الأكاديمية العربية الدولية

الأكاديمية العربية الدولية
Arab International Academy

الأكاديمية العربية الدولية

المقررات الجامعية

www.aiacademy.info | care@aiacademy.info

المملكة العربية السعودية
المؤسسة العامة للتدريب التقني والمهني
الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج

فني أجهزة طبية

أجهزة طبية – ١ (نظري)

٢٤٠ أطب

طبعة ١٤٢٩ هـ

مقدمة

الحمد لله وحده، والصلاة والسلام على من لا نبي بعده، محمد وعلى آله وصحبه، وبعد:

تسعى المؤسسة العامة للتدريب التقني والمهني لتأهيل الكوادر الوطنية المدربة القادرة على شغل الوظائف التقنية والفنية والمهنية المتوفرة في سوق العمل، ويأتي هذا الاهتمام نتيجة للتوجهات السديدة من لدن قادة هذا الوطن التي تصب في مجملها نحو إيجاد وطن متكامل يعتمد ذاتياً على موارده وعلى قوة شبابه المسلح بالعلم والأيمان من أجل الاستمرار قدماً في دفع عجلة التقدم التنموي؛ لتصل بعون الله تعإلى لمصاف الدول المتقدمة صناعياً.

وقد خطت الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج خطوة إيجابية تتفق مع التجارب الدولية المتقدمة في بناء البرامج التدريبية، وفق أساليب علمية حديثة تحاكي متطلبات سوق العمل بكافة تخصصاته لتلبي متطلباته ، وقد تمثلت هذه الخطوة في مشروع إعداد المعايير المهنية الوطنية الذي يمثل الركيزة الأساسية في بناء البرامج التدريبية، إذ تعتمد المعايير في بنائها على تشكيل لجان تخصصية تمثل سوق العمل والمؤسسة العامة للتدريب التقني والمهني بحيث تتوافق الرؤية العلمية مع الواقع العملي الذي تفرضه متطلبات سوق العمل، لتخرج هذه اللجان في النهاية بنظرة متكاملة لبرنامج تدريبي أكثر التصاقاً بسوق العمل، وأكثر واقعية في تحقيق متطلباته الأساسية.

وتتناول هذه الحقيبة التدريبية " أجهزة طبية – ١ (نظري) " لمتدربي تخصص " فني الأجهزة الطبية" للكليات التقنية موضوعات حيوية تتناول كيفية اكتساب المهارات اللازمة لهذا التخصص.

والإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج وهي تضع بين يديك هذه الحقيبة التدريبية تأمل من الله عز وجل أن تسهم بشكل مباشر في تأصيل المهارات الضرورية اللازمة، بأسلوب مبسط يخلو من التعقيد، وبالاستعانة بالتطبيقات والأشكال التي تدعم عملية اكتساب هذه المهارات.

والله نسأل أن يوفق القائمين على إعدادها والمستفيدين منها لما يحبه ويرضاه؛ إنه سميع مجيب الدعاء.

الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج

تمهيد :

تعرف تقنية الأجهزة الطبية بأنها التخصص العلمي الذي يطبق مبادئ وطرائق مستمدة من الهندسة والعلوم والثقافة لفهم وتعريف وحل المسائل والمشاكل ذات الصفة الحيوية أو الطبية. لذلك تتمتع الأجهزة الطبية بمكانة متميزة من بين الأجهزة والمعدات المستخدمة في حياتنا وذلك لأن تلك الأجهزة تتعلق و بشكل مباشر مع صحة وسلامة الإنسان.

وتقسم الأجهزة الطبية من حيث الاستخدام إلى ثلاثة أقسام رئيسة: تشخيصية، وعلاجية، ومساندة.

وتهدف المقرر إلى اكساب المتدربين مهارات فنية ليتخرجوا كفنيين ذوي تدريب راقٍ في مجال تقنية الأجهزة الطبية. ففي هذه الحقيبة سوف نتناول بالوصف والتفصيل الجانب النظري لتكوين، مبدأ عمل، وتشغيل ١٠ أجهزة طبية تشخيصية وعلاجية هي:

- جهاز تخطيط القلب.
- جهاز تنظيم ضربات القلب.
- جهاز إنعاش القلب.
- جهاز الطرد المركزي.
- جهاز ضغط الدم.
- المجهر.
- جهاز قياس درجة الحرارة.
- جهاز تخطيط العضلات.
- مضخة الحقن الوريدي.
- جهاز التحليل الطيفي.

أجهزة طبية – ١

جهاز تخطيط إشارة القلب الكهربائية

جهاز تخطيط إشارة القلب الكهربائية Electrocardiogram Machine (ECG)

الجدارة: معرفة المتدرب تكوين جهاز تخطيط إشارة القلب الكهربائية ومبدأ عمله.

الأهداف:

عندما تكمل دراسة هذه الوحدة ستكون قادرا على أن تتعرف على:

١. عمل القلب الطبيعي
٢. أنواع الأقطاب
٣. طرق وضع الأقطاب على الجسم
٤. المخطط الصندوقي لجهاز تخطيط إشارة القلب الكهربائية
٥. مكبر إشارة القلب
٦. دوائر معالجة إشارة القلب
٧. دوائر الحماية في جهاز تخطيط إشارة القلب الكهربائية

مستوى الأداء المطلوب: أن يصل المتدرب إلى إتقان هذه الجدارة بنسبة ٩٥٪.

الوسائل المساعدة:

- سبورة وأقلام ملونة
- حاسوب.
- وسائل العرض المرئية
- استخدام برنامج Power point.

الوقت المتوقع للتدريب: ٦ ساعات.

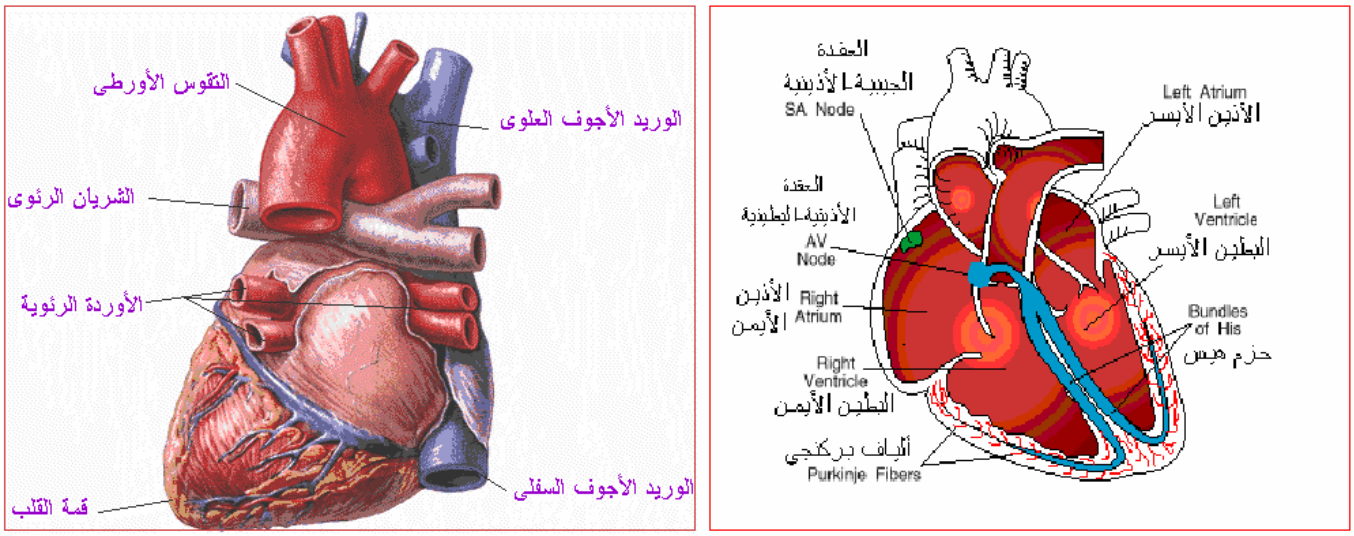
متطلبات الجدارة:

يجب التدرُب على جميع المهارات لأول مرة.

مقدمة

يعتبر جهاز تخطيط إشارة القلب الكهربائية (ECG machine) من الأجهزة الطبية الأساسية التي يجب توفرها في العيادات والمستشفيات. فعلى هذا الجهاز يعتمد الأطباء في التشخيص الأولي لعمل القلب.

ويعمل جهاز تخطيط إشارة القلب الكهربائية على تسجيل الإشارات الكهربائية للقلب ECG والتي يتم التقاطها من سطح الجسم باستخدام الأقطاب Electrodes وعرضها على شاشة العرض أو طباعتها على أشرطة ورقية وقد أجرى الأطباء أول المخططات القلبية الكهربائية عام ١٩٠١ ميلادي. وقبل البدء في شرح عمل جهاز تخطيط إشارة القلب الكهربائية لا بد من التذكير بتكوين القلب ومبدأ عمله.



شكل ١,١ قلب الإنسان

١,١ القلب:

القلب (شكل ١,١) هو العضو العضلي المجوف الذي يعمل عمل المضخة المزدوجة Dual Pump. ويعتبر القلب العضو الرئيس فيما يعرف بالجهاز الدوري.

تشكل العضلة القلبية النسيج الفعال وظيفيا في القلب حيث يؤمن تقلصها انتقال الدم وضخه من القلب إلى باقي الأعضاء مما يجعل القلب محطة الضخ الرئيسة للدم من القلب إلى الأعضاء لتزويدها

بالأوكسجين المحمل في الدم القادم من الرئتين، ومن ثم يقوم القلب بضخ الدم القادم من الأعضاء والمحمل بثاني أكسيد الكربون إلى الرئتين لتنقيته و تحميله من جديد بالأكسجين.
ويحتوي القلب على أربع حجرات منفصلة تدعى: الأذنان الأيمن والأيسر والبطنان الأيمن والأيسر.
فالتجمع الأساسي للدم الوارد للقلب يحدث في الأذين الأيمن لينتقل بعد ذلك إلى البطين الأيمن، حيث يقوم البطين الأيمن بضخ الدم للرئتين. ينتقل الدم من الأذين إلى البطين في الجانب نفسه عبر فتحة يحرسها صمام لا يسمح بعودة الدم من البطين إلى الأذين. ويعود الدم بعد تنقيته من الرئتين إلى الأذين الأيسر، ومنه ينتقل للبطين الأيسر الذي يضخه بدوره عبر الشريان الأبهر، أو الشريان الرئيس، إلى باقي الأعضاء.

ولقلب الإنسان كما قلوب بقية الفقاريات قابلية على النبض الذاتي لذلك تسمى قلوب عضلية المنشأ لأن قابليتها على التقلص تكمن في عضلاتها. وتسمى عضلة القلب Myocardium وتتكون من خلايا عضلية لها القدرة على استقبال الإشارات الكهربائية والتأثر بها .
وينبض القلب بشكل مستمر ومنظم ،نتيجة نشاط عقدة من الخلايا المتخصصة تقع في جدار الأذين الأيمن بين مدخل الوريدين الأجوفين تدعى العقدة الجيبية الأذينية SA .

يبدأ نبض القلب من العقدة الكيسية الأذينية SA node كونها المنظم Pacemaker لضربات القلب وذلك بتوليدها إشارة القدح Trigger Signal. وتسبب إشارة القدح انتشار تيار كهربائي عبر الأذينين مما يجعلهما ينقبضان وبانقباضهما ينتقل الدم عبر الصمامات إلى البطينين. وتنتقل إشارة القدح من العقدة SA إلى العقدة الأذينية البطينية Atrioventricular node ويرمز لها AV node. مسببة بذلك انقباض البطينين.

انقباض عدد كبير من خلايا عضلة القلب في آن واحد يولد كمية من الجهد الحيوي. هذا الجهد الحيوي يولد بدوره كمية من التيار الكهربائي الذي ينتشر من القلب عبر الجسم.
والتيار الكهربائي المنتشر من القلب يكون فرق جهد بين مواضع مختلفة على الجسم. ويمكن قياس وتسجيل هذا الجهد كإشارة زمنية من خلال وضع أقطاب حيوية على سطح الجلد، وهو ما يسمى بالتسجيل القلبي الكهربائي أو إشارة تخطيط القلب Electrocardiogram (ECG).
والذي نحصل عليه باستخدام جهاز تخطيط إشارة القلب الكهربائية (ECG machine).

١,٢ تسجيل إشارة تخطيط القلب Electrocardiogram (ECG).

الأقطاب وتوصيلاتها:

بالإمكان تسجيل موجة التغيير الكهربائي في العضلات القلبية وذلك بوضع الأقطاب الحيوية على سطح الجسم. الأقطاب هي عبارة عن مجسات معدنية مسطحة تمتاز بخاصية التوصيل الجيد للإشارة. توضع الأقطاب على جلد الشخص المراد رسم إشارة قلبه باستخدام كريم (جل jell) لزيادة كفاءة توصيل الإشارة.

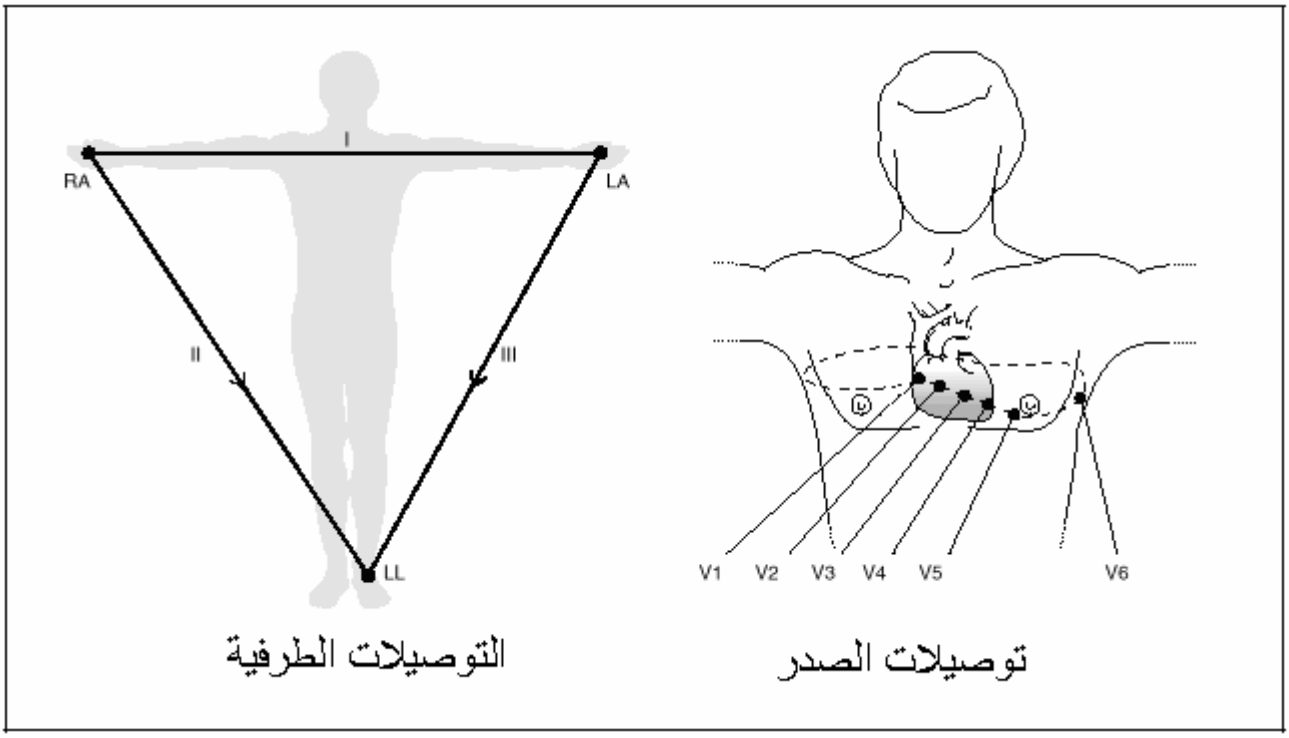
وللتسجيل المعياري لإشارة القلب نحتاج إلى خمسة أقطاب مثبتة على أماكن مختلفة لجسم المريض ولتلافي الخطأ في توصيل الأقطاب فقد تم الاتفاق على ألوان تميز الأسلاك التي توصل مع كل قطب من الأقطاب وهي:

١. الذراع الأيمن Right Arm (RA) ولونه أبيض.
٢. الذراع الأيسر Left Arm (LA) ولونه أسود
٣. القدم اليمنى Right Leg (RL) ولونه أخضر
٤. القدم اليسرى Left Leg (LL) ولونه أحمر
٥. الصدر Chest (C) ولونه بني

توصل هذه الأقطاب لمدخل مكبر عمليات فرقي من خلال منتقي التوصيلات Lead Selector.

إشارات تخطيط القلب ECG التي نحصل عليها من خلال زوجين مختلفين من الأقطاب يكون لها شكل موجة وارتفاع مختلفة وذلك حسب طريقة التوصيل المختارة (Lead).

تستخدم القدم اليمنى Right Leg (RA) كقطب مشترك ويعمل منتقي التوصيلات Lead Selector على وصل الأقطاب المناسبة لمدخلي مكبر العمليات الفرقي.



شكل ١,٢ توصيلات الأقطاب

تقسم توصيلات الأقطاب إلى ثلاثة أنواع موضحة في شكل ١,٢ وهي:

١. التوصيلات الطرفية ثنائية القطب Biopolar Limb Lead ويرمز لها I , Lead II , Lead III Lead وهذا النوع يمثل أشهر المواضع للأقطاب على الجسم ويسمى بمثلث أينثوفن Einthoven Triangle

التوصيل الأول (Lead I) : يتم وصل الذراع الأيسر LA إلى الطرف غير العاكس (الموجب) لمدخل المكبر و الذراع الأيمن RA توصل بالطرف العاكس (السالب).

التوصيل الثاني (Lead II) : يتم وصل القدم اليسرى LL إلى الطرف غير العاكس لمدخل المكبر بينما يوصل الذراع الأيمن RA بالطرف العاكس ويتم قصر (توصيل) LA مع RA.

التوصيل الثالث (Lead III) : يتم وصل القدم اليسرى LL إلى الطرف غير العاكس لمدخل

المكبر و الذراع الأيسر LA توصل بالطرف العاكس ويتم قصر (توصيل) RL مع RA.

٢. التوصيلات الطرفية أحادية القطب Unipolar Limb Lead:

التوصيل AVR (Lead AVR): الذراع الأيمن RA توصل مع المدخل غير العاكس بينما الذراع الأيسر LA والقدم اليسرى LL فيجمعان ويوصلان مع المدخل العاكس.

التوصيل AVL (Lead AVL): الذراع الأيسر LA توصل مع المدخل غير العاكس بينما الذراع الأيمن RA والقدم اليسرى LL فيجمعان ويوصلان مع المدخل العاكس.

التوصيل AVF (Lead AVF): القدم اليسرى LL توصل مع المدخل الغير عاكس بينما الذراع الأيمن RA و الذراع الأيسر LA فيجمعان ويوصلان مع المدخل العاكس.

٣. التوصيلات الصدرية أحادية القطب Unipolar Limb Lead:

هذا النوع الثالث من توصيلات الأقطاب والتي يرمز لها (V1 - V6) V Leads وهي عبارة عن ستة مواضع موزعة على القفص الصدري يوصل إحداها للمدخل غير العاكس للمكبر بينما تجمع أقطاب الأطراف الثلاثة (RA, LA, LL) بواسطة شبكة مقاومات ولسون resistor Wilson network ويوصل المجموع بالمدخل العاكس للمكبر.

يسجل التبدل في الكهربائية بين القطبين بصورة مستمرة على ورق على شكل خطوط بيانية . تصاحب النبض ثلاث موجات رئيسة (شكل ١,٣) وهي:

١. الموجة P : هي أول موجة موجبة في المخطط ، وتمثل إثارة الأذينين وزوال الاستقطاب فيهما Depolarization ، وتبدأ عند بداية ضخ الدم خلال القلب (الانقباض الأذيني). موجبة P في جميع الأقطاب موجبة ما عدا في القطب aVR فهي سالبة، وارتفاعها أقل من ٣ ملم ومدتها ٠,١١ ثانية.

٢. موجة أو مركب QRS (QRS Complex) : و تمثل إثارة البطينين وزوال الاستقطاب فيهما Depolarization (الانقباض البطيني). وتتراوح مدته ما بين ٤٠ و٨٠ ms (ملي ثانية). وتتألف مركبة QRS من الموجات التالية:

- موجة Q :موجة سالبة مدتها من ٠,٠١ – ٠,٠٢ ثانية.
- موجة R : موجة موجبة في المركب سواء سبقتها الموجبة Q أم لا .
- موجة S : الموجة السالبة التالية للموجبة R.

٣. موجة T : وتمثل عودة الاستقطاب Repolarization في البطين أي تمثل انبساط البطينين عندها يتم تدفق الدم إلى الشرايين (الانبساط البطيني). أما الانبساط الأذيني فلا يظهر في التخطيط لتغلب QRS عليه. وتعرف الموجة T بأنها

- موجبة في I, II, V3, V4, V5, V6
- سالبة في aVR .
- مختلطة في الأقطاب aVR, aVF,V1, V2, III .
- دائرية وغير متناظرة فإذا كانت مدببة أو مقعرة فذلك دليل مرضي.
- يبلغ ارتفاعها من ٥ إلى ١٠ ملم في أي قطب قلبي، فإذا زادت عن ذلك فهذا يعني احتشاء عضلة القلب.

وتظهر أحيانا موجة إضافية تدعى الموجة U وهي موجة صغيرة تأتي بعد الموجة T وباتجاهها، فإذا انقلبت عكسها فذلك دليل على احتشاء عضلة القلب.

"احتشاء عضلة القلب Myocardial infarction هو حدوث موت سريع لجزء من عضلة القلب بسبب قلة الأوكسجين الذي يصل لعضلة القلب. هذا عادة ما يحدث بعد تكون جلطة في أحد الشرايين التاجية" .

المسافات بين الموجات لها معان فسيولوجية ودلالات تشخيصية:

١. المسافة P-R : تقاس من بداية الموجة P إلى بداية المركب QRS وتمثل الفترة الزمنية اللازمة لانتقال التغير الكهربائي (سرعة التوصيل الكهربائي) من الأذينين أي البطنين ومدتها ٠,١٢ ٠,٢٠ ثانية.

٢. القطعة S-T : وتأتي مباشرة بعد QRS ، وتقاس من نهاية S إلى بداية T وهي على الخط الأفقي على مستوى T-P . وتبدأ بالتحدب التدريجي . فإذا وقعت أعلى أو أسفل الخط الأفقي فيعني ذلك نقص تروية عضلة القلب Ischaemia.

٣. Q-T: وتقاس من بداية المركب QRS إلى نهاية الموجة T ، وتمثل مدة انقباض البطين وتختلف حسب معدل نبضات (Heart Rate) القلب والجنس والعمر.

٤. المسافة R-R (R-R interval) والتي من خلالها يحسب معدل نبضات القلب HR.

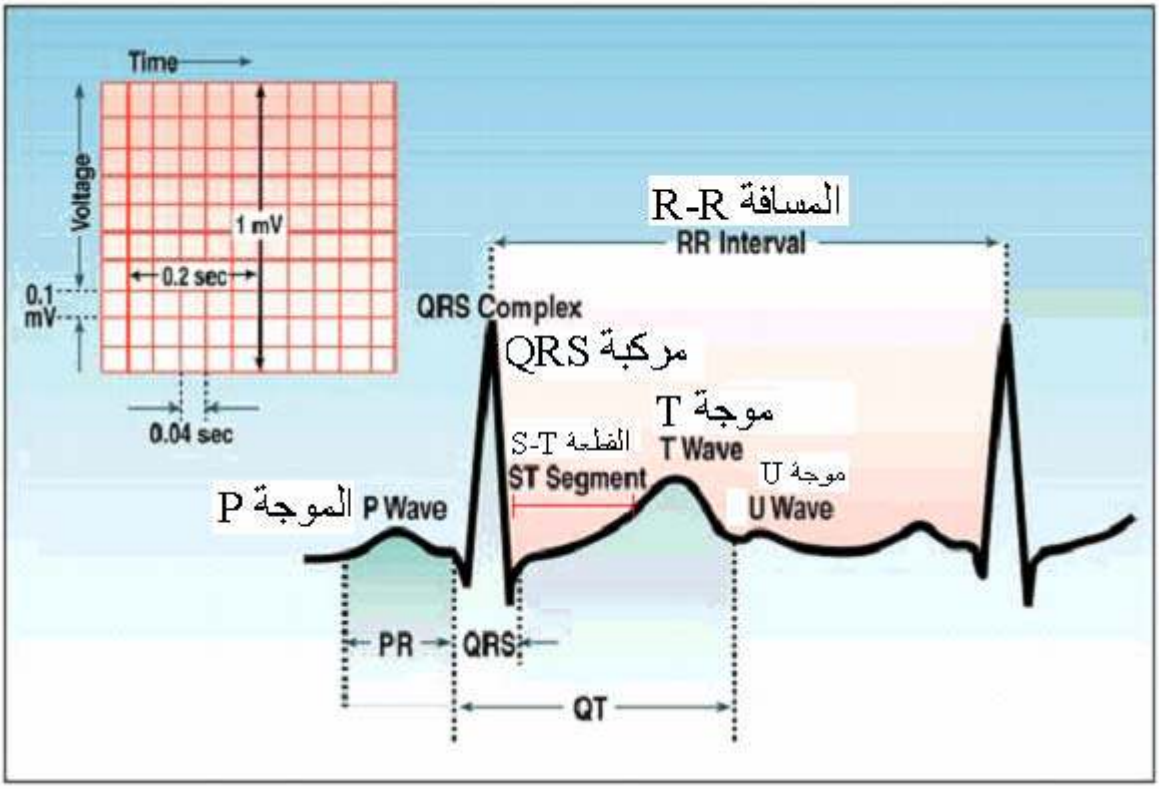
مما سبق نستطيع القول بأن الطبيب يستطيع تشخيص كيفية عمل القلب، وتلف أو تضخم القلب في بعض أجزائه أ وتجاويفه و أليافه من خلال:

- شكل التخطيط.
- ارتفاع مكونات الموجة.
- عرض مكونات الموجة.
- عدد الموجات في الدقيقة (طول فترة R– R)

فمثلا :

- زيادة طول فترة P – R تعني تلف الأنسجة الموصلة لموجة التغير الكهربائي من الأذينين إلى البطينين مثل الحصر القلبي Heart block (انغلاق توصيلية القلب أي حدوث تأخر في توصيل الكهرباء من العقدة الجيبية البطينية).

- زيادة طول الفترة الزمنية لمركبة QRS و الذي يستغرق 0.06 في الأشخاص الأصحاء فهو دليل على بطء في التوصيل في عضلات البطينين بسبب التضخم البطيني.
- مخالفة موجة U الموجة T دليل على احتشاء عضلة القلب.
- زيادة ارتفاع الموجة T ١٠ ملم يعني احتشاء عضلة القلب أيضا.



شكل ١,٣.a إشارة مثالية لتخطيط القلب ECG

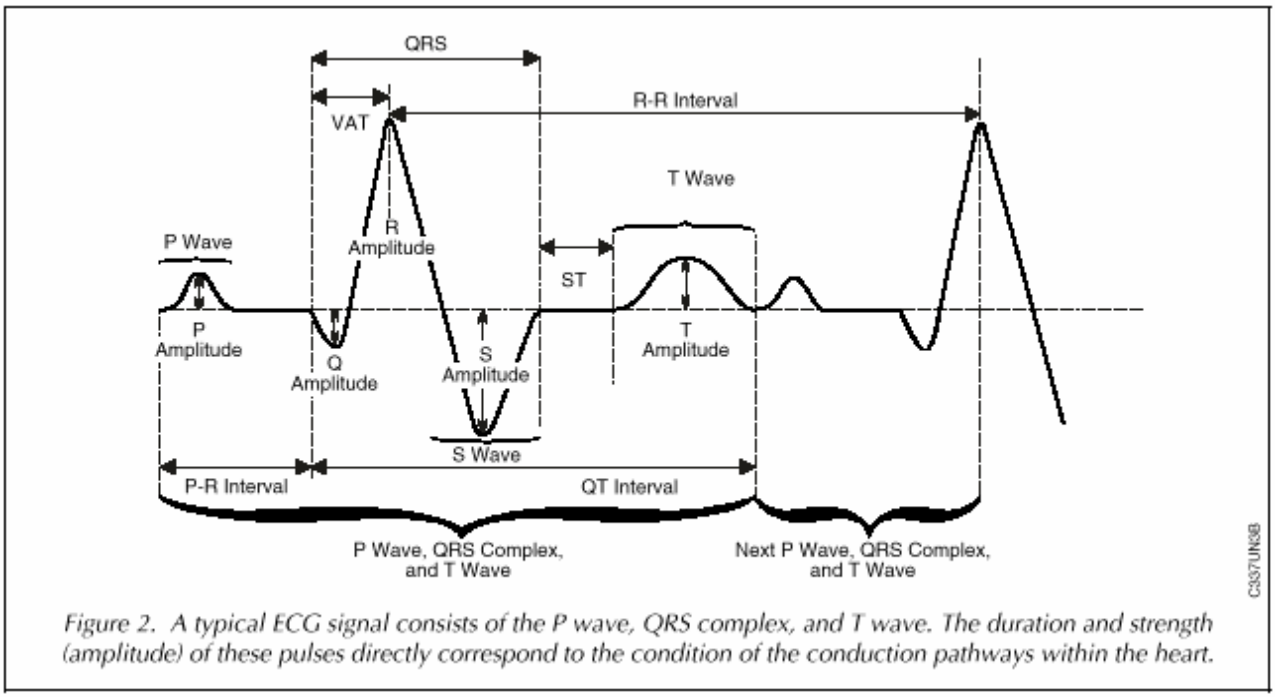


Figure 2. A typical ECG signal consists of the P wave, QRS complex, and T wave. The duration and strength (amplitude) of these pulses directly correspond to the condition of the conduction pathways within the heart.

