المحاضرة الأولى

الجهاز القلبي

أهداف المحاضرة

في 5 يناير 1988 ، فقد عالم الرياضة أحد أعظم الرياضيين. توفي "بيستولي بيت" مارافيتش ، نجم الاتحاد الوطني لكرة السلة السابق بسبب سكتة قلبية عن عمر يناهز 40 عامًا أثناء مباراة كرة سلة صغيرة. جاءت وفاته بمثابة صدمة ، وتفاجأ الأطباء الخبراء بسبب تضخم قلب مارافيتش بشكل غير طبيعي ، ويرجع ذلك أساسًا إلى ولادته بشريان تاجي واحد فقط على الجانب الأيمن من قلبه.

- فقد مارافيتش الشرايين التاجية التي تغذي الجانب الأيسر من قلبه! ما جعل الأطباء المختصين يندهشون من أن هذا الشريان التاجي الأيمن الوحيد قد تولى إمداد الجانب الأيسر من قلب مارافيتش وأن هذا التكيف سمح له بالمنافسة لسنوات عديدة كواحد من أفضل اللاعبين في تاريخ كرة السلة. على الرغم من أن وفاة مارافيتش كانت مأساة وصدمت المجتمع الرياضي ، إلا أنه كان قادرًا على الأداء على أعلى مستوى من المنافسة لمدة 10 سنوات في واحدة من أكثر الرياضات التي تطلب كفاءة بدنية عالية.

في الآونة الأخيرة ، توفي عدد من الرياضيين الواعدين في المدارس الثانوية والجامعات بسبب الموت القلبي المفاجئ. تُعزى معظم هذه الوفيات إلى اعتلال عضلة القلب الضخامي ، وهو مرض يتميز بتضخم غير طبيعي في كتلة عضلة القلب ، يصيب البطين الأيسر عمومًا. وهذا المرض في حوالي نصف الحالات وراثي, على الرغم من أن هذا لا يزال السبب الرئيسي للموت القلبي المفاجئ لدى الرياضيين المراهقين والبالغين (~ 36٪) ، إلا أنه نادر نسبيًا ، حيث يقدر حدوث ما بين 1 و 2 حالة لكل مليون رياضي سنويًا.

1- الوظيفة

يؤدي نظام القلب والأوعية الدموية عددًا من الوظائف المهمة في الجسم ويدعم جميع الأنظمة الفسيولوجية الأخرى, ويمكن تصنيف وظائف القلب والأوعية الدموية الرئيسية إلى ست وظائف:

- نقل الأكسجين والعناصر الغذائية الأخرى.
- إزالة ثاني أكسيد الكربون والفضلات الأيضية الأخرى.
- نقل الهرمونات والجزيئات الأخرى.
- دعم التنظيم الحراري والتحكم في توازن سوائل الجسم.
- الحفاظ على التوازن الحمضي القاعدي,

يحافظ نظام القلب والأوعية الدموية على توازن السوائل المناسب عبر الأجزاء السائلة في الجسم, ويساعد على منع العدوى من غزو الكائنات الحية, وعلى الرغم من أن هذه مجرد قائمة مختصرة للأدوار، فإن وظائف القلب والأوعية الدموية المدرجة هنا مهمة لفهم الأساس الفسيولوجي للمجهود البدني والرياضي. من الواضح أن هذه الأدوار تتغير وتصبح أكثر أهمية مع التحديات التي تفرضها الممارسة,

