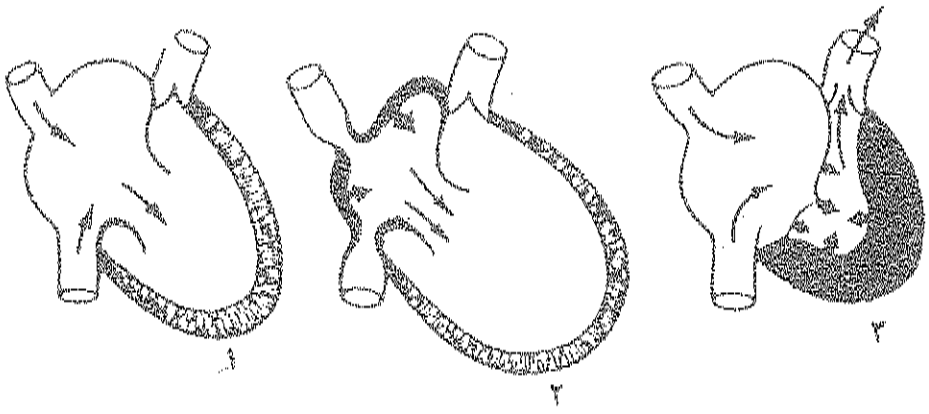
المبحث الثالث

عمل القلب

الدورة القلبية Cardiac cycle :

الوظيفة الأساسية والهامة للعضلة القلبية عند الإنسان هي ضخ الدم الوارد إليه من الأوردة إلى الشرايين . ويتم ذلك بالتقلص المنتظم لعضلات الأذينات والبطينات . وتخضع حركة الدم في الحجرات القلبية في الشروط الفيزيولوجية لفروق الضغط في هذه الحجرات . ويجري الدم في اتجاه واحد من الأذينتين إلى البطينين ومنهما إلى الشبكة الشريانية (شكل رقم ٨) .



شكل رقم (٨) : يبين مراحل الدورة القلبية .
١ – في فترة استراحة الأذينات والبطينات . ٢ – في فترة انقباض الأذينات .
٣ – في فترة انقباض البطينات .

وتبدأ الدورة القلبية عموماً من انقباض الأذينات المليئة بالدم والذي يستمر (٠,١) ثانية . ويسبب اتجاه الدم من الأذينات إلى البطينات وعدم ارتداده إلى الأوردة الأجوفية الأمامي والخلفي والأوردة الرئوية هو انقباض الحزم العضلية

المركز الوطني لتنمية الموارد البشرية

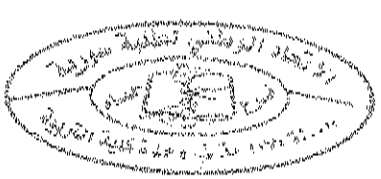
بشكل دائري يشبه المصرة حول فتحات الأوردة وغلقها . لذلك لا يستطيع الدم العودة إلى هذه الأوردة .

ويرتفع الضغط الدموي داخل الأذينتين نتيجة لامتلائهما بالدم من جهة ونتيجة لتوتر عضلاتها من جهة أخرى ، بينما يكون الضغط داخل البطينات المسترخية منخفضاً ، وهذا يؤدي إلى انفتاح الدسامات الأذينية البطينية واندفاع الدم من الأذينات إلى البطينات نتيجة لانقباض جدران الأذينات وهنا تحدث فترة الامتلاء الأعظمي بالدم للبطينات . ونتيجة لهذا ينخفض الضغط داخل الأذينات بينما يرتفع الضغط تدريجياً داخل البطينات . ويزداد توتر جدرانها . ومع ارتفاع الضغط داخل البطينات عن الضغط في الأذينات تنغلق شرف الدسامات الأذينية البطينية ، وتنغلق الفتحات الموجودة بين الأذينات والبطينات . في نفس الوقت تكون الدسامات الهلالية التي تفصل البطين الأيمن عن الشريان الرئوي والبطين الأيسر عن الأبهر مغلقة أيضاً . لأن ضغط الدم في البطينات يكون أقل من الضغط في الأبهر والشريان الرئوي ولهذا تكون الدسامات الهلالية مغلقة . هذا وفي ذروة انقباض البطينات يكون الضغط في البطين الأيسر عند الإنسان بين ١١٥-١٢٥ مم زئبقي ، وفي البطين الأيمن ٢٥-٣٠ مم زئبقي .

