



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 .

الاستجابات الوظيفية للتدريب في المرتفعات و التوازن الحراري في الجسم

درجة حرارة مركز الجسم ودرجة حرارة المحيط:

ان درجة الحرارة من العوامل البيئية المهمة ذات التأثير الكبير في فعاليات الكائنات الحية فهي تحدد إلى حد كبير مدى انتشار الكائنات على سطح الكرة الأرضية. وقسمت الاحياء حديثاً من حيث درجة على هذه التقسيمات:

١. الأحياء خارجية الحرارة وهي الحيوانات التي تنظم درجة حرارة أجسامها باكتساب الحرارة من المحيط الخارجي سواء من الماء الدافئ التي تعيش فيه أو في الشمس أو من الصخور والتربة التي هي في تماس معها.

٢. الأحياء داخلية الحرارة :وهي الحيوانات التي تعتمد بالدرجة الرئيسة على حرارة الايض (الحرارة الداخلية) في تنظيم درجة حرارة الجسم، بيد أن ذلك لا يمنع من الاستفادة إلى حد ما من الحرارة الخارجية ويندرج الانسان ضمن هذه المجموعة.

٣. الأحياء متباينة الحرارة :مثل كثير من اللبائن والطيور إذ تنخفض خلالها درجة حرارة الجسم عشرات الدرجات تحت درجة حرارة الجسم.

وفي الإنسان يتولى غالبا جزء مهم في الدماغ يدعى تحت المهاد الذي من وظائفه التنظيم الحراري للجسم للحفاظ على درجة حرارة مركز الجسم ثابتة ويحتفظ الجسم البشري بدرجة حرارة في حدود 37° درجة مئوية وتكون أكثر انخفاضاً في الصباح الباكر وترتفع كلما اتجهنا نحو المساء ويدعى هذا بالاختلاف اليومي.

ويمكن أن نقسم الجسم على ج أزين حسب درجة الحرارة فيهما وهما: جزء مركزي : ويضم الجمجمة وتجاويف الصدر والحوض والبطن والنقاط العميقة من الكتل العضلية للأطراف.

الجزء المحيطي :وتضم الجلد والأنسجة تحت الجلدية والأجزاء المحيطية للكتل العضلية. وان درجة حرارة الجزء المحيطي هي ليست فقط أقل من الجزء المركزي في كل الحالات بل هناك انحدار في درجة حرارة الجسم من الجزء المركزي إلى الجزء المحيطي، فقد تكون درجة

حرارة المركز أعلى بمقدار 20° م من الجلد ولكن الفرق المثالي بين الجلد والمركز هو بحدود (4°) أثناء الراحة وتختلف درجة حرارة الجسم باختلاف مناطق الجسم فالكبد هو الجزء الأدفأ والجلد هو الأبرد، وهناك عدة مناطق يمكننا من خلالها قياس درجة حرارة الجسم وهي الفم التي تقل بحدود 0.6 درجة وتحت الإبط التي تقل 0.5 درجة عن الفم والشرج أو المستقيم وهي الأدق والأقرب إلى درجة حرارة مركز الجسم الحقيقية في حين منطقة المغبن الأبعد عن الدقة.

ويستطيع البشر تحمل التباين في درجة حرارة محيط تتراوح ما بين (50 إلى 100) درجة مئوية ولكنه لا يستطيع تحمل الفرق في درجة حرارة مركز الجسم العميقة لأكثر من 4° م فقط بدون ضعف قدرته البدنية والعقلية ويمكن احتمال درجة حرارة مركزية تصل إلى 41° م فقط وذلك بسبب تأثيرها السلبي في النشاط الأنزيمي والتركيب الخلوي ووصول 45° م يبدأ التغير غير الطبيعي في البروتينات الحيوية وتلف الأنسجة.