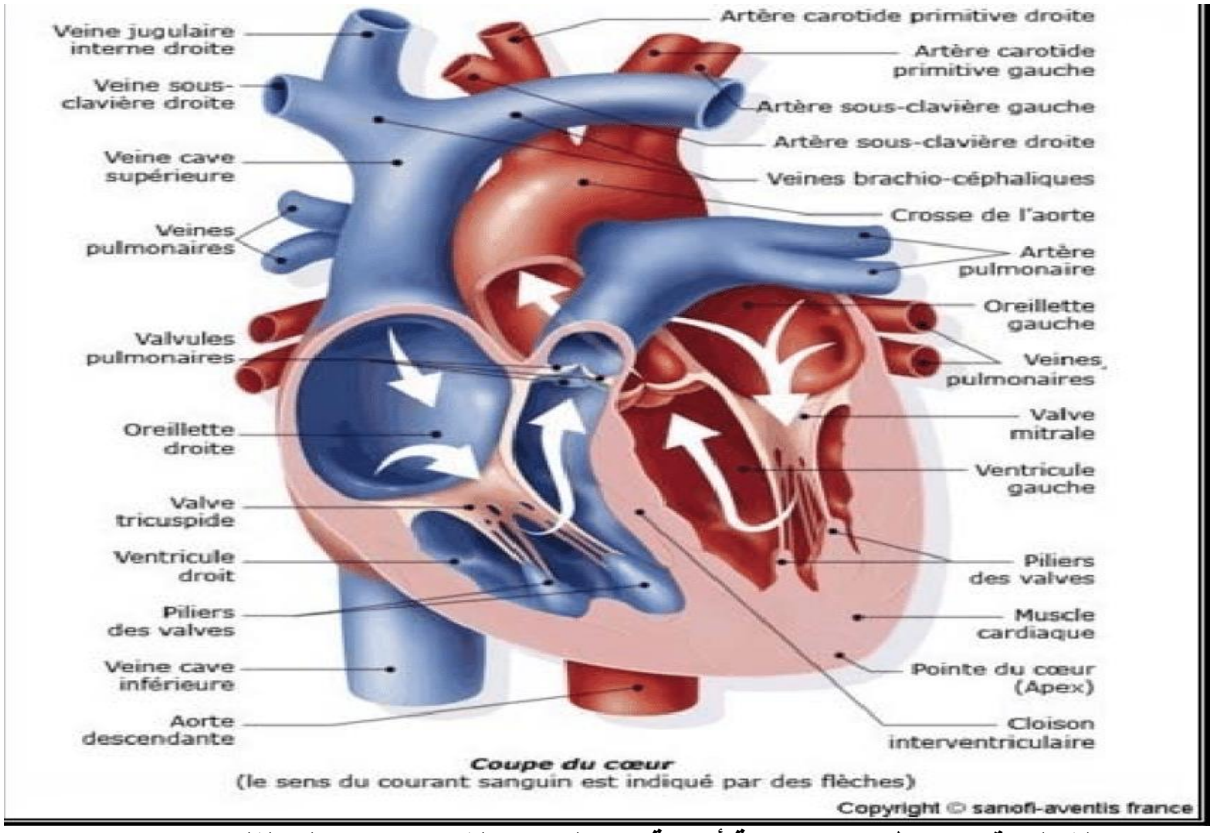
فتعتمد جميع الوظائف الفسيولوجية وكل خلية تقريبًا في الجسم بطريقة ما على نظام القلب والأوعية الدموية, ويتطلب أي نظام حركة نقل السوائل ثلاثة مكونات:

- مضخة (القلب)
- نظام من القنوات أو الأنابيب (الأوعية الدموية)
- وسط سائل (الدم)

ومن أجل الحفاظ على الدورة الدموية ، يجب أن يولد القلب ضغطًا كافيًا لدفع الدم عبر الشبكة المستمرة للأوعية الدموية في نظام الحلقة المغلقة. وبالتالي ، فإن الهدف الأساسي لنظام القلب والأوعية الدموية هو ضمان وجود تدفق دم كافٍ في جميع أنحاء الدورة الدموية لتلبية متطلبات التمثيل الغذائي للأنسجة.
نتحدث أولا على القلب.

2- القلب

يعادل حوال حجم قبضة اليد ويقع في وسط التجويف الصدري ، القلب هو المضخة الأساسية التي تقوم بتوزيع الدم عبر نظام القلب والأوعية الدموية بأكمله. كما هو مبين في الشكل ... ، يحتوي القلب على أذينين يعملان كغرف استقبال وبطينين يعملان كوحدات ضخ. وهو محاط بكيس غشائي صلب يسمى التامور. يمتلئ التجويف الرقيق بين التامور والقلب بسائل التامور ، مما يقلل الاحتكاك بين الكيس والقلب النابض, والقلب هو مصدر الطاقة المسببة لحركة الدم في الأوعية الدموية ، وهو يقوم بعمله كمضخة يأتي اليه الدم من جميع أجزاء الجسم لكي يقوم بدفعه من خلال الأوعية الدموية مرة أخرى ، ويعتبر القلب أهم أعضاء الجهاز الدوري حيث تقوم الأوعية الدموية بتوزيع الدم المندفع من القلب على جميع اجزاء الجسم ، ويساعد القلب على القيام بوظائفه طبيعة تركيبة الشريان الرئوي ، الذي ينقل الدم إلى الرئتين.



