**- الناتج القلبي C.O.P Cardiac Out Put**

**هو حجم الدم المدفوع بوساطة القلب خلال وحدة زمنية معينة ، وايضا"هو حجمُ الدمِّ الذي يُضْخَّه القلبِ، وبشكل خاص البطين في الدقيقة. وهو مساويُ إلى معدّل نبضات القلبِ مضروبا" بحجمِ الضربةَ.**

 **وعادة ما يحسب (لتر/دقيقة) ويبلغ (5لتر/د) ويصل الى (36-42لتر/د) في التدريب الرياضي الجيد وتعد هذه الزيادة احدى النواحي المهمة والحاسمة في الانجاز الرياضي، ويتحدد بمجموعة عوامل منها:**

1. **حجم الضربة- (S.V)**
2. **معدل ضربات القلب (HR).**
3. **حجم التجاويف القلبية.**
4. **وكذلك قوة انقباض العضلة القلبية وتمددها لدى الرياضي.**

**وقد وجد ان الزيادة الكبيرة في (C.O.P) سببها الرئيس حجم الضربة القلبية أي أن العلاقة طردية بين الناتج القلبي وحجم الضربة القلبية. وهذا يوضح الاختلاف بين قلب الرياضي عن غيره، حيث لوحظ ان كمية الدم التي يدفعها قلب الرياضي في كل ضربة تصل الى ثلاثة أمثال ما يدفعه قلب غير الرياضي الذي يضطر لرفع عدد ضربات القلب للوصول الى الكمية التي يحتاجها الجسم خلال الجهد.**

**وفي حالة الراحة لا يرتبط حجم الضربة بحجم البطينين (الراحة تعني الانبساط) بل يعتمد على قوة انقباض العضلة القلبية.**

**يلعب الناتج القلبي دوراً مهماً في توضيح صورة تطور الكفاءة الوظيفية القلبية والتي تزداد بشكل مطرد في حالة ممارسة الالعاب الاوكسجينية (المطاولة) بينما لا نجدها ظاهرة بشكل واضح عند ممارسي الالعاب اللااوكسجينية.**

**مما تقدم يمكن استخراج الناتج القلبي بالمعادلة التالية:**

**C.O.P= S.V x HR**

**يبلغ حجم الناتج القلب عند الانسان الاعتيادي وكذلك الرياضي وقت الراحة (5لتر/د) تقريباً ويزداد هذا المقدار الى (25لتر/د) وقد يصل في بعض الأحيان الى (30-40لتر/د)لذا، فإذا هناك 70 نبضة في الدقيقة، و70 مليلتر دمِّ مَقْذُوفُ بكُلّ ضربة للقلبِ،فان الناتج القلبي 4900 مليلترُ / دقيقة. هذه القيمةِ مثاليةُ لشخص بالغِ و في حالة الراحةِ، وبالرغم من أن الناتجِ القلبيِ قَدْ يَصِلُ بحدود 30 لترِ / دقيقة أثناء التمرينِ الشديد.**

 **ويعزى هذا الفرق بين حالتي الزيادة عند الرياضي وغير الرياضي الى حجم التجاويف القلبية وكذلك الى قوة أنقباض العضلة القلبية وتمددها لدى الرياضي. ويتأثر الناتج القلبي بقياسات الطول والوزن والمساحة السطحية .**

**ان زيادة مقدار الناتج القلبي خلال الجهد تحصل في شكلين:**

**1.زيادة في سرعة (معدل) وقوة انقباض العضلة القلبية وانخفاض في شدة عضلات الاوعية الدموية الملساء بعد اطلاق هرمون epinephrine في الدم كأستجابة فسيولوجية للاجهاد ويحصل ذلك عند الاشخاص غير الرياضيين او ممارسي الالعاب الاوكسجينة.**

**2.لنفس السبب الفسلجي الذي ذكره بعد اطلاق هرمون epinephrine في الدم يزداد الناتج القلبي نتيجة لتمدد العضلة القلبية وتجاويفها الواسعة وقوة انقباضها. ويظهر ذلك عند رياضي الالعاب الاوكسجينية.**

**وضع الجسم والناتج القلبي:**

 **عندما يَزِداد الناتجَ القلبيَ في شخص سليم لكن غير مدرّب،فان أغلب الزيادةِ يُمْكِنُ أَنْ تُنْسَبَ للزيَاْدَة في معدّل نبضات القلبِ.ان تغيير وضع الجسم، يرفع نشاطَ النظامِ العصبيِ الودي، وينَقصَ نشاطَ العصبيِ نظير الودي و يُمْكِنُ أَنْ يَزِداد الناتجَ القلبيَ أيضاً.ان معدّل نبضات القلب تتفاوتَ حسب العامل المؤثر فهي تقريباً ، بين 60 و180 نبضة في الدقيقة، بينما حجم الضربةِ يُمْكِنُ أَنْ يَتفاوتَ بين 70 الى 120 مليلترِ.**

