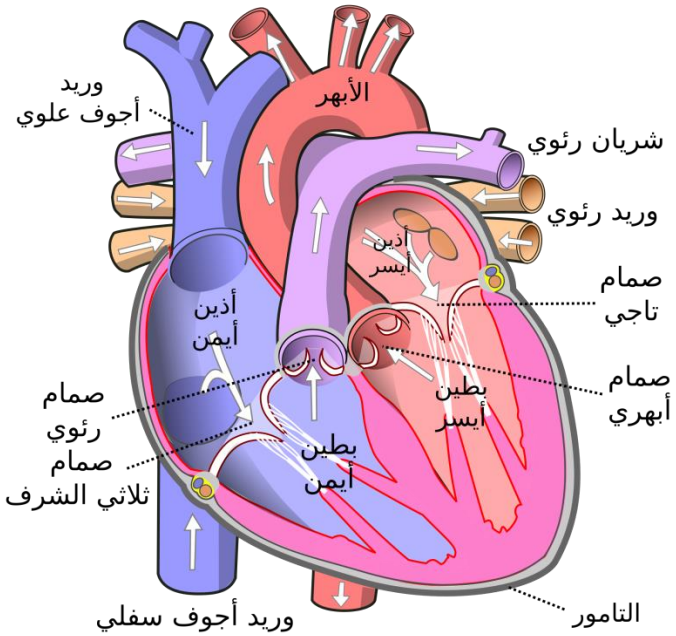
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة تكريت
كلية التربية البدنية وعلوم الرياضة
الدراسات العليا

المسلجة الرياضية.

القلب

ا.م.د
علاء الطياوي



القلب

القلب هو عضلة مجوفة عضلية التكوين يبلغ متوسط وزنه نحو (312 غرامًا) ويأخذ شكل قبضة اليد. يصل طوله إلى حوالي (12 سم) وعرضه (9 سم)، ويقع في التجويف الصدري بين عظم القص في الأمام والعمود الفقري في الخلف، مستندًا إلى الحجاب الحاجز من الأسفل، وتحيط به الرئتان من الجانبين.

يعمل القلب كمضخة ديناميكية لا إرادية تمتلك خاصية الانقباض والانبساط التلقائي المنتظم بفضل امتلاكها خلايا عضلية متخصصة ذات قابلية تلقائية للإثارة (Automaticity) والتوصيل (Conductivity).هذه الخلايا تُنظم ضربات القلب بحيث ينقبض وينبسط بما يقارب (100.000) مرة يوميًا، دافعًا ما يقارب (8000 لتر) من الدم عبر شبكة وعائية يزيد طولها عن (90.000 كم).

تُعرف عضلته باسم العضلة القلبية(Myocardium) وهي نسيج عضلي مخطط ذو طبيعة خاصة، يختلف عن العضلات الهيكلية والملساء بامتلاكه أقراصًا بينية (Intercalated discs) تسمح بانتقال السيالات الكهربائية بسرعة، ما يجعله يعمل كوحدة وظيفية متكاملة.(Functional syncytium)

يتكون القلب من أربع حجرات رئيسية (أذين أيمن، أذين أيسر، بطين أيمن، بطين أيسر)، تعمل بشكل متناسق لضمان استمرار الدورة الدموية. حيث يضخ البطين الأيمن الدم غير المؤكسج نحو الرئتين عبر الدوران الصغير(Pulmonary circulation) ، بينما يضخ البطين الأيسر الدم المؤكسج بضغط مرتفع نحو جميع أنسجة الجسم عبر الدوران الجهازي.(Systemic circulation)

بهذا التنظيم الفسيولوجي، يُعد القلب المحرك الأساسي للدورة الدموية، موفّرًا الطاقة اللازمة لاستمرار الحياة عبر إيصال الأوكسجين والمواد الغذائية إلى الأنسجة وإزالة الفضلات الأيضية منها.

حجرات القلب(Cardiac Chambers)

القلب يتكون من أربع حجرات أساسية، تعمل بتكامل ديناميكي يضمن المحافظة على التدفق الدوري للدم بين الدوران الرئوي والدوران الجهازي:

