



جامعة الصديق بن يحيى جيجل

كلية العلوم الإنسانية والاجتماعية

قسم علوم وتقنيات النشاطات البدنية والرياضية



محاضرات مقياس فزيولوجيا الرياضة

تخصص تحضير بدني

السنة الأولى ماستر

أستاذ المقياس :

عبورة رابح

المحاور:

- 1 / المراقبة العصبية للحركة .
- 2 / التنظيم الهرموني للتمرينات البدنية .
- 3 / الجهاز القلبي الوعائي و مراقبة الحمل التدريبي لدى الرياضيين .
- 4 / الاستجابات و التغيرات الهرمونية عند ممارسة التمرينات البدنية .
- 5 / المناهج و الطرق التدريبية في ظروف نقص الأكسجين .
- 6 / الثالوث الرياضي لدى الرياضة النسوية في المستوى العالي .
- 7 / التقييم الفزيولوجي للأداء الرياضي .

الجهاز القلبي الوعائي و مراقبة الحمل التدريبي لدى الرياضيين

يتحرك الدم Blood خلال الأوعية الدموية، حيث يزود الخلايا بما تحتاج اليه من مواد غذائية مثل الحوامض الأمينية والكلوكوز والحوامض الدهنية، ويخلصها من الفضلات Wastes. مثل ثنائي أكسيد الكربون ويعمل القلب على استمرارية حركة الدم في الأوعية الدموية.

يعد جهاز الدوران بمثابة حلقة مغلقة يدور بداخله الدم إلى جميع أنحاء الجسم، إذ يغادر الدم عضلة القلب التي تعد كمضخة ماصة كاسبة من خلال الضغط الذي يحدثه على الشرايين ويعود اليها من خلال الأوردة الجوفاء بوساطة آليات خاصة. ويعد دوران الدم مهما. إذ إن توقف نبض القلب لبضع دقائق يمكن ان يؤدي إلى الوفاة.

وبصورة عامة يتركب جهاز الدوران مما يأتي:

- القلب Heart –
- الشرايين Artries
- الأوردة Veins
- الأوعية الشعرية الدموية Capuarles

أولاً- القلب :

القلب هو عضو عضلي مخروطي الشكل (Cone-Shaped) يتراوح حجمه بقدر حجم قبضة اليد. يقع في الفراغ الصدري بين الرئتين بحيث تكون قاعدته خلف عظم (Sternum) القص مباشرة، عند مستوى الفراغ الوربي (بين الأضلاع) الثاني، ويكون مائلا بحيث تتجه قمته (Apex) نحو اليسار ممتدة إلى أسفل لتصل إلى مستوى الفراغ الوربي الخامس لتستقر والبطين الأيمن على عضلة الحجاب الحاجز

1. جدار القلب:

يُكون الجدار الخارجي للقلب ثلاث طبقات رئيسية: وهي مرتبة من الخارج إلى الداخل كالآتي: التامور: وهو غشاء ليفي رقيق مكون من كيس ذي جدار مزدوج يغلف القلب بصورة غير محكمة تسمى الطبقة الخارجية منه بالتامور الجداري (Parietal Pericardium) وتسمى الطبقة الداخلية منه بالتامور الحشوي (Visceral Pericardium) ويسمى الفاصل بين هاتين الطبقتين الفراغ التاموري الذي يحوي سائلاً يمنع احتكاك القلب في أثناء الانقباض والانبساط. عضلة القلب (Myocardium):

تحتوي العضلة القلبية ألياف مرتبة كشبكة تنقسم فيها الألياف ثم تتحد ثم تنتشر ثنائية وهكذا، وان العضلة القلبية مخططة بنفس طريقة تخطيط العضلة الهيكلية النمطية.

الشغاف – (Endocardium):

بغشاء رقيق ذي طبقة واحدة من الخلايا البطانية (Endothelium) وطبقة نسيج ليفي، تتميز طبقة الشغاف بوجود ثنايا ووصلات تسمى الترابيق اللحمية القلبية والعضلات الحلمية وتتصل هذه العضلات الحلمية بشرفات مصاريع عن طريق خيوط ليفية قوية تسمى الحبال الوترية.