العوامل التي تؤثر في حرارة مركز الجسم:

- العمر: إذ تختلف درجات الحرارة باختلاف العمر فهي عالية نسبيًا عند الأطفال وواطنة عند الشيوخ والمسنين.
- الوقت: تختلف درجة حرارة الجسم عند الشخص الطبيعي خلال اليوم، فهي واطئة جداً خلال الساعات الأولى من الصباح الباكر عند الرابعة صباحاً، وترتفع خلال ساعات النهار (1-2 د م)
- الجنس: إن درجة الحرارة بصورة عامة أعلى عند الذكور مما هي عليه عند الإناث، وذلك لأن عمليات الأيض عند الرجال أكبر مما هو عند النساء بسبب كبر الكتلة العضلية عند الرجال مقارنة بالنساء.
- نوع النشاط الممارس: تكون درجة الحرارة أعلى عند الأشخاص النشيطين الفعاليين عما هي عليه عند الأشخاص الكسولين وتزداد في أثناء النشاط العضلي حتى تصل عند

الرياضة الشديدة إلى حد 40 م، وذلك لكثرة الحرارة التي تتولد منه وبسرعة أكبر من سرعة فقدانها وتنخفض درجة الحرارة في أثناء الراحة، وتصل إلى حدٍ واطئٍ في أثناء النوم وبخاصة في ساعاته الأخيرة.

- الحالة النفسية: ترتفع درجات الحرارة عند حالات التهيج العاطفي والحماس أو الغضب الشديد.

- المحيط: ترتفع درجة حرارة الجسم عند تعرضه لدرجات المحيط العالية، وتنخفض عند تعرضه لدرجات الحرارة الواطئة وبالأخص عندما يكون التعرض طويلاً.

تنظيم التوازن الحراري في الجسم:

هنالك آلية خاصة لتنظيم درجة حرارة الكائن الحي من وإلى المحيط وتعتمد هذه الآلية على طرائق مختلفة للانتقال الحراري منها:

١. التعرق: يتحول العرق إلى بخار باكتساب الحرارة من سطح الجسم مما يؤدي إلى خفض درجة الحرارة وفي حالة الراحة يكون التعرق غير منظور أي بدون المرور بالحالة السائلة. وقد تصل نسبة التعرق إلى (0.5-2) لتر في الساعة الواحدة وخلال الجهد الشديد أو في الأجواء الحارة الرطبة، يفقد الجسم 0.58 سعرة كبيرة من الحرارة لكل غرام من العرق المتبخر.
٢. التوصيل: تنتقل الحرارة من المراكز إلى سطح الجسم بوساطة التوصيل ويعمل الشحم بصفها طبقة عازلة على أن تفقد الحرارة ببطء.
٣. الإشعاع: وهي موجات كهرومغناطيسية حرارية تشع من الجسم وتزداد بزيادة حرارة الجسم.
٤. الحمل: إذ يتحرك الهواء الحار الملامس لسطح الجسم إلى الأعلى ليحل محله هواء أقل حرارة وهكذا يسيطر على عملية تنظيم الحرارة بصورة عامة مركز حراري موجود في الدماغ في منطقة تحت المهاد من خلال المستقبلات الحسية في الجلد والأوعية الدموية وحرارة الدم والغدد

الصماء وان عطل هذا الجهاز يجعل الجسم يفقد حرارة أو يكتسب حرارة كما لو كان قطعة من حديد.

التنظيم الحراري في الراحة والتمرين:

عند أداء التمرين يمكن أن يزداد إجمالي إنتاج الحرارة في الجسم ازدياداً كبيراً، وعلى الرغم من وجود آليات لخفض الحرارة، فإن نسبة فقدان الحرارة لا توازن نسبة إنتاجها عادة. وقد تزداد نسبة الأيض في أثناء التمرين من ١٥ - ٥ مرة أكثر مما عليه وقت الراحة لتوفير الطاقة اللازمة لتقلص العضلات، وارتفاع نسبة الأيض يؤدي إلى إنتاج حرارة أكبر تقريبا 80 % من الطاقة المتأصلة تتحول إلى حرارة وتنشئت للحفاظ على توازن الحرارة في الجسم، وان إنتاج الحرارة خلال الراحة يبلغ نحو 75 سعرة حرارية في الساعة ويساعد النشاط الرياضي على مضاعفة إنتاج الحرارة (نحو) 20 مرة وقد تبلغ نحو 1500 سعرة حرارية في الساعة عند أداء النشاط الرياضي لمدة طويلة، ومن الطبيعي ان كل هذه الحرارة الزائدة يقوم الجسم بالتخلص منها والارتفاع درجة حرارة الجسم أكثر من 43 درجة مئوية، والبعض من هذه الحرارة لا يفقده الجسم خلال أداء النشاط الرياضي ولذا يمكن ان يخزنه الجسم، وعادة يقوم الجسم بوظائفه بفعالية أكثر عند درجة حرارة 39 درجة مئوية أكثر من 37 درجة مئوية، وقد يرجع ذلك إلى ان نشاط الانزيمات يتم في درجات الحرارة العالية.