الشكل رقم 01 نظرة مستعرضة أمامية (كما لو كان الشخص يواجهك) لقلب الإنسان.

وهكذا، يُعرف الجانب الأيمن من القلب بالجانب الرئوي ، حيث يرسل الدم الذي نتشر في جميع أنحاء الجسم إلى الرئتين لإعادة الأكسجة. بعد أكسجة الدم في الرئتين ، يتم نقله مرة أخرى إلى القلب عبر الأوردة الرئوية. يتم تلقي كل الدم المؤكسج حديثًا من الأوردة الرئوية عن طريق الأذين الأيسر. من الأذين الأيسر ، يمر الدم عبر الصمام التاجي إلى البطين الأيسر, فيخرج الدم من البطين الأيسر عن طريق المرور عبر الصمام الأبهري إلى الشريان الأورطي ويتم توزيعه في الدورة الدموية للجسم, يُعرف الجانب الأيسر من القلب بالجانب الجهازي. يستقبل الدم المؤكسج من الرئتين ثم يرسله لتزويد جميع أنسجة الجسم الأخرى.

2-1 القلب الرياضي

ان ظاهرة القلب الرياضي اكتشفها العالم حيث(Henschen) سنة 1899

لاحظ ان الرياضيين المدربين لديهم زيادة في مقاييس القلب عن غيرهم من غير الرياضيين ،

وتؤكد المراجع العلمية بأنه تم ابتداع مفهوم القلب الرياضي منذ أكثر من مئة عام ، ولكنه لم يدخل حيز الدراسات العلمية الا منذ فترة قريبة ، بعدما تم اختراع جهاز ،Echocardiography حيث بدأ الأهتمام العلمي وأجراء الدراسات العلمية على عضلة القلب عند الرياضيين في منتصف القرن الماضي وتحديدا في بداية الخمسينات ، حيث اتجه علماء الطب وعلماء فسيولوجيا الجهد البدني بتوحيد جهودهم لدراسة التغيرات التي تحدث على عضلة القلب وأيجاد التفسيرات ال علمية المنطقية لها وعدم إعتبار مثل هذه الزيادة في حجوم القلب عند الرياضيين من ال علامات المرضية لديهم ، ويحمل هذا المفهوم بعض المعنى الخاطئ ، إذ ليس أن كل رياضي ولو كان من اللاعبين المميزين على مستوى الأداء

يمتلك قلبا رياضيا ، وبالتالي فإن حقيقة وجود القلب الرياضي هي أقل بكثير مما يتوقع البعض

، ويحتاج الشخص الى تدريب رياضي مستمر ول فترات طويلة ليصل الى مواصفات القلب الرياضي ، حيث اشارت نتائج بعض الدراسات العلمية التي أجريت على بعض اللاعبين الى أنهم يمتلكون حجوم قلبية متقاربة رغم الفروقات الواضحة في الأداء.

وتعبتر التغيرات في زيادة حجم القلب ووظائفه غير مرتبطه بالجنس ، فيمكن حدوث هذه الزيادة عند الفتيات المدربات والمنتظمات في البرامج التدريبية لفترات طويلة كما يحدث عند الذكور ، مع ملاحظة حجم القلب قبل التدريب عند كل من الذكور والأنا ث ، وكما أن القلب الرياضي يمكن رؤيته عند كل الأعمار حتى الصغارومنهم المدربين الرياضيين الناشئين ، ومن الصعب أحيانًا التفريق بين التغيرات الناتجة عن التدريب أو المرض.