2. التشريح الداخلي للقلب:

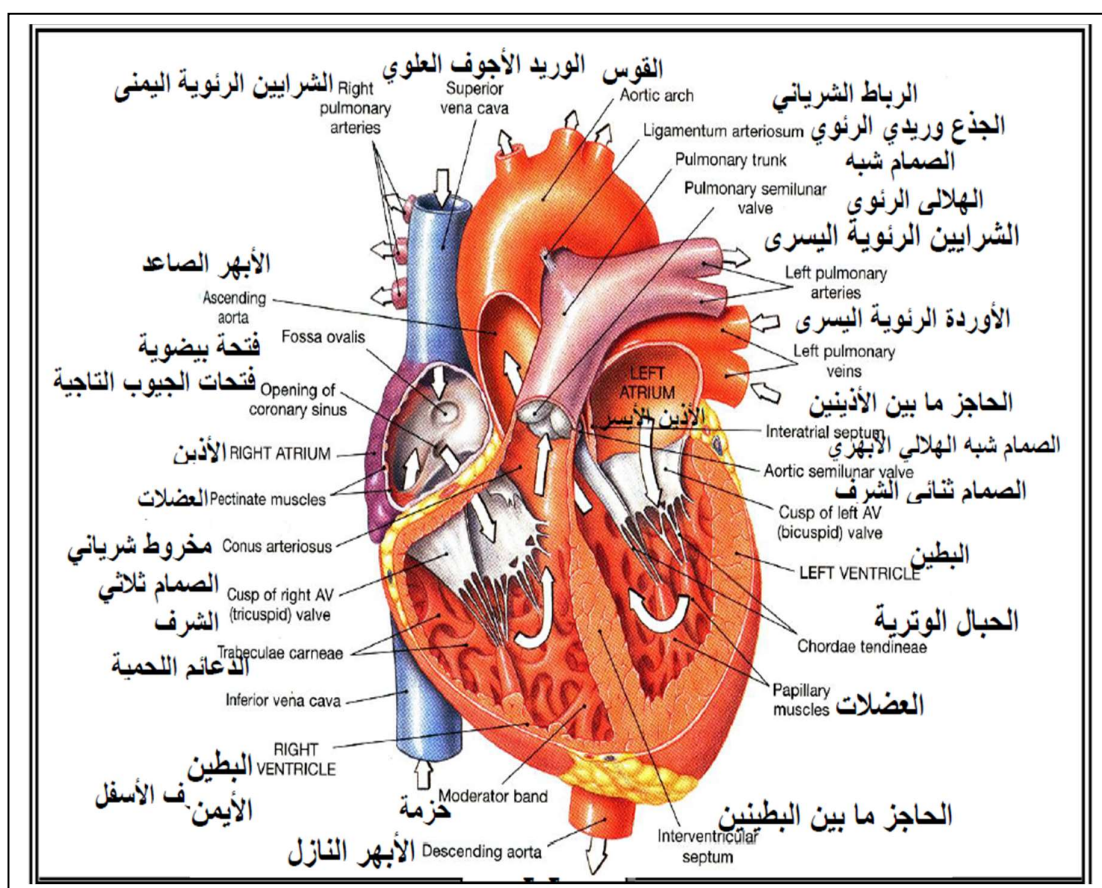
إذا أخذنا مقطعاً طويلاً للقلب سوف نرى العديد من التراكيب الرئيسية فيه، إذ إن هذا العضو مجوف وليس صلباً، ومقسم إلى جهتين اليمنى ويسرى، ويحتوي أربعة تجاويف تسمى الغرفتان العلويتان بالأذنين وتسمى الغرفتان السفليتان بالبطينين، يكون الأذنان أصغر من البطينين وجدارهما أرق وعضلاتهما أقل. يفصل جزئي القلب (الأيمن والأيسر) جدار رقيق، وعندما

يكون بين الأذنين يطلق عليه بالحاجز بين الأذنين بينما يطلق عليه عندما يكون بين البطينين

بالحاجز بين البطينين Interventricular Septum .