وبعد مرحلة انقباض البطينات وطرد الدم منهما إلى الشريان الأبهر والرئوي نتيجة لانفتاح الدسامات الهلالية أو السينية . تبدأ مرحلة انبساط هذه البطينات ويصبح الضغط في الأبهر والشريان الرئوي أعلى من الضغط في البطينات . ولذلك تنغلق الدسامات الهلالية ، وتتابع البطينات استرخائها إلا أن ينخفض الضغط فيهما ، ويصبح أقل من الضغط في الأذينتين اللتين تكونا قد امتلأتا بالدم وازداد الضغط بهما كثيراً مما يؤدي إلى انفتاح الدسامات الأذينية البطينية وانقباض الأذينات وبالتالي تبدأ دورة قلبية جديدة .

نظم القلب Cardiac rhythm :

هو عدد ضربات القلب في الدقيقة ، وهي تساوي عند الإنسان البالغ من ٦٠-٨٠ ضربة / الدقيقة ، بينما تصل عند الأطفال إلى حوالي



١٠٠-١٢٠ ضربة / الدقيقة . ويلاحظ كثيراً بعض التغيرات في تواتر نظم القلب. مثل بطء نظم القلب نتيجة للانفعالات الشديدة المفاجئة ، أو تسرع نظم القلب في أثناء بعض الحالات النفسية الشديدة (الحزن ، الفرح والخوف) . ويمكن أن يلاحظ تباطؤ نظم القلب (قلة عدد ضربات القلب في الدقيقة) عند الرياضيين في حالة الراحة .

ويتغير نظم القلب عند الإنسان بشكل حقيقي أثناء العمل العضلي فمثلاً يكون نظم القلب عند الرياضيين أثناء الجري البسيط في حدود /٨٠-٨٣/ ضربة / الدقيقة . بينما ينقص إلى (٥٠-٥٥) ضربة /الدقيقة أثناء الراحة .

أصوات القلب Heart sounds :

يرافق عمل القلب عدد من الظواهر الآلية ، الصوتية ، الكهربائية وغيرها والتي تصف طبيعة تقلص العضلة القلبية . وإمتلاء أجوافها بالدم وأصوات الدسامات وغيرها .

وتسمى الظواهر الصوتية التي ترافق عمل القلب (أصوات القلب) ، وهي تسمع بسهولة إذا ما وضعنا الأذن أو المسماع الطبي على صدر الإنسان أسفل الثدي الأيسر . ويظهر الصوت الأول للقلب First heart sound في بداية انقباض البطينات (الصوت الانقباضي) ويمتاز بأنه منخفض ومديد (متطاول) نسبياً ويشبه لفظ (لب lub) .

ويرتبط منشأ هذا الصوت مع الحركات الاهتزازية للشرفات المشدودة للدسامات الأذينية البطينية الناجمة عن الإغلاق المفاجئ لهذه الدسامات أثناء الانقباض البطيني .

أما الصوت الثاني فهو أقصر من الأول وأعلى شدة وأرفع لحناً ويشبه عادة بلفظ (دب – Dup) . وسبب هذا الصوت هو انغلاق الدسامات الهلالية في الأبهر والشريان الرئوي في بداية استرخاء البطينات .