- الأذين الأيمن :(Right Atrium) يمثل الحجرة المستقبلة للدم غير المؤكسج العائد من الجسم عبر الوريدين الأجوفين (العلوي والسفلي). هذه الحجرة تُعد بمثابة "خزان أولي" يهيّئ الدم للانتقال إلى البطين الأيمن، مع وجود العقدة الجيبية الأذينية (SA Node) على جداره كمنظم رئيسي لإيقاع القلب.
- البطين الأيمن :(Right Ventricle) يتلقى الدم من الأذين الأيمن عبر الصمام ثلاثي الشرف، ويضخه بضغط منخفض نسبيًا إلى الشريان الرئوي باتجاه الرئتين لإجراء التبادل الغازي. بنيته العضلية أقل سماكة مقارنة بالبطين الأيسر لكونه يضخ الدم لمسافة قصيرة (الدوران الرئوي).
- الأذين الأيسر :(Left Atrium) يستقبل الدم المؤكسج عبر أربعة أوردة رئوية، ويعمل كخزان ضاغط يضمن انتقال الدم بكفاءة إلى البطين الأيسر.
- البطين الأيسر :(Left Ventricle) الحجرة الأقوى والأكثر سماكة، مسؤول عن توليد الضغط العالي الكفيل بدفع الدم المؤكسج عبر الشريان الأبهر إلى مختلف أنسجة الجسم. بنيته العضلية السميكة تمثل تكيفًا فسيولوجيًا مع المقاومة العالية في الدوران الجهازي.

صمامات القلب(Heart Valves)

تمثل الصمامات آليات حيوية أحادية الاتجاه لضمان التدفق المنظم للدم ومنع ارتجاعه:

- **الصمام ثلاثي الشرف :(Tricuspid Valve) ينظم مرور الدم من الأذين الأيمن إلى البطين الأيمن.**
- **الصمام الرئوي :(Pulmonary Valve) يتحكم بخروج الدم من البطين الأيمن إلى الشريان الرئوي.**
- **الصمام التاجي أو الميترالي :(Mitral Valve) يفصل بين الأذين الأيسر والبطين الأيسر، وهو صمام ثنائي الشرف ذو أهمية سريرية كبيرة.**
- **الصمام الأبهري :(Aortic Valve) يسمح باندفاع الدم من البطين الأيسر إلى الأبهر، ويمنع رجوعه خلال طور الانبساط.**

غلاف القلب(Pericardium)

القلب مُغلف بغشاء تاموري مزدوج الطبقات، وظيفته الأساسية الحماية الميكانيكية وتسهيل حركة القلب داخل التجويف الصدري:

- **الإبكارديوم :(Epicardium) طبقة خارجية ليفية متينة متصلة بجذور الأوعية الكبيرة وبالحجاب الحاجز.**
- **الميوركارديوم :(Myocardium) الطبقة الوسطى، وهي النسيج العضلي المخطط المميز للقلب. هذه العضلة تعمل كوحدة وظيفية (Functional Syncytium) بفعل الأقراص البينية، وتخضع لقانون الكل أو لا شيء(All–or–None Law) ، حيث يُستثار النسيج العضلي بكامله استجابة لأي مؤثر فعّال. سماكتها تختلف بحسب متطلبات الضخ، وتبلغ أقصاها في البطين الأيسر.**
- **الإندوكارديوم :(Endocardium) الطبقة الداخلية المبطنة للحجرات، غنية بالأوعية الدقيقة، وهي المسؤولة عن تكوين الصمامات القلبية والمحافظة على سلاسة جريان الدم داخل القلب.**

الأوعية الدموية المرتبطة بالقلب(Great Vessels)

- **الشريان الأبهر :(Aorta) الناقل الرئيسي للدم المؤكسج إلى كافة أنسجة الجسم.**
- **الشريان الرئوي :(Pulmonary Artery) ينقل الدم غير المؤكسج إلى الرئتين لإعادة أكسجته.**
- **الأوردة الأجوفية (Venae Cavae): superior & inferior vena cava تعيدان الدم غير المؤكسج من الجسم إلى الأذين الأيمن.**
- **الأوردة الرئوية :(Pulmonary Veins) أربعة أوعية رئيسية تنقل الدم المؤكسج من الرئتين إلى الأذين الأيسر.**

الدورة القلبية :

تتضمن الدورة القلبية الوظائف كلها التي تحدث بين ضربتين متتابعتين للقلب في حالتي الانقباض (systole) والانبساط (Distole) لعضلة القلب المشتملة على الاذينين والبطينين .