شكل١,٣.b إشارة مثالية لتخطيط القلب ECG **موضحا عليها الأجزاء والمسافات**

مكونات جهاز تخطيط إشارة القلب الكهربائية :

إن أجهزة تخطيط القلب تشترك جميعا في نفس المبدأ ، لكن تختلف اختلافا بسيطا من حيث المكونات. الشكل ١,٤ يمثل المخطط الصندوقي Block Diagram المبسط لمكونات جهاز تخطيط إشارة القلب الكهربائية ECG.

يتألف الجهاز بشكل عام من الأجزاء التالية:

١. المعايرة Calibration:

هذا الجزء يعمل بشكل فعال على ضبط الجهاز ومعايرته بشكل سليم قبل البدء بعملية تخطيط القلب ، حيث يصنع نبضة مربعة ارتفاعها 1 mV تبين أن الجهاز في حالة جيدة .

٢. نقطة الحساسية Sensitivity:

هذا الجزء مهم جدا في الحفاظ على حساسية الجهاز ، إذ إنه في حالته الطبيعية يصدر (1 mV) وباستعمال نقطة الحساسية ، ويمكن تكبير الموجة أو تصغيرها بحسب حالة المريض.

٣. ضابط الموقع Position control:

ومجمل عمله لضبط المؤشر الحراري .

٤. علامة Mark :

إن هذه الموجة تستخدم عند موجة غير طبيعية في التخطيط ليتسنى للطبيب معرفة المرض يمكن استعمالها أيضا في التفريق بين موصل وآخر.

٥. المؤشر الحراري Stylus:

إن المؤشر الحراري في جهاز ECG يقوم برسم الموجة على الورق وهو بدقة عبارة عن مقاومة حرارية يمر في داخلها تيار محدود يرفع درجة حرارة الراسم ، ليقوم بعملية الرسم المطلوبة .

٦. تحديد السرعة Stylus Speed:

إن جهاز تخطيط إشارة القلب الكهربائية يحتوي على سرعتين (٢٥ -٥٠)ملم/ث وتستخدم

كل سرعة بحسب الحالة الموجودة ويحددها الطبيب رجوعا إلى القلب فإذا كإن المريض كبير السن يكون نبضه ضعيفا بعض الشيء ، لذلك نستخدم السرعة المنخفضة(٢٥)ملم/ث. وإذا كإن صغير السن يكون نبضه سريعا فتستخدم السرعة العالية حتى نحصل على مواكبة التخطيط لحالة المريض.

٧. الفاصم (المصهر) Fuse:

من دوائر الحماية في الجهاز إذ يستخدم دائرة حماية من التيارات والفولتيات العالية وهو بحق وسيلة ناجحة في كل الأجهزة .

٨. المكبرات Amplifiers :

وظيفتها تكبير إشارات تخطيط القلب الملتقطة بواسطة الأقطاب. لأن تلك الإشارة ارتفاعها قليل ويصعب معالجتها دون التكبير.

٩. المرشحات Filters:

وينحصر عملها في تصفية الموجة من التأثيرات الخارجية التي يمكن أن تؤثر على التخطيط القلبي، لأن لتلك التأثيرات الجانبية دوراً كبيراً في الحصول على تخطيط خاطئ .

١٠. الأرضي Ground:

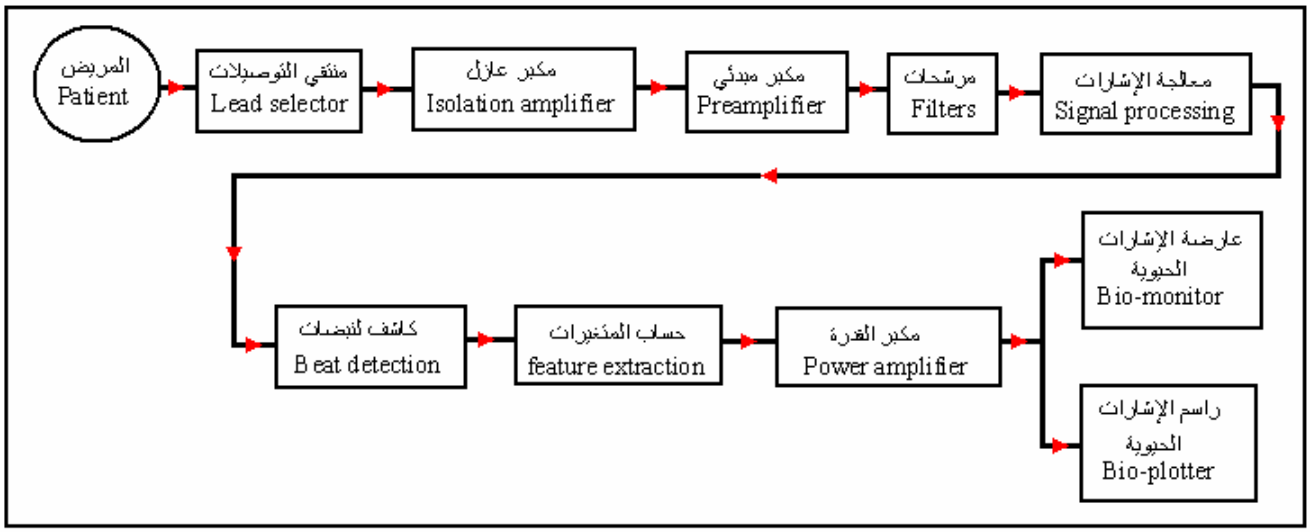
يستخدم كالعادة لتسريب الشحنات الزائدة ، والحماية من الصعقات الكهربائية .

١١. الأقطاب Leads:

يتألف الجهاز من خمسة أقطاب توضع في أماكن محددة في الجسم.

١٢. الشاشة C.R.O:

وذلك عند استغناء الطبيب عن الورق أو عدم الحاجة إليه ، للحصول على قراءة مستمرة للقلب.



شكل ١,٤ المخطط الصندوقي المبسط لجهاز تخطيط إشارة القلب الكهربائية.

المراحل الأساسية لعملية التخطيط :

١. مرحلة تنظيم سرعة المحرك Motor Speed Regulating.
٢. مرحلة تنظيم الوقت Timing Regulating.
٣. مرحلة تجهيز القدرة Power Supply.
٤. مرحلة تنظيم الفولتية Voltage Regulating.
٥. مرحلة تكبير الإشارة Signal Amplification.
٦. مرحلة ترشيح الإشارة Signal Filtration
٧. مرحلة معالجة الإشارة وكشف النبضات Signal Processing & Beat detection.

١. مرحلة تنظيم سرعة المحرك Motor Speed Regulating:

إن المحركات في أجهزة التخطيط القلبي ترتبط عادة بمقاومات وترانسسترات على التوالي بهدف التغذية العكسية ، فعندما يزداد الحمل على المحرك أو ينقص قد يتسبب في زيادة الفولتية أو نقصانها وبهذه الطريقة نحافظ على سرعة المحرك خلال فترة التشغيل .

٢. مرحلة تنظيم الوقت Timing Regulating :

إن هذه المرحلة مهمة جدا في عمل الجهاز ويتلخص مبدأ عملها في أن المحرك لا يعمل مباشرة في بداية تشغيل الجهاز ويتأخر زمنا مقداره (٢,٢ ثانية) لإتاحة الفرصة للراسم للوصول إلى درجة الحرارة المطلوبة وبعد استقرار سرعة المحرك وحرارة الراسم يبدأ المحرك بالعمل .

٣. مرحلة تجهيز القدرة Power Supply:

ينحصر عمل هذه المرحلة بتحويل الفولتية التي تصل إلى الجهاز من (٢٢٠ V) إلى (١٢ V) عن طريق محولة وقنطرة أو عن طريق البطارية التي تكون عادة قابلة للشحن .

٤. مرحلة تنظيم الفولتية Voltage Regulating:

تقوم دائرة تنظيم الفولتية بتوليد الذبذبة بقيمة (٣٠ – ٤٠ KHz) من الترانسستورات الموجودة والمحولة التي توزع الفولتية إلى الراسم بقيمة (٧ V) أو أكثر بحسب نوعية الجهاز وعلى باقي الأجزاء الكهربائية .

٥. مرحلة تكبير الإشارة Signal Amplification :

تعتبر مرحلة تكبير الإشارة من أهم المراحل في عملية التخطيط. فعملية تكبير الإشارة تبدأ بعد التقاطها من المريض بواسطة إحدى توصيلات الأقطاب المشروحة سابقا. أما في المرحلة الثانية ، فإن الإشارة سوف تدخل إلى المكبر العازل ومن ثم إلى المكبرات الأخرى.

المكبر العازل Isolation Amplifier

يحدث أحيانا وبشكل عشوائي قصر في دوائر جهاز تخطيط إشارة القلب الكهربائية. هذا القصر قد يؤدي إلى سريان التيار الكهربائي (60 Hz/ 120 V ac) إلى جسم المريض عن طريق الأسلاك والأقطاب الموصولة بين الجهاز والمريض مما يسبب إصابته بالصدمة الكهربائية.

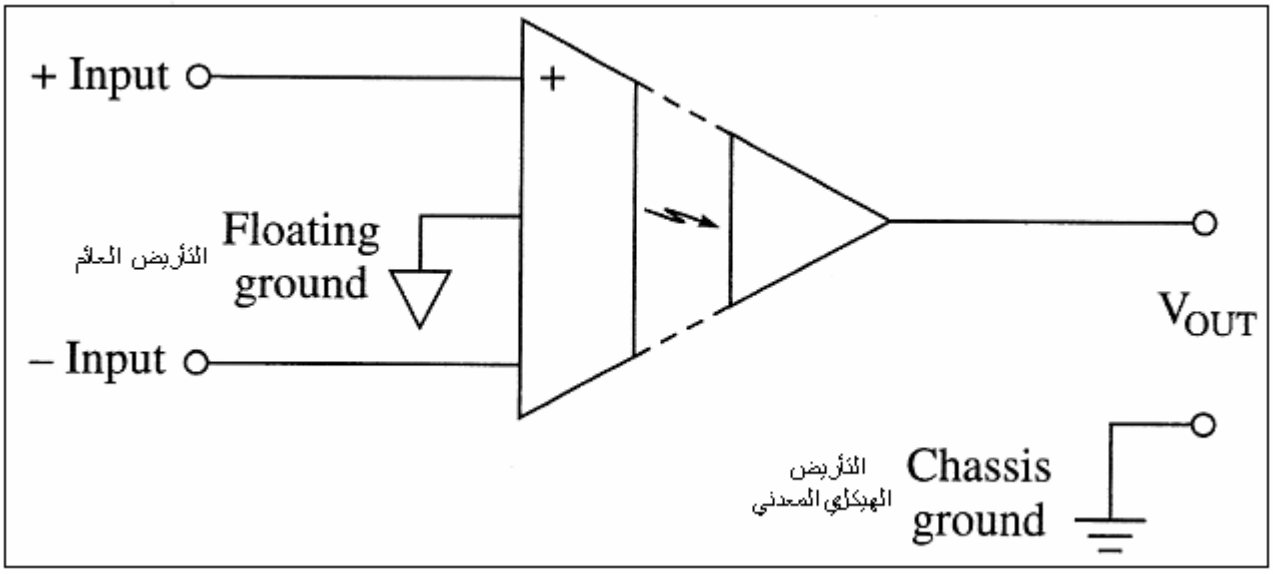
ولحماية المريض من التعرض لخطر الإصابة بالصدمة الكهربائية فإن جهاز تخطيط إشارة القلب الكهربائية المغذى من شبكة الكهرباء لابد وأن يحتوي على المكبر العازل.

فالمكبر العازل يؤمن حماية للمريض وذلك لأن مقاومته تصل إلى $10^{12}\ \Omega$ مما يمنع وصول تيار من شبكة التغذية إلى جسم المريض.

ويرمز للمكبر العازل بالرمز الموضح في الشكل (١,٥)

وهناك ثلاثة أنواع من المكبرات العازلة:

- المزدوج الضوئي Optically coupled
- تحميل التيار Current loading
- نقل التيار Current Carrier

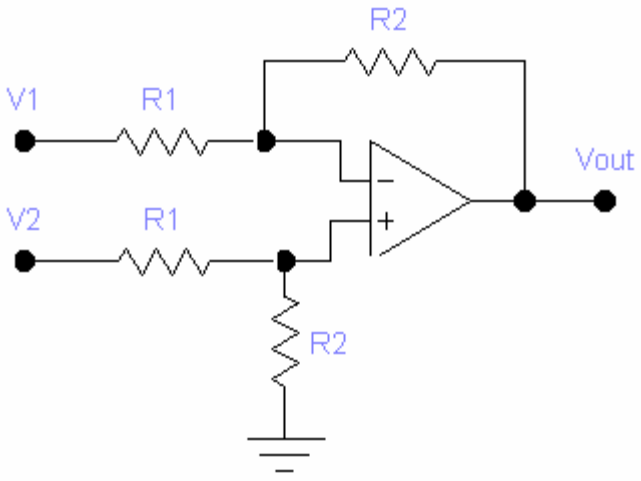


شكل ١,٥ المكبر العزل Isolation amplifier

المكبر المبدئي Preamplifier:

تعتبر إشارات القلب ECG من الإشارات الضعيفة من ناحيتين: ارتفاعها قليل وترددها منخفض فلا يزيد ارتفاعها عن ٣ mV ، ويتراوح مجال طيفها الترددي (0.01 to 200 Hz). لذلك تحتاج هذه الإشارة إلى تكبير، وغالبا ما يكون التكبير على مراحل. وتستخدم لهذا الغرض المكبرات الحيوية bioelectric amplifier ويطلق عليها المكبرات الحيوية لاستخدامها في تكبير الإشارات الحيوية.

فالمكبر المبدئي يعتبر أول مرحلة من مراحل التكبير لإشارة القلب والمكبر المبدئي عبارة عن مكبر حيوي طارح(فرقي) differential bioelectric amplifier (شكل ١,٦) ويعمل هذا المكبر على تضخيم الفرق بين إشارتي الدخل حسب القانون التالي:

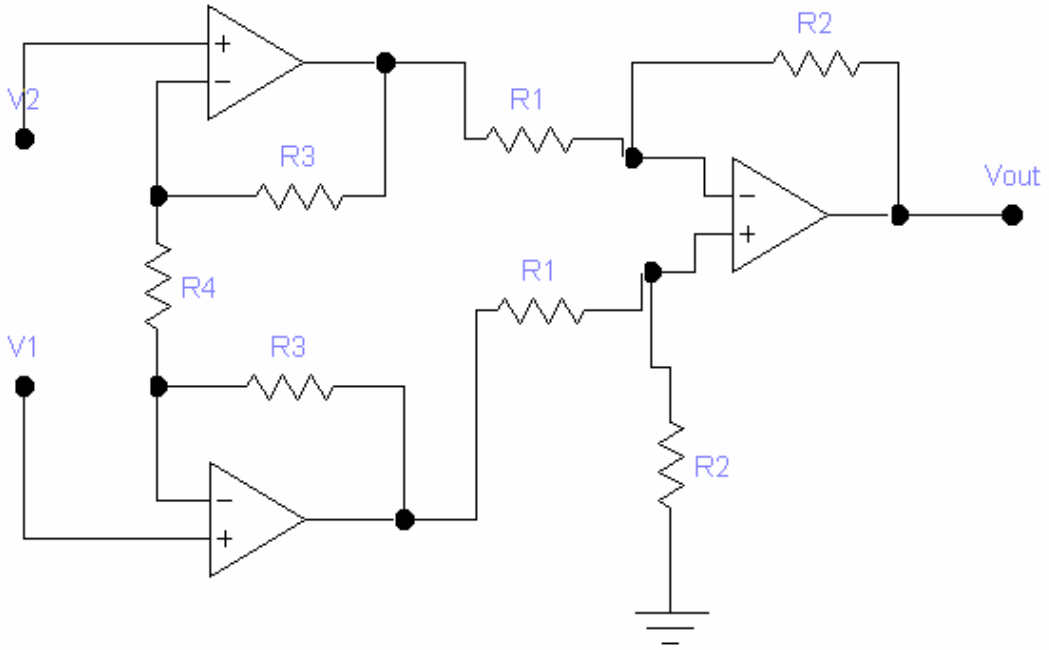


٥.
٦. شكل ١,٦ مكبر فرقي Differential amplifier

$$V_{out} = A_{cl} * (V_2 - V_1) \quad .٧$$

$$A_{cl} = \frac{R2}{R1} \quad .٨$$

وللحصول على تكبير أعلى غالبا ما يستخدم المكبر التشغيلي الحيوي bioelectric instrumentation amplifier لتكبير الإشارات الحيوية (شكل ١,٧) وهو أيضا يعمل على تضخيم الفرق بين إشارتي الدخل حسب القانون التالي:



شكل ١,٧ مكبر تشغيلي Instrumentation amplifier

$$\frac{V_{out} = A_{cl} * (V_2 - V_1)}{A_{cl} = (1 + 2\frac{R3}{R4})(\frac{R2}{R1})}$$

قيمة التكبير لإشارة القلب تصل إلى Acl=1000

٦. المرشحات Filters:

كما أسلفنا سابقا بأن إشارة ECG هي إشارة ضعيفة وذات تردد منخفض لذا من السهل أن تتأثر هذه الأشارات بالتشويش (Noise).

وهناك أربعة مصادر رئيسة للتشويش عند إجراء تسجيل إشارة القلب ECG وهي:

حركة العضلات: وتصدر تشويشا بترددات مرتفعة تتقاطع مع تردد إشارة القلب ECG ولكي نقلل من تأثير هذا النوع من التشويش يجب أن يكون المريض في وضع استرخاء تام.

تنفس المريض: حركة صدر المريض أثناء التنفس تغير موضع الأقطاب بالنسبة لموضع القلب ينتج عن ذلك إضافة جهد لإشارة القلب تسمى بالتداخلات التنفسية وهي ذات تردد منخفض يقل عن ٢ Hzوللتخلص من هذا النوع من التداخلات،يطلب من المريض قطع التنفس لعدة ثوان في كل مرة يجري فيها التخطيط.

حركة الأقطاب: عدم تثبيت الأقطاب بشكل جيد أو جفاف الجل الموصل يولد تشويش بترددات منخفضة.

التشويش الناتج من شبكة الكهرباء والأجهزة القريبة: كالمصاعد وتردد هذا النوع هو تردد الشبكة الذي هو في المملكة (60 Hz).

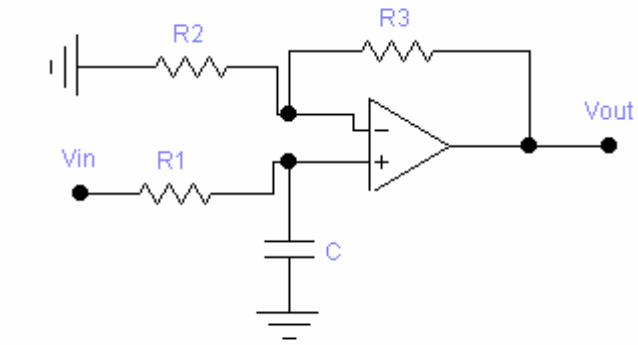
وللحصول على إشارة ECG نقية والتقليل من أثر التشويش عليها يجب التأكد مما يلي أثناء إجراء التخطيط:

- مجموعة الأسلاك الموصلة للمريض مثبتة بشكل صحيح وفي موقعها بالجهاز.
- وجود سلك أرضي متصل بالجهاز لكي يقوم بتفريغ الشحنات الزائدة في الجهاز.
- وجود الجل تحت الأقطاب وعدم جفافه.
- تأكد من عدم وجود أجهزة كهربائية أخرى بالقرب من جهاز التخطيط .
- تجنب استعمال الأسرة المعدنية وعند الضرورة أوصل السرير بسلك أرضي.
- تجنب التذبذب بالتيار الكهربائي.

مع الأخذ بالاحتياطات أعلاه إلا أنه من الصعب التخلص تماما من تأثير التشويش وخاصة إذا كان التخطيط يجرى لفترة طويلة أي عندما يكون المريض تحت المراقبة المستمرة فلذلك لا بد من استخدام المرشحات التالية لتنقية إشارة ECG من التشويش :

مرشح يمرر الترددات المنخفضة Low pass filter **بتردد قطع** (fc=200 Hz) :

فهذا المرشح (شكل ١,٨) يمرر الإشارة ذات الترددات التي تقل عن تردد القطع fc ويكبرها بمقدارAcl

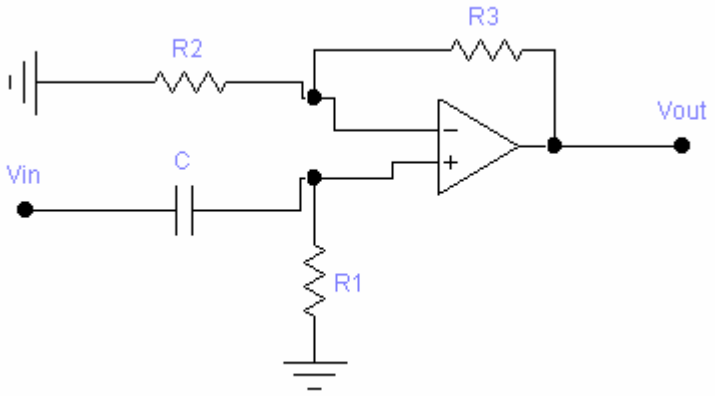


شكل ١,٨ مرشح يمرر الإشارات ذات الترددات المنخفضة

$$A_{cl} = (1 + \frac{R3}{R2})$$

$$f_c = \frac{1}{2 * \Pi * R_1 * C}$$

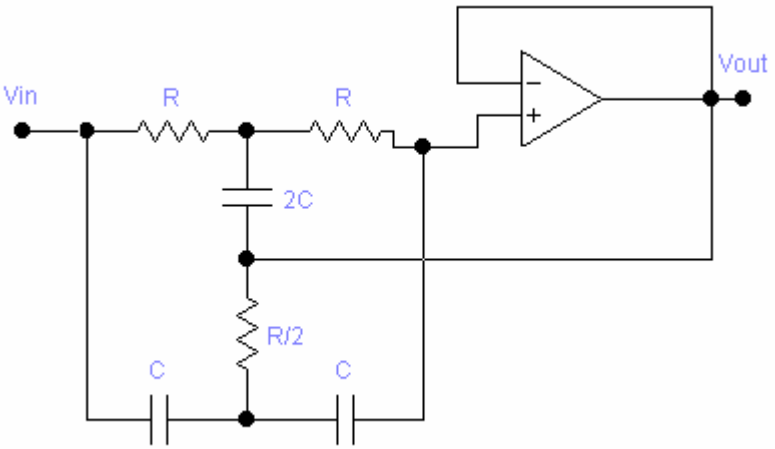
مرشح يمرر الترددات المرتفعة High pass filter **بترد قطع** (fc=0.1 Hz):



شكل ١,٩ مرشح يمرر الإشارات ذات الترددات المرتفعة

وهذا المرشح (شكل ١,٩) يمرر الإشارة ذات الترددات التي تزيد عن تردد القطع fc ويكبرها بمقدارAcl حيث إن قيمة fc وقيمة Acl تحسبان كما في المرشح السابق.

مرشح قطع Notch filter (١,١٠) **يقطع تردد الشبكة** (fn=60 Hz):



شكل ١,١٠ مرشح يمنع مرور الإشارات ذات ترددات معينة كتردد الشبكة

$$f_n = \frac{1}{2 * \Pi * R * C}$$

٧. معالجة الإشارة وكشف النبضات :

معالجة الشارة وكشف النبضات تكون في أجهزة المراقبة المستمرة. هذه المرحلة تأتي بعد التخلص من التشويش بواسطة المرشحات. وتتكون هذه المرحلة من دائرة مكبر تفاضلي ومرشح تمرير النطاق Band pass filter ذي نطاق ضيق يمرر الترددات من (14-20 Hz) كما تحتوي هذه المرحلة على دوائر غير خطية. وأهمية هذه المرحلة تكمن في كشف حدوث النبضة وبالتالي حساب معدل نبضات القلب.عندما يقل معدل نبضات القلب أو يزيد عن حد معين يعطي الجهاز إنذارا صوتيا بذلك.

كيفية حساب معدل ضربات القلب:

يمكن إيجاد معدل ضربات القلب من قراءة تخطيط القلب بإحدى الطرق التالية:

HR= عدد موجات R في ٣ ثوان (١٥ مربع كبير) مضروبة في ٢٠.

HR= عدد موجات R في ٦ ثوان (٣٠ مربع كبير) مضروبة في ١٠.

HR= عدد موجات R في ١٠ ثوان (٥٠ مربع كبير) مضروبة في ٦.

HR= ١٥٠٠ مقسمة على عدد المربعات الكبيرة المحصورة بين موجتين R متتاليتين.

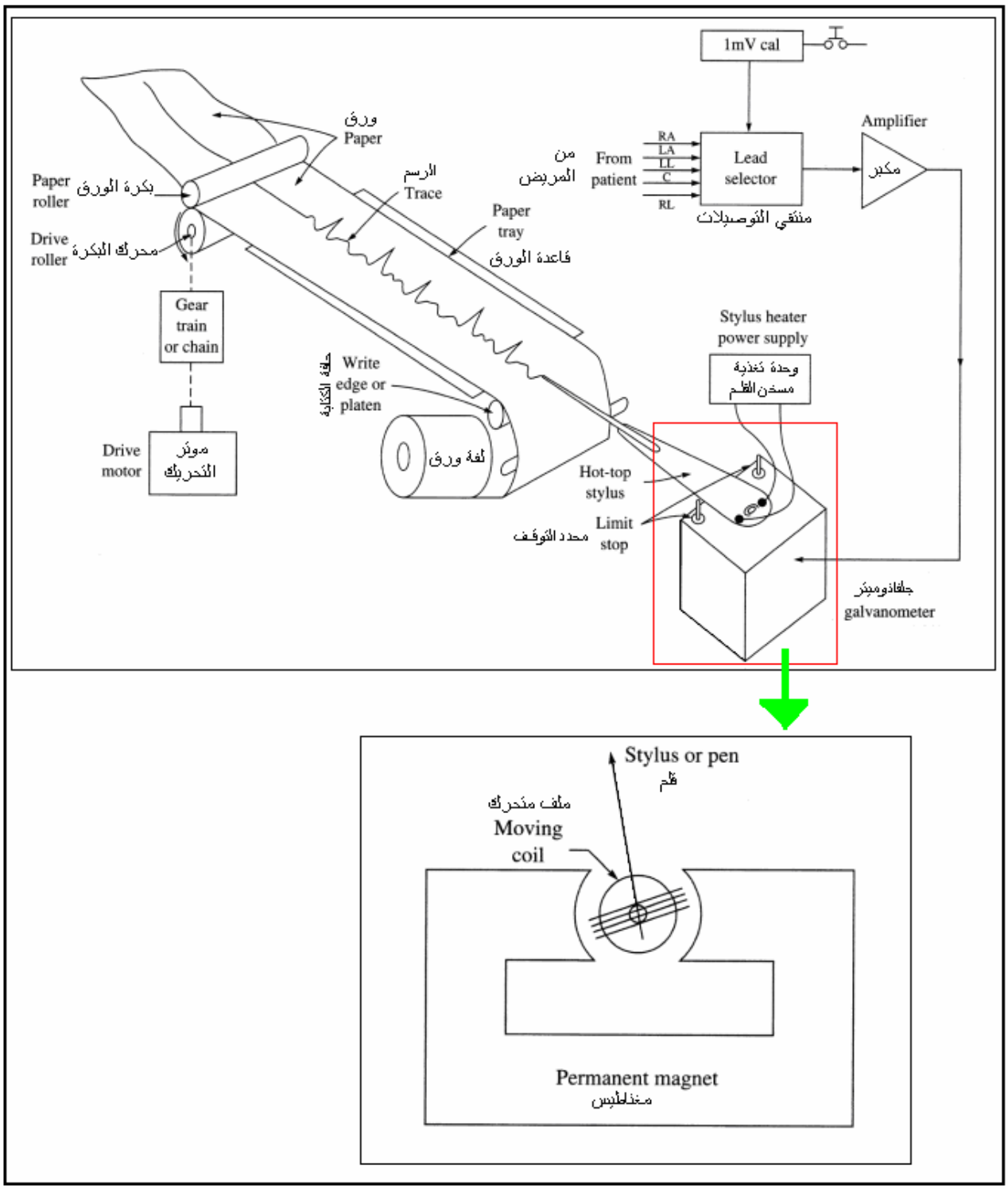
HR= ٦٠ مقسمة الزمن المحصور بين موجتين R متتاليتين.

١,٣ كيفية عمل الجهاز:

يمكن تلخيص عمل جهاز تخطيط القلب بالخطوات التالية:

١. تثبيت الأقطاب بأمان على جلد المريض في الأماكن المخصصة بعد إزالة أي شعر في تلك الأماكن مع استخدام جل موصل (jell). بعد ذلك يتم تشغيل جهاز تخطيط إشارة القلب الكهربائية ، حيث يتم تسجيل القيمة المعيارية للجهد التي تساوي 1 mv.
٢. يتم تسجيل النشاط الكهربائي للقلب عن طريق قياس فرق الجهد بين الأقطاب التي يتم وضعها على الأماكن المحددة لكل قطب حسب ما تم مناقشته سابقاً.
٣. يسجل التغير في فرق الجهد بين الأقطاب وتنتج عن ذلك إشارة القلب الخاصة بتلك الأقطاب والتي تنتقل عبر الأسلاك إلى داخل الجهاز.
٤. يتم اختيار الإشارة المطلوب قياسها بواسطة مفتاح الاختيار (Lead selector)
٥. يتم تكبير هذه الإشارة لكونها ضعيفة جدا وهذا يعتبر المرحلة الأولى من التكبير.
٦. ترشيح الإشارة بواسطة المرشحات للتخلص من التشويش و الحصول على إشارة قلب نقية فقط.
٧. تمرر الإشارة بعد ذلك عبر مسارين متوازيين هما:
   أ- دائرة معالجة الإشارات وذلك لاكتشاف نبضات القلب وحساب معدل تغيرها وارتفاعاتها.
   ب- مكبر القدرة لتكبير الإشارة مرة أخرى تمهيدا لعرضها على الشاشة (CRT) أو رسمها على الورق بواسطة المرسام .