وهـناك صوت ثالث ناعم ومنخفض اللحن ويسمع في ١/٣ من الحالات خلال الانبساط عن اهتزاز جدران البطينات في بداية مرحلة امتلائها بالدم . عند إصـابة الدسامات الأذينية البطينية يسمع بدل من الصوت الأول للقلب خفيف أو لغـط نتيجة لارتداد قسم من الدم إلى الأذينات . أما في إصابة الدسامات الهلالية فيسـمع بـدل الصـوت الثاني خرير أو نفخة ، وسببها عودة جزء من الدم إلى البطينين ويسمع الصوت الأول بوضوح عند ذروة القلب والثاني عند قاعدته .

هـذا وتعطي دراسة أصوات القلب بمساعدة جهاز أو سيلوخراف إمكانية التسجيل التخطيطي لأصوات القلب(تخطيط أصوات القلب Phonocardiography)

النتاج القلبي Cardiac outpur :

هـو حجـم الـدم المضـخوخ (المقذوف من كل بطين في وحدة الزمن الدقيقـة). ويقدر عادة بالليتر في الدقيقة . وتفيد معرفة النتاج القلبي في التعرف على عمل القلب وكفاءته أولاً وفي تشخيص بعض الحالات المرضية ثانياً .

وتـدعى كمية الدم المقذوفة من البطين الأيسر في الأبهر أو من البطين الأيمـن في الشريان الرئوي في كل انقباضة قلبية بحجم النفضة Stroke volume وهذا الحجم تابع لعوامل عدة هي :

١- سعة الأجواف القلبية .

٢- قوة انقباضة البطين .

٣- كمية الدم الواصلة إلى القلب من الأوردة الكبيرة أثناء فترة الاسترخاء .

٤- المقاومة الخارجية (المحيطية) في الأوعية الدموية .

ونـتاج القـلب في الدقيقة = حجم النفضة × عدد ضربات القلب /الدقيقة

ويقـدر حجـم النفضـة عـند الإنسـان الـذي يكـون نظـم القـلب عـنده ٧٠-٧٥ ضربة/الدقيقة بحوالي ٦٥-٧٠ /مل دم .

وبناء عليه فإن نتاج القلب في الدقيقة عند الإنسان في حالة الراحة حوالي /٤,٥-٥/ ليتراً من الدم .

العوامل المؤثرة على النتاج القلبي :

يتأثر النتاج القلبي عند الإنسان بعوامل متعددة وظيفية ومرضية .

١ – معدل النظم القلبي :

يزداد نتاج القلب عند الإنسان بازدياد عدد ضربات القلب عنده في الدقيقة ولكن لدرجة محدودة إذ أنه عندما يتجاوز النظم القلبي حداً معيناً يهبط (ينخفض) نتاج القلب لأن التسرع في نظم القلب يسبب نقص امتلاء الأجواف القلبية بالدم الوريدي وبالتالي هبوط حجم النفضة . كما يتأثر نتاج القلب ببطء النظم القلبي ويتناسب انخفاضه مع نقص عدد ضربات القلب في الدقيقة .

٢ – حجم النفضة :

هو كمية الدم التي يقذف بها كل بطين في انقباضة قلبية واحدة . وهي تتأثر بعاملين أساسيين هما :

أ – العود الوريدي للقلب : أي كمية الدم العائدة للقلب من الأوردة ، والتي تتأثر بعوامل عدة ، كالنزوف وفاقات الدم وفقدان السوائل الشديد بسبب الإقياء والإسهالات المتكررة .

ب – القدرة التقلصية للعضلة القلبية : تخضع القدرة التقلصية للقلب إلى تأثير عوامل كثيرة مرضية كالأفات الصمامية القلبية ،وقصور الدوران الإكليلي للقلب ،واحتشاء عضلة القلب ،والتهاب التامور الحاد والمزمن .

٣ – العمر : ينخفض نتاج القلب عند كبار السن ، ويعود ذلك إلى تصلب الشرايين وازدياد المقاومة الوعائية المحيطية من جهة وإلى نقص ضربات القلب من جهة أخرى .