في حين يفصل الأذنين عن البطينين غشاء ليفي غير قابل للتوصيل الكهربائي، ويعبر الدم من الأذنين إلى البطينين عن طريق صمامات تنظم هذه العملية. يطلق على الصمام الذي يصل بين الأذين الأيمن والبطين بالصمام ثلاثي الشرف ، في حين يطلق على الصمام الذي يصل بين الأذين الأيسر والبطين الأيسر بالصمام ثنائي الشرف أو يسمى بالصمام التاجي .

تتصل هذه الصمامات بالعضلات الحليمية عن طريق الحبال الوترية، وأن هذه العضلات تمنع رجوع الصمامات إلى داخل الأذنين عند انقباض لبطينين الشكل 1.



3. أصوات القلب :

يصنع القلب اصواتاً خاصة في أثناء كل دورة قلبية والتي يمكن سماعها من خلال السماع الطبية، وإن هذه الأصوات لها أهمية سريرية لأنها تعطينا معلومات عن صمامات القلب، وأي تغيير في الصوت مغاير لطبيعته يعني عدم كفاية في الصمام .

إن النفحة القلبية هي أحد الأصوات غير الطبيعية التي تسمع دائماً والتي تشير إلى عدم إغلاق كامل للصمام (عدم كفاية الصمام) أو تضيق فيه .ويمكن تمييز صوتين للقلب وهما:

-الصوت القلبي الأول First Heart Sound: وهو صوت منخفض ومتطاوّل قليلاً ويسمّع بشكل كلمة (Lubb) ويدعى بالصوت الانقباضي ينتج بصورة رئيسة عن الاهتزاز الذي يولده انسداد الصمامات الأذينية البطينية (الصمام ثنائي الشرف والثلاثي الشرف) عند بدء تقلص البطينين.

الصوت القلبي الثاني Second Heart Sound: وهو صوت قصير وعالٍ قليلاً ويسمّع بشكل كلمة (Dupp) ويدعى بالصوت (الإنبساطي) ينتج بصورة رئيسة عن الاهتزاز الذي يولده انسداد الصمامات شبه الهلالية (الرئوية والأهربية) عند بدء انبساط البطينين.

4 . الدورة القلبية: Cardiac Cycle .

تمثل الدورة القلبية سلسلة التغيرات الحاصلة في القلب خلال نبضة قلبية واحدة أي في أثناء انقباض القلب (Systole) وانبساطه (diastole).

التغيرات الحاصلة في المرحلة المتأخرة من الانبساط:

١ . تكون الصمامات الثنائية والثلاثية مفتوحة.

٢ . تكون الصمامات الأهربية والرئوية مغلقة.

٣. ينتقل الدم إلى القلب حيث يملأ الأذنين والبطينين.

٤. ينخفض معدل الامتلاء بتوسع البطينين.

٥. يبقى الضغط منخفضاً داخل البطينين.

التغيرات الحاصلة في أثناء الانقباض الأذيني:

يؤدي تقلص الأذنين إلى دفع كمية إضافية من الدم إلى البطينين.

التغيرات الحاصلة في أثناء الانقباض البطيني:

١. عند بدء الانقباض البطيني تنغلق الصمامات الثنائية والثلاثية.

٢. تبدأ عضلة البطين بالقصر.