يعمل المرسام على مبدأ الجلفانوميتر الذي يتكون من مغناطيس يتوسطه سلك ملف coil, فمن المعروف عند مرور تيار كهربائي خلال سلك فإنه ينتج مجال مغناطيسي حول هذا السلك . كذلك عندما يمر تيار كهربائي في سلك ويوضع هذا السلك في مجال مغناطيسي فإنه توجد قوة على السلك تقوم بتحريكه وهذه القوة تكون عمودية على هذا المجال المغناطيسي وهذا هو مبدأ الجلفإنوميتر. وعند مرور تيار خلال هذا الملف تنشأ قوة تقوم بتحريك العمود وحتى لا يكون هناك انحراف شديد في العمود فإنه يوجد زنبرك يقوم بموازنة هذا العمود . ويتصل بهذا العمود مؤشر حيث يحتوي حيز في داخله لرسم الموجة على ورق الطباعة. و(١,١١) يوضح المرسام جهاز.



الشكل (١,١١) يوضح عمل المرسام في جهاز تخطيط إشارة القلب الكهربائية

تقسم أجهزة تخطيط القلب حسب عدد القنوات التي بها فهناك بعض الأنواع لها قناة واحدة (ECG one channel) وبعضها متعددة القنوات (multi channel ECG). والشكل ١,١٢ يمثل أنواعا مختلفة من أجهزة تخطيط القلب.

شكل ١,١٢.a جهاز ECG قناة واحدة

شكل ١,١٢.b جهاز ECG متعدد القنوات

شكل ١,١٢.c جهاز ECG متعدد القنوات مع شاشة عرض

شكل ١,١٢.d جهاز عرض إشارة ECG وإشارات حيوية أخرى متعدد القنوات

أسئلة وتمارين

١. اذكر أنواع توصيلات الأقطاب المستخدمة في عملية تخطيط القلب.

٢. ما الغرض الرئيس من استخدام جهاز تخطيط إشارة القلب الكهربائية.

٣. ارسم المخطط الصندوقي المبسط لجهاز تخطيط إشارة القلب الكهربائية.

٤. ارسم إشارة القلب الطبيعي ، مع توضيح الأجزاء الرئيسة لهذه الإشارة على الرسم ،وما العلاقة بين الأجزاء الرئيسة للموجة مع عمل القلب؟

٥. ما الفكرة الرئيسة التي يقوم عليها عمل جهاز رسم إشارة القلب؟

٦. ما أنواع المرشحات المستخدمة في جهاز تخطيط إشارة القلب الكهربائية؟ وما وظيفة كل واحد منها؟

٧. ما أنواع المكبرات المستخدمة في جهاز تخطيط إشارة القلب الكهربائية؟ وما وظيفة كل واحد منها؟

٨. اذكر المراحل التي تمر بها عملية تخطيط القلب.

أجهزة طبية – ١

جهاز منظم ضربات القلب

جهاز تنظيم ضربات القلب

الجدارة: معرفة المتدرب تكوين جهاز تنظيم ضربات القلب ومبدأ عمله.

الأهداف:

عندما تكمل دراسة هذه الوحدة ستكون قادرا على أن تتعرف على:

١. فائدة جهاز تنظيم ضربات القلب
٢. مكونات جهاز تنظيم ضربات القلب
٣. أنواع أجهزة تنظيم ضربات القلب
٤. عمل جهاز تنظيم ضربات القلب

مستوى الأداء المطلوب: أن يصل المتدرب إلى إتقان هذه الجدارة بنسبة ٨٥٪.

الوسائل المساعدة:

- سبورة وأقلام ملونة
- حاسوب.
- وسائل العرض المرئية
- استخدام برنامج Power point.

الوقت المتوقع للتدريب: ساعتان

متطلبات الجدارة:

يجب التدرُب على جميع المهارات لأول مرة.

مقدمة :

تحدثنا في الوحدة الأولى بأن الدماغ يتحكم بعمل القلب وذلك بإرسال ذبذبات كهربائية إلى عقدة الجيب الأذيني SA node التي تقع في أعلى جزء في الأذين الأيمن حيث يبدأ عمل القلب بتقلص الأذين يعقبه تقلص البطين.

وقد أدرك الأطباء ومنذ إجراء أول المخططات القلبية الكهربائية عام ١٩٠١ بإن القلب مهدد بالتوقف في حال تعرض النشاط الكهربائي للاضطراب، ومن هنا بزغت الفكرة العبقرية والجريئة في زرع مولّد للذبذبات الكهربائية داخل جسم الإنسان ينظم بفضل ذبذباته عمل القلب حينما يعمل بنمط بطيء أو بنمط مضطرب.

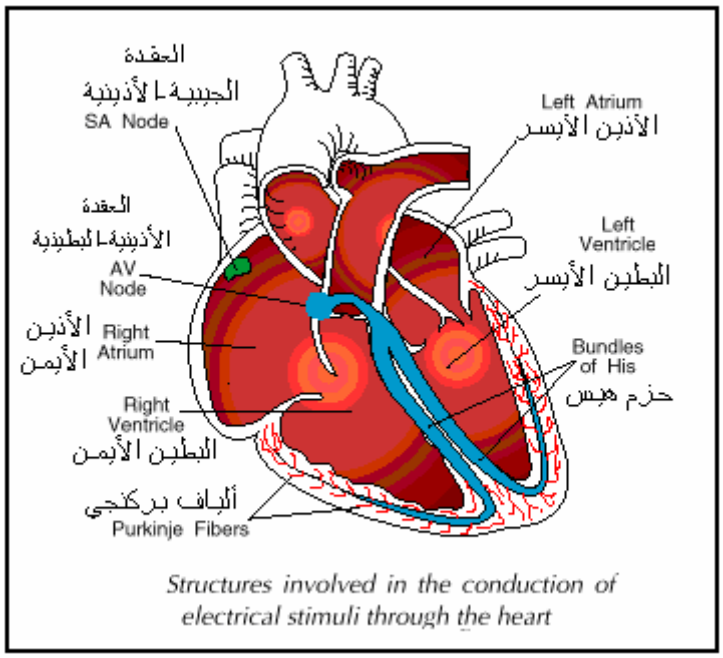
بيد إن الانتظار كان حتى عام ١٩٥٩ حيث جرى إعداد المولّد تمهيداً لزرعه في جسم الإنسان. وقد شهدت السويد زراعة أول منظم ضربات للقلب أطلق عليه Pacemaker "بيس ميكر" أو "صانع الإيقاع" وأطلق عليه اصطلاحا منظم ضربات القلب .

سجل منظم ضربات القلب منذ عام ١٩٥٩ نجاحاً باهراً في إنقاذ حياة الكثيرين وذلك بتنظيمه نشاط القلب عن طريق إرسال الذبذبات الكهربائية.

٢,١ متى نحتاج لمنظم ضربات القلب:

إن القلب وهو عضو متخصص، يمتلئ بالدم وينبض بشكل متواصل ليضخ الدم المحمل بالأوكسجين والغذاء اللازم إلى كافة أنحاء خلايا الجسم. ويتم التحكم بالانقباضات القلبية من خلال مؤثرات كهربائية يكون مصدرها الجزء الأعلى من الأذين الأيمن للقلب عن طريق نوع من الخلايا الخاصة تعرف باسم خلايا العقدة الجيبية الأذينية (وهي المنظم الطبيعي للقلب شكل ٢,١) والتي ترسل بدورها شبكة من نبضات القلب الكهربائية بطريقة منتظمة فيتم انقباض الأذين الأيمن والأيسر في وقت واحد دافعين الدم إلى البطين الأيمن والأيسر. وعند امتلائهما يقومان بدورهما مرة

أخرى بدفع الدم إلى الشريان الرئوي والشريان الأورطي لتوصيل الدم إلى الرئتين وبقية أجزاء الجسم، وهذه العملية تتكرر مع كل نبضة قلب.



شكل ٢,١ يوضح المنظم الطبيعي لعمل القلب

في حالة الراحة يكون معدل نبضات القلب للكبار من ٦٠ -٨٠ نبضة بالدقيقة بينما في الأطفال فيكون من ٨٠ – ١١٠ وقد يزداد هذا الرقم عن ١٠٠ نبضة بالدقيقة للكبار في بعض حالات الإجهاد أو الانفعال النفسي. فأثناء التمارين الرياضية مثلا تزداد حاجة عضلات الأرجل والأذرع لكميات أكثر من الدم، وللاستجابة لهذا المطلب يستجيب القلب الطبيعي أوتوماتيكيا بزيادة عدد نبضاته في الدقيقة.

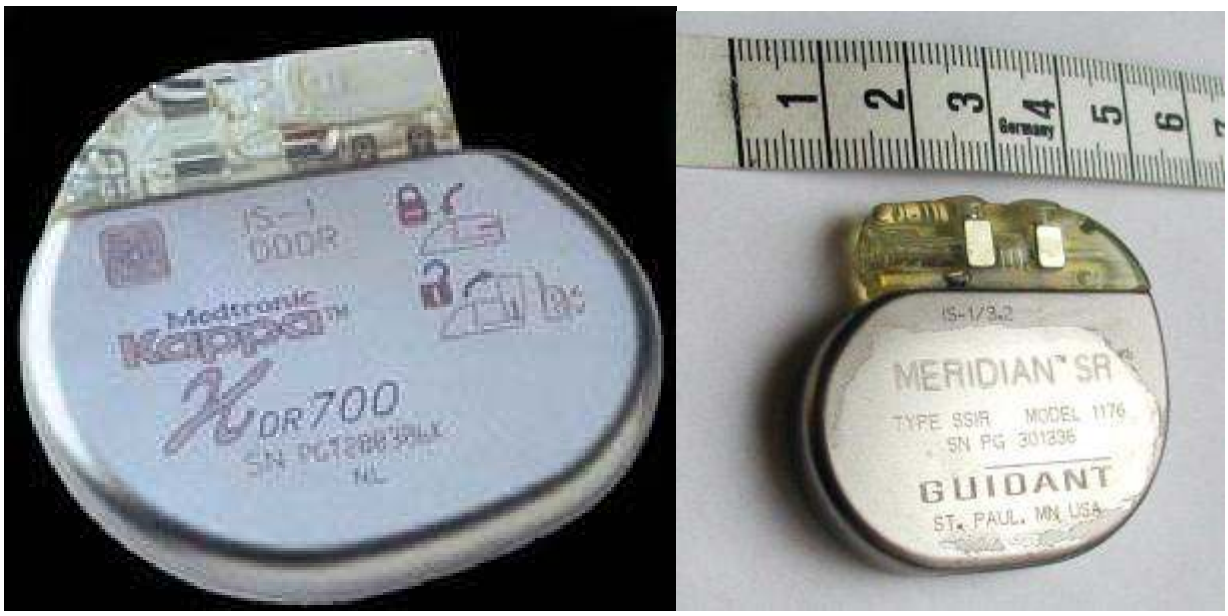
وفي بعض الأحيان لا تكون استجابة القلب بصورة ملائمة كأن تكون السرعة بطيئة جدا أو سريعة أكثر من اللازم أو غير منتظمة، وأحيانا لا تنقل النبضات الكهربائية بشكل صحيح للجزء السفلي من القلب هذه الحالة تسمى (حركة قلبية قليلة الضربات). وفي أي من هذه الأحوال تقل قدرة القلب على ضخ الدم إلى كافة أنحاء الجسم وهذا يؤدي إلى بعض الأعراض: مثل التعب، والإعياء، وفقدان الوعي والنهجان، وفي هذه الحالة يقوم الطبيب باختيار أفضل سبل العلاج ويكون الحل الأمثل هو زراعة منظم لضربات القلب. علاوة على ذلك يقوم منظم ضربات القلب بمعالجة الأزمات القلبية الأكثر تعقيداً مثل التركيبة الرديئة للسائل العصبي الكهربائي الموجود في القلب، أو الانتقال

البطيء لهذا السائل العصبي بين الأذين والبطين، أو حتى العجز الميكانيكي لعضلة القلب عند عدم انقباضها بشكل طبيعي.

٢,٢ منظم ضربات القلب Pacemaker :

منظم ضربات القلب (البيسميكر) هو جهاز صغير مزود ببطارية صغيرة ووظيفته إرسال تنبيهات كهربائية للقلب بصورة منتظمة والتي بدورها تؤدي إلى انقباض القلب بصورة منتظمة وملائمة ليقوم بضخ الدم إلى جميع أجزاء الجسم.

وبفضل التقدم العلمي أصبح هذا المنظم اليوم متكاملا: صغير الحجم،و شديد المقاومة. ويعود الفضل في ذلك إلى استخدام المواد الملائمة في صناعته إضافة إلى صغر حجم الدوائر الإلكترونية المكونة له. فهو عبارة عن علبة من معدن التيتان وزنها ٢٥ جراما وطولها ٦ سم وسمكها ٨ ملم تخرج منها عدة أقطاب كهربائية يدخل البلاتين في صنعها. وشكل ٢,٢ يوضح صورة لأحد أنواع المنظمات.



شكل ٢,٢ منظمات ضربات القلب

٢,٣ أجزاء منظم ضربات القلب Pacemaker

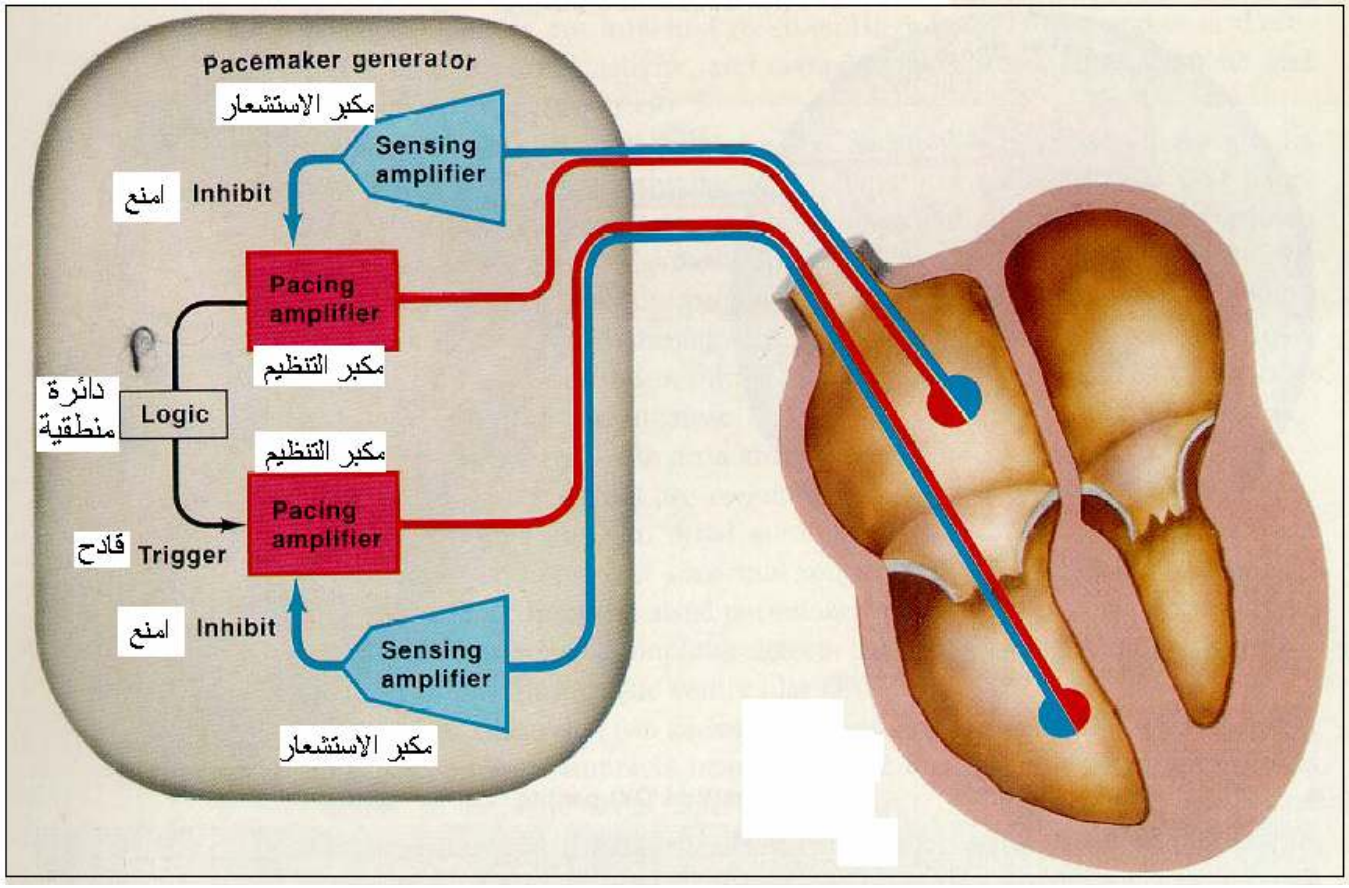
يتكون منظم ضربات القلب من جزأين رئيسين هما :

١. مولد للتنبيه: وهو عبارة عن علبة معدنية صغيرة الحجم بداخلها بطارية التشغيل بالإضافة إلى العديد من الدوائر الكهربائية المعقدة التي تعمل على مراقبة تعداد ضربات القلب وكذلك قوة التنبيه الكهربائي الموجه للقلب.

٢. التوصيل الكهربائي: هو عبارة عن سلك مرن عازل يصل بين منظم القلب والبطين الأيمن، ويقوم بنقل التنبيهات الكهربائية من وإلى القلب.

وشكل ٢,٣ يوضح صورة لمكونات منظم ضربات القلب: مولد للتنبيه و التوصيل الكهربائي والشكل٢,٤ يمثل المخطط الصندوقي لدائرة منظم ضربات القلب.

شكل ٢,٣ يوضح مكونات منظم ضربات القلب بشقيه: مولد للتنبيه و التوصيل الكهربائي



الشكل ٢,٤ يمثل المخطط الصندوقي لدائرة منظم ضربات القلب.

٢,٤ زراعة منظمات ضربات القلب:

إن معظم منظمات ضربات القلب تركب في الجزء الأعلى من الصدر من خلال عملية تستغرق حوالي ساعة واحدة تجرى تحت تأثير التخدير الموضعي فقط، حيث يقوم الطبيب المختص بعمل فتحة صغيرة في الجلد ومن ثم يتم إدخال المنظم تحت الجلد بعد إتمام عملية توصيل التوصيل الكهربائي في المكان الخاص به بالقلب عن طريق الأوردة ومن ثم يتم إغلاق هذه الفتحة بالخيوط الجراحية.

وأثناء عملية التركيب هذه يقوم الطبيب بمراقبة حركة التوصيل من خلال شاشة تلفزيونية تحت الأشعة السينية لوضع التوصيل الكهربائي في مكانه المحدد بالقلب.

بعد ذلك يقوم الطبيب بمراقبة الجهاز قبل وبعد خروج المريض من المستشفى حيث تتم أولا المراقبة الأولى للتأكد التام من شفاء والتئام الجرح وكذلك مراقبة عمل المنظم حسب البرمجة التي عملت له والجواب عن أسئلة واستفسارات المريض.

ومنذ أواسط التسعينات أصبح منظم ضربات القلب يتميز بذاكرة يحفظ فيها المعلومات المتعلقة

بعمله، ويسجل النشاط الكهربائي للقلب.
وبفضل هذه المعطيات التي يتم جمعها من قبل المرسل – المستقبل اللاسلكي الموجود في العلبة، أصبح بإمكان الطبيب متابعة التطور الصحي للمريض، وتنظيم عمل الجهاز باستخدام الحاسوب دون أن يضطر لفتح صدر المريض.

٢,٥ أنواع المنظمات:

يوجد هناك نوعان من المنظمات القلبية الداخلية، المنظم ذو غرفة واحدة والمنظم ذو غرفتين والطبيب هو الذي يحدد نوع المنظم المراد تركيبه للمريض حسب ملاءمته لحالته. ومعظم المنظمات الحديثة تكون مبرمجة بحيث يمكنها اكتساب الكثير من الصفات العادية مثل معدل التنبيه وقوة الإشارة الكهربائية ويمكن تعديل هذه الصفات لتتناسب مع المتطلبات الخاصة لكل مريض. وهذه المنظمات الحديثة يمكن التحكم في عملها بجهاز خارجي ((المبرمج)) فيمكن تغيير صفاتها كما هو الحال عند التحكم في جهاز التلفزيون عن بعد، وعليه فيمكن للطبيب تغيير عمل المنظم حسب حاجة المريض دون الحاجة لتغيير هذا المنظم.

١. المنظم ذو الغرفة الواحدة:

هذا النوع يتصل بالقلب بواسطة سلك كهربائي واحد لتوصيل الومضات الكهربائية من وإلى المولد الكهربائي والقلب، وهذه المنظمات تنبه الغرفة السفلى للقلب ((البطين)).

٢. المنظم ذو غرفتين: (المنظم ذو الغرفتين)

هذا النوع من المنظمات يكون متصلا بالقلب بواسطة موصلين كهربائيين يتصل أحدهما بالغرفة العليا ((الأذين)) والآخر بالغرفة السفلى للقلب ((البطين)) وهذه المنظمات بإمكانها الإحساس بالانقباض الطبيعي للقلب وتنبيه إحدى أو كلا الغرفتين. فمعظم المرضى الذين يحتاجون لهذه المنظمات يكون لا يزال لديهم بعض التنبيهات القلبية الطبيعية، وفي هذه الحالة يقتصر عمل منظم القلب على الاحتياج الفعلي حسب حاجة القلب.

٣. منظمات القلب التي لها القدرة على الاستجابة للتغيرات الجسدية :

إن المنظمات الحديثة لها القدرة على تغيير الإيقاع القلبي وضبط إرسال الومضات الكهربائية حسب حاجة المريض سواء كان في حالة راحة أو في حالة جهد بدني، ففي الحالة الأولى يعمل المنظم على الخفض من التنبيه وفي الحالة الثانية، أي في حالة العمل يزيد قوة وعدد التنبيهات، والطبيب هو الوحيد الذي يقرر نوعية المنظم الملائمة لكل مريض حسب احتياجه.
وتعتمد المنظمات ذات العامل الحسي على عدة عوامل أهمها الحركة الجسدية حيث تزداد التنبيهات أو تقل تبعا للزيادة أو النقصان في حركة المريض، والعامل الآخر هو(تنفس الإنسان بالدقيقة الواحدة) وهذا العامل الحسي يراقب ويعتمد عدد مرات التنفس وعمقها كالتالي:
كلما كان التنفس سريعا وعميقا كما هي الحالة أثناء ممارسة التمرينات الرياضية يكون هذا حافزا لمنظم القلب لزيادة التنبيهات وعليه تزداد سرعة نبضات القلب.

وعند تناقص وتباطؤ عدد مرات التنفس كما هي الحالة أثناء النوم أو الراحة يكون هذا حافزا لمنظم القلب لتقليل عدد التنبيهات وعلية تقل التنبيهات وتقل سرعة نبضات القلب. كما توجد أنواع أخرى من المنظمات تعتمد على عوامل أخرى مثل درجة الحموضة PH وغيرها.

٢,٦ المؤثرات الخارجية على عمل المنظمات :

إن منظمات ضربات القلب الحديثة محمية من كل تأثير ناتج عن الآلات الكهربائية. فيمكن للمريض بأمان استعمال جميع الآلات المنزلية طالما إن هذه الآلات سليمة وفي حالة جيدة وهذه تشمل: أفران الميكروويف،ومجفف الشعر،والبطاريات الكهربائية،وآلات الحدادة الخفيفة، والحاسب الآلي. ولكن هناك بعض التحذيرات التي يجب على زارع منظم القلب التنبه لها:

١. يجب أن يكون المريض على علم تام بأن تواجده في مجال كهرومغناطيسي عالٍ قد يؤثر على منظم ضربات القلب مثل القرب من محطات البث الإذاعي والتلفازي ومحطات الرادار.

٢. كذلك قد يحدث تأثيراً على عمل المنظم في حالة تواجد المريض بالقرب من مصادر الإشعاع مثل محطات الطاقة، والكهرومغانطيسية. وبهذا يستطيع المريض تجنب التأثر بالابتعاد عن مثل هذه المصادر المؤثرة وتعتمد المسافة على قوة هذه المصادر.

٣. يجب على المريض عدم الاقتراب من أجهزة الرنين المغناطيسي MRI بالمستشفيات وإذا صادف وجوده في مكان ما وشعر بإحساس غير عادي بسبب تواجد آلات كهربائية قوية المجال فيجب عليه الابتعاد في الحال لكي يعود المنظم لعمله ووظيفته الطبيعية، ومن الأفضل إعلام الطبيب بذلك.

٤. يجب على المريض عدم استخدام الهاتف الجوال باليد التي يوجد المنظم بقربها مع إن الغالبية العظمى من منظمات ضربات القلب الحديثة محمية من التأثير الناتج عن الهاتف الجوال.

٢,٧ التقويم والمتابعة لمنظم ضربات القلب:

قبل مغادرة المستشفى يقوم الطبيب المعالج بإبلاغ المريض بأول موعد لتقويم عمل المنظم والذي يكون عادة في عيادة القلب الخاصة بالمنظمات للتأكد من التئام الجرح وكفاءة وعمل المنظم . فبعد عملية التقويم الأولى يطلب الطبيب من المريض الحضور في مواعيد محددة لإعادة التقويم للتأكد من كفاءة عمل المنظم وتسجيل ذلك في سجلات العيادة.

وإذا توفرت خدمة المتابعة عن طريق الهاتف يقوم جهاز الهاتف بنقل صورة كاملة عن رسم القلب ونقلها إلى عيادة المنظمات حيث تظهر على شاشة تلفازية لدى الطبيب وهذه الطريقة تقلل من زيارات المريض إلى مكتب الطبيب المعالج.

المؤشرات الجسدية التي تدل على عدم كفاءة عمل الجهاز المنظم:

تكون هذه المؤشرات عادة هي نفس المؤشرات التي كان يشعر بها المريض قبل تركيب المنظم وتشتمل على: صعوبة في التنفس، إنتفاخ في القدمين والكعبين ومفصل الرسغ، شعور متواصل بالتعب والإرهاق، ألم في الصدر، الإجهاد، عدم إنتظام في ضربات القلب، الدوخة والإغماء.

العمر الافتراضي لمنظم القلب:

حيث إن منظم ضربات القلب يأخذ طاقته من البطارية الموجودة داخل العلبة ولهذه البطارية فترة عمل محدودة ككل البطاريات لذا فإن مدة العمر الافتراضي لمعظم المنبهات القلبية تتراوح بين ٤ - ٨ سنوات ويمكن للطبيب معرفة الوقت المناسب لتبديل المنظم قبل انتهاء مدة عمله بسهولة وذلك عن طريق التقويم المستمر على البطارية من خلال زيارات المتابعة الدورية.

إن تركيب منظم جديد لضربات القلب يتم بسهولة وبمدة قصيرة جدا حيث يحتاج إلى تخدير موضعي بسيط ويتم استبدال المنظم (المولد) فقط و بعد التأكد من سلامة التوصيلات الخاصة بالمنظم وكفاءتها يقوم الطبيب بتوصيلها بالمولد الجديد دون الحاجة إلى استبدالها.

منظم ضربات القلب الخارجي :

يستخدم منظم ضربات القلب الخارجي شكل (٢,٥) بعد إجراء عمليات القلب المفتوحة. حيث يوضع المريض في غرفة الإنعاش ويتم توصل توصيلات المنظم إلى القلب ليتم تزويده بمحفز النبض إلى إن تبدأ عقدة SA بالعمل بانتظام.

شكل (٢,٥) منظم ضربات القلب الخارجي

أسئلة

١. متى يحتاج المريض لاستخدام منظم ضربات القلب؟

٢. مم يتكون جهاز تنظيم ضربات القلب؟

٣. ما أنواع أجهزة تنظيم ضربات القلب؟

٤. وضح عمل جهاز تنظيم ضربات القلب.

٥. ما العمر الافتراضي لجهاز تنظيم ضربات القلب؟

٦. اشرح كيف تتم عملية التقويم والمتابعة لمنظم ضربات القلب.

أجهزة طبية – ١

جهاز إنعاش القلب

جهاز إنعاش القلب Defibrillator

الجدارة: معرفة المتدرب تكوين جهاز إنعاش القلب ومبدأ عمله.

الأهداف:

عندما تكمل دراسة هذه الوحدة ستكون قادرا على أن تتعرف على:

١. المخطط الصندوقي لجهاز إنعاش القلب
٢. تطبيقات جهاز إنعاش القلب
٣. أنواع الأقطاب المستخدمة في جهاز إنعاش القلب
٤. طرق وضع الأقطاب على الجسم
٥. دوائر الحماية لجهاز إنعاش القلب

مستوى الأداء المطلوب: أن يصل المتدرب إلى إتقان هذه الجدارة بنسبة ٩٥٪.

الوسائل المساعدة:

- سبورة وأقلام ملونة
- حاسوب.
- وسائل العرض المرئية
- استخدام برنامج Power point.

الوقت المتوقع للتدريب: ٣ ساعات

متطلبات الجدارة:

يجب التدرُب على جميع المهارات لأول مرة.

مقدمة

شكل ٣,١ جهاز إنعاش القلب Defibrillator

يعد جهاز إنعاش القلب (الصدمات الكهربائية) Defibrillator (شكل ٣,١) من أهم الأجهزة في المستشفيات والمراكز الطبية حيث يُعتمد عليه بعد الله في إنقاذ حياة كثير من مرضى القلب. فبواسطته يمكن إعادة الإيقاع الأذيني إلى القلب عند حدوث عدم انتظام في عمل القلب وهو ما يسمى علميا Cardiac Arrhythmias أو عند التوقف التام والمفاجئ لعمل القلب. فباستخدام جهاز إنعاش القلب يعود القلب إلى القيام بدوره بشكل منتظم.