٤ – التمارين الرياضية : يزداد نتاج القلب ازدياداً واضحاً مضطرداً أثناء التمارين الرياضية والعمل العضلي ويرجع ذلك إلى تسرع ضربات القلب وزيادة العود الوريدي للقلب .

٥- الحمل : يؤدي الحمل إلى زيادة نتاج القلب بصورة تدريجية حتى الشهر السادس حيث يتجاوز في هذا الشهر المقدار الطبيعي بنحو ٢٥% وذلك لحصول تضخم وظيفي في عضلة القلب . ثم يعود ويهبط نتاج القلب تدريجياً حتى الشهر التاسع ويبقى لفترة قصيرة مرتفعاً بعد الولادة وبعدها يعود إلى الوضع الطبيعي .

٦- الارتفاع عن سطح البحر : يتعرض الإنسان الذي يعيش في المرتفعات إلى نقص في الضغط الجزيئي للأوكسجين مما يؤدي إلى تحرير هرمون الايثروبيوتين من الكلى . وهذا الهرمون يزيد من تكوين الكريات الحمراء في نقي العظام وخروج الدم من مدخراته . وبالتالي زيادة العود الوريدي للقلب مما يزيد من النتاج القلبي .

٧- حرارة الجسم : يؤدي ارتفاع درجة حرارة الجسم اثناء الالتهابات المختلفة إلى تسرع نظم القلب وبالتالي زيادة نتاجه بمعدل ٤ مرات من القيمة الطبيعية.

المبحث الأول

النبض Pulse

النبض الشرياني Arterial pulse :

يظهر النبض الشرياني أثناء تقلص البطينات وذلك على شكل اهتزازات منتظمة لجدران الشرايين سببها الارتفاع الانقباضي للضغط في الشرايين . هذه الاهتزازات المنتظمة للأوعية الشريانية تسمى النبض الشرياني وهو عبارة عن صدمة دورية منتظمة .

وتتشكل موجة النبض في لحظة ارتفاع الضغط في الأبهر ، والتي تتطابق مع لحظة طرد الدم من البطينات وتنتشر بسرعة (٥-٨) م/ثا ، وفي الشرايين المحيطة (٦-١٢) م/ثا .

ولجس النبض يجب اختيار شريان فوق سطح صلب حتى يكون النبض واضحاً فمثلاً عند الإنسان في الشريان الكعبري والشريان العضدي .

وعند جس النبض يجب ملاحظة الصفات التالية له :

١- تواتر النبضات في الدقيقة Frequency وهو يعكس عدد ضربات القلب ويتأثر بكل العوامل التي تؤثر في نظم القلب .

٢- زمن النبضة وهي المدة التي تستقر فيها موجة النبض .

٣- انتظام النبض Regularity النبض يمكن أن يكون منتظماً ، وذلك عندما يكون الزمن بين كل صدمة وأخرى ثابتاً . ويلاحظ عدم انتظام النبض نتيجة لعدم انتظام عمل القلب .

٤- قوة النبض : وهي مقدار ارتفاع جدار الوعاء الدموي ، ويقصد بها هل النبضة قوية واضحة أم ضعيفة . وهذا يعطي فكرة عن قوة انقباضه القلب أو ضعفها .

٥- توتر النبض : ويقصد به مقدار الضغط الخارجي الواجب بذله على الشريان لكي يختفي النبض .

المبحث الثاني

ضغط الدم

هو مقدار ضغط الدم المتحرك على جدران الأوعية الدموية . ويحدد ضغط الدم في بداية الأوعية الدموية بمقدار الطاقة (القوة الدافعة) التي يحصل عليها الدم من القلب عند دفعه في الأبهر والشريان الرئوي في أثناء إنقباضته البطينات . إلا أن هذه القوة الدافعة لا تستهلك دائماً لدفع الدم بل جزءاً منها فقط واما الجزء الأكبر فيستهلك في توسيع جدران الأبهر والشريان الرئوي وعلى احتكاك الدم بجدار الأوعية الدموية والعناصر الدموية فيما بينها أي أن ضغط الدم تابع لعاملين إثنين هما :

١- النتاج القلبي : وهو تابع لحجم النقضة ولعدد ضربات القلب .