٣. يزداد الضغط داخل البطينين

٤. عندما تتجاوز قيمة الضغط في البطين الأيسر قيمة الضغط الموجود في الشريان الأبهري

وبالغلة (٨٠) ملم زئبق، وتتجاوز قيمة الضغط في البطين الأيمن قيمة الضغط الموجود في

الشريان الرئوي وبالغلة (١٠) ملم زئبق. عندئذ تنفتح الصمامات الأبهري والرئوية وتبدأ عملية

ضخ الدم إلى الشريان الأبهري والشريان الرئوي ويصل الضغط في البطين الأيسر حده الأقصى

١٢٠ ملم زئبق، وفي البطين الأيمن حده الأقصى ٢٥ ملم زئبق بعدها ينخفض الضغط في

البطينين وتبدأ المرحلة التالية من الدورة القلبية.

التغيرات الحاصلة في المرحلة المبكرة من الانبساط:

١. تنغلق الصمامات الأبهري والرئوية.

٢. الصمامات الثنائية والثلاثية تبقى مغلقة.

٣. يرتخي البطينان.

٤. ينتقل الدم إلى الأذنين مما يؤدي إلى زيادة الضغط الأذيني، وان هذا الضغط الأذيني المتزايد

سيؤدي إلى فتح الصمامات الثنائية والثلاثية ومن ثم جريان الدم السريع إلى البطينين، حيث تعاد

الدورة من جديد.

ثانية - الأوعية الدموية :

هناك ثلاثة أنواع من الأوعية الدموية وهي الشرايين (Artries) والشريينات (Artrioles) التي تنقل الدم بعيدا عن القلب، والأوعية الشعرية الدموية (Capeuarles) التي يتم فيها تبادل المواد مع الانسجة، والأوردة (Veins) والوريدات (Venules) التي تعيد الدم إلى القلب.

1. أنواع الأوعية الدموية وتركيبها:

أ. الشرايين والشريينات (Artries & Artrioles) :

للشرايين القابلية على التوسع بعد كل نبضة قلبية لكي تستوعب الزيادة في حجم الدم (على الرغم من أن جدرانها سميكة ومجهزة بأوعية دموية أما الشريينات فهي عبارة عن شرايين صغيرة وتحتوي طبقتها الوسطية على كمية قليلة من النسيج المطاطي وكمية كبيرة من العضلات الملساء وتحيط ألياف هذه العضلات الملساء بالشريينات، وعند تقلص هذه الألياف العضلية تنضيق الشريينات أما انبساطها فيسبب توسعها ويتأثر ضغط الدم بتنضيق هذه الشريينات وتوسعها فكلما ازداد عدد الأوعية المتوسعة انخفض ضغط الدم.

ب. الأوعية الشعرية الدموية (Capeuarles) :

تتفرع الشريينات لتكوين الأوعية الشعرية. وأن كل وعاء شعري عبارة عن انبوب مجهري ضيق مؤلف من جدار ذي طبقة واحدة من الخلايا (الحرشفية) وتوجد شبكات الأوعية الشعرية في جميع مناطق الجسم.

ج. الأوردة والوريدات (Veins & Venules) :

تقوم الأوردة والوريدات بنقل الدم من الأوعية الشعرية إلى القلب، اذ تقوم الوريدات اولا بأخذ الدم من الأوعية الشعرية، بعدها ترتبط هذه الوريدات مع بعضها لتكوين الوريد. وتتألف جدران الوريدات والأوردة من الطبقات الثلاثة نفسها الموجودة في الشرايين، إلا أن الطبقة الوسطية ضعيفة التكوين، ولذا فإن الجدران تكون رقيقة. وتحتوي الأوردة في أحوال كثيرة على صمامات (Valves) تسمح بجريان الدم باتجاه القلب عندما تكون مفتوحة وتمنع رجوع الدم بالاتجاه المعاكس عندما تكون مغلقة.

Blood Cycle الدورة الدموية

يمكن تقسيم العمليات القلبية التي يقوم بها القلب إلى دورتين رئيسيتين على النحو الآتي:

أ- الدورة الممهدة للدورة الدموية الرئوية Pulmonary Circulation :

تستغرق مرحلة مرور الدم من القلب إلى الرئة ثم عودته إلى القلب مرة أخرى عدة ثوانٍ وتسمى هذه المرحلة بالدورة الرئوية أو الدورة الصغرى Lesser Circuit وتسير خطواتها بشكل متوافق على النحو الآتي :

١. وصول الدم الوريدي المتحد بثنائي أكسيد الكربون عن طريق الوريد الأجوف العلوي Superior Vena Cava إلى الأذين الأيمن للقلب .