فقبل عام 1960 كان الجهاز يعمل باستخدام التيار المتردد AC Power ذي تردد يبلغ 60 هيرتز، وتيار يتراوح من 5 إلى 6 أمبير لمدة تتراوح بين 250 ms إلى 1000 ms .وبسبب عدم نجاح الجهاز المستخدم للتيار المتردد في تصحيح اضطراب الأذينين تم الاستغناء عنه واستبداله بجهاز يعمل بتيار مستمر DC منذ عام 1960 وحتى الآن. من هنا يطلق على جهاز إنعاش القلب في الوسط الطبي أيضا جهاز الصدمة الكهربائية dc shock

ويستخدم جهاز إنعاش القلب في حالتين:

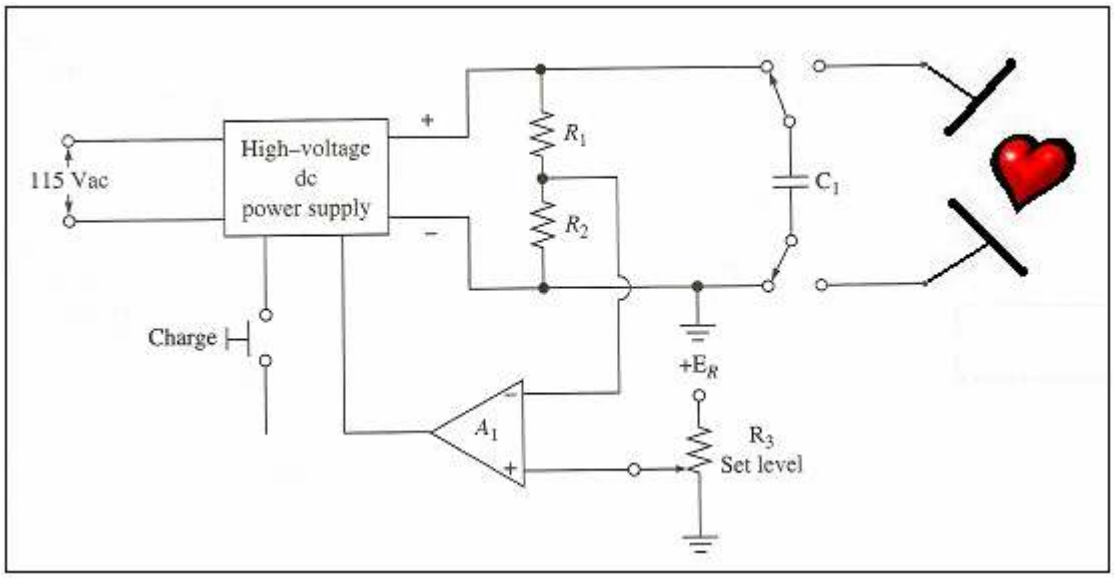
١. عند توقف القلب تماما عن العمل ، ويتم إعطاء المريض طاقة أو شحنة عن طريق تفريغ المكثف للشحنة المختارة ، حيث يتم شحن المكثف من خلال المصدر الرئيس ، أو من خلال البطارية الداخلية .

٢. عند عدم عمل القلب بصورة طبيعية ، حيث يكون هناك اضطراب في انقباض البطينين ويستخدم في هذه الحالة نظام التزامن (Synchronize) لإعطاء الطاقة للمريض حيث يقوم الجهاز بتتبع موجة نبض القلب التي يرمز لها كما مرَّ سابقاً في جهاز تخطيط إشارة القلب الكهربائية بموجة PQRST ويقوم الجهاز بعد ذلك بإعطاء طاقة للمريض بعد موجة R.

٣,١ عمل جهاز إنعاش القلب:

يعمل جهاز إنعاش القلب أو جهاز الصدمات الكهربائية بإطلاق صدمة كهربائية من خلال طارتين Paddles (سيأتي عرض مفصل لها) تثبت على جسم المريض. هذه الصدمة الكهربائية تجعل جميع الخلايا العضلية تنقبض لحظياً ، ومن ثم يتم تصحيح أو إعادة نبض القلب .

إما كيفية الحصول على الصدمة الكهربائية فيتم ذلك عن طريق تخزين الطاقة الكهربائية في مكثف Capacitor عن طريق مصدر عالٍ لفرق الجهد المستمر عن طريق مصدر القدرة، أو بطارية داخلية، وتستمر عملية الشحن لعدة ثوان حتى يسمع صوت الإنذار الذي يلفت انتباه المستخدم إلى إن عملية الشحن قد تمت وأن المكثف جاهز للاستخدام .بعد ذلك يتم تفريغ شحنة المكثف في جسم المريض من خلال الطارتين كما هو موضح في شكل (٣,٢) .



شكل (٣,٢) الدائرة الإلكترونية الأساسية لجهاز إنعاش القلب

أما الطاقة المخزنة في المكثف التي تتراوح ما بين 50 جول إلى 700 جول فيتم حسابها رياضياً حسب المعادلة التالية :

$$U = \frac{C.V^2}{2} \qquad (1)$$

حيث :

U : تمثل الطاقة المخزنة ووحدتها الجول (Joul) أو وات لكل ثانية (Watt - Second)

C : تمثل السعة Capacitance ووحدتها الفاراد (F) .

V : تمثل فرق الجهد على المكثف ووحدتها الفولت (V) .

مثـــال ١ :

احسب فرق الجهد عبر السعة المستخدمة في جهاز إنعاش القلب التي تساوي ١٦ μV عندما تكون الطاقة المخزنة تساوي 400 Watt - Second .

الحـــل :

بتطبيق المعادلة (١) :

$$V=\left(\frac{2.U}{C}\right)^{\frac{1}{2}}$$

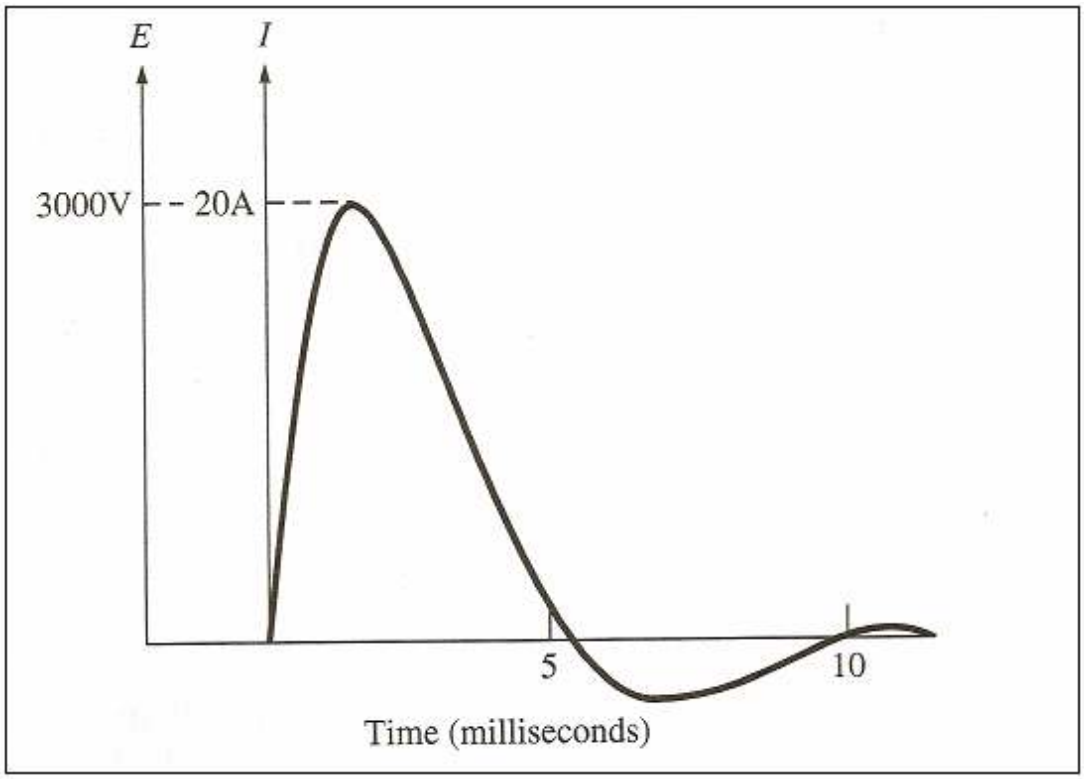
$$=\left(\frac{2\times400}{16\times10^{-6}}\right)^{\frac{1}{2}}=\left(\frac{800}{16\times10^{-6}}\right)^{\frac{1}{2}}$$

$$=(5\times10^{7})^{\frac{1}{2}}=7072 \ \text{Volt}$$

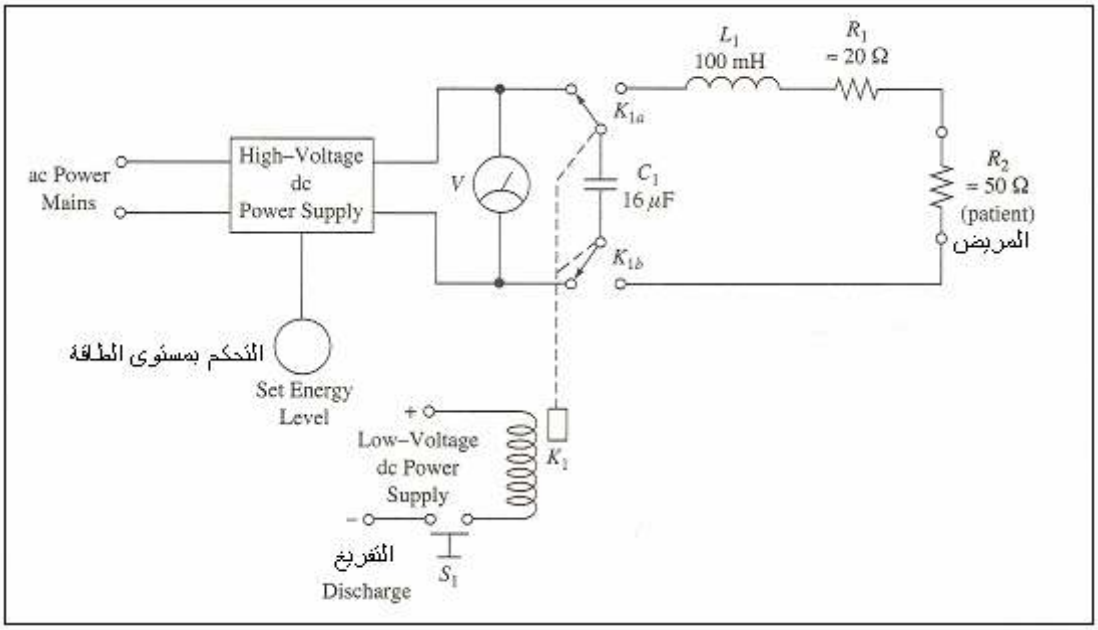
تصنف أجهزة إنعاش القلب حسب شكل الموجة الخارجة التي تمثل الطاقة التي يتم تفريغها ، وتوجد عدة أشكال للموجات الخارجة من جهاز إنعاش القلب : موجة لون (Lown)، وموجة أحادية النبضة (Monopulse) ، وموجة Tapered DC Delay والموجة الشبه منحرفة (Trapezoidal) . وتفصل هذه الموجات كالتالي :

١) موجة لون Lown Waveform :

تنسب هذه الموجة إلى اسم العالم Lown الذي اكتشفها في عام 1962 م . ففي هذه الموجة يطبق فرق الجهد حيث قيمته لا تتجاوز 3000 V والتيار يصل إلى 20 A تقريباً في فترة قصيرة لا تتجاوز ٢ ms . بعد ذلك تنخفض قيمة فرق الجهد إلى الصفر في فترة قصيرة تقارب 5 ms كما هو موضح في شكل (٣,٣)، وبعد ذلك تنعكس قطبية فرق الجهد ما بين 5 ms إلى 10 ms وهذه عيب الجهاز العامل بموجة لون. ويحتوي الجهاز الذي يستخدم هذه الموجة على مكثف وملف ، وعدد من المقاومات. والدائرة المولدة لموجة لون موضحة في الشكل(٣,٤).



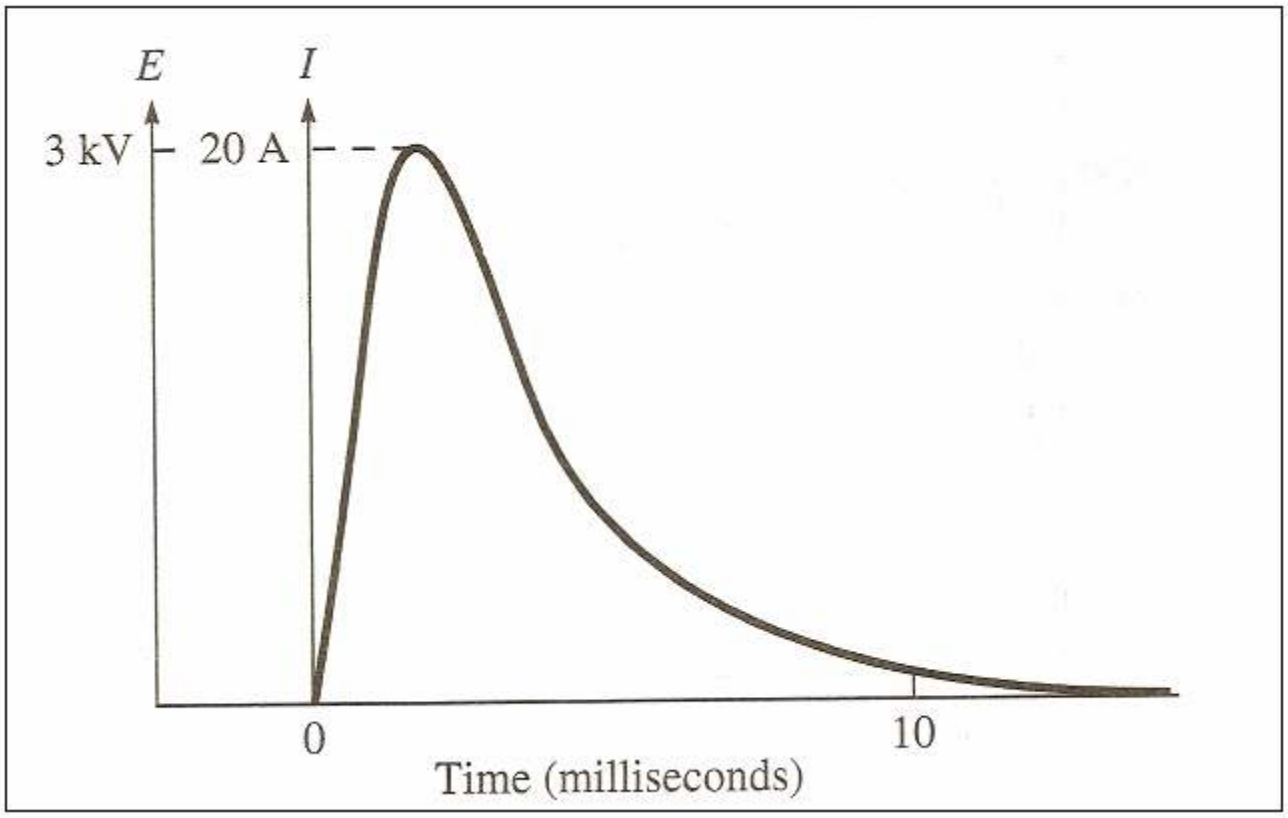
شكل ٣,٣ موجة لون



شكل ٣,٤ الدائرة المولدة لموجة لون

٢) الموجة الأحادية Monopulse Waveform :

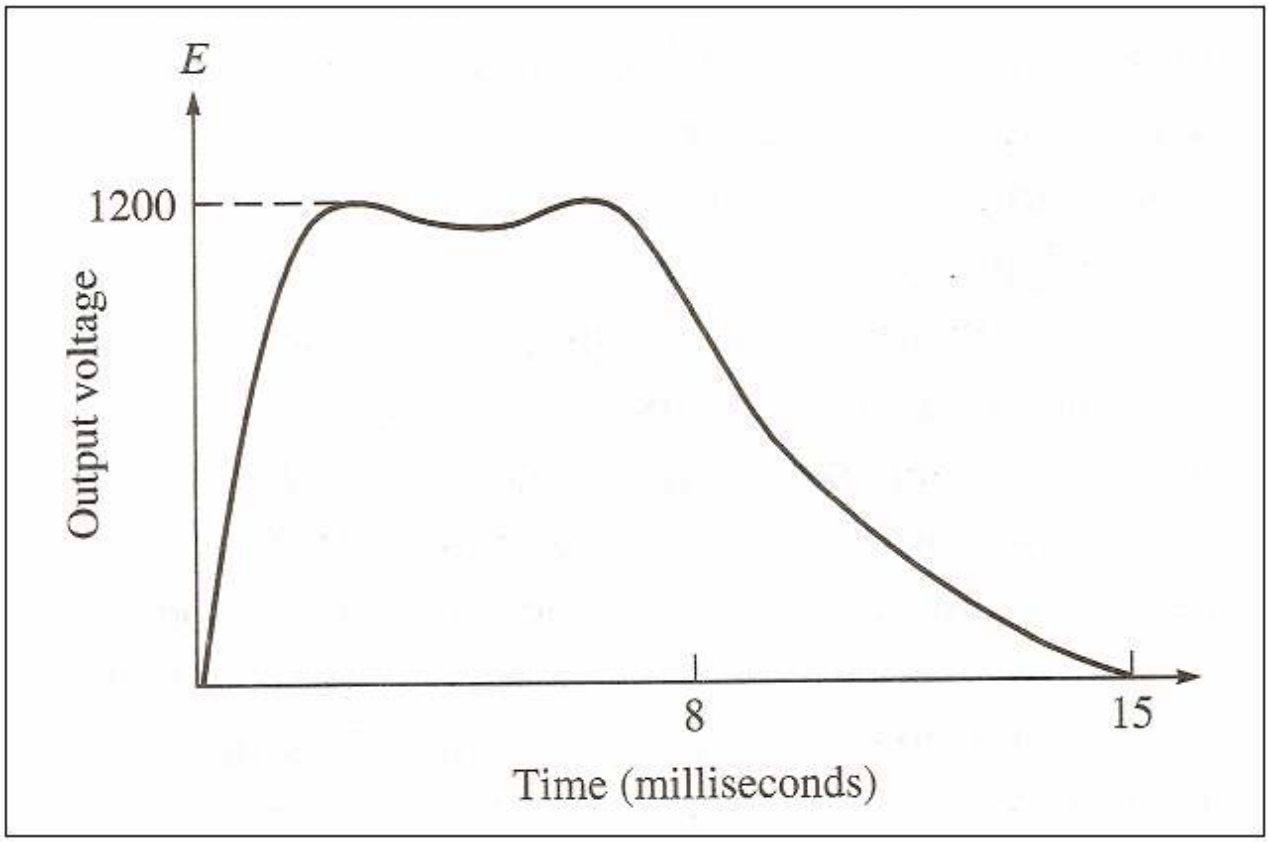
هذه الموجة الأحادية النبضة عبارة عن موجة محسنة لموجة لون، حيث إنها لا تحتوي على الجزء السالب للجهد. وتستخدم بكثرة في جهاز إنعاش القلب المتنقل. وتنتج هذه الموجة بواسطة مكثف ومقاومة مثل موجة Lown ولكن لا يوجد ملف ، ونتيجة لذلك فإن الموجة تنزل إلى الصفر بعد وصولها إلى القمة كماهو موضح في الشكل ٣,٥ .



شكل ٣,٥ الموجة الأحادية Monopulse Waveform

٣) موجة أحادية بتأخير تدريجي Tapered DC Delay Waveform :

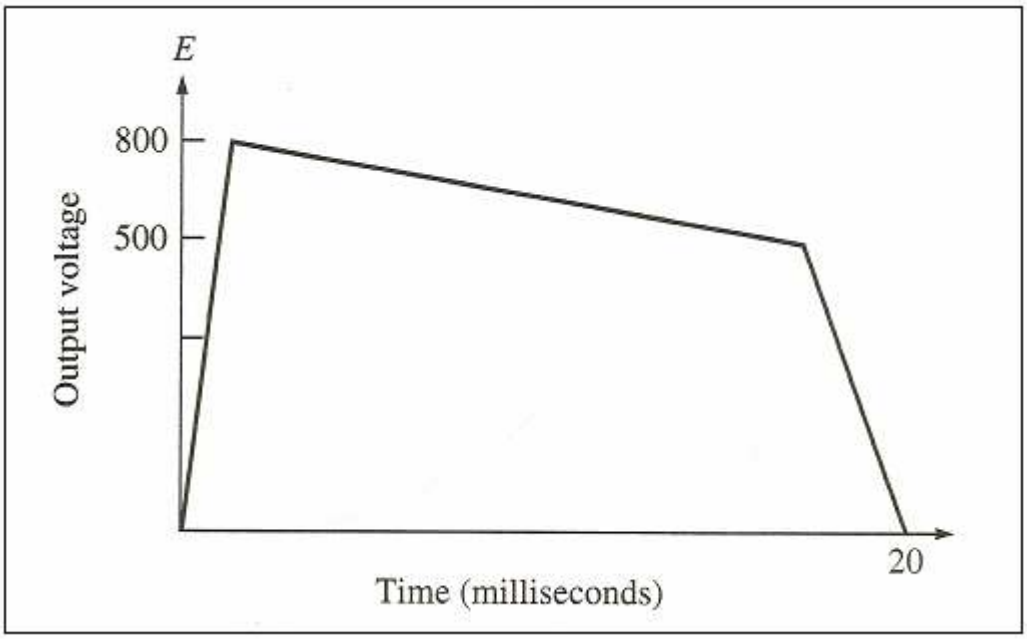
هذه الموجة عبارة عن موجة تعطي الطاقة المطلوبة باستخدام فرق جهد قليل ولكن مع زيادة الزمن لإنجاز مستوى الطاقة المطلوب حيث يصل الزمن إلى 15 ms كما هو موضح في الشكل ٣,٦. لذا فهذه الموجة مفيدة في أجهزة الإنعاش المتنقلة . وتشبه هذه الموجة موجة Lown ، حيث تحتوي على زوجين من المكثف والملف مربوطين على التوالي.



شكل ٣,٦ موجة أحادية بتأخير تدريجي Tapered DC Delay Waveform

٤) الموجة ذات شكل شبه المنحرف Trapezoidal Waveform :

تشبه هذه الموجة شبه المنحرفة الموجة السابقة ، ولكنها تستخدم فرق جهد أقل وزمن أطول حيث يصل الزمن إلى 20 ms. يتزايد فرق الجهد بقيمة 800 V أو 900 V في البداية 1.5 ms. وبعد ذلك يتناقص حتى يصل إلى حوالي 500 V عند 18.5 ms ثم يتناقص بشكل سريع حتى يصل إلى الصفر خلال 1.5 ms أي عند 20 ms كما هو موضح في الشكل ٣,٧ .



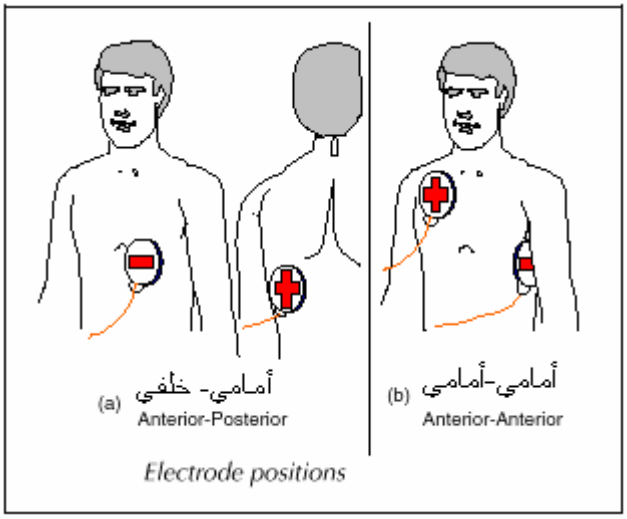
شكل٣,٧ الموجة ذات شكل شبه المنحرف Trapezoidal Waveform

٣,٢ الطارتان Paddles :

كما عرفنا أن الطاقة المخزنة تنتقل من جهاز إنعاش القلب إلى المريض عن طريق طرفين من الأطراف تسمى الطارتان .وهناك عدة أنواع من الطارات تختلف حسب موضع الاستخدام شكل(٣,٨) ومنها :

- أنواع توضع مباشرة على الصدر Anterior Paddles .
- أنواع توضع على الظهر Posterior Paddles .
- أنواع تستخدم طرفين من الطارات Anterior / Anterior بحيث يكون هذان الطرفان على الصدر ، ويكون القلب بينهما أو Posterior / Anterior يكون طرف على الظهر تحت المريض ، والطرف الآخر على الصدر ويكون القلب بينهما .
- نوع يستخدم للأطفال ويسمى Pediatric Paddles .

- نوع يستخدم مباشرة على القلب خلال عملية القلب المفتوح ويسمىInterior Paddles.
- يوجد على الوجه الأمامي للطارتين مفتاحان للتفريغ ، ويجب ضغطهما معاً حتى يتم إطلاق الصدمة الكهربائية، وهذه المفاتيح توضع للأمان عند استخدام الجهاز ، حيث إن هذا النوع من الأجهزة يمثل خطراً على المريض والمستخدم معاً .فعند استخدام هذه الأقطاب أو الطارات فإنه يستخدم جلي أو كريم لتقليل مقاومة الجسم وبالتالي يتم الاتصال بالجسم بشكل أفضل، وأيضاً حتى يسلم المريض من الحروق أو على أقل الأحوال التخفيف منها.



شكل ٣,٨ موضع الأقطاب

٣,٣ إجراءات الأمن والسلامة في جهاز إنعاش القلب :

لحماية المستخدم والمريض يجب أن يحتوي جهاز إنعاش القلب على الأمور التالية :

١. عزل كلي بين دائرة الخروج وهيكل الجهاز .
٢. أن يكون على كل طارة مفتاح تفريغ الشحنة .
٣. أن يحتوى الجهاز على إنذار صوتي ومرئي عندما يكون الجهاز مشحوناً .
٤. أن يكون هناك تفريغ أوتوماتيكي داخل الجهاز إذا لم تفرغ الشحنة خلال الفترة المحددة.

إجراءات السلامة بالنسبة للمريض :

١. يستخدم كمية كبيرة من الجلي أو الكريم لحماية المريض من حروق الجلد .
٢. الضغط الجيد على الطارتين حتى تلتصق في موضعها ، لأن تحركها من موقعها سيسمح بوجود جلي بين الطارتين مما يؤدي إلى مرور تيار كهربائي خلال جزء من الجسم غير مرغوب إيصال التيار الكهربائي إليه .
٣. عدم استخدام أي جهاز آخر في أثناء توصيل هذا الجهاز وفي حالة المرضى الذين يستخدمون منظماً Pacemaker يكون لهم نظام آخر .

إجراءات الأمن والسلامة بالنسبة للمستخدم لجهاز إنعاش القلب :

كما هو الحال في حماية المريض فإنه من الضروري أيضاً حماية المستخدم بأخذ الاحتياطات التالية :

١. تنظيف الطارتين من الجلي أو الكريم للمحافظة عليها جافتين.
٢. عدم لمس المريض من قبل المستخدم عند إعطاء المريض الصدمة الكهربائية.
٣. عدم ملامسة المستخدم لأي شيء حول المريض.
٤. عدم تفريغ الشحنة والطرفان في الهواء.
٥. عدم تفريغ الشحنة والطرفان ملتصقان.

أســئلة وتمارين

١. ما الغرض من استخدام جهاز إنعاش القلب ؟ ومتى يستخدم ؟

٢. ما الفكرة الرئيسة التي يرتكز عليها عمل جهاز إنعاش القلب ؟

٣. كيف يتم الحصول على الصدمة الكهربائية ؟

٤. احسب قيمة المكثف التي يجب استخدامها للحصول على فرق جهد يساوي (5 K V) عندما تكون الطاقة المخزنة تساوي (300 Watt Second).

٥. بين بالرسم الموجات المختلفة التي تستخدم في إنعاش القلب ، واذكر الفروق الرئيسة بين هذه الموجات

٦. اذكر الأنواع المختلفة للطارات المستخدمة في جهاز إنعاش القلب .

٧. ما هي الأمور التي تجب مراعاتها لسلامة كل من:

أ- المريض .

ب- المستخدم لجهاز إنعاش القلب.

أجهزة طبية – ١

جهاز الطرد المركزي

جهاز الطرد المركزي

الجدارة: معرفة المتدرب تكوين جهاز الطرد المركزي ومبدأ عمله.

الأهداف:

عندما تكمل دراسة هذه الوحدة ستكون قادرا على أن تتعرف على:

١. عمل جهاز الطرد المركزي
٢. أنواع أجهزة الطرد المركزي
٣. مكونات أجهزة الطرد المركزي

مستوى الأداء المطلوب: أن يصل المتدرب إلى إتقان هذه الجدارة بنسبة 90٪.

الوسائل المساعدة:

- سبورة وأقلام ملونة
- حاسوب.
- وسائل العرض المرئية
- استخدام برنامج Power point.

الوقت المتوقع للتدريب: ساعتإن

متطلبات الجدارة:

يجب التدرُب على جميع المهارات لأول مرة.

جهاز الطرد المركزي Centrifuge

مقدمة :

من الفحوصات الروتينية التي يطلب الطبيب إجراءها للمريض ومعرفة قيم مكونات الدم الرئيسة مثل عدد خلايا الدم الحمراء (Red Blood Cells RBC) عدد خلايا الدم البيضاء White) (Blood Cells WBC والصفائح الدموية(Blood Plasma). ولأجراء ذلك الفحص يؤخذ من المريض عينة من الدم ويتم فحصها في المختبر الطبي. والأجهزة التي تستعمل لفصل مكونات الدم الرئيسة أجهزة تسمى أجهزة الطرد المركزي.

هناك أنواع متعددة من أجهزة الطرد المركزي لكن الغرض منها واحد ، و هو فصل المواد الصلبة عن المواد السائلة أو فصل المواد المكونة للسائل وترسيبها. أما بالنسبة للدم فتعمل أجهزة الطرد المركزي على عزل العوالق أو فصل المواد الموجودة فيه إلى أجزائه الرئيسة وذلك لاستخدام كل جزء على حدة أو لدراسته وتحليله.

٤,١ مبدأ عمل جهاز الطرد المركزي :

يعتمد مبدأ عمل أجهزة الطرد المركزي على الحركة الدورانية وقوة الطرد المركزي أولفهم عمل تلك الأجهزة لابد من التذكير السريع بهاتين الكميتين الفيزيائيتين.

تصنف الحركة إلى عدة أنواع حسب حركة الجسم أو الأجسام ومنها الحركة الدورانية وفيها يدور الجسم حول محور معين ومثال لذلك حركة مروحة المركبات.