٢- المقاومة المحيطية : لتوسيع الأوعية الدموية واحتكاك الدم بجدران الأوعية الدموية والعناصر الدموية فيما بينها . كمية الطاقة المهدورة في التغلب على المقاومة المحيطية تابعة لسرعة حركة الدم والتي هي تابعة إلى :

أ- طول الوعاء الدموي : كلما زاد طول الوعاء الدموي كلما كبرت المقاومة المحيطية فيه .

ب- درجة لزوجة الدم : تؤدي زيادة لزوجة الدم إلى زيادة الطاقة المهدورة على المقاومة المحيطية لتيار الدم .

ج- قطر الوعاء الدموي (مساحة مقطع الأوعية الدموية) فكلما نقص قطر الوعاء الدموي زادت كمية الطاقة المصروفة على المقاومة المحيطية .

من الجدير بالذكر أن طول الأوعية الدموية ودرجة لزوجة الدم لا تتغير لذلك فإن العامل الأساسي هو مساحة مقطع الأوعية الدموية . وتلعب مرونة الأوعية الدموية أيضاً دوراً هاماً في مقدار الضغط الدموي في الشرايين ، فهي تساعد على ارتفاع الضغط الدموي ببطء ، وتدريجياً وبمقادير بسيطةأثناء

الإنقباض القلبي . وذلك خلافاً لما يحدث عندما تفقد الأوعية الدموية مرونتها ومقدرتها على التوسع .

الضغط الدموي الشرياني :

يتغير الضغط الدموي الشرياني في الدورة القلبية بين دور أعظمي يوافق طور الانقباض ودور أصغري يوافق طور الإنبساط . وهو يتراوح في الظروف الفيزيولوجية من الراحة النفسية والجسمية الأعظمي حوالي ١٢٠ ملم زئبقي و ٨٠ ملم زئبقي للضغط الإنبساطي (الأصغري) .

ويتأثر الضغط الدموي الشرياني بالعمر - الوزن ، الجنس الإنفعالات النفسية - الرياضة - النوم ، وهو يجب أن لا يقل في الحالات الطبيعية عن ١٠٠ ملم زئبقي أو يزيد عن ١٥٠ملم زئبقي للضغط الإنقباضي في حين أن الحدود السوية للضغط الإنبساطي تتراوح بين ٦٠-٩٠ ملم زئبقي .

العوامل الخلطية الرافعة للضغط الدموي :

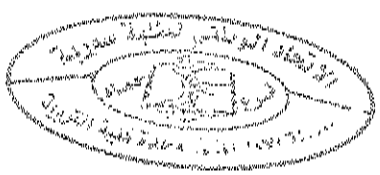
١ - القشرانيات المعدنية :

تفرز هرمونات القشرانيات المعدنية من المنطقة الكبيبية في قشرة الكظر ومن أهمها : الألدوستيرون الذي ينظم استقلاب الماء والأملاح المعدنية في الجسم وذلك عن طريق تنشيطه لإعادة امتصاص الصوديوم والماء من البول الأولي في الأنابيب البولية للكلى .

وهذا بدوره يزيد من حجم الدم الجائل في الدورة الدموية وبالتالي يزيد نتاج القلب مما يؤدي إلى رفع ضغط الدم .

٢ - القشرانيات السكرية :

تفرز هرمونات القشرانيات السكرية من المنطقة الحزمية لقشرة الكظر مثل الكورتيزول - الكورتيزون . وعند زيادة إفرازها تؤدي إلى ارتفاع الضغط الدموي نتيجة لتأثيرها الإيجابي على عضلة القلب أي زيادة عدد ضربات القلب .