٢. وصول الدم الوريد المتحد بثنائي أكسيد الكربون عن طريق الوريد الأجوف السفلي Inferior Vena Cava إلى الأذين الأيمن للقلب

٣. تجمع الدم الوريدي بالأذين الأيمن Right Atrium للقلب تمهيدا لدفعه .

٤. مرور الدم من الأذين الأيمن إلى البطين الأيمن Right Ventricle عبر الصمام الثلاثي الشرفات Tricuspid Valve (الصمام ثلاثي الشرف) .

٥. دفع البطين للدم الوريدي إلى الرئتين عن طريق الشريان الرئوي Pulmonary Artery عبر الصمام شبه الهلالي الذي يبين صمامات القلب وحجراته.

ب. الدورة الممهدة للدورة الدموية الجهازية Systemic Circulation

تأتي هذه الدورة استكمالاً للدورة الرئوية، وتسير خطواتها بشكل متوافق على النحو الآتي:

١. وصول الدم المؤكسج من الرئتين إلى الأذين الأيسر للقلب الأربعة عبر الأوردة الرئوية.

٢. مرور الدم من الأذين الأيسر إلى البطين الأيسر عبر الصمام التاجي ثنائي الشرف

٣. دفع الدم من البطين الأيسر إلى الشريان الأورطي ومنه إلى خلايا وأنسجة الجسم كافة عن طريق التفرعات الرئيسية للشريان الأورطي وهي: الأورطي الصاعد والأورطي النازل

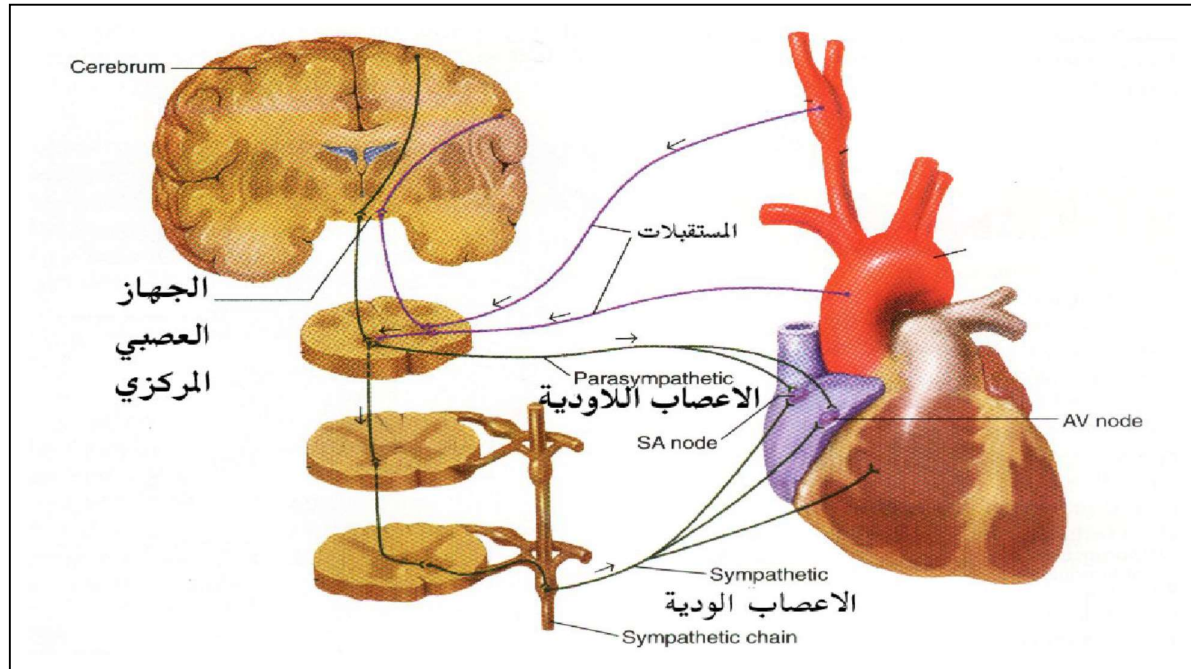
هذا وتستغرق رحلة الدم من قمة الـ أرس إلى أخمص القدم نحو ٢٦ ثانية تقريباً، بينما تستغرق رحلة الدم من المخ إلى القلب ٨ ثوانٍ تقريباً، والرحلة من أصابع القدمين إلى القلب ١٨ ثانية تقريباً.