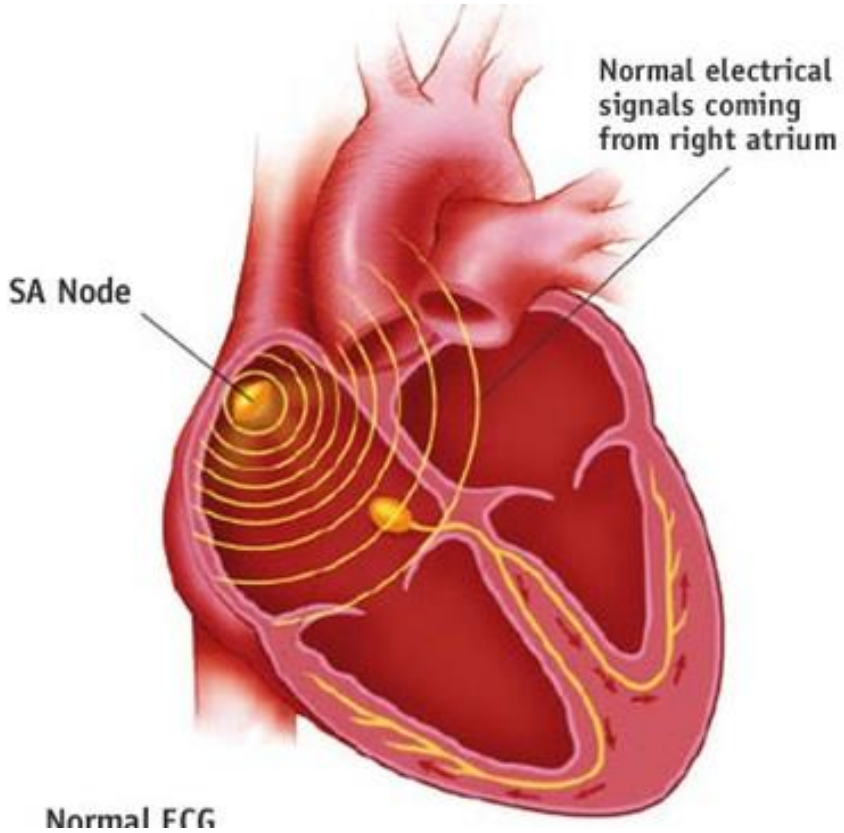
وتسمى المدة من بداية الضربة القلبية الواحدة حتى بداية الضربة القلبية التالية بالدورة القلبية ، والدورة القلبية هي كل ما يحدث عند الضربة القلبية الواحدة ، فإذا كانت سرعة القلب (70) ضربة/دقيقة فإن الدورة القلبية الواحدة تستغرق (0.8) ثانية اذ يشكل زمن (0.5) ثانية منها زمن الراحة والانبساط و (0.3) ثانية زمن التقلص .

وفي كل دورة تتولد موجه من جهد الفعل بصورة ذاتية من العقدة الجيبية الاذينية وتحدث تغييرات في الضغط داخل التجاويف القلبية والاوعية الدموية الخارجة من البطينين الايمن والايسر فضلاً عن التغيرات الكهربائية كما تحدث الضربة اصواتاً سببها انفتاح الصمامات القلبية وانغلاقها في اثناء عملية ضخ الدم الى القلب وخارجه .

الدورة الدموية :

هي عملية ايصال الدم الى انحاء الجسم كافة وتتم من خلال ضخ الدم من قبل القلب الى انحاء الجسم كافة ويتم توصيله عن طريق الشرايين ثم عودة الدم الى القلب مرة اخرى عن طريق الاوردة ، علماً ان الدورة الدموية تقسم الى :

- **دورة دموية صغرى .**
- **دورة دموية كبرى .**



كهربائية القلب

تُعتبر كهربائية القلب الأساس الذي ينظم عمله كمضخة ذكية، حيث تتحكم النبضات الكهربائية في توقيت انقباض ألياف عضلة القلب وضخ الدم بكفاءة. ويعتمد هذا النشاط

على نظام توصيل كهربائي متخصص يبدأ من العقدة الجيبية الأذينية (SA Node) وينتهي بانتشار الإثارة داخل البطينين.

أولاً: مكونات النظام الكهربائي

1. العقدة الجيبية الأذينية:(SA Node)
   - تُعرف بأنها الناظمة الطبيعية للقلب.
   - تقع في جدار الأذين الأيمن قرب مدخل الوريد الأجوف العلوي.
   - تمتلك خلاياها خاصية الإيقاعية الذاتية(Automaticity) ، حيث تولّد جهود فعل تلقائيًا بمعدل 60–80 مرة في الدقيقة.
   - تتأثر بتنظيم عصبي–هرموني:
     - المحفز السمبثاوي :(Sympathetic) يفرز الناقل العصبي النورأدرينالين (Noradrenaline)، فيزيد سرعة إزالة الاستقطاب (Depolarization) ويؤدي إلى تسارع ضربات القلب.
     - المحفز نظير السمبثاوي :(Parasympathetic) يفرز الناقل العصبي الأستيل كولين(Acetylcholine) ، الذي يُبطئ إزالة الاستقطاب ويؤدي إلى انخفاض معدل ضربات القلب.
2. العقدة الأذينية البطينية:(AV Node)
   - تقع بين الأذين الأيمن والبطين الأيمن.
   - وظيفتها تأخير وصول الإشارة الكهربائية لمدة تقارب 0.1ثانية للسماح بامتلاء البطينين بالدم قبل انقباضهما.
3. حزمة هس:(His Bundle)
   - تنقل الإشارة الكهربائية من العقدة الأذينية البطينية إلى البطينين.
4. ألياف بركنجي:(Purkinje Fibers)

- شبكة واسعة ذات سرعة توصيل عالية داخل البطينين.
- تضمن انقباضًا سريعًا ومتزامنًا لجدران البطينين، ما يعزز كفاءة الضخ أثناء الجهد الرياضي.