 **العلاقة بين الناتج القلبي والمؤشرات الأخرى :**

 **1.حجم الضربةِ SV = ESV-EDV**

**.**

**حيث ESV هو نهاية حجم انقباض العضلة القلبية End Systolic Volume**

**وأن EDV هو نهاية حجم انبساط العضلة القلبية End Diastolic Volume**

**2.ان الناتج القلبي=2 مليلترُ x ضغط نبضِ x معدّل نبضات قلب**

 **.3حجمُ الضربة = 2 مليلتر x ضغط نبضِ**

**.**

**4.مبدأ Fick**

**حيث :**

** CO = ناتج قلبي.**

**CA = تركيز أوكسجينِ الدمِّ الشريانيِ.**

**CV = تركيز أوكسجينِ الدمِّ الوريديِ**

 **.**

**.5 ان نسبة 15% من الناتج القلبي اثناء الراحة يذهب الى العضلات ، بينما اثناء الجهد العالي فالنسبة 60-70% ..**

**علاقة طردية بين الضغط الجزيئيCO2 والناتج القلبي.**

**هذا يَسْمحُ لنابالقَول :**

****

**الناتج القلبي يتأثر بعملية التنفس . ِ .7**

**8. في حالة الراحة لا يرتبط حجم الضربة بحجم البطينين (الراحة تعني الانبساط) بل يعتمد على قوة انقباض العضلة القلبية.**

 **.>**

**9.يتأثر الناتج القلبي بقياسات الطول والوزن والمساحة السطحية . 10. يزداد بشكل مطرد في حالة ممارسة الالعاب الاوكسجينية (المطاولة) بينما لا نجد هذه الزيادة ظاهرة بشكل واضح عند ممارسي الالعاب اللااوكسجينية.**

****

 **شكل (27)**

 **توزيع الناتج القلبي في حالتي الراحة والجهد لبعض الأعضاء**

**قياس الناتج القلبي**

**1.باستخدام حجم الضربة ومعدل ضربات القلب (المعادلة التي سبق ذكرها).**

**2.عند معرفتنا لحجم الاوكسجين الذي يحصل عليه الشخص باستخدام المعادلة الآتية:ـ**

 **حجم O2 بالدقيقة**

**الناتج القلبي =**

 **حجم O2 الشرياني- حجم O2 الوريدي**

**وقد لوحظ ان الفرق بين نسبة وجود الاوكسجين في الاوردة والشرايين لدى الرياضيين يكون اكبر مما لدى غير الرياضيين وقد يصل لدى الرياضيين الى 17% بينما لا يتعدى هذا الفرق لدى غير الرياضيين (11-13%) وهذه النسبة تكون اكبر لدى العدائين بسبب كثرة الاوعية الشعرية الدموية في عضلات الساقين مما يزيد نشاط الدورة الدموية في هذه المنطقة.**

**3.بأستخدام جهاز (الأيكو) Echo cardiography**

**يتلخص عمل هذا الجهاز باستخدام ذبذبات فوق الصوتية تعطي تخطيطاً متميزاً عند اصطدامها بجدران القلب والصمامات وغيرها، ويمكن بواسطته معرفة حجم التجاويف القلبية وسمك الجدار وطبيعة الصمامات القلبية وكذلك حجم الناتج القلبي.**

**4.باستخدام الطريقة المفتوحة Open method**

**وهي طريقة القسطرة وتستخدم فيها بعض المعادلات الحسابية، باستخدام الفرق بين الضغط الدموي الشرياني والوردي.**

**5 - تصوير الرنينِ المغناطيسي Magnetic Resonance Imaging (MRI)**

**6-مبدأ Fick**

**7- طريقة Doppler**

 **أن معدّل ضربات قلب (HR) يَحصل مِنْ جراء التفاعلَ بين العقدةِ SA وعقدة AV. ويعمل الجهاز العصبي المستقل ( Automic Nervous System ) ANS على تنظيم عمل هذه العُقَدِ للمُسَاعَدَة على إبْقاء معدّل نبضات القلبِ في (~ 72 ) نبضة في الدقيقة تقريبا". بالرغم من أن ANS تعد آليته للسيطرةِ الخارجيةِ، فهو مَرْتبُط مركزياً بساقِ الدماغ في النخاعِ. يتمركزُ الدماغُ الأعلى في diencephalons وcerebrum اللذان يُمْكِنهماُ تعدّيل وتنظّيم HR أكثر. تَكتشفُ السيطرةُ الخارجيةُ الأخرى أيضا" تغيرات ضغطُ دمّ بالإضافة إلى التغييراتِ الكيميائيةِ بمراقبة الغازاتِ التنفسيةِ O 2 وCo 2. هذه المُستقبِلاتِ واقعة في الأوعية المطاطيةِ الكبيرةِ مثل القوسَ الأبهريَ والشرايينَ السباتيةَ. أن المواد الكيمياوية الأخرى كالهورموناتِ مثل إبينيفرين يُمْكِنُ أَنْ تُؤثّرَ على HR بشكل مثير.**

أسئلة المحاضرة :

1. ما هو الناتج القلبي وما هي العوامل المؤثرة عليه ؟
2. ما هي اشكال زيادة مقدار الناتج القلبي خلال الجهد؟
3. اذكر العلاقة بين الناتج القلبي والمؤشرات الأخرى؟
4. ما هي قياس الناتج القلبي؟