دينامكية الدم Hemodynamic

1 معدل ضربات القلب Heart Rate (HR) :

ويعني عدد ضربات القلب في الدقيقة الواحدة، ويكون معدل ضربات القلب الطبيعي بين (60-80) ضربة /دقيقة في الأشخاص غير المدربين، ولكن هذا المعدل يكون أقل ليصل إلى (40-55) ضربة /دقيقة للرياضيين المدربين وان أقل معدل للنضج لدى رياضي المطاولة ويزداد HR خلال التمارين، وهذه الزيادة تعتمد بصورة أساسية على شدة الأداء الرياضي، وتكون أقل في الأشخاص المدربين مقارنة مع غير المدربين. ويتفاوت تأثير المجهود البدني على عدد ضربات القلب بالنسبة للرياضيين تبعاً للمتغيرات الآتية (أ) الحالة التدريبية، (ب) العمر التدريبي، (ج) نوع النشاط الرياضي التخصصي.

يزود القلب بأعصاب ودية (Sympathetic) وأعصاب لاودية (Parasympathetic) العصب التائه Vagus Nerve تأتي هذه الأعصاب من الجهاز العصبي المستقل الذاتي (Autonomic) تتصل الأعصاب الودية واللاودية بكل من (S-A node) وال (AV node) فضلا عن أن الأعصاب الودية تتصل بشكل واضح مع عضلات البطين. تفرز في نهاية كل من الأعصاب الودية والأعصاب اللاودية نواقل عصبية تعمل على نقل السيلالات العصبية كما هناك هرمون يؤثر في معدل ضربات القلب، وهو هرمون الإبينفرين Epinephrine المفرز من لب الغدة الكظرية.



٢. حجم الضربة (SV) Stroke Volume :

هو حجم الدم المضخ بواسطة كل بطين في أثناء كل تقلص تبلغ قيمة " SV " عند الأشخاص الاعتياديين وفي وضع الوقوف (70-80) مل /ضربة وعند رياضي المطاولة ذوي المستويات العالية تصل قيمة SV (100-110) مل /ضربة يزداد ليصل إلى أعلى قيمة له في الرياضات ذوات الشدة شبه القصوى وهي لا تزداد خلال تمارين الشدة القصوى إذ تصل لدى الأشخاص العاديين إلى (110-120) مل /ضربة ولدى رياضي المطاولة ذوي المستوى العالي (150-170) مل /الضربة وفي حالات نادرة إلى (200) مل /ضربة ونستطيع حساب ال SV من خلال الفرق بين الحجم في نهاية الانبساط والحجم في نهاية الانقباض فكلما زاد هذا الفرق زاد كل من ال CO و SV .

٣. الناتج القلبي (CO) Cardiac Output :

القلب هو مضخة، وإن أهم قياس لعمل أية مضخة هو ناتج ما تضخه والناتج القلبي (CO) ، هو " حجم الدم المضخ بواسطة كل بطين لكل دقيقة، ويعبر عادة عنه بالتر /دقيقة"، ويعرف أيضا ب" حجم الدم الجاري خلال الدورة الدموية الكبرى أو الرئوية لكل دقيقة".