ثانياً: الخصائص الكهربائية لألياف القلب

- **الإيقاعية الذاتية :(Automaticity) قدرة بعض الخلايا (SA Node, AV Node) على توليد جهد فعل تلقائيًا.**
- **التوصيل :(Conductivity) انتقال جهد الفعل عبر الخلايا القلبية.**
- **الاستثارية :(Excitability) استجابة الخلايا لمنبه كهربائي داخلي أو خارجي.**
- **الانقباضية :(Contractility) تحويل الإشارة الكهربائية إلى انقباض ميكانيكي فعال لضخ الدم.**

ثالثاً: زوال الاستقطاب وفترة الكمون

- **عند مرور الموجة الكهربائية على الأذينين يحدث زوال استقطاب (Depolarization) يتبعه انقباض أذيني.**
- **ثم تنتقل الإشارة إلى البطينين، فتُحدث زوال استقطاب يتبعه انقباض بطيني.**
- **يلي ذلك عودة الاستقطاب (Repolarization) وانبساط البطينين استعدادًا للدورة التالية.**

فترة الكمون:(Plateau Phase)

- **تستمر حوالي 250ملي ثانية نتيجة دخول أيونات الكالسيوم عبر قنوات بطيئة–L (type Ca^{2+}).**
- **هذه الفترة الطويلة تمنع حدوث التتانوس (Tetanus) في عضلة القلب (كما يحدث في العضلات الهيكلية).**

- **تُعد آلية وقائية تضمن تناوب الانقباض والارتخاء، بحيث يضخ القلب الدم ثم يرتخي ليمتلئ من جديد.**

✓ **ابرز التكيفات الكهربائية للقلب مع التدريب البدني**

اولا/ انخفاض معدل ضربات القلب في الراحة

- **أحد أبرز التكيفات الفسيولوجية عند الرياضيين، خاصة رياضات التحمل.**
- **السبب:**
  - **زيادة نشاط العصب المبهم.(Parasympathetic tone)**
  - **انخفاض في نشاط الجهاز السمبثاوي.**
  - **تعديلات على العقدة الجيبية (SA Node) تجعلها تُفرغ نبضات كهربائية بوتيرة أبطأ.**
- **الفائدة: تقليل العبء على القلب، وزيادة كفاءة الضخ، حيث يُضخ حجم دم أكبر بضربات أقل.**

ثانيا/ زيادة حجم الضربة (Stroke Volume) عبر تعزيز الامتلاء البطيني

- **التدريب، خاصة الهوائي، يؤدي إلى توسع البطين الأيسر (Eccentric Hypertrophy).**
- **التأثير الكهربائي:**
  - **زيادة زمن الامتلاء البطيني بسبب بطء النبض.**
  - **تحسن التوصيل الكهربائي عبر AV Node وألياف بركنجي.**
- **النتيجة: تقل سرعة القلب لكن كل نبضة تُخرج دمًا أكثر.**

ثالثا/ تحسين التوصيل الكهربائي

- **زيادة كفاءة العقدة الأذينية البطينية (AV Node) في تنظيم التأخير الزمني.**

- **ألياف بركنجي تُظهر نشاطًا متزامنًا وأكثر كفاءة، مما يقلل من عدم الانتظام–(Dys synchrony).**
- **هذا التكيف يسمح بانقباض متوازن للبطينين حتى مع الجهد العالي.**

رابعا/ إطالة فترة الامتلاء الانبساطي(Diastolic Filling Time)

- **نتيجة بطء القلب الفسيولوجي، يحصل البطينان على وقت أطول للامتلاء.**
- **كهربائيًا: يُلاحظ اتساع فترة PR و RRفي تخطيط القلب (ECG) عند الرياضيين دون أن يُعتبر مرضيًا.**

خامسا/ تغيرات في تخطيط القلب (ECG) لدى الرياضيين.