"وترتفع درجة حرارة الجسم باضطراب مع زيادة شدة التدريب إلى ان يصل مستوى الزيادة إلى أقصى حد له أي نحو 40 م° أو حتى أكثر من ذلك إذ يحدث انحراف في الحالة الصحية وعند محاولة العمل في مثل هذه الظروف الحرارية المرتفعة فان ضغطا كبيرا يقع على جهاز القلب الوعائي والجهاز المنظم للحرارة وأول ردود الأفعال الخاصة بأجهزة الجسم لمواجهة ارتفاع درجة الحرارة تتمثل في زيادة حركة الدورة الدموية خلال الجلد والإطراف حتى يتمكن الدم الساخن من التخلص من الحرارة وذلك من خلال الهواء المحيط بالجلد، وهذه العملية تشبه إلى حد كبير الردياتير) مبردة السيارة (فكلما زدت برودة سطح الجلد أمكن التخلص من الحرارة الزائدة من الجسم والعكس صحيح، ويجب ان يراعي المدرب درجة الحرارة الجو المحيط باللاعب حتى

يستطيع ان يتحكم في شدة الجرعة التدريبية اللازمة له ومدتها، ولا يقتصر ذلك على درجة حرارة الطقس بل يشمل درجة الرطوبة النسبية للجو أيضا، فقد تحدث إصابات حرارية إذا كانت درجة حرارة الطقس متوسطة مع ارتفاع شديد في رطوبة الجو. والحقيقة ان جسم الرياضي يستجيب في الاجواء الحارة باستجابات تختلف عما هي عليه في الاجواء المعتدلة أو الباردة لذلك تتباين حالة اللاعب ومستواه بتباين الظروف البيئية المحيطة به و تختلف الاستجابات طبعا في مثل هذا التباين من رياضي إلى آخر فقد وجد أن الفروق الفردية في مستوى اللياقة البدنية والاستجابات الوظيفية للتمرين تؤدي دور مهم في مستوى التنظيم الحراري خلال الاداء وبعده.

الجهد المبذول في التدريب اذ يمكن القول ان الحرارة العالية مع وجود نسبة رطوبة عالية تقلل وبشكل واضح من القابلية البدنية خصوصا في الألعاب التي تتطلب أنواع المطاولة المختلفة . وترجع قدرة الإنسان على تنظيم درجة حرارة الجسم إلى عاملين هما:

١. مقدرة الأنسجة على توليد كمية كبيرة من الحرارة في الجو البارد والتقليل من توليد الحرارة في الجو الحار.

٢. امتلاك هذه الأحياء وسائل عديدة للتحكم في كمية الحرارة المفقودة إلى المحيط الخارجي ويتم ذلك بوساطة ما يدعى بالتنظيم الحراري الفيزيائي. (Physical Thermoregulation)

اذ يفقد الكائن الحي كأي جسم ساخن الحرارة إلى المحيط الخارجي بالطرائق الفيزيائية كإشعاع، والحمل، والتبخر والتوصيل. أما الحرارة الناتجة من التمثيل الغذائي فهي تساوي بالضبط الحرارة المفقودة إلى المحيط.

التنظيم الحراري في أثناء الجهد البدني لدى الأطفال والناشئة:

-الجهد البدني في الجو البارد لدى الأطفال والناشئة:

على الرغم من أن مساحة سطح الجسم نسبة إلى كل كيلوجرام من وزن الجسم تعد أكبر لدى الأطفال مقارنة بالكبار، مما يزيد من تأثير البرودة الخارجية في جسم الأطفال ويجعلهم أكثر عرضة لفقدان الحرارة من الكبار، على الرغم من ذلك لا يوجد ما يدعو إلى القلق من انخفاض درجة الحرارة عند الأطفال في أثناء أداء نشاط بدني في الجو البارد، ذلك أن إنتاج

الحرارة في أثناء الجهد البدني يزداد بشكل مضاعف، مما يحافظ على درجة حرارة الجسم ضمن الحدود الاعتيادية، بل إن الجسم يتخلص من بعض الحرارة المنتجة عن طريق التعرق حتى في الجو البارد. إلا أنه تجدر الإشارة إلى ضرورة ارتداء ملابس واقية من البرودة قبل التدريب وبعده، وعند الجلوس على مقاعد الاحتياط في أثناء المسابقات أو المباريات في الأجواء الخارجية الباردة. ويستحسن العناية بالملابس الرياضية التي توفر حماية للفرد من دخول الهواء البارد، وفي الوقت نفسه تسمح بتبخير العرق من الجلد.