ان الناتج القلبي للشخص البالغ في أثناء ال ا رحة يصل إلى (5-6) لترات لكل دقيقة للذكور وللإناث (4.5-5.5 لتر/ د) ، وإذا ما عرفنا إن معدل الدم الكلي للجسم هو (05 لترات فإن هذا يعني انه في أثناء الراحة يضخ احد جزئي القلب الدم كله خلال دقيقة واحدة فقط . إن هذه القيمة تزداد في أثناء التمرين لتصل إلى (30-35) لترا / دقيقة لدى لاعبي المطاولة ذوي المستوى العالي في أثناء القيام بمجهود قصوي .(*) إن القلب بوصفه عضلة، يستجيب للتدريب البدني من خلال تحسين سعة الناتج القلبي (السعة الفسلجية للقلب).

إن الاختلاف بين CO في حالة ال ا رحة وأعلى CO منتج هو ما يطلق عليه الاحتياطي القلبي (Cardiac Reserve) وإن الناتج القلبي لا يمكن زيادته إلى ما لا نهاية ، ففي بداية التمرين يرتفع CO بمستوى يتسم بالاستقرار وبعده ذلك يبدأ بالانحدار .

$$CO \text{ لتر /دقيقة} = HR \text{ ضربة /دقيقة} \times SV \text{ (مللتر /ضربة)}$$

التكيفات الفسيولوجية لجهاز الدوران واستجاباته للتدريب الرياضي :

لوحظ في أثناء فترة الراحة ان هناك انخفاضاً في معدل ضربات القلب HR لدى عدائي المسافات الطويلة، يصاحبه انخفاض اقل لدى عدائي المسافات القصيرة ، ويعزى هذا الانخفاض إلى عاملين:

الأول ناتج عن فعالية الأعصاب اللاودية على القلب التي تعمل على خفض معدل ضربات القلب (Bradycardia) نتيجة افراز الناقل العصبي الاسيتايل كولين من النهايات العصبية لهذه الأعصاب، وهذا ما اكده الدراسات في ان تدريباً لمدة ١٢ شهراً بشدة متوسطة – عالية لعينة غير متدربة يعمل على زيادة الفعالية اللاودية والتي تعمل على انخفاض في معدل ضربات القلب، وان هذه التغيرات تعتمد على شدة دوام التمرين وفترة.

والتعليل الآخر هو " أن التدريب المنظم يعمل على زيادة الأداء القلبي . إذ إن الأداء القلبي يمكن ان يعزز بأي نوع من التمارين التي تعمل على زيادة امتلاء القلب في وقت الراحة أو تعمل على خفض شغل القلب"، إذ أكدت المصادر على أن تدريبات المطاولة تعمل على زيادة في القطر الداخلي للبطين الأيسر (LVID) Left ventricular internal diameter والذي بدوره يعمل على زيادة قيمة حجم الضربة (SV).

الثاني كما ان الزيادة في حجم الضربة (SV) لدى عدائي المسافات الطويلة يتأثر بعدة عوامل وهي:

- قبل التحميل (Preload) الذي يعتمد بصورة أساسية على حجم البطين في نهاية

الانقباض (End systolic volume (EdV) وكمية الدم الوريدي العائد إلى القلب.

التدريب الرياضي يعمل على زيادة قابلية العضلة القلبية على التقلص Myocardial contractility (MC)

وإن هذا الانخفاض في معدل ضربات القلب HR الذي يصاحبه ارتفاع في حجم الضربة SV يعني ان القلب يعمل بكفاية أعلى ويبذل جهداً اقل لتوفير احتياج الأنسجة من الدم.

يعتبر الحد الأقصى لامتنصاص الأكسجين VO_{2max} جانبا أساسيا من جوانب اللياقة البدنية لعدد من الرياضات خاصة تلك الرياضية ذات الطبيعة الهوائية في الغالب أو التي يتم أجزاؤها بكثافة عند أو بالقرب من VO_{2max} .