- **ارتفاع جهد موجة :R بسبب زيادة كتلة البطين الأيسر.**
- **انخفاض معدل العقدة الجيبية :بطء قلب واضح.**
- **إطالة بسيطة في PR أو :QT تكيف فسيولوجي مع بطء القلب.**
- **هذه التغيرات فسيولوجية، لكن يجب التفريق بينها وبين علامات الاعتلال القلبي المرضي.**

سادسا/زيادة الاستقرار الكهربائي(Electrical Stability)

- **التدريب المنتظم يقلل من الاستثارة الزائدة (Hyperexcitability) للألياف القلبية.**
- **يقلل من احتمالية حدوث اضطرابات نظم (Arrhythmias) مقارنة بغير الرياضيين، ما لم يكن هناك تدريب مفرط.(Overtraining)**

سابعا/ التغيرات الهرمونية–الكهربائية

- انخفاض استجابة العقدة الجيبية لمستقبلات β1 نتيجة التكيف مع التدريب المزمن.
- زيادة كفاءة استخدام الكالسيوم في الخلايا القلبية → تحسين الاقتران الكهربائي–الميكانيكي.(Excitation–Contraction Coupling)

الناتج القلبي وحجم الضربة

أولاً: التعريفات الأساسية

1.الناتج القلبي(Cardiac Output – CO)

هو كمية الدم التي يضخها البطين الأيسر إلى الدورة الدموية الجهازية خلال دقيقة واحدة.

$$CO=HR\times SV$$

حيث:

- HR (Heart Rate): معدل ضربات القلب (نبضة/دقيقة).
- SV (Stroke Volume):حجم الضربة (مل/ضربة).
- القيم الفسيولوجية:
  - في الراحة: 4 – 6 لتر/دقيقة عند الشباب الأصحاء متوسطو البنية.
  - أثناء الجهد الأقصى (غير الرياضي): 18 – 22 لتر/دقيقة.
  - أثناء الجهد الأقصى (الرياضي المدرب): قد يصل إلى 30 – 35 لتر/دقيقة أو أكثر بفضل التكيفات القلبية.

2.حجم الضربة(Stroke Volume – SV)

هو كمية الدم المطرودة من البطين الأيسر في كل ضربة قلبية، ويحسب بالمعادلة:

$$SV=EDV-ESVSV$$

- EDV (End–Diastolic Volume):الحجم الانبساطي النهائي (120 – 130 مل/راحة).

- ESV (End-Systolic Volume):الحجم الانقباضي النهائي (50 – 60 مل/راحة).
- في الشاب السليم غير المدرب 60مل/راحة.
- أثناء الجهد: يرتفع إلى 100 – 110 مل.
- في الرياضيين المدربين SV :عند الراحة ≈ 80 مل، وأثناء الجهد الأقصى 150 – 200 مل.

ثانياً: العلاقة بين شدة الجهد والناتج القلبي

- في بداية الجهد :يزداد CO نتيجة لارتفاع كل من HR و.SV
- في الجهد المعتدل :تستمر الزيادة الطردية مع شدة الجهد.
- في الجهد الأقصى :يصل SV إلى حالة شبه مستقرة (Plateau) عند HR يقارب 150 نبضة/دقيقة (غير الرياضيين)، ويصبح ارتفاع CO نتيجة لزيادة HR فقط.
- السبب الفسيولوجي :قصر زمن الامتلاء الانبساطي مع التسرع القلبي يقلل ⇒ EDV استقرار.SV

ثالثاً: العوامل المؤثرة على حجم الضربة(Determinants of SV)

1-التحميل المسبق(Preload)

- هو التمدد الأولي للألياف العضلية البطينية الناتج عن حجم الدم الوارد.(EDV)
- العوامل المؤثرة:
  - العائد الوريدي.(Venous Return)
  - حجم الدم الكلي.
  - مطاوعة البطين.(Ventricular compliance)
- يخضع لقانون فرانك-ستارلينغ: كلما زاد الامتلاء ارتفع SV حتى حد معين.

2-قوة الانقباض(Contractility)

- هي القدرة الذاتية للعضلة القلبية على توليد القوة بمعزل عن.Preload

- تزداد بالتأثير السمبثاوي (نورأدرينالين/أدرينالين)، وزيادة تركيز الكالسيوم داخل الخلية.
- زيادة Contractility تقلل ⇒ ESV تزيد.SV

3-المقاومة البعدية(Afterload)

- هي المقاومة التي يواجهها البطين عند ضخ الدم (تمثلها بالأساس ضغط الدم الشريان).
- ارتفاع Afterload (كما في فرط ضغط الدم) ⇒ زيادة ⇒ ESV انخفاض.SV
- انخفاض Afterload يسهل الضخ ⇒ زيادة.SV

4-معدل ضربات القلب(HR)