فإذا كان لدينا جسم كتلته m ويتحرك في مسار دائري نصف قطر دائرته r فإن سرعته تعطى بالعلاقة التالية :

$$v=\frac{2\pi r}{T}$$

حيث إن:

V : سرعة الدوران وتسمى بالسرعة المماسية.

$2\pi r$: الإزاحة التي يقطعها الجسم وهي في هذه الحالة تمثل محيط الدائرة.

T : الزمن الذي يستغرقه الجسم للدوران حول مركز الدائرة دورة كاملة.

مقلوب الزمن ($f= 1 /T$) فهو التردد ويرمز له بالرمز f ويمثل عدد الدورات التي يكملها الجسم المتحرك في الثانية الواحدة.

وبما أن $T = 1 / f$ فإن :

$$v=2\pi rT$$

ولاستعمالات الحركة الدائرية فإن السرعة المستعملة هي السرعة الزاوية والتي يرمز لها بالرمز ω وتمثل عدد الزوايا النصف القطرية التي يمسحها الجسم عند دورانه حول مركز الدائرة في الثانية الواحدة .وبما أن الزوايا النصف القطرية التي يقطعها الجسم عند دورانه دورة كاملة والتي تعادل 360 درجة لذا فإن

السرعة الزاوية = [illegible] أي إن

$$\omega = \frac{2 . \pi}{T}$$

وبما أن $f = \frac{1}{T}$ فإن $\omega = 2\pi f$

وعند التعويض عن $2\pi f$ بما يساويها ينتج:

$$v = \omega r$$

أي إن السرعة المماسية = السرعة الزاوية x نصف قطر الدائرة

وبما أن اتجاه حركة الجسم حول مسار الدائرة تتغير باستمرار فإن اتجاه السرعة المماسية يتغير كذلك في حين تبقى قيمة السرعة المماسية ثابتة ونتيجة تغير السرعة المماسية فإن كتلة الجسم سوف تعاني من قوة تؤثر على جميع نقاط الجسم .ولإيجاد قيمة هذه القوة لابد من معرفة قيمة التعجيل الزاوي (التسارع) حيث :

$$a_c = \frac{v^2}{r} \quad rad / sec2$$

ac التسارع الزاوي وتقاس بدورة / الثانية٢ ويكون اتجاه التعجيل (التسارع) باتجاه مركز الدائرة التي يدور حولها الجسم .والقوة التي يكون اتجاهها بعيداً عن مركز الدائرة . تسمى (قوة الطرد المركزية) ويمكن إيجاد هذه القوة بقانون نيوتن الثاني :

$$F = m \cdot a$$

$$F = m \frac{v^2}{r} = mr \omega^2$$

وهذا يعني أن قوة الطرد المركزية تتناسب طرديا مع كتلة الجسم إذا كانت الأجزاء ذات الكتلة الكبيرة سوف تعاني من قوة طرد أكبر من الأجزاء ذات الكتلة الصغيرة. كما أن القوة تتناسب طرديا مع مربع سرعة الدوران .

٤,٢ أنواع أجهزة الطرد المركزي :

٤,٢,١ أجهزة الطرد المركزي اليدوية : Manual Centrifuge

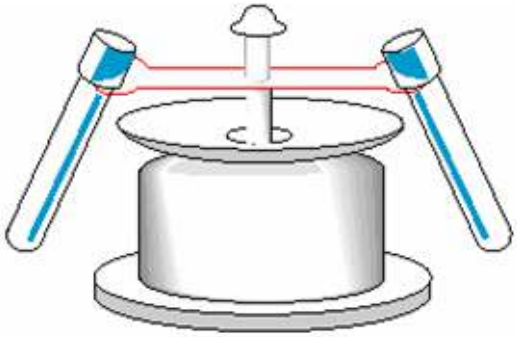
تعتبر أجهزة الطرد اليدوية الجيل الأول من أجهزة الطرد المركزي وسميت باليدوية لأنها تدار باليد ولا تزيد سرعتها عن ١٥٠٠ دورة في الدقيقة. ويستوعب جهاز الطرد اليدوي أنبوبتي اختبار إلى أربعة أنابيب وتستخدم لعمليات الترسيب (الفصل) البسيطة كترسيب بعض الجسيمات الكبيرة مثل الطفيليات في البراز.

أجهزة الطرد المركزية الكهربائية :

تصنف أجهزة الطرد المركزية الكهربائية حسب الحجم وسرعة الدوران ونوع المحور (رأس) جهاز الطرد. والصفة المشتركة بين أجهزة الطرد المركزي احتواؤها على المكونات التالية:

١. مفتاح تشغيل وغلق (on/off switch)
٢. محرك كهربائي (Motor) فجهاز الطرد جهاز حركي يدار بواسطة محرك يقوم بتدوير الرأس
٣. مؤقت (Timer) ووظيفته الأساسية تحديد الوقت المطلوب لفصل المادة وبذلك فهو يتحكم في عملية بدء وتوقف عمل الجهاز

٤. المحور وحامل العينات Head & sample holder (شكل ٤,١)



شكل ٤,١ المحور وحامل العينات

٥. الغطاء الخارجي (Cover) والغرض من الغطاء هو إحكام غلق الجهاز لتوفير الحماية الخارجية للجهاز أثناء تشغيله وهو على أشكال متعددة بحسب الجهة المصنعة

٦. مفتاح التحكم بسرعة المحرك (Speed Control Switch). من خلال هذا المفتاح يتم تحديد سرعة المحرك

٧. الكابح (Breaker) يعمل على إسراع توقيف الدوران بعد انتهاء وقت التشغيل ويعمل هذا الجزء على إصدار تيار معاكس للدوران حتى يبطئ من حركة الجهاز وبالتالي يسرع توقفه

ملحوظة: الأجزاء (٦) و(٧) غير متوفرة في جميع أنواع أجهزة الطرد المركزي.

ويوجد نوعان رئيسان من أجهزة الطرد المركزية الكهربائية :

١ – أجهزة الطرد المركزية الاعتيادية (Ordinary Centrifuge) **:**

يتألف جهاز الطرد الاعتيادي (Ordinary Centrifuge) من عجلة متصلة بمحرك كهربائي وتدور هذه العجلة في مستوى أفقي وتتصل بها حاويات توضع فيها أنابيب اختبار تحتوي على سوائل مختلفة الكثافة وعند دوران العجلة بسرعة كبيرة فإن كل جزء موجود في أنبوبة الاختبار سيخضع لتأثير قوة تتناسب طردياً مع كتلة هذا الجزء ويكون اتجاه القوة بشكل قطري بعيداً عن مركز الدوران، وعند سرعة زاوية معينة نجد أن السوائل الثقيلة تتجمع بعيداً عن مركز الدوران في حين أن السوائل الخفيفة تتجمع قريباً من مركز الدوران، وبهذه الطريقة يتم فصل العوالق التي تكون في السوائل (مختلفة الكثافة). وقد وجد أن زيادة سرعة الدوران تصاحبه

زيادة في قوة الطرد المركزية فكلما زادت سرعة الدوران زادت سرعة الفصل.

شكل ٤,٢ جهاز طرد مركزي

تقسم أجهزة الطرد المركزي الاعتيادية إلى:

أ- **أجهزة الطرد المخبرية:** Laboratory Centrifuge :

وهذه الأجهزة يمكن نقلها بسهولة وعادة توضع على أسطح الطاولات في المختبرات ورفوف المعمل ولهذا تعتبر من الأجهزة المخبرية الواجب توافرها في وحدات المختبرات نظرا لأهميتها في عملية الترسيب والفصل الفوري وهناك أجهزة كذلك تكون أكبر نسبيا ولهذا تكون عادة أكثر ثباتا وتستخدم هذه الأجهزة في عمليات الترسيب والفصل للكميات الكبيرة لذا توجد في المستشفيات. وتصل سرعة أجهزة الطرد المخبرية من ٣ إلى ١٠ آلاف دورة في الدقيقة.

شكل ٤,٣ جهاز طرد مركزي مخبري

ب- **أجهزة الطرد المركزية هائلة السرعة** (Ultra Centrifuge):

تمكن هذه الأجهزة الحصول على سرعة دوران عالية جدا تصل إلى ٥١ ألف دورة بالدقيقة مثل هذه السرعة مكنت العلماء من فصل وبشكل نقي المكونات الدقيقة جدا للخلية.

وتمتاز هذه الأجهزة بإمكانية التحكم في درجة حرارة غرفة الدوران وتفريغها من الهواء لتقليل الاحتكاك به للحد من درجة الحرارة الناتجة عن الدوران السريع.

وتمتاز كذلك بوجود ضوابط للتحكم في سرعة الدوران أثناء عملية التوقف و هذه الأجهزة عادة تكون ثقيلة جدا و بالتالي تكون ثابتة ونسبة الارتجاج معدومة تماما.

شكل ٤,٤ جهاز طرد مركزي هائل السرعة

٢ - أجهزة الطرد المركزية عالية السرعة والمبردة (Ultra Refrigerated Centrifuge) :

سرعة هذه الأجهزة تتراوح من ٥٠ إلى ٧٥ ألف دورة في الدقيقة ويستعمل هذا النوع من الأجهزة لفصل أجزاء دقيقة جدا وكذلك الفصل التدريجي لمكونات العينات ذات الكثافات المتباينة حيث يستعمل سرعات مختلفة وحسب المادة المراد تحليلها.

وتتميز هذه الأجهزة بكبر حجمها و احتوائها على مفتاح تحكم ومنظم للسرعة. و تنفرد هذه الأجهزة بميزة خاصة حيث إنها مزودة بجهاز تبريد للمحافظة على درجة حرارة ثابتة للمحلول المراد فصل محتوياته وهذا الجهاز ضروري عند فصل بعض مكونات المحاليل و بالذات المحاليل التي تتأثر بارتفاع درجة الحرارة التي تنتج عن سرعة الدوران مثل محاليل الدم وغيرها ويوجد هذا النوع في المستشفيات والمختبرات المتخصصة.

شكل ٤,٥ جهاز طرد مركزي اعتيادي

أسئلة

١. ما العوامل التي تعتمد عليها قوة الطرد المركزية؟

٢. ما مبدأ عمل أجهزة الطرد المركزية؟

٣. ما الفائدة من استخدام أجهزة الطرد المركزي في التحاليل الطبية؟

٤. اذكر أجزاء أجهزة الطرد المركزية الكهربائية.

٥. اذكر ميزات وتطبيقات كل من أجهزة الطرد المركزي التالية:

أ- أجهزة الطرد المخبرية

ب- أجهزة الطرد المركزية هائلة السرعة

ت- أجهزة الطرد المركزية عالية السرعة والمبردة

أجهزة طبية – ١

جهاز ضغط الدم

جهاز قياس ضغط الدم Blood Pressure Meter

الجدارة: معرفة المتدرب تكوين جهاز ضغط الدم و مبدأ عمله.

الأهداف:

عندما تكمل دراسة هذه الوحدة ستكون قادرا على أن تتعرف على:

١. أنواع ضغط الدم
٢. مكونات أجهزة قياس ضغط الدم
٣. أنواع أجهزة قياس ضغط الدم ومبدأ عملها

مستوى الأداء المطلوب: أن يصل المتدرب إلى إتقان هذه الجدارة بنسبة 90٪.

الوسائل المساعدة:

- سبورة وأقلام ملونة
- حاسوب.
- وسائل العرض المرئية
- استخدام برنامج Power point.

الوقت المتوقع للتدريب: ٤ ساعات

متطلبات الجدارة:

يجب التدرُب على جميع المهارات لأول مرة.

جهاز قياس ضغط الدم Blood Pressure Meter

مقـــدمة :

إن ضغط الدم هو من المتغيرات الفسيولوجية المهمة داخل جسم الإنسان فارتفاعه أو انخفاضه يعد مؤشراً عن حالة الدورة القلبية Cardiac Cycle والتي يقصد بها جميع الحوادث المرافقة للنبضة القلبية الواحدة.

٥,١ ضغط الدم Blood Pressure

الضغط عبارة عن القوة المؤثرة على وحدة المساحة فهو يتناسب طرديا مع القوة وعكسيا مع المساحة.

ويتكون ضغط الدم نتيجة لانقباض جدران عضلات البطين

والضغط بالمعنى الفسيولوجي هو: الضغط في تجاويف القلب الأربع أثناء الانقباض والانبساط وداخل الشرايين والأوردة والأوعية الشعرية.

ويقصد الأطباء بضغط الدم: الضغط داخل الشرايين والتي تشمل الأبهر وتفرعاته.

ويوجد أعلى ضغط في الشرايين المرنة التي تكون قريبة من القلب ، وأقل ضغط في الشرايين العضلية الموجودة بالقرب من الأطراف أما بالنسبة للأوردة فإن ضغطها أقل بكثير من ضغط الشرايين.

ويعتمد ضغط الدم على عدة أمور:

١. الطرح القلبي (عمل القلب) وهو كمية الدم المدفوعة من البطينين في الدقيقة الواحدة حيث يكون التناسب بينهما طردياً
٢. المقاومة المحيطة لجدران الأوعية الدموية: كلما كان قطر الأوعية الدموية أقل من الحالة الطبيعية سوف يسبب ذلك ارتفاع ضغط الدم .
٣. مطاطية ومرونة جدران الأوعية الدموية : حيث إن الأوعية قليلة المرونة تسبب عائقاً امام مرور الدم وبذلك يرتفع ضغط الدم.
٤. حجم الدم في الأوعية الدموية.
٥. لزوجة الدم : كلما ازدادت لزوجة الدم ازداد ضغط الدم.

٥,٢ أنواع ضغط الدم :

يوجد عدة أنواع لضغط الدم، فضغط الدم في الأوردة يسمى الضغط الوريدي Venous Pressure. وضغط الدم في الشعيرات يسمى ضغط الشعيرات Capillary Pressure.

إما مصطلح " ضغط الدم " Blood Pressure فيمثل ضغط الشرايين ويقسم هذا الضغط إلى قسمين:

١. **الضغط الانقباضي** Systolic Pressure : هو كمية الضغط الذي يولده القلب أثناء ضخ الدم خارج القلب عبر الشرايين "عند انقباض البطينين".

والمعدل الطبيعي للضغط الانقباضي هو من ١١٠إلى ١٣٠ ملم زئبق (mm Hg)

٢. **الضغط الانبساطي** Diastolic Pressure : وهو الضغط المؤثر من قبل الدم على جدران الشرايين و الأوعية الدموية الرئوية عند انبساط البطينين وضغطه يكون قليلا لأنه مقتصر على الرئة فقط. ويتراوح بين (٧٠ إلى ٨٠ ملم زئبق mm Hg).

ويكون الضغط الانقباضي اكبر من الانبساطي كي يستطيع الدم الوصول إلى أعلى نقطة في الجسم . ويسمى الفرق بين الضغطين الانقباضي والانبساطي بضغط النبض.

وضغط النبض = ١٣٠ – ٨٠ =50 ملم زئبق لدى البالغين الأصحاء.

أما معدل (متوسط) الضغط فيحسب بإحدى الطريقتين:

المعدل الحسابي للضغطين الانقباضي والانبساطي:

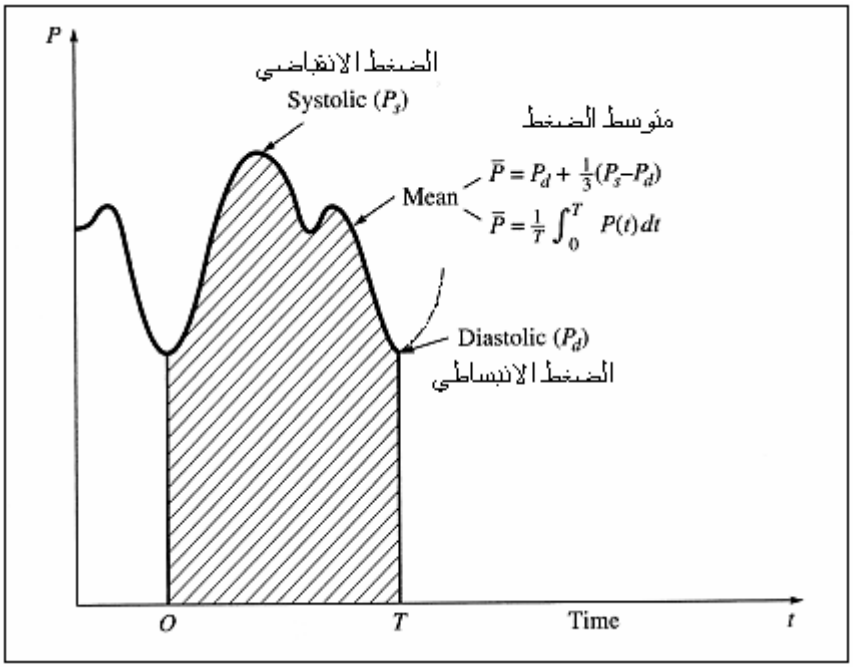
متوسط ضغط الدم = (الضغط الانقباضي+ الضغط الانبساطي) ÷٢

=(١٣٠ + ٨٠) ÷٢ =١٠٥ ملم زئبق.

متوسط ضغط الدم =(ضغط النبض) ÷٣ + الضغط الانبساطي

= (١٣٠ - ٨٠) ÷٣ +٨٠ =٩٦ ملم زئبق

وشكل٥,١ يمثل إشارة الضغط مبينا فيها أنواع الضغوط الثلاثة: الضغط الانقباضي، والضغط الانبساطي، ومتوسط الضغط.



شكل ٥,١ يمثل إشارة الضغط

- في الشعيرات الدموية :

20 - 30 mm Hg

- في الأوردة القريبة من القلب :

0 - 20 mm Hg

٥,٣ طرق قياس ضغط الدم :

هناك طريقتان لقياس ضغط الدم في جسم الإنسان :

١ - الطريقة غير المباشرة : Indirect Blood Pressure (Noninvasive)

٢ - الطريقة المباشرة : Direct Blood Pressure (Invasive)

١ - الطريقة غير المباشرة :

الطريقة غير المباشرة لقياس ضغط الدم هي طريقة القياس من خارج جسم الإنسان باستخدام جهاز قياس ضغط الدم Sphygmomanometer. وتمتاز هذه الطريقة بأنها سهلة الاستعمال وآمنة.

كما يوجد لهذه الطريقة ميزات فإن لها عيوباً ايضاً حيث إن هذه الطريقة لا تمكن من تسجيل التغيرات التي تطرأ على الضغط في وقت واحد بالإضافة إلى أنها تقيس فقط ضغط الشريان كقيم عددية وليس كتفصيل لشكل موجة الضغط . لذلك لا نستطيع قياس ضغط الوريد باستخدام هذه الطريقة.

وهناك نوعان لأجهزة قياس ضغط الدم بالطريقة المباشرة هي: الزئبقي، والإليكتروني الأوتوماتيكي.

أولا : جهاز قياس ضغط الدم الزئبقي : ويتألف من الأجزاء التالية :

١. مسطرة رقمية
٢. أنبوب
٣. كيس هواء (طوق Cuff) قابل للنفخ
٤. خزان الزئبق
٥. الزئبق
٦. منفاخ مطاطي (مضخة يدوية مطاطية) Hand Pump
٧. صمام أسفل المنفاخ وبوابة المنفاخ
٨. إناء معدني
٩. صمام أعلى الخزان
١٠. أنابيب مطاطية
١١. سماعة طبية

قياس ضغط الدم بجهاز الضغط الزئبقي Sphygmomanometer الموضح في الشكل ٥,٢ هي الطريقة الأكثر استخداما في العيادات الطبية.

شكل ٥,٢ جهاز قياس ضغط الدم الزئبقي

طريقة استخدام الجهاز :

تتركز نظرية عمل الجهاز على وضع الطوق على ذراع المريض ونبدأ بملء الطوق بالهواء المضغوط بواسطة المنفاخ اليدوي حتى نقوم بسد مجرى الشريان ومن ثم سيتوقف تدفق الدم ، لأن الدم لا يتدفق إلا إذا كان ضغط الطوق أقل من ضغط الشريان و تدفق الدم يسمع بوضع السماعة الطبية على الشريان . بعد ذلك يتم فتح الصمام لتقليل ضغط الطوق تدريجياً . وعندما يصل ضغط الطوق لأقل بقليل من ضغط الانقباض Systolic Pressure . فإنه يبدأ بسماع أصوات تدعى Korotkoff Sound عن طريق السماعة الطبية وتسجل على أنها أكبر قراءة للضغط أو ما يسمى Systolic Blood Pressure أو اختصاراً Systolic . وعندما يستمر ضغط الطوق بالنقصان ويختفي الصوت يتم أخذ القراءة على المقياس الزئبقي على أنه أقل ضغط أو ما يسمى Diastolic Blood Pressure أو Diastolic والمعدل الطبيعي لضغط الإنسان البالغ السليم يعادل 80 / 120 حيث 120 تمثل Systolic Pressure و 80 تمثل Diastolic Pressure . ويبين شكل (5.25) العلاقة بين سماع Korotkoff Sounds وضغط الدم والتي توضح طريقة استخدام جهاز Sphygmemanometer مع السماعة الطبية .

وهذا الجهاز أفضل من بقية أنواع أجهزة قياس ضغط الدم للأسباب التالية:

١. سهولة الاستخدام.

٢. قلة الكلفة

وأما أعطاله المحتملة فهي:

١. اسوداد الزئبق(تأكسد الزئبق).

٢. ظهور فقاعات هواء في أنبوبة الزئبق نتيجة كميته

٣. ظهور انبعاجات في المنفاخ أو الكيس المطاطي

(ثانيا) جهاز قياس ضغط الدم الإليكتروني الأوتوماتيكي :

تستخدم هذه الطريقة في قسم الطوارئ ووحدات العناية المركزة والعناية بمرضى القلب , ICU CCU حيث يتطلب الدقة في قياس الضغط .وتختلف هذه الطريقة بأنها تستخدم مضخة أوتوماتيكية لملء الطوق بالهواء مع محول طاقة إليكتروني بدلا من السماعة الطبية. ويتضمن الأجزاء الآتية :

١. **المنفاخ والكيس المطاطي:** عبارة عن كيس مصنوع من مادة المطاط يوضع على يد المريض ويتم ملؤه بواسطة المنفاخ ويكون ذا حجم كافٍ.

٢. **محول طاقة يقوم بتحويل الطاقة الميكانيكية (الفيزيائية) إلى إشارة كهربائية (فولتية)** . حيث يقوم بتحويل الضغط المسلط من قبل الدم بصورة مباشرة أو غير مباشرة إلى فولتية كهربائية. وهذا المحول يسمى المقياس المجهادي وهو الجزء الرئيس المستخدم في جهازنا. لأن القوة المؤثرة من قبل الدم لا يمكن تسليطها بصورة سطحية على كافة strain gage .ويستخدم هذا النوع حيث إنه يتكون من أنبوب مطاطي يربط إلى المنفاخ الذي يربط يد المريض . ويدفع ضغط الهواء الموجود في المنفاخ الذي يساوي ضغط الدم إلى الـ Diaphragm وهو عبارة عن غشاء مرن Lastic والذي يؤدي إلى دفع الضاغطة وبدورها سوف تغير خواص المجاهيد الأربعة وحسب طريقة العمل التالية :

يتركب محول الطاقة من أربعة مقاييس إجهاد strain gage. وتربط تلك المقاييس الإجهادية الأربعة بشكل قنطرة وتستون كما تربط بعض المقاومات الصغيرة الإضافية إلى أذرع القنطرة وذلك من أجل الحصول على توازن القنطرة في حالة انعدام الحمل.

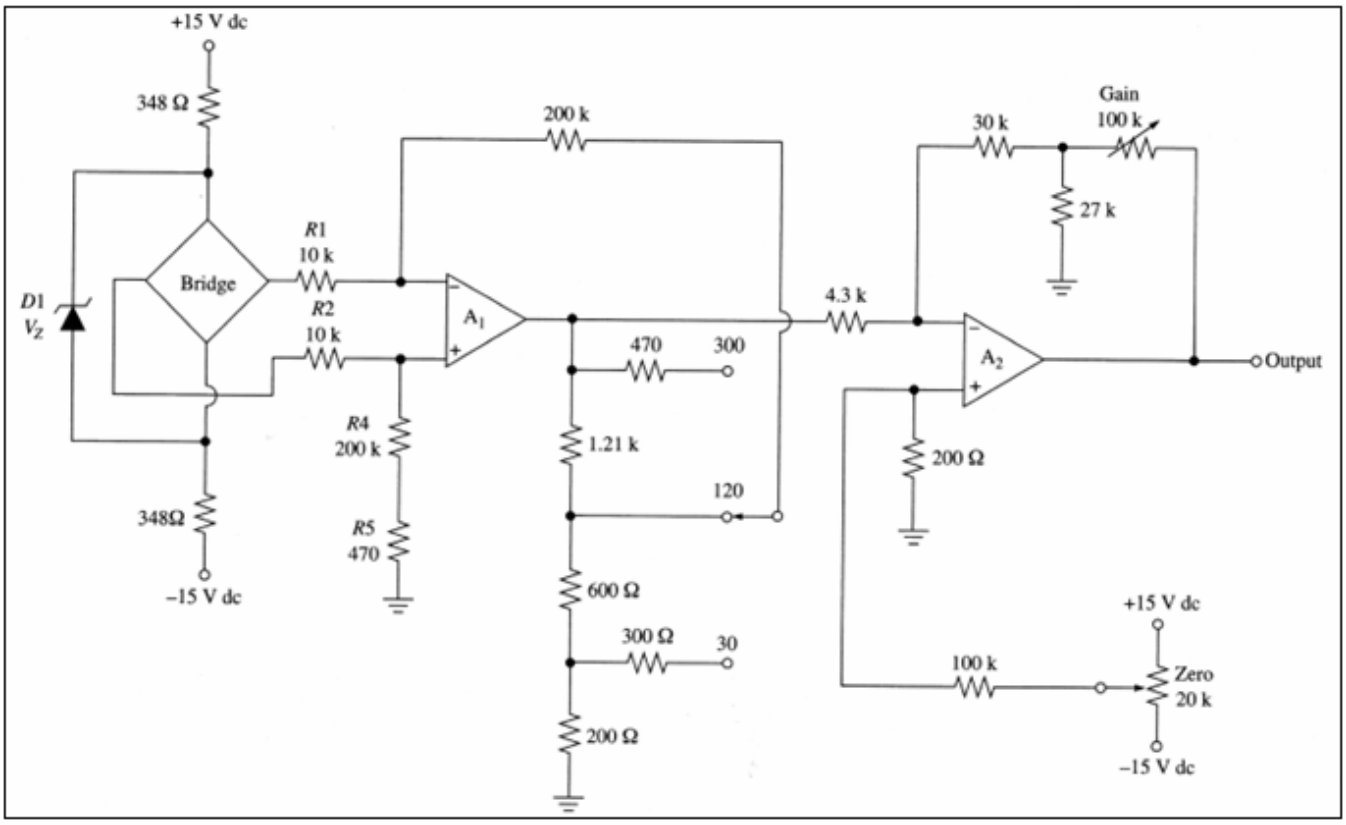
فمقاومة اثنين من المقاييس الإجهادية الأربعة ثابته في حين قيمة المقاومين الآخرين تتغير ان طرديا مع القوة المؤثرة عليهما مما يؤدي إلى تغير في الجهد.

٣ . مكبر الضغط : يقوم بتكبير فرق الجهد المأخوذ من القنطرة في المرحلة السابقة بحيث تكون علاقة خرج هذا المكبر خطية مع قيمة الضغط الحقيقي.

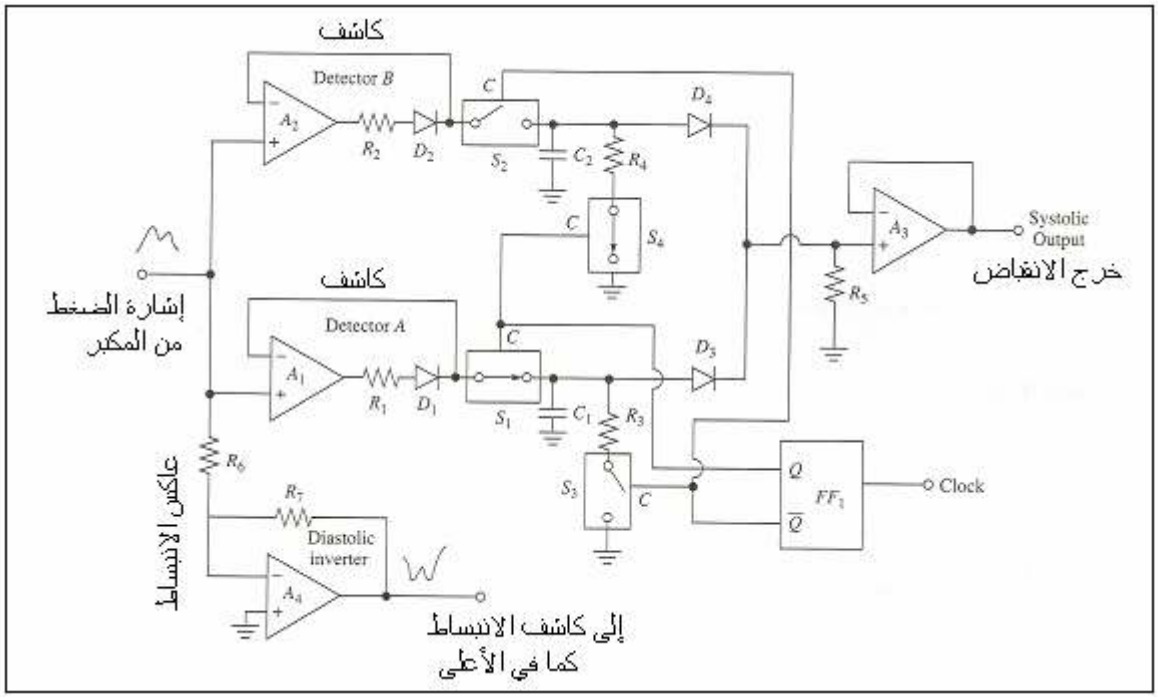
دائرة اكتشاف وحساب قيم الضغوط الانبساطي و الانقباضي وهي مرحلة معاجلة إشارة الضغط.