وتعتبر قضية القلب الرياضي حتى الآن من القضايا الهامة في مجال الطب الرياضي الحديث نظرا لما يلاحظ في السنوات العشرة الاخيرة من زيادة كبيرة في حمل التدريب الرياضي لتنمية الكفاءات الوظيفية للجها ز الدوري للرياضيين لاهمية الدور الحيوي الذي يقوم به هذا الجهاز في نقل الاوكسجين الى الانسجة ، وان عدم النمو الكافي لحجم ووظيفة القلب يمكن ان يكون له تأثير سلبي على الكفاءة الرياضية خاصة بالنسبة لبعض الانشطة الرياضية التي تتطلب زيادة في كفاءة عمل الجهاز الد وري مثل انشطة التحمل ، حيث يعتبر التدريب في هذه الانشطة هو تدريب للقلب ، ويدل حجم القلب على كفاءة انتاجيته بالنسبة للرياضيين, ويشير Athlete Heart الى خصائص تكوينية خاصة لقلب الرياضي,

تتمثل في زيادة الحجم الخارجي للقلب وزيادة سمك جدار القلب بالاضافة الى زيادة حجم وسعة البطينين وتحديدا حجم البطين الأيسر ، بالإضافة الى التحسن الملحوظ في وظيفة القلب والتي تعتبر المتغير الأهم للرياضين للاستفادة من ميزة زيادة حجم القلب ، وإلا فقدت الفائدة أذا زاد حجم القلب ولم تتأثر الوظيفة بذلك وتتحسن.

إن الا بحاث العلمية قد اثبتت ان هناك تكيفات تحدث على القلب لدى الرياضيين وان العديد من (Athlete Heart) مما ادى إلى ظهور ما يسمى القلب الرياضي.

التغيرات التي تحدث على قلب الرياضيين مثل زيادة الحجم الخارجي ، بالاضافة إلى تغيرات داخلية في سمك جدران القلب وت شمل الجانب الايسر والايمن لعضلة القلب ، وان التغيير يشمل حجم وسعة البطينين ، والاتساع المنتظم للقلب ككل، حيث ان عضلة القلب مثل العضلات الهيكلية يحدث لها زيادة في الحجم أيضا ، وفي وقت سابق كان حدوث زيادة في حجم القلب نتيجة التدريب يثير دهشة وجدل اطباء القلب ، ثم أصبح من المتعارف عليه ما يعرف بالقلب الرياضي ، ولم تعد الزيادة في حجمه تثير حيرة او قلق الأطباء أو الرياضيين أنفسهم.

3- تدفق الدم من خلال القلب.

يعتبر القلب أحيانًا مضختين منفصلتين ، حيث يضخ الجانب الأيمن من القلب الدم غير المؤكسج إلى الرئتين من خلال الدورة الدموية الرئوية, ويضخ الجانب الأيسر من القلب الدم المؤكسج إلى جميع الأنسجة الأخرى في الجسم من خلال الدورة الدموية الجهازية. يدور الدم الذي في الجسم ، ويوصل الأكسجين والمغذيات ويلتقط الفضلات ، يعود إلى القلب عبر الأوردة الكبيرة - الوريد الأجوف العلوي والوريد الأجوف السفلي - إلى الأذين الأيمن,هذه الحجرة تستقبل كل الدم غير المؤكسج من الدورة الدموية الجهازية, انطلاقا من الأذين الأيمن ، يمر الدم عبر الصمام ثلاثي الشرفات إلى البطين الأيمن. تضخ هذه

الحجرة الدم عبر الصمام الرئوي إلى الشريان الرئوي الذي ينقل الدم إلى الرئتين. وهكذا ، يُعرف الجانب الأيمن من القلب بالجانب الرئوي ، حيث يرسل الدم الذي انتشر في جميع أنحاء الجسم إلى الرئتين لإعادة الأكسجة. بعد أكسجة الدم في الرئتين ، يتم نقله مرة أخرى إلى القلب عبر الأوردة الرئوية. تتلقي الأوردة الرئوية كل الدم المؤكسج حديثًا عن طريق الأذين الأيسر، من الأذين الأيسر ، يمر الدم عبر الصمام التاجي إلى البطين الأيسر، ثم يخرج الدم من البطين الأيسر عن طريق المرور عبر الصمام الأبهري إلى الشريان الأورطي ويتم توزيعه في الدورة الدموية الجهازية، ويُعرف الجانب الأيسر من القلب بالجانب الجهازي، حيث يستقبل الدم المؤكسج من الرئتين ثم يرسله لتزويد جميع أنسجة الجسم الأخرى.