- ضمن الحدود الفسيولوجية: زيادة HR ترفع.CO
- في التسارع المفرط: يقل زمن الامتلاء الانبساطي ⇒ انخفاض ⇒ EDV نقص ⇒ SV قد ينخفض.CO

رابعاً: العوامل الثانوية المؤثرة على حجم الضربة

- وضع الجسم :حجم الضربة أثناء الاستلقاء أكبر منه في الجلوس أو الوقوف بسبب زيادة العود الوريدي.
- حجم العضلات العاملة أثناء الجهد :كلما زادت الكتلة العضلية المشاركة (مثل الجري مقابل حركة الذراعين) زاد.SV
- نوع الانقباض العضلي:
  - في الانقباض الحركي(Dynamic) : يزدادSV .
  - في الانقباض الثابت(Static) : يقل SV بسبب ارتفاع المقاومة المحيطية.
- التدريب البدني :التدريب الهوائي والتحملي يزيد SV في الراحة والجهد الأقصى، ويقلل HRفي الراحة، ما يعكس الكفاءة القلبية.
- الاسترداد SV :يرتفع بعد التوقف عن الجهد بسبب:
  - انخفاض ⇒ HR زيادة زمن الامتلاء الانبساطي ⇒ ارتفاع.EDV

- انخفاض المقاومة المحيطية ⇒ انخفاض Afterload ⇒ قدرة أكبر للبطين على الإفراغ.

مما تقدم يمكن القول ان:

الناتج القلبي وحجم الضربة يمثلان المحور المركزي لفسيولوجيا الدورة الدموية:

- **CO يتحدد بمحصلة HR و.SV**
- **SV يتأثر بثلاثة عوامل رئيسيةPreload :، Contractility، Afterload، إضافة إلى الوضعية، نوع الجهد، التدريب، وحالة الاسترداد.**
- **الرياضيون يتميزون بزيادة EDV و SVوكفاءة أكبر في الإفراغ البطيني ⇒ ناتج قلبي أعلى مع HR أقل.**
- **قياس CO يتم بعدة طرقFick) ، التخفيف بالصبغة، إعادة استنشاقCO_2 ، دوبلر صدى القلب(، ولكل منها مزايا وحدود**

تكيفات القلب الناتجة عن ممارسة الجهد البدني

<u>حجم القلب ونموه الطبيعي</u> : ينمو القلب كما تنمو بقية اجهزة الجسم واعضاءه وبالتالي يزداد حجمه مع تقدم العمر من مرحلة الطفولة الى مرحلة الرشد ، وهذه الزيادة تتماشى بالتمام مع الزيادة الحاصلة في كتلة الجسم ، اذ يبلغ حجم القلب نسبة الى وزن الجسم في حدود (10) سم3 لكل (1) كغم من وزن الجسم وعلى مدى سنوات العمر بين الثامنة والثامنة عشر سنة.

<u>ما هي تكيفات القلب :</u> يقصد بها التغيرات التي تحدث في القلب والدورة الدموية نتيجة ممارسة الجهد البدني ويمكن حصرها في :

- **حجم القلب.**

- **حجم الضربة.**
- **معدل ضربات القلب.**
- **انسياب الدم.**
- **اعادة توزيع الدم.**
- **ضغط الدم.**
- **حجم الدم.**

ان الغاية من التكيفات الفسيولوجية للقلب هي مساعدة الرياضي لتلبية احتياجات الجسم من الطاقة كي يستطيع الاستمرار في الاداء اذ ان عمل القلب يكون مشتركاً مع باقي اجهزة الجسم وبالأخص الجهازين التنفسي والعضلي.

تأثير التدريب البدني في حجم القلب وسمك جدرانه :

تتضخم عضلة القلب كما هي حال العضلات الهيكلية نتيجة للعبء الملقى عليها وهذا التضخم اما ان يكون :

- **تضخماً مرضياً ويكون على نوعين طبقاً للعبء الملقى عليه وعلى النحو الاتي :**

- **عبء ناجم عن زيادة حجم الدم في البطين بسبب قصور الصمامات القلبية مما يسبب زيادة سمك جدار البطين ويكون تضخمه نحو الخارج.**
- **العبء الناتج عن ارتفاع الضغط بسبب زيادة العبء على البطين الايسر بسبب تضيق الصمام الاورطي او ارتفاع ضغط الدم الشرياني ويكون نحو الداخل .**
- **وكذلك نتيجة اعتلال عضلة القلب المسمى التضخم القلبي المرضي.**