شكل ٥,٣ يمثل الجزء السابق وهو قنطرة محول الطاقة ومكبر الضغط. أما شكل ٥,٤ فيمثل دائرة اكتشاف وحساب قيم الضغوط الانبساطي و الانقباضي.

فتعرض الفولتية إلى رقمية: يحول القيمة التماثلية إلى قيمة رقمية بحيث يستطيع المعالج الدقيق التعامل معها فتعرض على شاشة الجهاز.



شكل ٥,٣ الدائرة الإكترونية لقنطرة محول الطاقة ومكبر الضغط.



شكل ٥,٤ دائرة اكتشاف وحساب قيم الضغوط الانبساطي و الأنقباضي.

طريقة الاستخدام :

١. يتم ملء الطوق بالهواء عن طريق مضخة أوتوماتيكية للضغط على الشريان . حتى يصبح ضغط الهواء داخله أعلى من الضغط العالي (الانقباضي) عندها يتم إطفاء المضغة أوتوماتيكيا.

٢. بعد ذلك يقوم محول الطاقة الإليكتروني بالإحساس بأي تغير في ضغط الشريان عن طريق استخدام مبدأ الاهتزاز (Oscillation) حيث إن أعلى قيمة لسعة الاهتزاز تكون عند متوسط ضغط الشريان (Mean Arterial Pressure MAP) ثم يقوم المعالج الدقيق بحساب القيم الأخرى.

٣. بعد الانتهاء من القياس يتم تسريب الهواء من خلال صمام التصريف وتسجيل هذه القراءة باستخدام المعالج الدقيق وتخزينها وعرضها على الشاشة كقراءات.

شكل ٥,٥ جهاز قياس ضغط الدم الإلكتروني

٢ - الطريقة المباشرة لقياس ضغط الدم :

تحدثنا في الفقرة السابقة أن طريقة قياس ضغط الدم غير المباشرة بأنها سهلة الاستعمال وآمنة ولكن يوجد لتلك الطريقة عيوباً حيث إنها لا تمكن من تسجيل التغيرات التي تطرأ على الضغط وفي وقت واحد بالإضافة إلى أنها تقيس فقط ضغط الشريان كقيم عددية وليس كتفصيل لشكل موجة الضغط .كما أننا لا نستطيع قياس ضغط الوريد باستخدام تلك الطريقة.

وللحصول على تفصيل لشكل موجة الضغط و قياس ضغط الوريد تستخدم الطريقة المباشرة لقياس ضغط الدم.

فالقياس ألمباشر لضغط الدم يعني قياس ضغط الدم مباشرة داخل جسم الإنسان. وحيث تمتاز هذه الطريقة بالمقارنة مع الطريقة غير المباشرة بالتالي :

١. الدقة في قراءة الضغط .
٢. القدرة على قياس قراءات الضغط المنخفض جداً .
٣. القدرة على القياس المتواصل وبالتالي التمكن من الحصول على شكل موجة الضغط وأيضاً متابعة تغير الضغط .

كما إن لكل طريقة ميزات فإنه توجد أيضاً عيوب فعيوب الطريقة المباشرة هي :

١. وجود خطر على المريض لاستخدام مواد داخل الجسم .
٢. أكثر تكلفة مقارنة بالطريقة غير المباشرة .
٣. تحتاج إلى مهارات خاصة في عملية القياس بعكس الطريقة غير المباشرة بحيث يقوم أي شخص بقياس الضغط لسهولتها .
٤. تستغرق وقتاً أطول لتجهيز جهاز القياس واستخدامه.

وهناك ثلاث طرق لقياس ضغط الدم بالطريقة المباشرة هي :

١. القسطرة Catheterization.

القسطرة هي عبارة عن أنبوب رفيع مرن يمرر خلال الشريان أو الوريد ، ويصل حتى النقطة المرغوبة التي ربما تكون أحد الأوعية الرئيسة أو القلب نفسه. ويستخدم محول الطاقة على رأس أنبوب القسطرة ثم دفعه إلى المكان المراد قياس ضغط الدم فيه . وهذا الجهاز يسمى Catheter Tip Blood Pressure Transducer -.

٢. وضع محول طاقة داخل الشريان من خلال فتحة في الجلد.
٣. زراعة محول طاقة داخل الشريان أو الوريد أو في القلب.

أســئلة

١. ما أهمية معرفة ضغط الدم للطبيب ؟

٢. علام يعتمد ضغط الدم ؟

٣. هناك عدة أنواع لضغط الدم . اذكرها ، مع ذكر قيمة الضغط لكل نوع .

٤. هناك طريقتان لقياس ضغط الدم . اذكرهما ، مع تعريف كل واحدة منهما.

٥. وضح بالرسم تركيب جهاز قياس ضغط الدم غير المباشر مع شرح طريقة استخدامه باختصار .

٦. لقياس ضغط الدم بالطريقة المباشرة عدة طرق ،اذكرها مع الشرح المبسط.

٧. قارن بين قياس ضغط الدم بالطرق المباشرة وغير المباشرة آخذاً بعين الاعتبار ميزات كل طريقة وعيوبها .

أجهزة طبية – ١

المجهر

المجهر Microscope

الجدارة: معرفة المتدرب تكوين المجهر ومبدأ عمله.

الأهداف:

عندما تكمل دراسة هذه الوحدة ستكون قادرا على أن تتعرف على:

١. مبدأ عمل المجهر
٢. مكونات المجهر
٣. المجهر الضوئي
٤. المجهر الإلكتروني

مستوى الأداء المطلوب: أن يصل المتدرب إلى إتقان هذه الجدارة بنسبة 90٪.

الوسائل المساعدة:

- سبورة وأقلام ملونة
- حاسوب.
- وسائل العرض المرئية
- استخدام برنامج Power point.

الوقت المتوقع للتدريب: 4 ساعات

متطلبات الجدارة:

يجب التدرُب على جميع المهارات لأول مرة.

مقدمة :

حجم الخلية صغير جدا فتتراوح أبعادها ما بين µm ١ حتى ٢٠٠µm . وخلايا الدم الحمراء ذات عرض ٧,٥ ميكرومتر، وهي أكبر بمئة مرة من حجم خلايا البكتيريا. وحتى يتسنى لنا تمييز تلك الخلايا ومشاهدتها فإننا بحاجة إلى أداة عملية لها القدرة على تكبير وتوضيح العينات الصغيرة جداً وبالذات التي لا ترى بالعين المجردة تلك الأداة هي المجهر (المايكروسكوب) Microscope .

تقسم المجاهر حسب التقنية المستخدمة إلى قسمين رئيسين هما :

- مجاهر ضوئية Light Microscopes
- مجاهر إلكترونية Electron Microscopes

تعتمد المجاهر الضوئية في التكبير على أمرين، هما : الضوء، والاستفادة من خاصية العدسات ومقدرتها على تكبير الأجسام. أما المجاهر الإلكترونية فإن أساس العمل بها هو "قذف" العينة المشاهدة بشعاع إلكتروني. ويمتاز المجهر الإلكتروني بقوة تكبير أعلى من قوة تكبير المجهر الضوئي.

ونستطيع أن نرى الأشياء باستخدام المجهر الضوئي الذي يستخدم الضوء مصدراً له بقوة تكبير تصل لحد ١٠٠٠ مرة تقريبا، وتغيب بعد هذه القوة من التكبير كل التفاصيل الدقيقة في الصورة، ويمكن رؤية أصغر مسافة بين نقطتين أو جسمين (قوة التباين) بهذا التكبير في حدود ٠,٣ ميكرون. ويمكن مشاهدة البكتيريا باستخدام تلك المجاهر.

والإلكترونات المستخدمة في المجهر الإلكتروني تتميز بأطوال موجات قصيرة تجعل قوة التباين بها كبيرة مما يجعلنا نستطيع أن نرى المسافات بين نقطتين تصل إلى ،...٢. ميكرون (٢٠ - ٤٠ نانوميتر تقريبا)، لذلك كانت قوة التكبير يمكن أن تصل إلى نصف مليون مرة (٥٠٠,٠٠٠)لذلك يستخدم المجهر الإلكتروني لمشاهدة الكائنات الأصغر من البكتيريا مثل الفيروسات.

لذا فمهمة المجهر مهما اختلفت الصناعة أو التقنية هي تكبير الأجسام الصغيرة التي لا ترى بالعين المجردة.

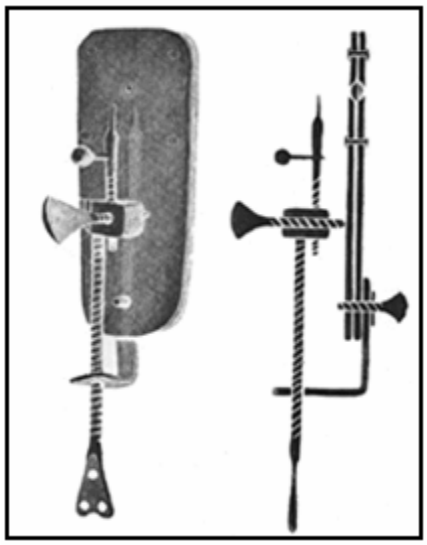
٦,١ المجهر الضوئي :

أول مجهر تم اخترعه على يدي انطون فان ليفنهوك سنه ١٦٧٤ الذي عمل كتاجر نسيج بهولندا وهوايته كانت صقل العدسات الزجاجية ومشاهدة كائنات حية صغيرة الحجم. فهذه كانت عمليا

أول مرة يشاهد فيها الباحثون كائنات حية دقيقة. وشكل ٦,١ يمثل صورة لمجهر ليفنهوك.

قام ليفنهوك بتوثيق مشاهدته وقام بمكاتبة اللجنة الملكية في لندن . في رسالته الأولى قام بوصف ما رآه في بركة مائية. وقد كتب" سيدي، بعيدا عن مدينتي توجد بركة مائية ذات أرضية مستنقعية. في الشتاء ماء هذه البركة صافي جدا وفي الصيف تنقلب إلى حالة عكرة جدا وكتل خضراء تطفو على سطح الماء... قمت بغرف الماء ونظرت إليه عبر عدساتي الزجاجية وشاهدت حيوانات صغيرة كثيرة (وصفها ليفنهوك بالحيوانات الصغيرة -animalcule)بعضها كروي الشكل والأخرى طويلة الشكل... كثير من هذه الحيوانات تسير بسرعة قصوى لكل اتجاه ،أعلى ،واسفل،وإلى الجوانب وحول نفسها أيضاً.

منذ ذلك الوقت وحتى اليوم تطور هذا المجال بسرعة واليوم هنالك مجاهر متطورة جدا يمكنها تمييز مكونات داخل الخلايا.



شكل ٦,١ يمثل صورة لمجهر ليفنهوك.

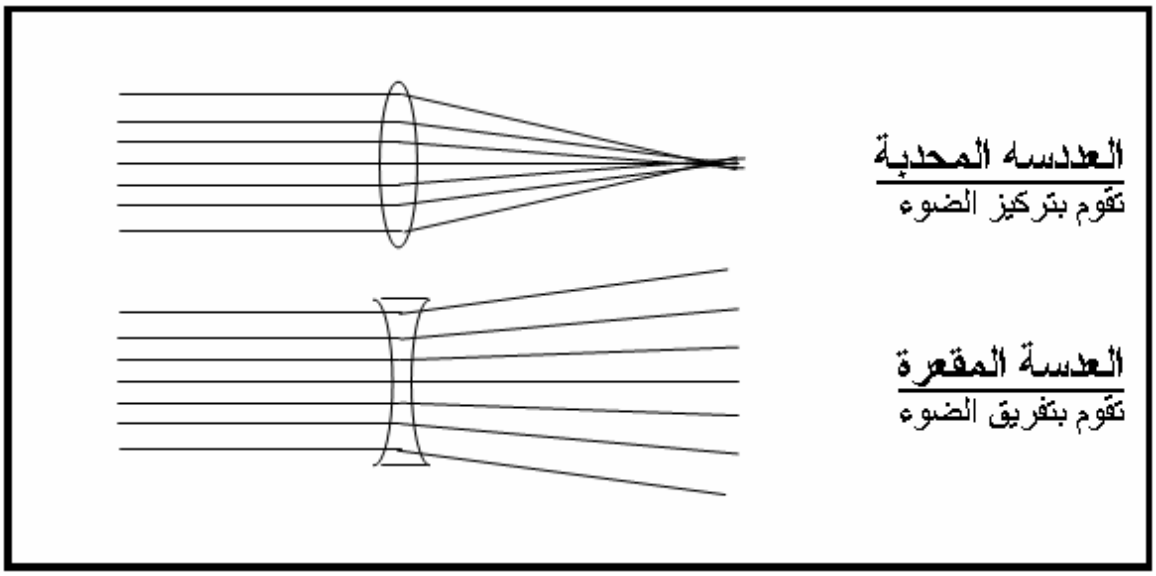
٦,١,١ مبدأ عمل المجهر الضوئي:

مبدأ العمل للمجهر الضوئي كامن في الظاهرة التي يقوم الضوء بتغيير اتجاه مساره عندما يقوم بالمرور من وسط إلى آخر ، فعندما يمر الشعاع الضوئي من الهواء إلى العدسة الزجاجية فإنه "ينكسر" ويتغير اتجاهه، مثلا يحدث هذا عندما يمر الضوء من الهواء إلى الزجاج أو الماء والعكس صحيح.

فلكل مادة (أو وسط) هنالك معامل انكسار(Refractive Index) الذي يحدد كمية الانكسار

وزاوية الانكسار للشعاع الضوئي والذي يحدد حسب كثافة المادة (أو الوسط). وانكسار أشعة الضوء هو أحد الظواهر الهامة في علم المرئيات والعامل المهم في هذا العلم هو العدسات Lensesالزجاجية.

تعمل العدسة حسب مبدأ الانكسار فعند مرور الضوء من الهواء إلى العدسة Lens فإن الضوء ينكسر ويغير اتجاهه حسب نوعية سطح تلك العدسة. وهناك نوعان من العدسات: العدسة المحدبة التي تقوم بتجميع أشعة الضوء ، والعدسة المقعرة التي تقوم بتفريق الأشعة الضوئية.



شكل ٦,٢ كيفية انكسار الضوء في كلا العدستين: المحدبة والمقعرة

٢. العدسات Lenses :

العدسة المحدبة هي التي تستطيع تكبير الأجسام الموضوعة أمامها وذلك في حالتين فقط :

الحالة الأولى: أن يكون موضع الجسم قبل البؤرة فتكون له صورة تقديرية معتدلة مكبرة.

الحالة الثانية: أن يقع الجسم خلف البؤرة بمسافة تقل عن ضعف البعد البؤري فتكون له صورة مكبرة حقيقية مقلوبة وكلما قرب الجسم من البؤرة زادت قوة التكبير.

أما إذا كان الجسم على البؤرة فإن الصورة لا تتكون أبد.

والمجهر يحتوي على عدستين جامعتين (العدسة الجامعة هي العدسة المحدبة). والعدسة القريبة من

الجسم تسمى عدسة شيئية ، وهي تصنع صورة مكبرة حقيقية ومقلوبة. العدسة الثانية تسمى بالعدسة العينية (وهي أقرب إلى العين) وتستعمل كعدسة مكبرة التي يتم خلالها النظر إلى العينة الموضوعة.

٦,١,٢ أجزاء المجهر الضوئي:

يتكون المجهر الضوئي (انظر الشكل a ٦,٣) من الأجزاء التالية:

١. مصدر ضوئي: مصدر ضوئي داخلي أسفل المجهر حيث إن لكل مجهر جهاز إضاءة أو مصدر ضوئي خاص به. يجب إضاءة هذا المصدر وتوجيه شدة الضوء بواسطة ضابط موجود في الجهة اليسرى لقاعدة المجهر. ومن أهم المصادر الضوئية المستخدمة في المجهر الضوئي :

- المصابيح ذات الخيوط التنجستينية ، وتمتاز بأنها تعطي ضوءاً حاداً بالإمكان التحكم في شدته بسهولة .
- المصابيح الهالوجينية ، وهي عبارة عن مصابيح تحتوي على غاز اليود وتمتاز هذه المصابيح بضوئها الوهاج وحرارتها اللونية العالية مما يستلزم توفير التهوية الجيدة.
- المصابيح ذات أقواس الزئبق عالية الضغط . وهي تضمن الحصول على ضوء أحادي اللون وبالذات اللون الأخضر الذي يمتاز بطول موجته (٥٤٦ نإنومتر) وهذا المصباح مفيد في عمليات الإثارة في المجاهر الفلورسنتية.

٢. مركز ضوئي: وظيفته تركيز الضوء حتى يتم تقوية شدة الإضاءة على جسم العينة التي نود مشاهدتها.

٣. الحاجب (Diaphragm): يقوم بتحديد كمية الضوء التي تصل العينة. فبواسطة تغيير فتحة الحاجب يمكن التحكم بشدة الإضاءة.

٤. طاولة العمل: توضع عليها العينة (فوق المصدر الضوئي). على تلك الطاولة هناك مكابس وظيفتها تثبيت العينة (الشريحة) وهذا الجزء ممكن تحريكه أفقياً أو رأسياً .

٥. العدسات الشيئية (objectives) مصنفة لتكبيرات مختلفة (أربع عدسات مختلفة). حيث إن العدسة الصغرى تكبر بمقدار X4 .والعدسة الكبرى تقوم بتكبير x100 .

٦. العدسات العينية (Ocular) – هذه العدسات تكبر الجسم (العينة) بعشر مرات.

٧. برغيان لتوجيه البؤرة (توضيح الصورة): برغي تركيز(focus) فظ - يمكن بواسطته تحديد

التركيز الملائم عبر تغيرات كبيرة ببعد العدسة من طاولة العمل.

٣. ٨. برغي تركيز حساس – يمكن بواسطته تحديد التركيز الملائم عبر تغييرات طفيفة جدا ببعد العدسة عن طاولة العمل.

قوة تكبير المجهر الضوئي= قوة تكبير العدسة العينية × قوة تكبير العدسة الشيئية.

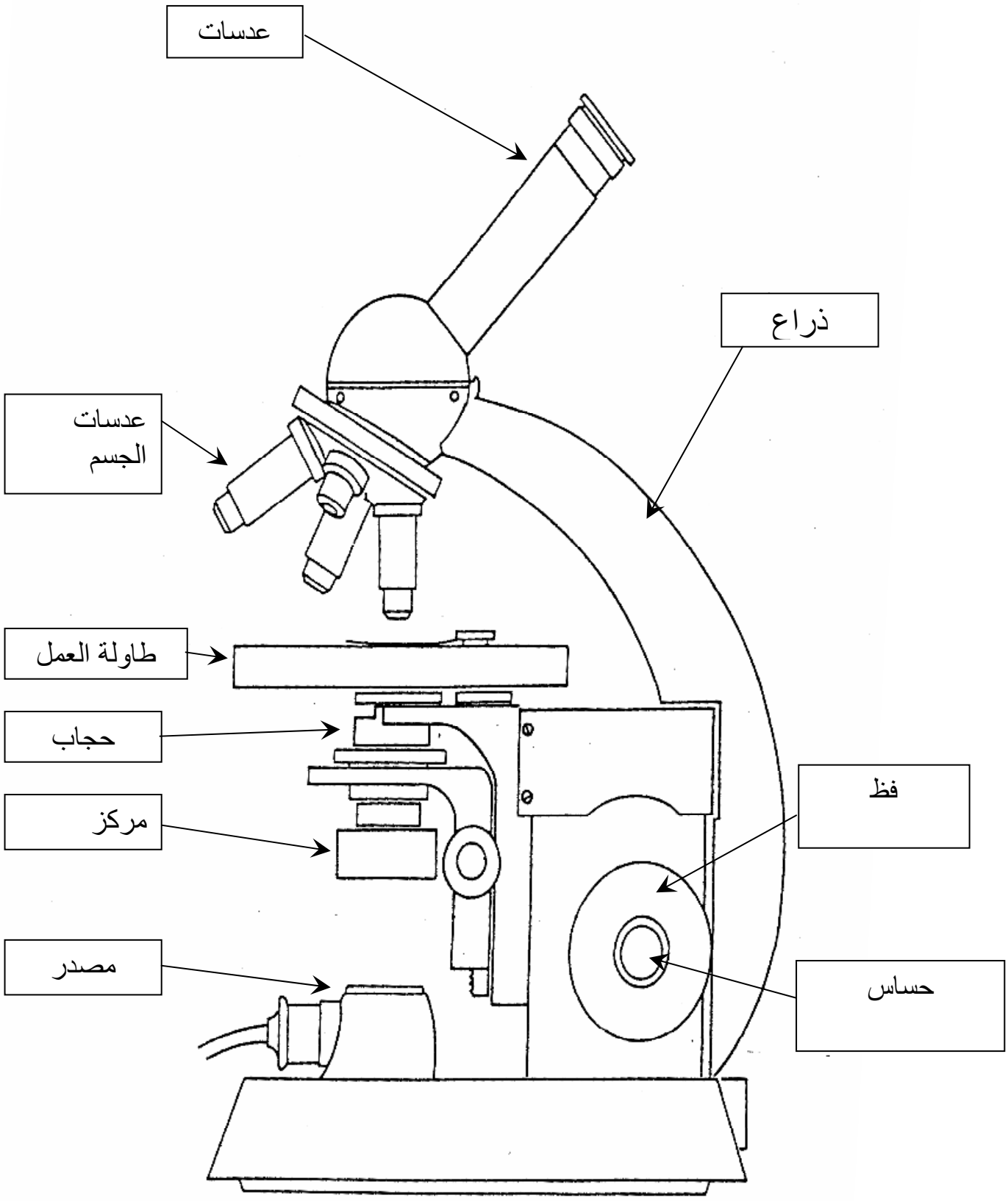
مثال:

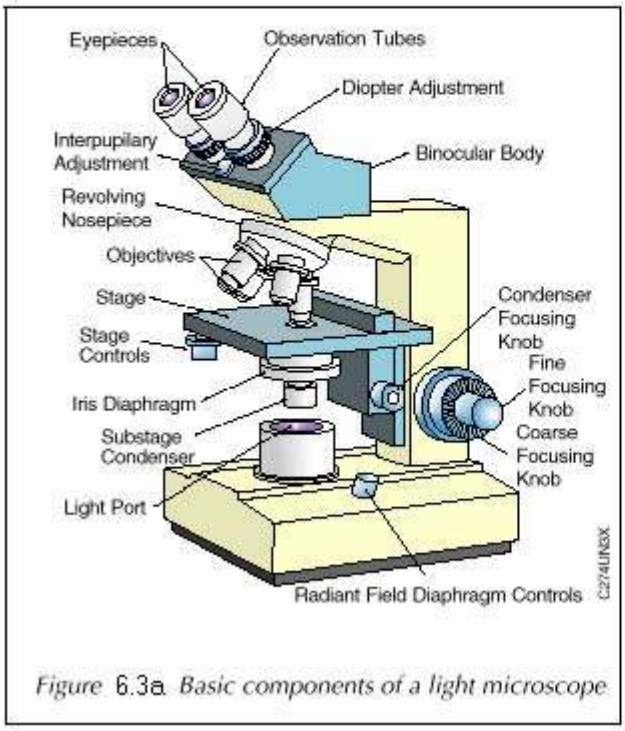
إذا علمت أنه قد تم تكبير العينية المفحوصة ١٠٠٠ مرة احسب قوة العدسة الشيئية إذا علمت أن قوة العدسة العينية ٢٠؟

قوة تكبير المجهر الضوئي= قوة العدسة العينية×قوة العدسة الشيئية.

١٠٠٠=٢٠× قوة العدسة الشيئية

قوة العدسة الشيئية = ١٠٠٠÷٢٠= ٥٠


عدسات
ذراع
عدسات الجسم
طاولة العمل
حجاب
مركز
مصدر
فظ
حساس



شكل ٦,٣ المجهر الضوئي

٦,١,٣ أنواع المجاهر الضوئية المركبة :

١ - المجهر المقلوب : Inverted Microscope

ويُعد مجهراً ضوئياً اعتيادياً لكنه مصمم بشكل خاص ليؤدي غرضاً خاصاً. وهذا النوع يصلح لدراسة الخلايا والأنسجة المزروعة التي توضع في أطباق حيث يمكن مشاهدة ومتابعة ما يحدث من تطورات وتغييرات للخلية وهي مازالت حية. ويعتمد المجهر المقلوب على جعل الضوء اللازم لإضاءة العينة يسقط عليها من أعلى. أما العدسات الشيئية فتكون أسفل الجزء المتحرك من المجهر.

٢ - **مجهر الحقل المظلم :** Dark Field Microscope

حيث تضاء الشريحة بواسطة الضوء غير المباشر الذي يعاني انحرافا أو حيوداً وذلك نتيجة تغطية المصدر الضوئي بقرص معتم باستثناء حافاته بحيث إن العينة لو أزيلت لا يدخل الضوء إلى المجهر وبذلك يصل إلى المجهر الضوء المنعكس عن العينة حيث تبدو أرضيتها سوداء أو معتمة.

ويستعمل هذا النوع من المجاهر لفحص الكائنات الدقيقة في سوائل الأجسام مثل البكتريا والخميرة.

٣ - **مجهر الفلورسنت :** Fluorescent Microscope

هناك بعض المواد لها خاصية امتصاص الموجات الضوئية القصيرة ، مثل ألوان الطيف الأزرق والبنفسجي وفوق البنفسجي مما يتسبب في تهيج تلك المواد وإطلاق طاقة ضوئية. والمجهر الفلورسيني عبارة عن مجهر عادي لكن الإضاءة فيه تتم إما بواسطة الضوء النافذ أو الضوء الساقط . فعند استخدام الضوء النافذ يمر الشعاع قصير الموجة على العينة المصبوغة التي لها القدرة على امتصاص مثل هذا الشعاع فتتهيج وتصدر نوعاً آخر من الإشعاع طويل الموجة الذي يمر خلال العدسة الشيئية فالعدسة العينية مما يؤدي إلى رؤية صورة العينة البراقة.

٤ - **مجهر التداخل :** Interference Microscope

لقد سمي بهذا الاسم لحصول ظاهرة التداخل في الضوء المستعمل لإنارة العينة فالمعروف أن خلية الكائن الحي تحتوي على تركيبات وسوائل ذات معاملات انكسار مختلفة وعند إضاءتها بواسطة الضوء الاعتيادي فإن هذه الأجزاء تبدو بالشدة نفسها فلا تستطيع العين تمييزها بوضوح وذلك لأن العين تميز الضوء المختلف الشدة .ويتم حل هذه المشكلة باستعمال مجهر التداخل .حيث إن الضوء الصادر من المصدر الضوئي ينشطر إلى حزمتين من أشعة متوازية تكون موجاتها متساوية في السعة والشدة . وتمر إحدى هاتين الحزمتين خلال العينة في حين لا تمر الأخرى خلالها ويتم جمع هاتين الحزمتين خارجها فيحدث فرق في طور الحزمتين ويعمل المجهر على تحويل هذا الفرق في الطور إلى فرق في السعة الذي يعني فرقاً في الشدة تتمكن العين من تمييزه وبالتالي رؤية أجزاء الخلية بوضوح. ويستعمل هذا المجهر لرؤية النماذج الحية وفحصها في خلية الكائن الحي.

٦,٢ المجهر الإليكتروني :

لقد ظهر المجهر أول ما ظهر لرؤية وتكبير الصور Image والأشياء ObjectsLightبأنواعها المختلفة لكن هذه الرؤية وذلك التكبير كان محدوداً مما أدى إلى البحث عن رؤية أوضح و قوة تكبير عالية جدا ، فظهر ما يعرف بالمجاهر الإلكترونية Electron Microscope (EM)

وذلك لأن رؤية الأشياء بوضوح ومعرفة التفاصيل الدقيقة Fine details للصور والتي تعرف بمصطلح التباين أو قوة التباين Resolution تعتمد على طول الموجات الضوئية المستخدمة للرؤية والتكبير وسط عوامل أخرى في جهاز المجهر.

ويتكون المجهر الإليكتروني من:

مدفع إليكترونات. الإلكترونات المنطلقة تمر بعمود مفرغ تماما من الهواء (حتى لا يعيق مرور الإلكترونات) ، وعند وصول الحزمة تصطدم بالعينة المراد فحصها ، حيث تنتج عدة إشعاعات منها الإلكترونات الثانوية المسؤولة عن إنتاج خيال الصورة.

وتتكون العدسة الإليكترونية من سلك ملفوف عدة لفات يشبه الأنبوب يمر فيه التيار الكهربائي تصل قوته إلى 1 A والمجال المغناطيسي الناتج من مرور التيار الكهربائي يركز بواسطة محفظة حديدية تحيط بهذه اللفات ، ويساعد في تركيز المجال المغناطيسي قطع من الحديد في مركز اللفات تعرف بذات القطع القطبية ويعتمد البعد البؤري لهذا العدسات على قيمة التيار الكهربائي ولذا نستطيع تغيير البعد البؤري عن طريق التحكم في شدة التيار.

وإن مدفع الإلكترونات المستخدم في المجهر الإلكتروني كبديل لمصدر الضوء والذي تتميز بأطوال موجات قصيرة يجعل قوة التباين بها كبيرة مما يجعلنا نستطيع أن نرى المسافات بين نقطتين تصل لحد إلى، ...٢. ميكرون (٢٠ - ٤٠ نانوميتر تقريبا)، لذلك كانت قوة التكبير يمكن أن تصل إلى نصف مليون مرة (٥٠٠,٠٠٠) وأكثر .

بهذه القوة التكبيرية العالية أمكن التعرف على محتويات الخلايا ومكوناتها (عضياتها) وأنويتها وتراكيبها الداخلية ومكونات أغشيتها المختلفة (انظر شكل رقم ٦,٤).