4- عضلة القلب الرياضي

تختلف سماكة عضلة القلب في مواقع مختلفة منه وفقًا لمقدار الضغط الواقع عليها، ويعد البطين الأيسر أقوى مضخة من بين غرف القلب الأربع لأنه يجب أن يولد ضغطًا كافيًا لضخ الدم عبر الجسم بالكامل، عندما يكون الشخص جالسًا أو واقفًا يجب أن يتقلص البطين الأيسر بقوة كافية للتغلب على تأثير الجاذبية التي تميل إلى تجمع الدم في الأطراف السفلية. نظرًا لأن البطين الأيسر يجب أن يولد قوة كبيرة لضخ الدم إلى الدورة الدموية للجسم، فإنه يمتلك جدارًا عضليًا سميكًا مقارنة بغرف القلب الأخرى, ويحدث هذا التضخم نتيجة الضغط على البطين الأيسر أثناء الراحة أو في ظل الظروف العادية لممارسة النشاط المعتدل, خلال ممارسة تمارين شاقة خاصة النشاط الهوائي المكثف الذي تزداد خلاله حاجة العضلات العاملة إلى الدم بشكل كبير يكون الطلب على البطين الأيسر لتوصيل الدم إلى العضلات العاملة أعلى، واستجابة لكل من التمارين الهوائية وتمارين المقاومة المكثفة ، يتضخم البطين الأيسر. على عكس التكيفات الإيجابية التي تحدث نتيجة التدريبات الرياضية ، تتضخم عضلة القلب أيضًا نتيجة لعدة أمراض ، مثل ارتفاع ضغط الدم أو أمراض القلب الصمامية، واستجابةً للتدريب أو المرض ، يتكيف البطين الأيسر بمرور الوقت عن طريق زيادة حجمه وقدرته على الضخ ، على نحو مشابه للطريقة التي تتكيف بها العضلات الهيكلية مع التدريب البدني. ومع ذلك ، فإن آليات التكيف وأداء القلب خلال المرض تختلف عن تلك التي نلاحظها مع التدريب الهوائي، وعلى الرغم من أن عضلة القلب مخططة في المظهر ، إلا أنها تختلف عن العضلات الهيكلية بعدة طرق مهمة.

أولاً: لأن عضلة القلب يجب أن تنقبض كما لو كانت وحدة واحدة ، ألياف عضلية قلبية فردية هي مترابطة تشريحيا من طرف إلى طرف من خلال مناطق ذات الوان غامقة تسمى الأقراص المقحمة. تحتوي هذه الأقراص على ديسموسومات ، وهي هياكل تربط الخلايا الفردية معًا بحيث لا تنفصل أثناء الانقباض ، وفجوات الوصلات ، والتي تسمح بالانتقال السريع لكمون العمل الذي تشير إلى انقباض القلب كوحدة واحدة.

ثانيًا: ألياف عضلة القلب متجانسة نوعًا ما على عكس أنواع الألياف في العضلات الهيكلية. حيث تحتوي عضلة القلب على نوع واحد فقط من الألياف ، على غرار ألياف النوع الأول في العضلات الهيكلية من حيث أنها شديدة التأكسد ، ولها كثافة شعيرية عالية ، وتحتوي على عدد كبير من الميتوكوندريا, بالإضافة إلى هذه الاختلافات ، تختلف آلية التقلص العضلي أيضًا بين العضلات الهيكلية والقلب, حيث يحدث تقلص عضلة القلب عن طريق "الحركة الناجمة عن الكالسيوم" فينتشر كمون العمل بسرعة على طول غمد عضلة القلب من خلية إلى أخرى عبر تقاطعات الفجوة وأيضًا إلى داخل الخلية من خلال الأنابيب التائية. عند الاستثارة ، يدخل الكالسيوم إلى الخلية عن طريق مستقبلات ديهيدروبيريدين في الأنابيب التائية. على عكس ما يحدث في العضلات الهيكلية ، فإن كمية الكالسيوم التي تدخل الخلية ليست كافية

حتى يتم مباشرة انقباض عضلة القلب ؛ لكنه يعمل كمحفز لنوع آخر من المستقبلات ، يسمى مستقبلات ريانودين ، لتحرير الكالسيوم من الشبكة الساركوبلازمية.