الجهد البدني في الجو الحار لدى الأطفال والناشئة:

هناك العديد من الاختلافات التشريحية والوظيفية التي تجعل الأطفال أقل قدرة من الكبار على تنظيم درجة حرارة أجسامهم وضبطها عند أداء جهد بدني، خاصة في الجو الحار أو الشديد الرطوبة. ويعود سبب ذلك إلى أن مساحة سطح الجسم نسبة إلى كتلة الجسم لدى الأطفال أكبر مقارنة بالكبار، مما يقود إلى زيادة التبادل الحراري بين الجلد والمحيط الخارجي، والنتيجة هي اكتساب الحرارة بصورة أكبر عندما تكون درجة الحرارة الخارجية أعلى من درجة حرارة الجسم (التي هي 37 درجة مئوية، وإلى فقدان الحرارة بصورة أكبر عندما تكون درجة الحرارة الخارجية منخفضة).

لهذا نجد أن الأطفال أقل تحملاً لدرجات الحرارة العالية أو المنخفضة جداً مقارنة بالكبار، وبمعكس الجهد البدني المتواصل فإن أداء جهد بدني قصير الأمد عند درجة حرارة خارجية مرتفعة قد لا يحمل تأثيراً سلبياً كبيراً في الأطفال.

الاختلافات التشريحية والوظيفية الرئيسية بين الأطفال والكبار، وأثر ذلك في

التنظيم الحراري في الجسم :

- ١ . مساحة سطح الجسم لكل كجم من وزن الجسم أكبر لدى الأطفال مقارنة بالكبار مما يؤدي إلى معدل أعلى للتبادل الحراري بين الجلد والبيئة المحيطة بالطفل.
- ٢ . مصروف الطاقة لدى الأطفال في أثناء المشي أو الجري أعلى من الكبار، لأن معدل العمليات الأيضية لدى الأطفال أعلى، ومن ثم إنتاج الحرارة لديهم لكل كجم من وزن الجسم أكبر.

٣. نتاج القلب لدى الأطفال عند معدل أيضي محدد أقل من الكبار فيؤدي إلى انخفاض إمكانية الجسم على التخلص من الحرارة عن طريق نقل الدم من وسط الجسم إلى الأطراف، لدى الأطفال مقارنة بالكبار. بسبب حصول تنافس شديد على الدم الصادر من القلب بين كل من العضلات العاملة والجلد، المسؤول عن التخلص من الحرارة، ويعد انخفاض حجم الضربة لدى الأطفال عاملاً مهماً في انخفاض نتاج القلب.

٤. معدل التعرق لدى الأطفال في أثناء الراحة وفي أثناء الجهد البدني أقل من الكبار لذا فإن إمكانية التخلص من الحرارة بواسطة تبخر العرق تكون منخفضة لدى الأطفال مقارنة بالكبار، سواء كان ذلك بالمعدل المطلق (الكلي) أم نسبة إلى مساحة سطح الجسم، فالكبار يتعرقون بمعدل يساوي (500- 600) مل لتر / م² من الجلد في الساعة أو يتجاوز في أثناء جهد بدني معتدل الشدة، لكن نادراً ما يتجاوز معدل التعرق لدى الأطفال 350 مل لتر / م² من الجلد في الساعة عند نفس الشدة من الجهد البدني.

ويعزى انخفاض معدل التعرق لدى الأطفال إلى انخفاض قدرة الغدد العرقية على التعرق أكثر كما أنه من المعروف أيضاً أن النقطة التي تبدأ فيها الغدد العرقية بإفراز العرق تعد أعلى لدى الأطفال (Sweating threshold) والتي تعرف بعتبة التعرق مقارنة بالكبار، مما يعني أن الأمر يتطلب ارتفاع درجة حرارة الجسم لدى الأطفال بشكل أكبر من الكبار قبل أن تبدأ الغدد العرقية بالتعرق.