شكل رقم (٦,٤) يبين التراكيب الدقيقة للخلايا ومحتوياتها المختلفة

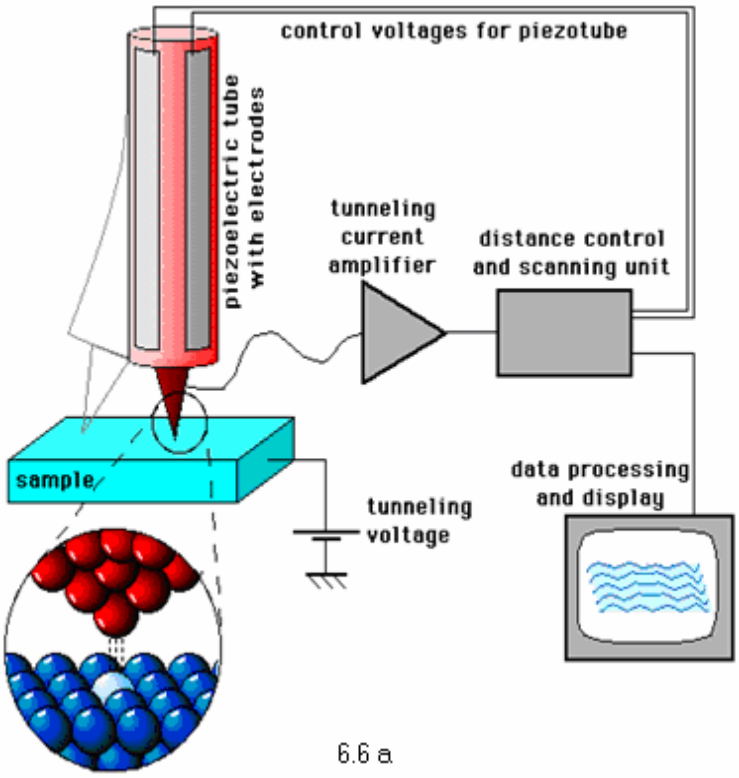
ومن ثم أمكن باستخدام التقنيات المختلفة تحضير العينات Sample بمساعدة المثبتات Fixative والمواد الكيميائية المنظمة Buffer لمشاهدتها ودراستها تحت العدسات الكهرومغناطيسية بالرؤية والتكبير المطلوبين في المجهر الإلكتروني.

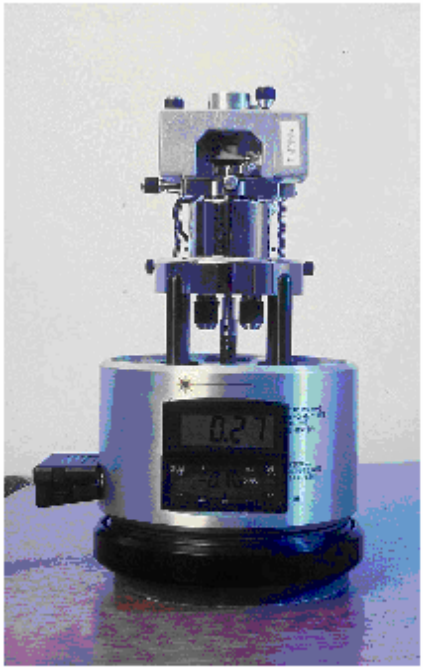
وهناك نوعان من المجاهر الإلكترونية هما :

١. **المجهر الإلكتروني الماسح** Scanning Electron Microscope (SEM)

يقوم هذا المجهر(٦,٦) بمعالجة الحزم الإلكترونية المرتدة من مادة الفحص فهو يبين سطح العينة لأنه ينعكس على سطح العينة ولا يمر من خلالها. فبواسطة هذا المجهر يمكن رؤية ودراسة طبوغرافية وأسطح الخلايا والكائنات الصغيرة والمواد المختلفة وتكوين صور ثلاثية الأبعاد لها كما في شكل رقم (٦,٥) :

شكل رقم (٦,٥) يبين جزء من صورة مجهرية لسطح الخلايا



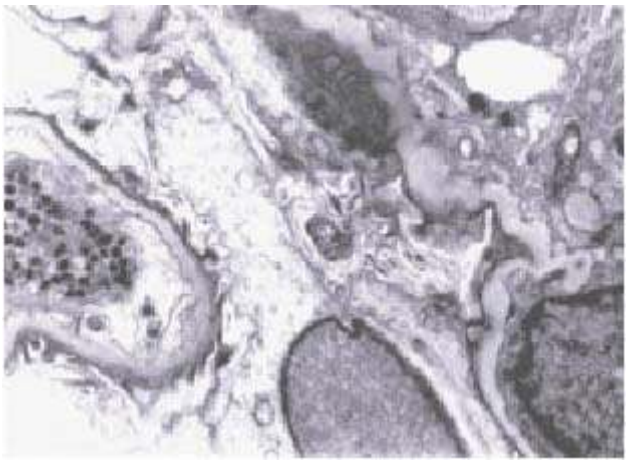


شكل ٦,٦ المجهر الإلكتروني الماسح

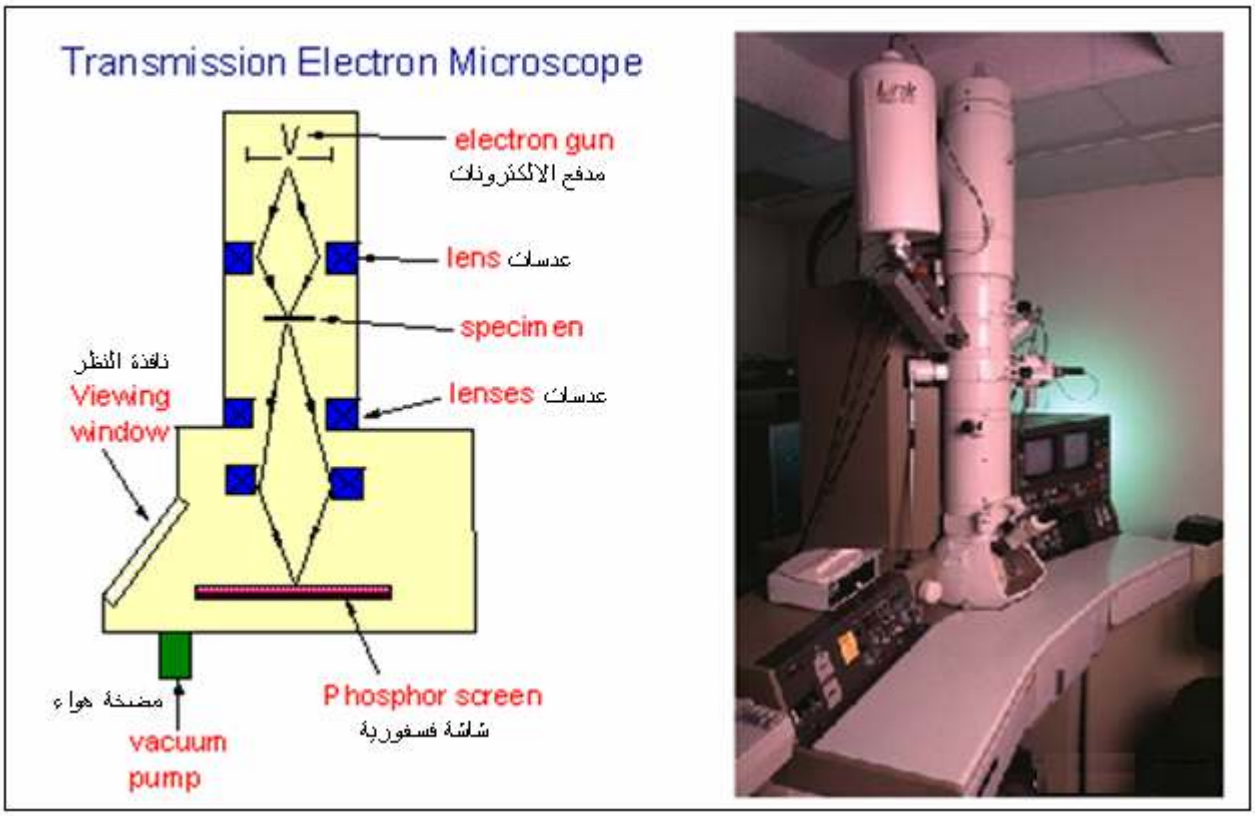
المجهر الإلكتروني النافذ Transmission Electron Microscope (TEM)

يعتمد المجهر الإلكتروني النافذ (شكل ٦,٨) على معالجة الحزم الإلكترونية النافذة من مادة الفحص فهو يبين العينة كاملة لأنه يمر من خلالها

ويستخدم هذا المجهر لرؤية الخلايا ومحتوياتها الداخلية وقطاعات الأنسجة المختلفة فيمكن ملاحظة أدق التفاصيل كما في شكل رقم (٦,٧) .



شكل رقم (٦,٧) جزء من قطاع في صورة مجهرية يبين مكونات الخلايا والأنسجة

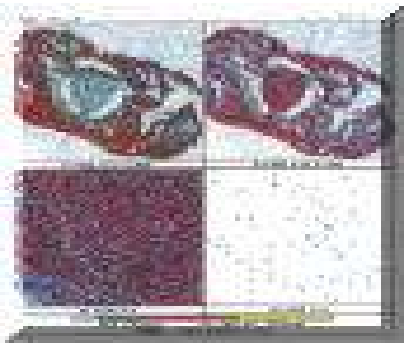


شكل ٦,٨ المجهر الإلكتروني النافذ

وإن استخدام المثبتات والمواد الكيميائية المختلفة في تقنية المجهر الإلكتروني قد تغير في كثير من طبيعة وشكل النسيج إضافة إلى ما فيها من سمية ويعيق الكشف عن محتويات النسيج الكيميائية فظهر ما يعرف بـ:

١ - **تقنية التبريد** Cryo-technique (Freezing technique)

وهي دراسة العينات البيولوجية (شكل ٦,٩) دون استخدام المثبتات أو أية مواد أخرى أو استخدام مواد كيميائية بسيطة، والهدف منها عدم تعريض العينات للمواد الكيميائية والمثبتات والحفاظ عليها ودراسة محتويات الأنسجة الكيميائية والبحث عن وجود مواد دخيلة Localization studies ومن ثم دراستها باستخدام المجهر الإلكتروني، ويستخدم فيها التقنيات التالية:



شكل رقم (٦,٩) يبين خريطة مجهرية تحليلية لبعض من عناصر الخلية

أ - التثبيت بالتبريد المنخفض والسريع (- ٢٠٠م) Cryo-fixation باستخدام جهاز الـ M.M.80 الذي يحوي سائل النيتروجين المبرد Liquid Nitrogen ومرآة معدنية Metal mirror

ب - باستخدام مثبتات بسيطة مثل البارافورمالدهايد

ج - التبريد البديل Cryo-substitution تحت درجة حرارة ـ ٨٠ إلى ـ ٥٠ م باستخدام جهاز الـ C.S. Auto ويتم تثبيت وطمر العينات داخل الجهاز

د - **التقطيع الدقيق بالتبريد** Cryo-ultramicrotomy في وسط سائل النيتروجين، ومن ثم تسخن العينة إلى درجة حرارة الغرفة وتدرس تحت المجهر باستخدام تقنية أشعة X الصادرة من جهاز المجهر الإلكتروني (X-Ray Microanalysis)

٢ - **التحليل الدقيق بالأشعة** EDAX (X-ray Microanalysi)

يتم في هذا التطبيق التعرف على مكونات الأنسجة والخلايا الطبيعية وغير الطبيعية كيميائيا، وله تطبيقات طبية وبيئية واسعة حيث يمكن من خلاله التعرف على المواد الكيميائية والملوثات البيئية وأملاح المعادن التي تصيب وتلوث الخلايا والأنسجة (Localization Studies of tissue elements)

٣ - **تقنية التحليل القياسي (المتري) للأنسجة** Image Analysi

من خلال المجهر الإلكتروني مع الاستعانة بالدراسات الإحصائية المساعدة وبرامج الحاسب الآلي لدراسة أعداد ومساحات وأحجام وقياسات الأنسجة والخلايا وعضياتها.

ملحوظات خاصة بالمجهر الاليكتروني :

١. إن زيادة الجهد يزيد من عدد الإليكترونات وبالتالي تزداد قوة التكبير .

٢. إن مدفع الإليكترونات يعمل بدلا من المصباح الكهربائي في المجهر الضوئي كمصدر إضاءة.

٣. إن العدسات الإليكترونية تعمل عمل العدسات الزجاجية في المجهر الضوئي .

٤. إنه لابد من وجود تبريد للمجهر الإليكتروني لوجود الحرارة الناتجة من استخدام الجهد العالي .

٥. يستخدم المجهر الإليكتروني لرؤية تفاصيل الفيروسات والتركيبات الخلوية التي لا يمكن رؤيتها باستخدام المجهر الضوئي .

٦,٣ مجهر العمليات :

يحتاج الطبيب لهذا المجهر(شكل ٦,١٠) في العمليات الجراحية عندما تكون الجراحة دقيقة كجراحة الأعصاب أو الأوعية الدموية. وعمل هذا المجهر كعمل المجهر الضوئي. ويمتاز هذا المجهر بالتالي:

- يحتوي على عدسة واحدة فقط لكل عين
- تكبير قليل ١٠ إلى ٢٠ مرة.
- متحرك . يمكن تحريكه بسهولة
- تحكم ذاتي بتركيز الأشعة وذلك لكي لا ينشغل الطبيب الجراح بذلك.

Operating microscope in use during surgery

شكل ٦,١٠ مجهر العمليات

أســئلة وتمارين

١. عرف المجهر .

٢. مم يتركب المجهر الضوئي المركب ؟

٣. عدد أنواع المجهر الضوئي المركب واشرح واحدا منها.

٤. قارن بين المجهر الضوئي المركب والمجهر الإليكتروني .

٥. إذا علمت أنه قد تم تكبير العينية المفحوصة ١٠٠٠٠ مرة احسب قوة العدسة الشيئية إذا علمت أن قوة العدسة العينية ٤٠.

٦. ما ميزات مجهر العمليات؟

أجهزة طبية – ١

جهاز قياس الحرارة

جهاز قياس درجة الحرارة Thermometer

الجدارة: معرفة المتدرب تكوين جهاز قياس درجة الحرارة و مبدأ عمله.

الأهداف:

عندما تكمل دراسة هذه الوحدة ستكون قادرا على أن تتعرف على:

١. الوحدات المستخدمة لقياس درجة حرارة جسم الإنسان
٢. أنواع المقاييس الحرارية الطبية.
٣. مكونات أجهزة قياس الحرارة الإلكترونية.
٤. مبدأ عمل أجهزة قياس الحرارة الإلكترونية.

مستوى الأداء المطلوب: أن يصل المتدرب إلى إتقان هذه الجدارة بنسبة 95٪.

الوسائل المساعدة:

- سبورة وأقلام ملونة
- حاسوب.
- وسائل العرض المرئية
- استخدام برنامج Power point.

الوقت المتوقع للتدريب: ساعتان.

متطلبات الجدارة:

يجب التدرُب على جميع المهارات لأول مرة.

مقدمـة :

عند مراجعة أي شخص للطبيب سواء كان ذلك في المستوصف أو حتى في المستشفى فإن من أول الفحوصات التي يأمر بها الطبيب هو قياس درجة حرارة المريض و قياس ضغطه. كما أن درجة الحرارة تقاس وبشكل متواصل للمريض الذي يكون تحت المراقبة المستمرة سواء كان ذلك في غرفة العناية المركزة أو في غرفة الإنعاش بعد إجراء العمليات الجراحية. وان انخفاض درجة حرارة المريض أو ارتفاعها عن معدلها الطبيعي هو مؤشر على وجود خلل ما في أداء جهاز أو أكثر من الأجهزة المكونة لجسم الإنسان. وفي هذه الوحدة سنتطرق إلى كيفية قياس درجة حرارة المريض.

٧,١ قياس درجة الحرارة Temperature measurement

الحرارة شكل من أشكال الطاقة، وصفة من صفات المادة وتعرف الحرارة بأنها قياس مقدار سخونة الجسم. ويمكننا أن نقدر تلك السخونة عن طريق الإحساس ، فمثلا نستطيع إن نقارن بين سخونة الأجسام ، فنقول إن هذا الجسم أسخن أو أبرد من ذلك الجسم. لكن قياس درجة الحرارة بواسطة الإحساس لا يمكننا من الكشف عن فروق صغيرة في سخونة الأجسام وهذا يدفعنا إلى القول : إن الإحساس بالحرارة وسيلة غير دقيقة لتقدير سخونة الأجسام ، فالطبيب لا يكتفي بوصف سخونة المريض و إنما يحتاج إلى أن يحدد وبدقة مقدار تلك السخونة. لذا فهو بحاجة لوسائل لها القدرة على قياس درجة حرارة المريض بشكل دقيق.

وتوجد وحدتان مستخدمتان لقياس درجة حرارة جسم الإنسان:

١ - **التدريج المئوي سلسيوسي** (Celsius degree) : في هذا التدريج تقسم المسافة إلى مئة قسم من الأقسام المتساوية. وإن القسم من هذه الأقسام هو وحدة قياس درجة الحرارة في هذا المقياس. وتسمى وحدة القياس درجة مئوية(سليسيوس) ويرمز لها بالرمز م^{o} - Co. في هذا التدريج تكون درجة الصفر المئوي (T=0 oC) هي درجة تجمد الماء ودرجة مئة(T=100 oC) هي درجة غليان الماء.

٢ - **التدريج الفهرنهايتي** (Fahrenheit degree) : في هذا التدريج تقسم المسافة إلى 180 قسماً من الأقسام المتساوية ويمثل القسم من هذه الأقسام وحدة قياس درجة الحرارة وتسمى درجة فهرنهايت ويرمز لها بالرمز فـ Fo - o وفي هذا التدريج تكون درجة
(T=32 oF) هي درجة تجمد الماء ودرجة (T=212 oF) هي درجة غليان الماء.
العلاقة بين التدريجيين تعطى بالعلاقة التالية:

$$T(C^o) = \frac{(F^o - 32)*100}{180} = \frac{5}{9}(F^o - 32)$$

٧,٢ أنواع المقاييس الحرارية الطبية:

١. المقاييس الحرارية الزئبقية :

تعتمد نظرية عمل مقياس (ميزان) الحرارة الزئبقي على التمدد الحجمي للزئبق. وتتكون مقاييس الحرارية الزئبقية من مستودع لحفظ الزئبق متصل بأنبوبة شعرية زجاجية مدرجة وعند ارتفاع درجة الحرارة يبدأ الزئبق بالتمدد ألحجمي ويرتفع على طول الأنبوب المدرج بحسب درجة حرارة المريض. وتمتاز مقاييس الحرارية الزئبقية الطبية بضيق في الأنبوب الشعري لمنع الزئبق من الرجوع إلى مستودع الزئبق بعد أخذ القراءة مباشرة لكي يتمكن الطبيب من معرفة درجة حرارة المريض وعند الحاجة لأخذ قراءة أخرى يقوم الطبيب برج المقياس حتى يرجع الزئبق إلى المستودع.
ومدى المقياس الحرارة الطبي يتراوح ما بين 35^o و 42^o مئوية.

٢. المقاييس الحرارية الإلكترونية:

نحتاج أحيانا إلى قراءة مستمرة لدرجة حرارة المريض وعرضها على جهاز المراقبة المستمرة سواء كان ذلك في غرفة العناية المركزة أو في غرفة الإنعاش بعد إجراء العمليات الجراحية. في هذه الحالة لا يمكننا استخدام النوع السابق لقياس درجة الحرارة والذي يعتمد على تمدد الزئبق داخل المقياس الحراري بل يتم استخدام مقياس الحرارة الإلكتروني.
كما يستخدم هذا النوع لقياس درجة حرارة المريض في أثناء إعطائه التخدير العام ، وعلاج المرضى الذين يعانون من التغير السريع في درجة حرارة الجسم و يستخدم أيضا لقياس درجة حرارة الجسم

خارجياً عن طريق الجلد أو داخلياً لقياس درجة حرارة الأعضاء الداخلية في الجسم مثل الحنجرة والمعدة من خلال مجسات خاصة لهذا الغرض.

وتمتاز المقاييس الحرارية الاليكترونية بدقة وصغر الحجم وحساسية لتغير درجة الحرارة الجسم.

تعتمد فكرة مقياس الحرارة الإلكتروني على تحويل الطاقة الحرارية إلى كمية كهربائية يمكن تسجيلها ومعالجتها وبالتالي قراءتها بسهولة.

يتم تحويل الطاقة الحرارية إلى كمية كهربائية باستخدام محولات الطاقة (Transducer)

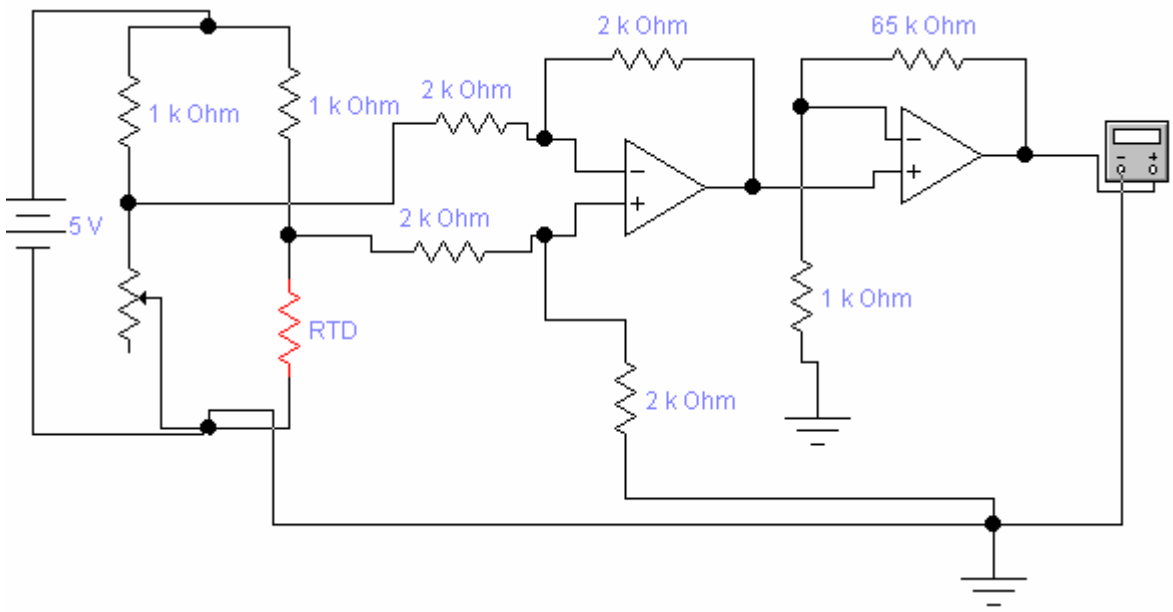
يستخدم في المجال الطبي الأنواع الثلاثة التالية لمحولات الطاقة الحرارية وهي:

١. **المقاوم الحراري المعدني** (RTD):

يعتمد مبدأ عمل المقاوم الحراري المعدني على خاصية ازدياد مقاومة المعادن بازدياد درجة حرارتها. أي إن لها معامل حرارة موجب Positive temperature coefficient (PTC) ويطلق على المقاوم الحراري المعدني اسم كاشف المقاومة الحرارية Resistance temperature Detector (RTD).

ويتكون المقاوم الحراري المعدني(RTD) من معدن البلاتين أو النيكل وغالبا ما يستخدم البلاتين وذلك لأن العلاقة بين الحرارة والمقاومة للبلاتين علاقة خطية. كما يمتازRTD بصغر حجمه وهذه الميزة تمكن من استخدامه في المجال الطبي بوضعه في نهاية إبرة تغرس تحت الجلد. ومن مزايا المقاوم الحراري RTD أن له سعة حرارية قليلة (السعة الحرارية : هي درجة تأثير المقياس على المادة المراد قياس درجة حرارتها) بالإضافة إلى سرعة تأثر المقاوم الحراري بتغير درجة الحرارة.

ولقياس درجة حرارة مادة أو جسم باستخدام RTD يوصل المقاوم الحراري بقنطرة ويتستون ضمن الدائرة الإلكترونية كما في الشكل (٧,١)



شكل (٧,١) الدائرة الإلكترونية الأساسية المكونة لجهاز قياس درجة الحرارة باستخدام RTD

٢. **المقاوم الحراري (الثيرميستور)** Thermistor :

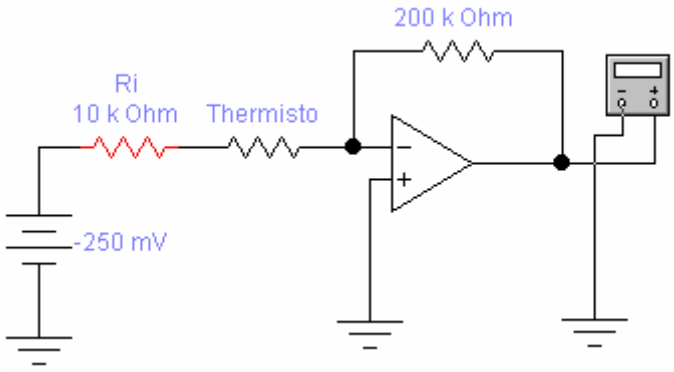
يتكون الثيرميستور من مادة شبه موصلة وتعتمد نظرية عمله على أن المقاومة الكهربائية لأشباه الموصلات تتناقص عندما ترتفع درجة الحرارة أي إن لها معامل حرارة سالب

Negative temperature coefficient (NTC)

والعلاقة بين الحرارة والمقاومة للثيرميستور بشكل عام علاقة غير خطية ولكن على المدى القصير لمقياس الحرارة الطبي والذي يتراوح ما بين35 و 42 درجة مئوية تعتبر تلك العلاقة خطية. أيضاً يمتلك الثيرميستور سعة حرارية صغيرة وتأثراً سريعاً للتغيرات في درجة الحرارة.

أيضا يمتاز الثيرميستور بصغر حجمه وهذه الميزة تمكن من استخدامه في المجال الطبي بوضعه في نهاية إبرة تغرس تحت الجلد.

ولقياس درجة حرارة مادة أو جسم باستخدام الثيرميستور فإنه يوصل ضمن الدائرة الإلكترونية كما في الشكل (٧,٢)



شكل (٧,٢) الدائرة الإلكترونية المبسطة لجهاز قياس درجة الحرارة باستخدام الثيرمستور

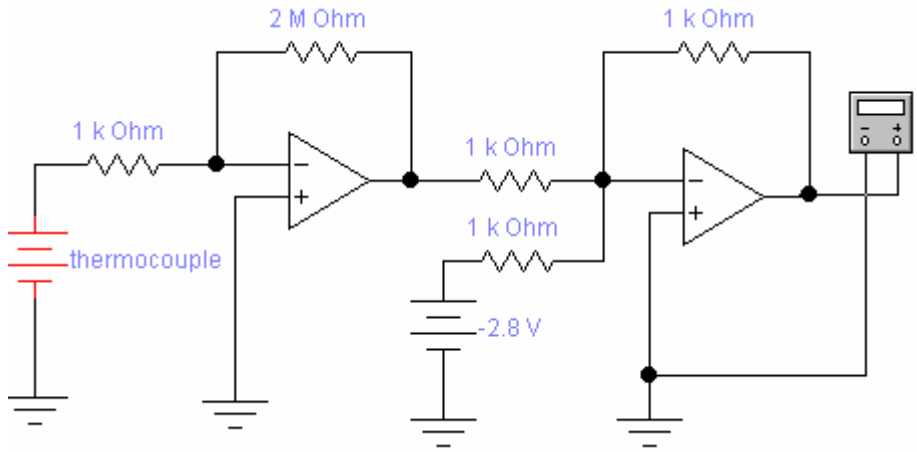
٣. المزدوج الحراري Thermocouple :

يتركب المزدوج الحراري من موصلين من مادتين مختلفتين مربوطين مع بعض في نقطة واحدة.

بما أن التوصيل الحراري لكل مادة مختلف عن الآخر فعندما تسخن نقطة اتصالهما تنشأ نتيجة لذلك قوة دافعة كهربائية بين الطرفين الآخرين (غير المتصلين). تعتمد قيمة القوة الدافعة الكهربائية تلك على نوع المادتين المصنوع منهما الموصلين وعلى درجة حرارة الجسم. فكلما زادت درجة حرارة الجسم زادت قيمة القوة الدافعة الكهربائية.

ويمتاز المزدوج الحراري بامتلاك نقطة اتصال صغيرة جداً ، وهذه الميزة تجعله مناسباً للاستخدام في التطبيقات الطبية . وأيضاً المزدوج الحراري يمتلك سعة حرارية صغيرة وتأثراً سريعاً للتغيرات في درجة الحرارة.

ولقياس درجة حرارة مادة أو جسم باستخدام المزدوج الحراري، يوصل المزدوج الحراري ضمن الدائرة الإلكترونية كما في الشكل (٧,٣)



شكل (٧,٣) الدائرة الإلكترونية المبسطة لجهاز قياس درجة الحرارة باستخدام المزدوج الحراري

شكل(٧,٤) يمثل جهاز قياس درجة الحرارة اللحظية للمريض المستخدم في العيادات وأما شكل (٧,٥) فيمثل جهاز قياس درجة الحرارة المتواصل ويستخدم في غرف المراقبة المستمرة والمراقبة الحثيثة.

شكل(٧,٤) يمثل جهاز قياس درجة الحرارة اللحظية للمريض

شكل(٧,٥) يمثل جهاز قياس درجة الحرارة المستمرة

أســئلة

١. ما تعريف درجة الحرارة؟

٢. ما الوحدات المستخدمة لقياس درجة حرارة جسم الإنسان؟ وما العلاقة بينهما؟

٣. ما مبدأ عمل المقياس الحراري الإلكتروني ؟

٤. ما أنواع المقاييس الحرارية المختلفة في المجال الطبي ؟ اشرح المقياس الحراري الطبي ؟.

٥. عدد فقط أنواع المقاييس الحرارية الإكترونية؟.

٦. ارسم الدائرة الإكترونية المبسطة لجهاز قياس درجة الحرارة باستخدام الثيرمستور؟.

٧. ارسم الدائرة الإكترونية المبسطة لجهاز قياس درجة الحرارة باستخدام المزدوج الحراري؟.

أجهزة طبية – ١

جهاز تخطيط العضلات

جهاز تخطيط العضلات Electromyography

الجدارة: معرفة المتدرب على تكوين جهاز تخطيط العضلات ومبدأ عمله.

الأهداف:

عندما تكمل دراسة هذه الوحدة ستكون قادرا على أن تتعرف على:

١. الأقطاب المستخدمة في تسجيل إشارة تخطيط العضلات EMG
٢. تكوين جهاز تخطيط العضلات
٣. مبدأ عمل جهاز تخطيط العضلات
٤. دوائر معالجة إشارة تخطيط العضلات EMG

مستوى الأداء المطلوب: أن يصل المتدرب إلى إتقان هذه الجدارة بنسبة 90٪.