- العقدة الجيبية الأذينية (SA)
- العقدة الأذينية البطينية (AV)
- حزمة AV (حزمة له)
- الألياف العصبية

يبدأ الدافع لانقباضات القلب الطبيعية في العقدة الجيبية الأذينية ، وهي مجموعة من ألياف عضلة القلب المتخصصة الموجودة في الجدار الخلفي العلوي للأذين الأيمن. هذه الخلايا المتخصصة تزيل الاستقطاب تلقائيًا بمعدل أسرع من خلايا عضلة القلب الأخرى لأنها تتسرب بشكل خاص إلى الصوديوم. نظرًا لأن هذا النسيج يحتوي على أسرع معدل تحرير جوهري ، عادةً بمعدل 100 نبضة / دقيقة ، تُعرف العقدة الجيبية الأذينية باسم منظم ضربات القلب ، ويسمى الإيقاع الذي تحدده بإيقاع الجيوب الأذنية.

ينتشر الدافع الكهربائي الناتج عن العقدة الجيبية الأذينية عبر الأذينين ويصل إلى العقدة الأذينية البطينية الموجودة في جدار الأذين الأيمن بالقرب من مركز القلب, وعندما ينتشر الدافع الكهربائي عبر الأذينين، يتم توجيههما للتقلص، وتقوم العقدة الأذينية البطينية بتوصيل النبضات الكهربائية من الأذينين إلى البطينين، ويتأخر الدافع بحوالي 0.13 ثانية أثناء مروره عبر العقدة الأذينية البطينية ، ثم يدخل في الحزمة الأذينية البطينية، هذا التأخر مهم لأنه يسمح للدم من الأذينين أن يفرغ تمامًا في البطينين لزيادة ملء البطين قبل انقباض البطينين. بينما يتحرك معظم الدم بشكل سلبي من الأذينين إلى البطينين فإن الانقباض النشط للأذينين يكمل العملية.

تنتقل الحزمة الأذينية البطينية على طول الحاجز البطيني ثم ترسل فرعي الحزمة اليمنى واليسرى إلى كلا البطينين ، وترسل هذه الفروع الدافع نحو قمة القلب ثم إلى الخارج، ثم تنقسم كل حزمة إلى العديد من الفروع الصغيرة التي تنتشر في جميع أنحاء جدار البطين بأكمله، هذه الفروع الطرفية للحزمة الاذينية البطينية هي ألياف بركنجي، حيث ينقلون النبض عبر البطينين بسرعة تقارب ستة أضعاف من خلال بقية نظام التوصيل القلبي, ويسمح هذا التوصيل السريع لجميع أجزاء البطين بالانقباض في نفس الوقت تقريبًا.

5- التحكم الخارجي في نشاط القلب

على الرغم من أن القلب يبدأ نبضاته الكهربائية (التحكم الداخلي) ، يمكن تغيير كل من معدل وقوة الانقباض, في ظل الظروف العادية ، ويتم تحقيق ذلك في المقام الأول من خلال ثلاثة أنظمة خارجية:

- الجهاز العصبي البارا سمبتاوي
- الجهاز العصبي الودي (السنبتاوي).
- جهاز الغدد الصماء (الهرمونات).

الجهاز البراسمبتاوي : وهو فرع من الجهاز العصبي اللاإرادي ، ينشأ مركزيًا في منطقة من جذع الدماغ تسمى النخاع المستطيل و تصل إلى القلب من خلال العصب المبهم (العصب القحفي). يحمل العصب المبهم النبضات إلى العقدتين الأذينية و والبطينية ، وعندما يتم تحفيزه يطلق الأسيتيل كولين ، مما يسبب

فرط استقطاب خلايا التوصيل, والنتيجة هي إزالة استقطاب تلقائية أبطأ وانخفاض في معدل ضربات القلب, فأثناء الراحه، يسود نشاط الجهاز السمبتاوي, فيقال إن القلب له "نغمة مبهمة".