يتضح من الفروق في العوامل التشريحية والوظيفية أن الأطفال أقل استعداداً من الكبار لتحمل الجهد البدني في الجو الحار.

المرتفعات والجهد البدني:

كما هو علوم ان الضغط البارومتري (الجوي) يقل كلما تم الارتفاع عن مستوى سطح البحر ولذلك فان الضغط الجوي ينخفض في حالة الصعود إلى المرتفعات وقد يصل إلى حد أن يصبح التنفس ضيقا حرجا وذلك بسبب إنخفاض الضغط الجزئي للأوكسجين PO_2 وعلى الرغم من ثبات نسبة الأوكسجين O_2 وهي (21.92%) وهي نفس النسبة الموجودة عند مستوى سطح البحر فإن ما يحدث هو قلة جزيئات الأوكسجين الداخلة إلى الرئتين بسبب قلة PO_2 وتسمى هذه الحالة هايپوكسيا وهي كلمة يونانية (Hypoxia) تعني أقل من الكمية المعتادة من الأوكسجين، وعندما يكون هناك جهد بدني مصاحب للارتفاعات العالية فإن العبء سيكون كبيرا على الرياضي لغرض توفير كميات الأوكسجين اللازمة للجهد البدني إذ إن نقص O_2 في الدم الشرياني يعتمد على شدة العمل الذي يؤديه الفرد وكذلك اللياقة البدنية والارتفاع العالي الذي يمكن أن يوجد فيه الفرد فضلا عن الحاجة الإضافية منه لسد النقص الحاصل في PO_2 .

الاستجابات الوظيفية التي ترافق الجهد البدني في الارتفاعات :

تبدأ الاستجابات الوظيفية بالحدوث بعد 700 م ٢٣٣٣ قدم من الارتفاع عن مستوى سطح البحر وبارتفاع أكثر من 1500 م يبدأ الانحدار الخطي في VO_{2max} بالظهور، ويمكن أن نوجز هذه الاستجابات بما يأتي :

- 1- زيادة عدد ضربات القلب Hr والناتج القلي Co وتتأتى هذه الزيادة من النشاط السمبثاوي الناتج عن زيادة إفراز النوا رينفرين (Norepinephrine).
- 2- انخفاض أو ثبات حجم الضربة القلبية (Stroke Volume (S.V)).
- 3- ارتفاع ضغط الدم الشرياني الناتج عن زيادة المقاومة المحيطية الشريانية .

- 4- زيادة التهوية الرئوى VE والتي تنتج من زيادة حجم وعدد مرات التنفس كانعكاسات معروفة لحالة الهايپوكسيا نتيجة انخفاض PO_2 كما يحدث في الوقت نفسه انخفاض في PCO_2 وتركيز أيون الهيدروجين H^+ في الدم .
 - 5- انخفاض الاستهلاك الأوكسيجيني الأقصى VO_{2max}
 - 6- زيادة أيض الدهون والكربوهيدرات العضلي والكبدى (التحلل الكلايکولي)
 - 7- زيادة إفرازات الكاتيكولامين Catecholamine .
- ولغرض تعويض النقص الحاصل في PO_2 يجب على الرياضيين الذين يتنفسون في المناطق المرتفعة البقاء ولمدد مختلفة تختلف باختلاف الارتفاعات وعليه يمكن القول أنه كلما ازد الارتفاع زادت مدة التأقلم فعلى سبيل المثال وكما أوردت المصادر العلمية أن مدة (7-10) أيام كافية للتأقلم على 12000 قدم و(21-25) يوم كافية للتأقلم على ارتفاع 15000 قدم وتوافق عملية التأقلم عدد من التغيرات الوظيفية وهي:
- 1- زيادة التهوية الرئوية، إذ تزداد عدد لترات التهوية في في الأيام الأولى للتأقلم بعدها يحصل ثبات للتهوية مما يوفر زيادة فيتشبع الهيموكلوبين (HB) بالأوكسيجين كما تساعد التهوية الأكبر على إخراج أكبر كمية من ثنائي أوكسيد الكربون CO_2
 - 2- زيادة عدد كريات الدم الحمراء وتركيز (HB).
 - 3- زيادة سرعة التخلص من البيكربونات HCO_3 وهذا العامل يساهم في توازن درجة حامضية الدم PH .
 - 4- زيادة تركيز المايوكلوبين والمايتوكوندريا العضلي.
 - 5- زيادة توسع الأوعية الشعرية الدموية (Capillaries).
 - 6- زيادة نشاط الإنزيمات التي تساهم في عمليات الأكسدة.
- 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 أوكسيد 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 إليها من خلال الأوردة الجوفاء بوساطة آليات خاصة. ويعد دوران الدم مهما. إذ إن توقف نبض القلب لبضع دقائق يمكن أن 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 مائلاً 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):