- **تضخماً طبيعياً ويكون بسبب التدريب البدني المنظم والمقنن والمكثف ولمدة من الزمن مما يجعل عضلة القلب تعمل بكفاية عالية لسد احتياجات الجسم في اثناء التدريب او المنافسة ويسمى بالتكيف الفسيولوجي للقلب والذي يعرف على انه الحالة التي يستطيع فيها القلب من اخراج ما يحويه من دم بكفاية وقدرة عاليتين لسد حاجة الجسم من الدم في اثناء الجهد البدني.**

ان التكيف الفسيولوجي للقلب قد يشمل التغير في حجم القلب وسمك جدرانه وخاصة البطين الايسر وهذا يعتمد على نوع التدريب البدني وكما يلي :

- **التدريب البدني التحملي (تدريبات التحمل) : وتؤدي الى زيادة في حجم تجاويف البطين الايسر اذ تؤدي تدريبات التحمل (التدريبات الهوائية) الى :**
  - **تضخم تجويف البطين الايسر الى الخارج.**
  - **يجعل البطين قادراً على استيعاب كمية اكبر من الدم .**
  - **ارتفاع حجم الضربة sv في اثناء الراحة والجهد.**
  - **زيادة الناتج القلبي cop .**
  - **انجاز متميز وعالي .**

ويحدث هذا التكيف عند عدائي المسافات الطويلة ومتسابقي الدراجات الهوائية ورياضي التجذيف ، علماً ان هذا النوع من التضخم يحدث بزيادة القطر الداخلي للبطين الايسر وبهذا يزداد تجويفه (تضخم للخارج).

- **التدريب البدني بالمقاومة (الاثقال) فيؤدي الى زيادة سمك جدار القلب بما في ذلك الجدار البطني وكما يلي :**
  - **تضخم في جدران القلب للداخل .**
  - **زيادة قطر الحاجز البطيني .**
  - **زيادة قوة انقباضية القلب .**

- **التغلب على الضغط الكبير داخل التجويف الصدري ومقاومة الاوعية الدموية لضخ الدم من القلب.**
- **ضخ الدم عبر الشريان الابهر .**
- **انجاز متميز وعالي .**

ويحدث هذا التكيف عند الرباعين ولاعبي كمال الاجسام والجودو والمصارعة وغيرها من الالعاب علماً ان هذا النوع من التضخم يحدث بزيادة سمك جدار البطين الايسر وبهذا يزداد سمكه (تضخم للداخل) وكان المعتقد السائد ان زيادة تجويف البطين الايسر للقلب لدى لاعبي التحمل هو التكيف الوحيد الحاصل الا ان الدراسات الحديثة اثبتت حدوث زيادة في سمك جدران عضلات القلب مع تدريبات المطاولة فضلاً عن زيادة حجم التجاويف.

هل يزول التكيف الفسيولوجي للقلب لدى الرياضيين بعد توقفهم عن التدريب ؟
الجواب: بما ان التكيف الفسيولوجي لعضلة القلب هو استجابة طبيعية للعبء الملقى عليه من جراء التدريب البدني ولمدة طويلة ولكون ان هذا التضخم طبيعياً وليس مرضياً فإن التوقف عن ممارسة التدريب لمدة من الزمن يؤدي الى زوال هذا التكيف وهذا ما اشارت اليه احدى الدراسات الايطالية التي اجريت على مجموعة من الرياضيين الاولمبيين بعد توقفهم عن التدريب لمدة (6 – 36) اسبوعاً في متغيري سمك جدار البطين الايسر وكتلة القلب.

<u>التكيفات القلبية نتيجة التدريب الرياضي في رياضات التحمل ورياضات القوة</u>

تُعتبر ممارسة التمارين الرياضية بانتظام محفزًا قويًا لتكيفات فسيولوجية عميقة في الجهاز القلبي الوعائي. تُعرف هذه التغيرات بـ"القلب الرياضي" (Athlete's Heart)، وهي ليست حالة مرضية، بل هي تكيفات هيكلية ووظيفية تجعل القلب أكثر كفاءة في ضخ الدم وتوصيل الأكسجين إلى العضلات العاملة، مما يحسن من الأداء البدني والتحمل.

التكيفات الهيكلية للقلب

يؤدي التدريب الرياضي المزمن إلى تغيرات في حجم وشكل عضلة القلب، خاصةً البطين الأيسر، وهو الحجرة المسؤولة عن ضخ الدم إلى جميع أنحاء الجسم.