نذكر أنه في حالة عدم وجود نغمة العصب المبهم (Le nerf vague) ، فإن معدل ضربات القلب الجوهري سيكون حوالي 100 نبضة / دقيقة, فالعصب المبهم له تأثير مثبط للقلب, حيث يبطئ توليد النبضات والتوصيل وبالتالي يقلل من معدل ضربات القلب, ويمكن أن يؤدي التحفيز المبهم الأقصى إلى تقليل معدل ضربات القلب إلى 20 إلى 30 نبضة / دقيقة, كما يقلل العصب المبهم أيضًا من قوة تقلص عضلة القلب, فالجهاز العصبي السمبتاوي الذي يعتبر الفرع الآخر للنظام اللاإرادي له تأثيرات معاكسة, إذ يزيد التحفيز السمبتاوي من معدل إزالة الاستقطاب وسرعة التوصيل ، وبالتالي معدل ضربات القلب, كما يمكن أن يؤدي التحفيز الأقصى للسمبتاوي إلى زيادة معدل ضربات القلب حتى 250 نبضة / دقيقة, ويزيد المدخل السمبتاوي أيضًا من قوة تقلص البطينين, كما يهيمن التحكم السمبتاوي خلال الإجهاد البدني أو العاطفي عندما يكون معدل ضربات القلب أعلى من 100 نبضة / دقيقة, ويهيمن الجهاز البراسمبتاوي عندما يكون معدل ضربات القلب أقل من 100 نبضة / دقيقة. وهكذا ، عندما يبدأ التمرين البدني الرياضي ، أو اذا كانت شدة التمرين منخفضة ، يرتفع معدل ضربات القلب أولاً بسبب فقدان النغمة المبهمة ، مع زيادات بسبب التنشيط السمبتاوي .

التأثير الخارجي الثالث ، نظام الغدد الصماء ، يمارس تأثيره من خلال هرمونين يفرزهما النخاع الكظري: النوربينفرين والإبينفرين . تُعرف هذه الهرمونات أيضًا باسم الكاتيكولامينات. مثل النوربينفرين الذي يطلقه الجهاز العصبي السمبثاوي كناقل عصبي ، فإن النورإبينفرين والإبينفرين يحفزان القلب ويزيدان معدله وانقباضه. في الواقع ، يتم تحفيز إفراز هذه الهرمونات من لب الغدة الكظرية عن طريق التحفيز السمبتاوي في أوقات التوتر ، وتطيل أفعالهم من الاستجابة السمبتاوية. عادة ما يتراوح معدل ضربات القلب الطبيعي أثناء الراحة (RHR) بين 60 و 100 نبضة / دقيقة. مع فترات طويلة من تدريب التحمل (من أشهر إلى سنوات) ، يمكن أن ينخفض معدل ضربات القلب إلى 35 نبضة / دقيقة أو أقل. لوحظ وجود معدل ضربات القلب RHR منخفضًا يصل إلى 28 نبضة / دقيقة في عداء على مستوى عالمي ، لمسافات طويلة. تنتج RHRs المنخفضة الناتجة عن التدريب عن زيادة التحفيز البراسمبتاوي (نغمة المبهم) ، مع انخفاض النشاط السنبتاوي الذي يلعب دورًا أقل.

ملاحظة:

يتم تحديد معدل ضربات القلب بواسطة عقدة الانقباض الاذيني ، منظم ضربات القلب الداخلي ، ولكن يمكن تغييره عن طريق الجهاز العصبي السمبثاوي والباراسمبثاوي بالإضافة إلى الكاتيكولامينات المنتشرة.

تحتوي سوائل الجسم على إلكتروليتات ، فهي موصلات كهربائية جيدة, يتم توصيل النبضات الكهربائية المتولدة في القلب من خلال سوائل الجسم إلى الجلد ، حيث يمكن تضخيمها واكتشافها وطباعتها على مخطط كهربية القلب. يُطلق على هذه النسخة المطبوعة اسم مخطط كهربية القلب أو ECG. يتم تسجيل مخطط كهربية القلب القياسي من 10 أقطاب كهربائية موضوعة في مواقع تشريحية محددة. تتوافق هذه الأقطاب الكهربائية العشرة مع 12 خيطًا تمثل مناظر مختلفة للقلب. ثلاثة مكونات أساسية لتخطيط القلب تمثل جوانب مهمة لوظيفة القلب

- الموجة P

• مجمع QRS

• الموجة T

تمثل الموجة P إزالة الاستقطاب الأذيني وتحدث عندما ينتقل الدافع الكهربائي من العقدة الجيبية الأذينية عبر الأذينين إلى العقدة الأذينية البطينية. يمثل مجمع QRS إزالة الاستقطاب البطيني ويحدث عندما ينتشر الدافع من حزمة AV إلى ألياف Purkinje ومن خلال البطينين. تمثل الموجة T عودة الاستقطاب البطيني. لا يمكن رؤية عودة الاستقطاب الأذيني ، لأنه يحدث أثناء إزالة الاستقطاب البطيني (مجمع QRS).