تحوي 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 طولياً للقلب سوف نرى العديد من التراكيب الرئيسية فيه، إذ إن هذا العضو

مجوف وليس صلباً، ومقسم إلى جهتين اليمنى ويسرى، ويحوي 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

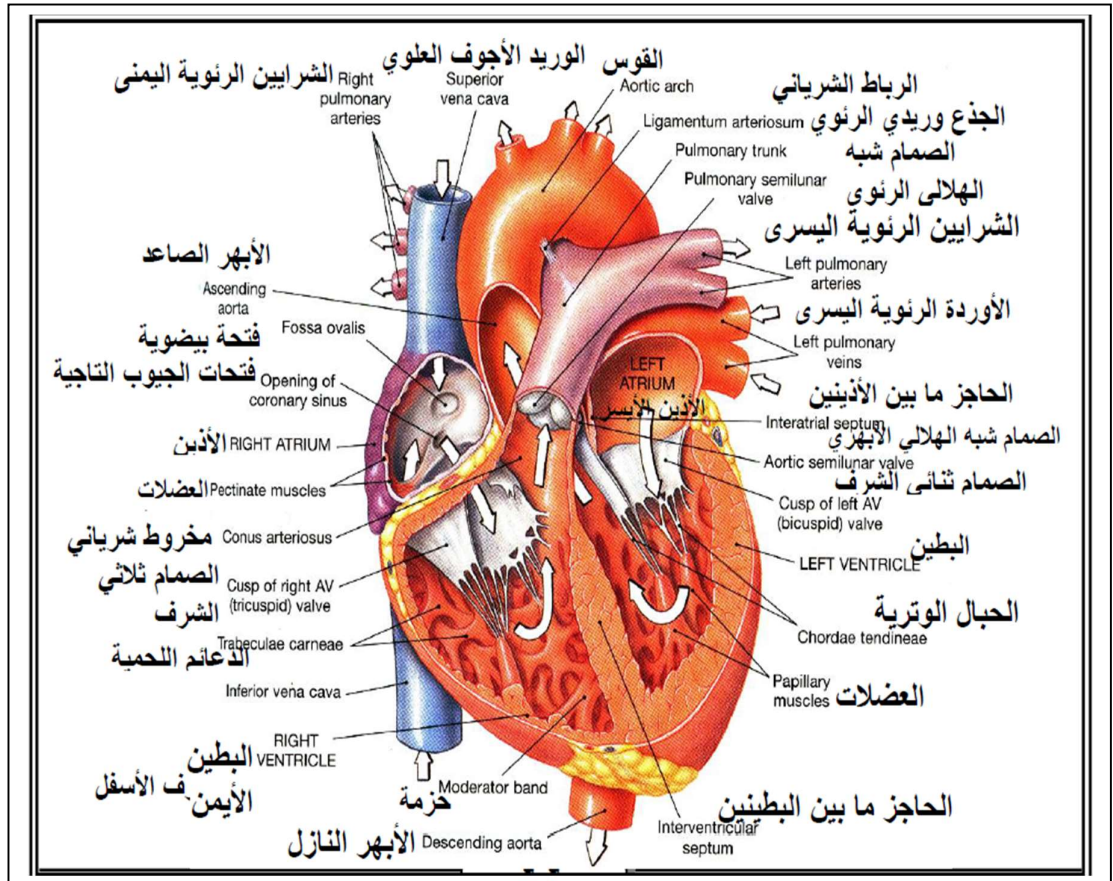
الأذنين إلى البطينين عن طريق صمامات تنظم هذه العملية. يطلق على الصمام الذي يصل بين

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 الأذينين عند انقباض لبطينين الشكل 1.



3. أصوات القلب :

يصنع القلب اصواتاً خاصة في أثناء كل دورة قلبية والتي يمكن سماعها من خلال السماعة

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 دائما 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 قليلا ويسمع 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 قليلا ويسمع 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) و انبساطه (diastole).

