتيجة نقص الهيموغلوبين بالدم.

العوامل المؤثرة على الدفع القلبي :-

1- طول ووزن الجسم .

2- عوامل فسيولوجية .

3- درجة الحرارة

وان مقدار الدفع القلبي (حجم الضربة ومعدل القلب) اكبر لدى الرياضيين طوال القامة بالمقارنة بالرياضيين ذوي الأطوال العادية .

أما عامل العمر فان حجم الدفع القلبي لدى الرياضيين في الفئة 17-18 سنة والفئة 19-20 سنة متشابهة تقريباً إلا ان هذا الحجم كان اقل بعض الشيء بالنسبة للفئات العمرية الأكبر سناً .

وبالنسبة للوزن فان زيادة الكتلة العضلية يزيد استهلاك الاوكسجين وبالتالي يزيد الدفع القلبي .

ومن العوامل الفسيولوجية المؤثرة على الدفع القلبي :-

1- الدفع القلبي ومعدل القلب :- يعتبر القلب هو اهم عامل لتنظيم حجم الدفع القلبي ، ويلاحظ ان اكبر حجم الدم الموضوع في الضربة الواحدة عندما تكون سرعة القلب بطيئة وعلى العكس يلاحظ انخفاض نسبي لحجم الضربة لدى الرياضيين الذين لديهم زيادة في معدل القلب.

2- الدفع القلبي وأوضاع الجسم المختلفة :- يؤدي تغيير أوضاع الجسم في الفراغ الى تغيرات في عمل القلب لذا فان حجم العادي للدفع القلبي يحسب من الوضع الافقي للجسم ويقل عند تغيير وضع الجسم من الافقي الى الراسي حوالي 10%الى 25% كما يقل حجم الضربة حوالي 40% ويختلف عمل القلب في الراحة تبعا لاختلاف وضع الجسم وعند تحويل وضع الجسم من الأفقي الى الوضع الراسي فان حوالي 300مليلتر – 800مليلتر من الدم نتيجة الى الأطراف السفلية ولذا فان حجم الدم المركزي (حجم الدم الساري في الدورة الصغرى) يكون اقل من 20% اثناء الراحة في الوضع الراسي عن الوضع الأفقي بحوالي (1-2 لتر / دقيقة)أما بالنسبة للحمل الاقصى فان الدفع القلبي في الوضع الراسي اكبر عنه في الوضع الأفقي وتظهر تطبيقات ذلك في السباحة حيث تؤدي في الوضع الأفقي .

3- الدفع القلبي ودرجة الحرارة البيئية والجسم :- توثر درجة حرارة البيئة المحيطة على ديناميكية الدم ، وذلك لسبب محاولة الحفاظ على ثبات درجة حرارة الجسم وبناءً على ذلك يزيد ضربات الدم في الشعيرات الدموية بالجلد للتخلص من الحرارة الزائدة عن طريق إفراز العرق وتبخره مما يتطلب زيادة الدفع القلبي .

التدريب الرياضي وأثره على القلب :ـ

يؤدي التدريب الرياضي الى إحداث بعض التغيرات في عضلة القلب وتشتمل على تغيرات تشريحية في حجم ووزن القلب وتغيرات وظيفية في نبضات القلب والدفع القلبي وضغط الدم .

وتحصل تغيرات في حجم وكتلة ووزن عضلة القلب وسمك جدرانها كتهيئة للظروف اللازمة وتشمل هذه التغيرات الصمامات القلبية بإحجامها نتيجة التدريب المنظم والمستمر ويؤدي الى كبر الصمامات لكي يتضمن عمله في إحكام الإغلاق وعدم عودة الدم بالاتجاه المعاكس ، ان النشاط الرياضي والمنظم يكون تأثيره على البطين الايسر اكبر من باقي أجزاء الجسم.

التكيفات والتغيرات الناتجة من الجهد :ـ

- **التغيرات الفسيولوجية :ـ**

1- زيادة المقطع العضلي للقلب (حجم القلب)
2- التناسب العكسي فيما بين حجم القلب ومعدل النبض .
3- اتساع الشريانان التاجيان المغذيان لعضلة القلب.
4- زيادة قوة انقباض العضلة القلبية .
5- ارتفاع معدل الدفع القلبي .
6- زيادة سمك البطين الايسر بتقدم العمر التدريبي والحالة التدريبية .

- **التكيفات الفسيولوجية :ـ**

1- القدرة على التكيف وسرعته مع العبء الملقى عليه.
2- سرعة الاستجابة للتأثيرات العصبية المنبهة لحجم الضربة والنبض .
3- التناسب فيما بين ضغط الدم الانقباضي وضغط الدم الانبساطي وبين نوع النشاط الرياضي التخصصي الممارس .
4- زيادة الفترة الفاصلة بين كل انقباضه قلبية وأخرى .
5- سرعة عودة اللاعب الى الحالة الطبيعية بعد انتهاء الجهد البدني .