*** تضخم البطين الأيسر (Left Ventricular Hypertrophy):**

*** في رياضات التحمل: مثل الجري لمسافات طويلة، السباحة، وركوب الدراجات، يحدث تضخم غير متمركز (Eccentric Hypertrophy). هذا التضخم يتميز بزيادة في حجم تجويف البطين الأيسر، مما يسمح له باستيعاب كمية أكبر من الدم في كل ضربة (زيادة حجم الضربة).**

*** في رياضات القوة: مثل رفع الأثقال، يحدث تضخم متمركز (Concentric Hypertrophy). هذا التضخم يتميز بزيادة سماكة جدران البطين الأيسر، مما يزيد من قوة انقباضه لمواجهة الضغط المرتفع.**

*** زيادة حجم القلب الكلي: بشكل عام، يزداد حجم القلب لدى الرياضيين المدربين بشكل ملحوظ مقارنة بغير الرياضيين.**

التكيفات الوظيفية للقلب

إضافة إلى التغيرات الهيكلية، تحدث تغيرات في وظائف القلب الأساسية نتيجة للتدريب الرياضي.

*** زيادة حجم الضربة (Stroke Volume – SV): تُعد هذه من أهم التكيفات، فزيادة حجم البطين الأيسر وقوة انقباضه تسمح للقلب بضخ كمية أكبر من الدم مع كل ضربة، سواء أثناء الراحة أو أثناء الجهد.**

*** انخفاض معدل ضربات القلب أثناء الراحة (Resting Heart Rate): يُعرف هذا ببطئ القلب الرياضي (Athlete's Bradycardia). انخفاض معدل ضربات القلب يعكس كفاءة القلب العالية، حيث لم يعد بحاجة إلى الانقباض بنفس السرعة لضخ نفس كمية الدم.**

*** زيادة الناتج القلبي الأقصى (Maximal Cardiac Output – CO):**
– الناتج القلبي (CO = HR x SV) هو كمية الدم التي يضخها القلب في الدقيقة.
– في الرياضيين، يمكن أن يصل الناتج القلبي الأقصى إلى مستويات أعلى بكثير مقارنة بغير الرياضيين، بفضل الزيادة الكبيرة في حجم الضربة.
– زيادة كثافة الشعيرات الدموية: يزداد عدد الشعيرات الدموية حول ألياف عضلة القلب، مما يحسن من تدفق الدم وتوصيل الأكسجين والمغذيات إلى عضلة القلب نفسها.

التكيف القلبي	رياضات القوة (رفع الاثقال)	رياضات التحمل (الجري الطويل ، السباحة ....)
نوع الحمل الاساسي	حمل ضغط ومقاومة عالية ضد الجدار الوعائي .	حمل حجم وزيادة عودة الدم للقلب .
تضخم عضلة القلب	تضخم جداري ، زيادة سماكة جدار البطين الايسر بدون زيادة كبيرة في الحجم الداخلي .	تضخم حجمي ، زيادة قطر التجويف البطيني الايسر مع زيادة متوازنة في السماكة .
حجم البطين الايسر	شيه طبيعي او زيادة طفيفة	زيادة واضحة في حجم التجويف الداخلي.
سماكة الجدار البطيني	زيادة كبيرة (نتيجة المقاومة والضغط المرتفع اثناء الرفع).	زيادة متوسطة (لتدعيم التوسع الحجمي) .
الناتج القلبي اثناء الراحة	قريب من الطبيعي .	مرتفع قليلاً نتيجة زيادة حجم الضربة .
حجم الضربة	ثابت تقريباً لا يزيد كثيراً .	يزداد بشكل واضح مع التدريب .
النبض القلبي اثناء الراحة	قد يكون طبيعي او اقل قليلاً .	ينخفض بشكل ملحوظ (بطئ قلب الرياضي)
القدرة الهوائية	لا تتحسن بشكل كبير .	تتحسن بشكل كبير جداً .
وظيفة البطين الايمن والاذينين	اقل تأثراً.	تتوسع بشكل ملحوظ لدعم ناتج قلبي اعلى .
خطر التغيرات المرضية	زيادة الضغط قد يزيد القابلية لارتفاع الضغط الدموي في بعض الحالات.	نادراً ما يكون مرضياً لكن التحمل الشديد جداً قد يؤدي الى قلب الرياضي المفرط .

لذا يمكن القول:

- **رفع الأثقال والقوة: القلب يتكيف مع الضغط ← سماكة جدار البطين (تضخم جداري).**
- **التحمل والمطاولة: القلب يتكيف مع الحجم ← توسع التجويف القلبي وزيادة حجم الضربة (تضخم حجمي).**

كلا النوعين من التكيفات فسيولوجية وليست مرضية إذا كانت ضمن الحدود الطبيعية

- ✓ **ملاحظة /جميع المعلومات الواردة في هذه المحاضرة مستندة إلى مصادر علمية حديثة ومعززة باستخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي في جمع وتحليل المحتوى، لضمان دقة وموثوقية الطرح العلمي.**