التغيرات الحاصلة في المرحلة المتأخرة من الانبساط:

١. تكون الصمامات الثنائية والثلاثية مفتوحة.
 ٢. تكون الصمامات الأهرية والرئوية مغلقة.
 ٣. ينتقل الدم إلى القلب حيث يملأ الأذنين والبطينين.
 ٤. ينخفض معدل الامتلاء بتوسع البطينين.
 ٥. يبقى الضغط منخفضا داخل البطينين.
- التغيرات الحاصلة في أثناء الانقباض الاذيني:

يؤدي تقلص الأذنين إلى دفع كمية اضافية 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 والبالغة (٨٠) ملم زئبق، وتتجاوز قيمة الضغط في البطين الأيمن قيمة الضغط الموجود في الشريان الرئوي والبالغة (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 (الحرفشية) 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.

الدورة الدموية Blood Cycle

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

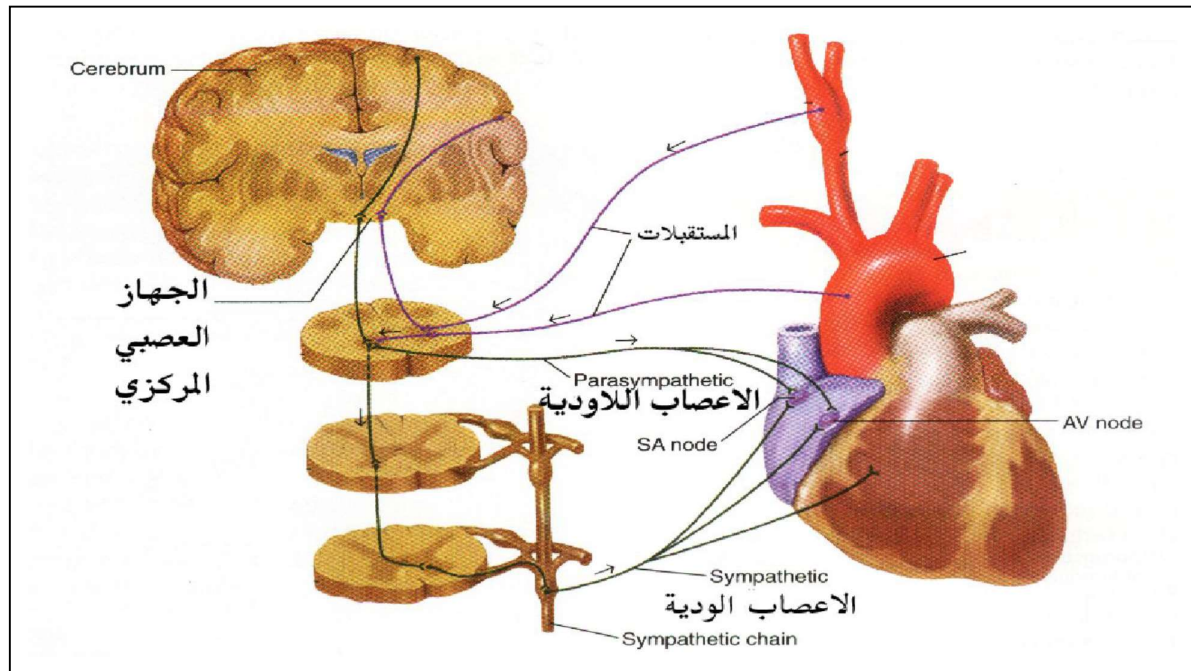
هذا وتستغرق رحلة الدم من قمة الـ أرس إلى أخمص القدم نحو ٢٦ ثانية تقريباً، بينما تستغرق رحلة الدم من المخ إلى القلب ٨ ثوانٍ تقريباً، والرحلة من أصابع القدمين إلى القلب ١٨ ثانية تقريباً.

ديناميكية الدم Hemodynamic

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 للنض نجه 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 السيلات 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 رياضيي 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 رياضيي 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 بـ " حجم الدم الجاري خلال الدورة الدموية الكبرى أو الرئوية لكل دقيقة".

ان الناتج القلبي للشخص البالغ في أثناء الراحة 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 الراحة 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 اكدته 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 ال ارحة 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 .