٣ – الأدرينالين :

يفرز هرمون الأدرينالين بشكل أساسي من لب الكظر . وهو يؤثر على مستقبلات B القلبية مسبباً تسرعاً في نظم ضربات القلب وزيادة شدتها وبالتالي ازدياد الانتاج القلبي وارتفاع ضغط الدم . كما يعمل الأدرينالين على توسيع الأوعية الدموية الناجية للقلب مما يؤدي إلى تحسن تروية العضلة القلبية . وبالتالي تحسن وظيفتها التقلصية .

٤ – هرمون الرينين :

يفرز هرمون الرنين من خلايا الجهاز المجاور للكبيبات في الكلي وذلك عند إنخفاض ضغط الدم في الجسم ، يقوم هذا الهرمون في الدم بتحويل مادة الأنجيوتنسينوجين الموجودة في المصورة الدموية إلى أنجيوتنسين I والذي يتحول إلى أنجيوتنسين II وهذا المركب الأخير يؤدي إلى :

١ – تحريض إفراز هرمون الألدوستيرون من قشرة الكظر والذي بدوره يقوي ويزيد عملية إعادة امتصاص الصوديوم والماء من الأنابيب البولية ونتيجة ذلك يزداد حجم الدم ويعود الدم إلى ضغطه الطبيعي .

٢ – يسبب تقلص العضلات الملساء في جدران الأوعية الدموية الأمر الذي يرفع ضغط الدم .

٥ – هرمون الغازوبرسين :

يتكون هرمون الغازوبرسين في منطقة معينة من الوطاء وينشر هناك ثم يفرز عند الحاجة عن طريق الفص الخلفي للنخامية ، وبسبب تضيق الشريانات والشعيرات الدموية وذلك نتيجة لتأثيره المباشر على عناصرها التقلصية مما يؤدي إلى ارتفاع ضغط الدم ويستلزم لرفع الضغط الشرياني جرعات كبيرة منه .

٦ – هرمونات الغدة الدرقية (الثيروكسين) :

يترافق فرط نشاط الدرق بارتفاع الضغط الدموي الشرياني نتيجة لتسرع ضربات القلب وبالتالي زيادة ناتجه .

٧- السيروتونين :

حمض أميني فعال يفرز من بعض مناطق الجملة العصبية المركزية كما يوجد في الصفيحات الدموية . وهو يرفع الضغط الدموي وذلك بسبب فعله المقبض للأوعية الدموية كما يزيد من نظم القلب .

٨- الهرمونات الجنسية الأنثوية والذكرية :

يؤدي زيادة إفرازها إلى احتباس الأملاح المعدنية والماء في الجسم وبالتالي رفع ضغط الدم .

العوامل المخطية الخافضة للضغط الدموي :

أ- البراديكينين :

تم عزل هذه المادة من بعض سوائل الجسم ، كما يفرز من بعض الكريات البيض (العقدة) . تسبب هذه المادة توسعاً وعائياً شديداً بالإضافة إلى زيادته لقابلية النفوذية لجدران الشعيرات الدموية وبالتالي خفض الضغط الدموي .

ب- الهستامين :

يتكون الهستامين في أي نسيج في حالة تعرضه للأذية ويفرز كذلك من الكريات البيض القعدة ، ويسبب الهستامين توسعاً كبيراً لجدران الشعيرات الدموية وزيادة نفوذية هذه الشعيرات مما يؤدي إلى انخفاض ضغط الدم .

ج- الأستيل كولين :

هو الوسيط الكيميائي للجملة نظيرة الودية يسبب بطء نظم القلب ونقص شدة تقلصه وبالتالي انخفاض ناتجه مما يؤدي إلى هبوط الضغط الدموي كما أن له تأثيراً موسعاً للأوعية الدموية .

د- فضلات الاستقلاب :

الفضلات الاستقلاب مثل حمض اللبن - حمض البول - تأثير موسع للأوعية الدموية . وبالتالي تساعد في خفض ضغط الدم .