الوسائل المساعدة:

- سبورة وأقلام ملونة
- حاسوب.
- وسائل العرض المرئية
- استخدام برنامج Power point.

الوقت المتوقع للتدريب: ٣ ساعات.

متطلبات الجدارة:

يجب التدرُب علي جميع المهارات لأول مرة.

مقدمة :

تخطيط العضلات Electromyography(EMG) هي تقنية تساعد على تسجيل الإشارات الكهربائية الناتجة عن انقباض وانبساط العضلات. فالإشارات التي تجتاز العضلات أثناء انقباضها تدعى بتيارات الفعل action currents . ويتم تسجيل إشارات العضلات (EMG) عن طريق وضع الأقطاب السطحية (Surface Electrodes) على سطح العضلة المراد فحصها أو بغرس قطبين موصولين للكهرباء ومعزولين في العضلة المراد تخطيط نشاطها.

وإن تقنية تخطيط العضلات تشكل أداة تشخيص هامة في حالات الرضوض والشلل، لأنها تقرر وجود أو عدم وجود إصابة العصب أو انقطاعه فتعطي بذلك إمكانية التشخيص التفريقي بين الحالات الوظيفية لإعاقة حركة العضلة وبين الحالات العضوية لانقطاع العصب كما تتيح هذه التقنية إمكانية مراقبة تطور حالة المريض.

وتعتبر إشارات تخطيط العضلات إشارات ضعيفة ذات اتساع قليل فيتم تكبير هذه الموجات الصادرة عن تيارات الفعل بواسطة مكبر عمليات فرقي ومن ثم تتم معالجتها ليتسنى للطبيب قراءتها بشكل جيد ومن ثم إعطاء التشخيص الصحيح ووصف العلاج المناسب.

وقبل البدء في شرح عمل جهاز تخطيط العضلات لابد من التذكير بتكوين وفسيولوجية العضلات ومبدأ عملها.

٨,١ فسيولوجيا العضلات Muscle physiology

تعتبر العضلات وسائل لتحويل الطاقة الكيميائية إلى طاقة ميكانيكية، وتستجيب العضلات للتغيرات في المحيط الخارجي وبذلك يتلائم الجسم بحركته أو حركة عضو من أعضائه للظروف الخارجية.

وتتألف العضلة من عدد من الألياف والخلايا. وهناك ثلاثة أنواع رئيسة من العضلات تختلف عن بعضها في التركيب النسيجي والموقع والوظيفة الفسيولوجية ونوع الألياف العصبية المتصلة بها وهي :

١ – العضلات الملساء Smooth muscle

وهي غير مخططة unstriated حشوية (أحشاء) visceral ولا إرادية involuntary.

وتوجد في جدران الأعضاء الداخلية أو الأحشاء وغير واقعة تحت التصرف الإرادي.

٢) **العضلات القلبية** Heart muscles.

تتميز العضلات القلبية باحتوائها على تخطيطات طولية وعرضية مندمجة مع بعضها ولا تقع تحت التصرفات الإرادية. ومزودة بألياف عصبية من الجهاز العصبي الذاتي وتوجد في توجد في القلب فقط .

٣) **العضلات الهيكلية** Skeletal Muscles

العضلات الهيكلية عضلات مخططة striated وإرادية Voluntary. وتتميز أليافها بأنها أسطوانية ذات عدة نوى وهي عضلات قوية تتصل بالعظام وتزود بألياف عصبية جسيمة Somatic nerve fibers. وتعد الأكثر تخصصا بين العضلات Most highly specialized. وتظهر إيقاعات سريعة وقوية وتوجد في الساق و الرأس والجسم.

الليف العضلي :

- يتكون الليف العضلي من اندماج عدد كبير من الخلايا العضلية لذلك فهو يحتوي على عدد كبير من النوى.
- يزود العضلة عصب يتألف من ألياف حسية وألياف حركية.
- تتصل الألياف الحسية بالمغازل العضلية لتحمل الإيعاز العصبي الوارد من العضلة إلى الجهاز العصبي المركزي Central Nervous System(CNS).
- يقوم الجهاز العصبي بإصدار الإيعازات العصبية خلال الألياف الحركية عن مقدار تقلص العضلة المناسب.
- تتصل نهايات الألياف العصبية بأغشية الألياف العضلية بواسطة تركيب خاص يسمى الاندماج العضلي -العصبي Myoneural junction.

الاندماج العضلي -العصبي Myoneural junction

- لا يوجد اتصال بين سايتوبلازم نهاية الليف العصبي و سايتوبلازم نهاية الليف العضلي ولكن توجد فسحة ضيقة بين غشاء الليفين.
- عندما يصل الإيعاز العصبي إلى نهاية الليف العصبي تتحرر من داخل الحويصلات الصغيرة كمية من الاستيلكولين فتجتاز الفتحة بالانتشار البسيط.

- يسبب الاستيلكولين زوال الاستقطاب في غشاء الصفيحة النهائية ثم الساركوليما ومن ثم انتقال موجة من جهد التحفيز(جهد الفعل) Action Potential في الغشاء بسرعة.
- يعقب جهد التحفيز تقلص اللويفات العضلية.

٨,٢ آلية التقلص العضلي Mechanism of muscle contraction

المظاهر الآلية للتقلص العضلي : Mechanical Aspect of Muscular Contraction
سنتناول هنا الظواهر الفيزيائية للعضلات التي ترافق التقلص العضلي كما هو مستمد من التجارب وبخاصة التبدلات في طول العضلة ودرجة توترها وسرعة تقليصها ونوعيته . ولما كانت وظيفة العضلات توليد قوة أو تأدية شغل بالانكماش مقابل قوة كما يحدث عندما نرفع أشياء أو نضغط عليها لذلك تبقى دائما خاضعة للجهاز العصبي الذي يتحكم بنوعية ودرجة التقلص.وأما الوظيفة الثانية فهي ثانوية وتقتصر على توليد الحرارة للجسم .

ولأغراض التنبيه يستخدم جهاز كهربائي يولد رجات (هزات) قصيرة منفردة أو مكررة (شكل ٨,١). يتم تنبه العضلة تنبيها مباشرا بوضع أقطاب المنبه الكهربائي على سطحها مع الاحتياط لمنع انتقال التنبيه عبر الملتقى العصبي - العضلي. ويفضل أن تكون أقطاب التنبيه من أسلاك الفضة المغطاة بطبقة من كلوريد الفضة (Ag_AgCl) ولا ينصح باستعمال أسلاك النحاس لأنه تولد أيونات النحاس (Cu2++) السامة.
وتحدث عملية التقلص بسرعة فائقة فتستغرق النفضة (تقلص واسترخاء) ما يقارب من عشر الثانية. لذلك تسجل التبدلات الآلية Mechanical Changes بواسطة أجهزة حساسة أسمها الكيموجراف Kymograph .
قديما كان الكيموجراف يتكون من عتلة تتصل العضلة بأحد أطرافها ويتصل الطرف الحر الآخر بقلم متحرك. يسجل الطرف المتحرك التبدلات في طول أو توتر العضلة على هيئة رسوم بيانية على ورق متحرك. أما الآن فقد تحسنت طرق التسجيل باستخدام محولات الطاقة الميكانيكية Mechanical Transducer مثل معيار الإجهاد السيليكوني Silicon Strain Gauge والذي تتبدل مقاومته الكهربائية نتيجة تغيرات طفيفة في طوله مما يؤدي إلى تغيير الجهد الكهربائي الواقع عليه. وبذلك

تتحول التبدلات الآلية إلى إشارات كهربائية يمكن مشاهدتها على شاشة العرض الحيوية monitor.

شكل ٨,١ جهاز تحفيز وتخطيط العضلات

٨,٣ العلاقة بين المنبه والاستجابة :

أولا : النفضة (الرعشة) العضلية البسيطة Simple Muscle Twitch

تحدث النفضة (الرعشة) العضلية كما أسلفنا سابقا استجابة إلى رجة كهربائية . وتمر النفضة بثلاث مراحل مختلفة متتالية هي:

١. فترة الكمون Latent Period

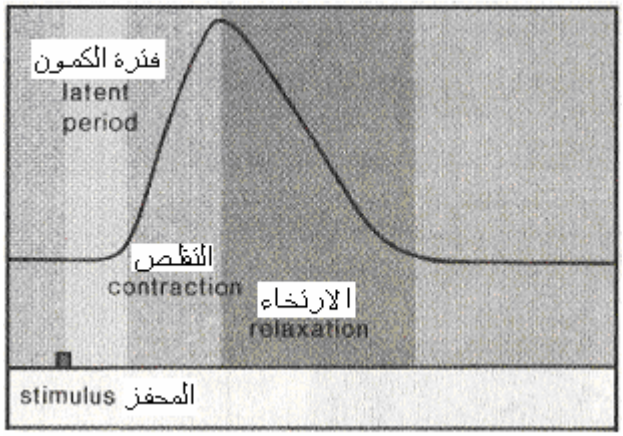
تستغرق هذه الفترة مدة زمنية تتراوح من ٠,٤ إلى ١٠ ملي ثانية. وتمثل هذه الفترة الزمن المستغرق لانتقال التنبيه عبر الملتقى العصبي_العضلي وانتشار جهد فعل وتحرير أيونات الكالسيوم وفق آلية الازدواج التهيجي التقلصي.

٢. طور التقلص Contraction Phase

يدوم هذا الطور المكرس للتقلص الفعلي مدة تصل إلى ٤٠ ملي ثانية ويتزامن معه حدوث انكماش في طول العضلة أو زيادة في توترها.

٣. طور الارتخاء Relaxation Phase

يدوم طور الارتخاء حوالي ٥٠ ملي ثانية، تعود خلالها العضلة إلى طولها أو توترها عندما كانت مستريحة. والشكل(٨,٢) يوضح طور تقلص العضلة في حال تعرضها لمحفز من جهاز تحفيز العضلات الموضح في شكل (٨,١).



شكل ٨,٢ طور تقلص العضلة.

ثانيا : التقلص العضلي Muscle contraction

هناك نوعان من التقلص العضلي: متساوي التوترIsotonic والتقلص متساوي الطول Isometric.

١. التقلص متساوي الطول Isometric contraction: فيه لا يحدث فيه تغيير في طول العضلة وإنما يزداد الضغط أو التوتر بداخلها، ويحدث مثل هذا التقلص عندما تفشل العضلة في رفع ثقل معين، ففي هذه الحالة لا يكون هناك شغل خارجي مبذول، لأن وزن الجسم يكون أثقل مما تستطيع العضلة تحريكه، ولذا يبقى طول العضلة كما هو بينما يرتفع معدل التوتر بداخلها.

٢. التقلص متساوي التوتر Isotonic contraction: وفيه يحدث تغيير في طول العضلة بينما يبقى الضغط أو التوتر بداخلها على حاله. ويحدث مثل هذا التقلص عندما يكون من المتيسر على العضلة رفع ثقل معين.

ثالثا : حالة تدرج التقلص العضلي Stair case

يتألف العصب الذي يجهز العضلات الهيكلية من ألياف محركة وألياف حسية وبأعداد متساوية

تقريبا . وتقع أجسام العصبونات المحركة في القرن الأمامي من المادة السنجابية في الحبل الشوكي. ولما كانت الألياف العضلية تفوق كثيرا عدد العصبيات المحركة فإن العصبونة الواحدة تتصل عن طريق فروعها بعدد من الألياف العضلية يبلغ ٢٠٠ ليف في العضلات الكبيرة و ٥ فقط في العضلة الصغيرة المحركة للمقلة وتسمى المنظومة التي تشمل العصبونة المحركة والألياف العضلية التي تجهزها بالوحدة الحركية Motor unit . وكلما كانت الوحدة الحركية صغيرة كلما كان عمل العضلة دقيقا بالمقارنة مع العضلات الكبيرة . وهذا يحدد الطرح Output العصبي للعصبونات المحركة لقوة تقلص العضلة وقوة الحركة الإرادية . وفي النشاطات الاعتيادية تتناوب الوحدات الحركية في عملها وتؤدي بذلك عملا دون إعياء . ومتى صارت الأعمال المطلوبة أكثر إجهاداً زيد عدد الوحدات العاملة.

وعندما يكون الطرح مناسب العصبي للعصبونات المحركة بطيئا بحدود١ -٥ نبضة في الثانية نحصل على نفضات بسيطة منفردة وبنفس التردد. وبزيادة الطرح من ١٠ إلى ٣٠ نبضة في الثانية نحصل على التحام غير كامل بين النفضات نتيجة للجمع العضلي يرافقه ارتفاع ملحوظ في التوتر ويظهر التقلص على هيئة رعشة مركبة تدعى بالرمح Clouns.

وإذا ما بلغ تردد الطرح ٥٠ إلى ٢٠٠ نفضة في الثانية تستجيب العضلة بتقلص مستمر أقوى من الرمح العضلي ويعرف بالتكزز Tetanus.

٨,٤ جهاز تخطيط العضلات:

تعتبر إشارة تخطيط العضلات بأنها إشارة ضعيفة فلا يتجوز ارتفاعها 5 mV لذا عند تسجيل تلك الإشارة نحتاج لتكبيرها بواسطة مكبر العمليات. كما إن مدى التردد لإشارات تخطيط العضلات يتراوح من ١٠ إلى ٥٠٠ Hz. وتتأثر إشارات العضلات بأنواع متعددة من التشويش أهمها:

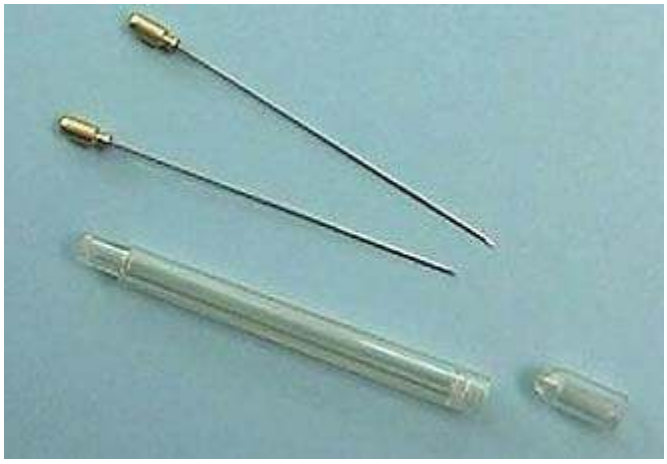
١. تشويش ناتج عن تغير موضح الأقطاب Movement of electrode (motion artifact) وهذا التشويش ذو ترددات منخفضة يتراوح مداها من ٠ -٢٠ Hz ويتم التخلص منه بواسطة مرشح يمرر الترددات المرتفعة بتردد قطع من ١٠ -٢٠ Hz.

٢. تشويش من الأجهزة الكهربائية Electrical noise المحيطة بجهاز تخطيط العضلات وهذا التشويش ذو ترددات مرتفعة مداها أكبر من ٢٠٠ -٥٠٠ Hz ويتم التخلص منه بواسطة مرشح يمرر الترددات المرتفعة بتردد قطع من٢٠٠ -٥٠٠ Hz.

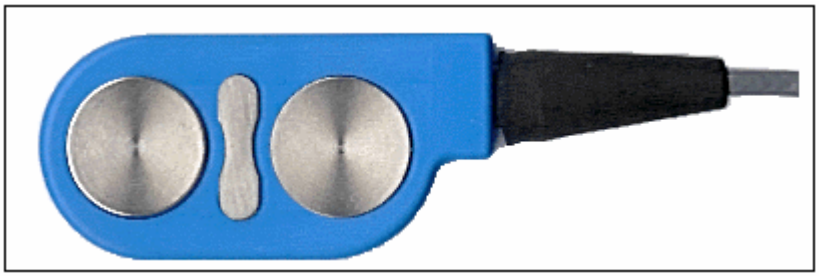
مما سبق نلاحظ إن الفرق بين إشارة تخطيط القلب وإشارة تخطيط العضلات تختلف في مدى التردد و قوة الإشارة. لذلك فالمكونات الرئيسة لكلا الجهازين متشابه من حيث التصميم مع اختلاف القيم كقيمة تكبير الإشارة و قيم ترددات القطع بالنسبة للمرشحات. ويتألف الجهاز بشكل عام من الأجزاء التالية:

١. **الأقطاب** Leads

يتألف الجهاز من ثلاثة أقطاب، قطبان فاعلان وقطب ثالث(مشترك) للتأريض. فإذا كانت العضلة المراد فحصها بعيدة عن سطح الجلد يتم إدخال القطبين في تلك العضلة بواسطة الأقطاب الإبرة (انظر شكل ٨,٣). عدا ذلك تستخدم الأقطاب السطحية وذلك بوضع القطبي على الجلد الملامس للعضلة المراد فحصها. ولتقليل التشويش لا بد من تقريب القطبين من بعضهما قدر الإمكان و لتحقيق ذلك يمكن استخدام أقطاب خاصة مكونة من زوج من الأقطاب كما في الشكل(٨,٤). والقطب الثالث يوضع في مكان خالٍ من العضلات مثل غطاء عظمة الركبةknee cap أو قصبة القدم shin bone.



شكل (٨,٣) أقطاب إبرة لتسجيل إشارة تخطيط العضلات EMG



شكل (٨,٤) أقطاب سطحية لتسجيل إشارة تخطيط العضلات EMG

٢. **وحدة التسجيل والتكبير** Acquisition & amplification

المرحلة الأولى من عملية تخطيط العضلات تبدأ بوصل الأقطاب إلى الجهاز وتحديدا إلى مكبر العمليات التشغيلي. إن عملية تكبير الإشارة EMG ضرورية وذلك لأن ارتفاع تلك الموجات قليل يتراوح من 5mV إلى 10mv. لذلك فنحن بحاجة إلى تكبير بقدر ٥٠٠ مرة (Acl=500)

٣. **المرشحات** Filters

ينحصر عملها في تصفية الموجة من التأثيرات الخارجية التي يمكن أن تؤثر على التخطيط للعضلات ،لأن التأثيرات الجانبية مثل النيونات والأجهزة الأخرى الموجودة في غرفة الفحص لها دور كبير في الحصول على تخطيط خاطئ. ومعلوم أن الترددات التي تحتويها إشارات تخطيط العضلات تتراوح من 10Hz إلى 500Hz. لذلك لابد من ترددات القطع للمرشحات أن تأخذ تلك القيم بعين الاعتبار. وبما أن مدى الإشارة يحتوي على تردد الشبكة (fn=60 Hz) فلا بد من استخدام مرشح قطع Notch filter يقطع تردد الشبكة (fn=60 Hz).

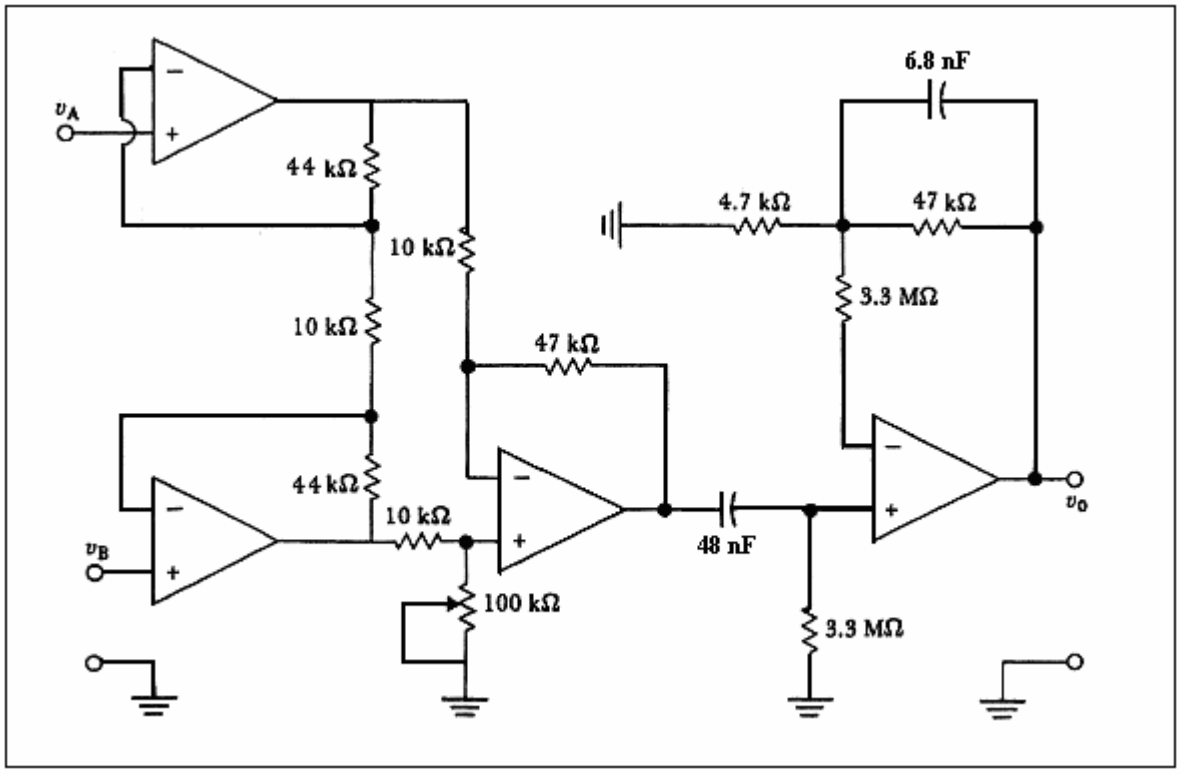
Bandstop & Bandpass filters

تمثل دائرة المكبر والمرشحات (شكل ٨,٥) الدائرة الإلكترونية الأساسية لجهاز تخطيط العضلات فهي تحقق تكبيراً مقداره ٥٠٠ من خلال مكبر العمليات التشغيلي. ويمكن حساب ذلك التكبير كما يلي:

$$A_{cl} = \left(1 + 2\frac{44}{10}\right)\left(\frac{47}{10}\right)\left(1 + \frac{47}{4.7}\right) \cong 500$$

أما المكثف 48 nF و المقاومة ٣,٣ MΩ فيمثلان مرشح تمرير الترددات المرتفعة بتردد قطع ١٠ Hz بينما المكثف ٦,٨ nF و المقاومة ٤٧ KΩ فيمثلان مرشح تمرير الترددات المنخفضة بتردد قطع ٥٠٠ Hz. ويمكن حساب كلا الترددين من العلاقة التالية:

$$f_c = \frac{1}{2\pi RC}$$



شكل (٨,٥) الدائرة الإلكترونية الأساسية لجهاز تخطيط العضلات EMG

٤. وحدة المعايرة Calibration

إن هذا الجزء يعمل بشكل فعال على ضبط الجهاز ومعايرته بشكل سليم قبل البدء بعملية التخطيط ، فإذا صنع موجة مربعة بارتفاع (١mv) تبين أن الجهاز في حالة جيدة .

٥. **نقطة الحساسية** Sensitivity:

إن هذا الجزء مهم جدا في الحفاظ على حساسية الجهاز ، إذ إنه في حالته الطبيعية يصدر (mv١) وباستعمال نقطة الحساسية ، يمكن تكبير الموجة أو تصغيرها بحسب حالة المريض.

٦. **الموقع** Position

ومجمل عمله لضبط المؤشر الحراري .

٧. **المؤشر الحراري** Stylus

إن المؤشر الحراري في جهاز EMG يقوم برسم الموجة على الورق وهو بدقة عبارة عن مقاومة حرارية يمر في داخلها تيار محدود يرفع درجة حرارة الراسم ، ليقوم بعملية الرسم المطلوبة .

٨. الفاصم (المصهر) Fuse

من دوائر الحماية في الجهاز إذ يستخدم دائرة حماية من التيارات والفولتيات العالية وهو بحق وسيلة ناجحة في كل الأجهزة.

٩. **الشاشة** C.R.O

وذلك عند استغناء الطبيب عن الورق أو عدم الحاجة إليه ، للحصول على قراءة مستمرة للتخطيط. وفي الأجهزة الحديثة يتم إدخال الإشارة وعرضها بواسطة الحاسب. مما يعني تحويل الإشارة من إشارة تماثلية إلى إشارة رقمية بتردد تقطيع Sampling frequency(fs) fs=1000Hz بواسطة محول الإشارة التماثلية إلى رقمية A\D Analog to digital converter. ولأن إشارة تخطيط العضلات لا تأخذ شكلا معينا سهل القراءة والتشخيص كما هو الحال في إشارة تخطيط القلب فإن التشخيص الحديث يعتمد على دراسة وتحليل الطيف الترددي للإشارة spectral analysis. لذا فإن معظم أجهزة تخطيط العضلات تعمل ضمن نظام محوسب كما في الشكل (٨,٦)

شكل(٨,٦) نظام محوسب لتخطيط وتشخيص العضلات

أسئلة وتمارين

١. ما أهمية تخطيط العضلات؟

٢. ما أنواع الأقطاب المستخدمة في تسجيل إشارة العضلات؟

٣. ما أهم ميزات إشارة تخطيط العضلات EMG؟

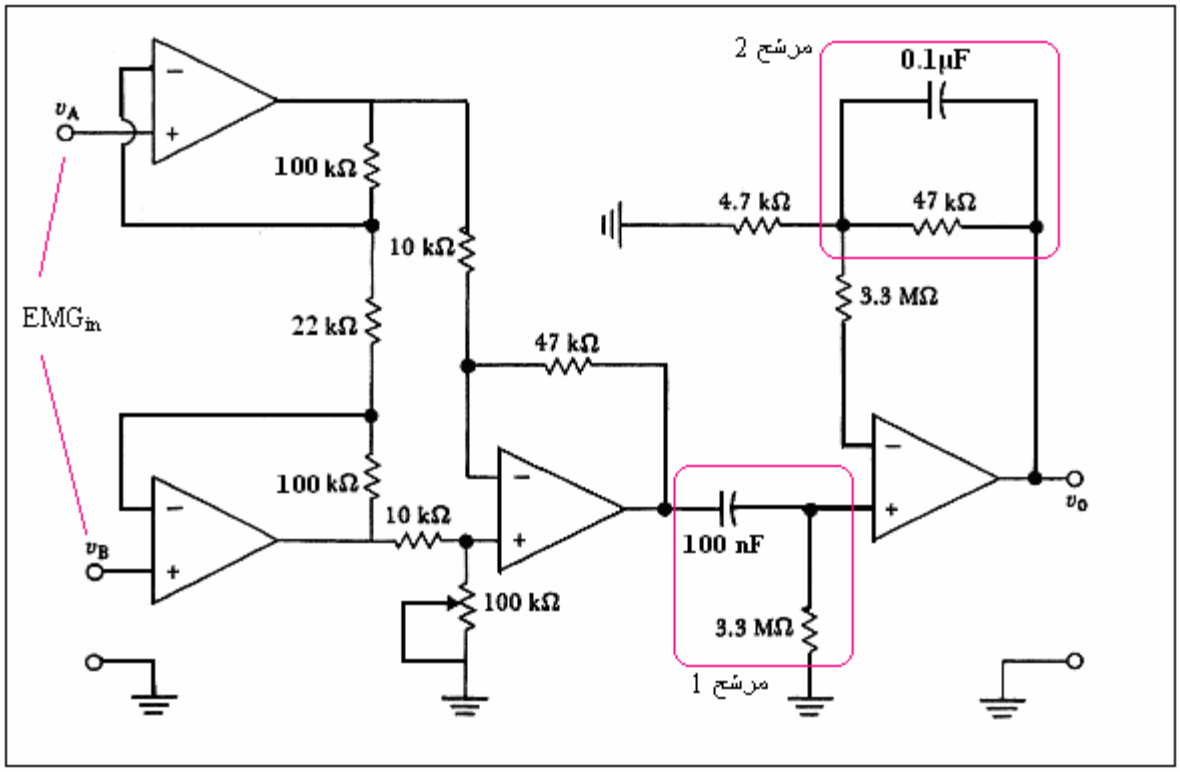
٤. اذكر أهم مكونات جهاز تخطيط العضلات Electromyogram.

٥. للدائرة الأساسية في تخطيط العضلات الموضحة في الشكل التالي احسب ما يلي:

أ. مقدار تكبير إشارة EMG المدخلة إلى الدائرة؟

ب. ما ارتفاع موجة الخرج إذا كان ارتفاع موجة الدخل EMG يساوي 3 mV؟

ج. تردد القطع لكلا المرشحين المستخدمين في الدائرة وما وظيفة كل واحد منهما؟



أجهزة طبية – ١

جهاز مضخة الحقن

جهاز مضخة الحقن Infusion Pump

الجدارة: معرفة المتدرب تكوين مضخة الحقن

الأهداف:

عندما تكمل دراسة هذه الوحدة ستكون قادرا على أن تتعرف على:

١. المكونات الرئيسة لمضخات الحقن الوريدي
٢. أنواع مضخات الحقن الوريدي
٣. مبدأ عمل مضخات الحقن الوريدي

مستوى الأداء المطلوب: أن يصل المتدرب إلى إتقان هذه الجدارة بنسبة ٩٠٪.

الوسائل المساعدة:

- سبورة وأقلام ملونة
- حاسوب.
- وسائل العرض المرئية
- استخدام برنامج Power point.

الوقت المتوقع للتدريب: ساعتان.

متطلبات الجدارة:

يجب التدرُب على جميع المهارات لأول مرة.

مقدمة :

يحتاج المريض في معظم الأوقات إلى علاج يعطى عن طريق الفم أو عن طريق الحقن. وفي بعض الأحيان يتطلب الأمر إعطاؤه دواء في الوريد وبشكل مستمر و منتظم ودقيق وفي هذه الحالة يعطى الدواء بواسطة جهاز يسمى مضخة الحقن الوريدي. وسميت بهذا الاسم لأنها تستخدم لحقن السوائل والعلاج للمريض من خلال الوريد بدلا من الشريان وذلك لأن ضغطه أقل من ضغط الشريان لذا يسمى الحقن الوريدي (Intravenous (IV.

٩,١ ميزات جهاز الحقن الوريدي:

مضخة الحقن عبارة عن جهاز صغير يعطي الدواء بواسطة الحقن الوريدي المتواصل المنتظم وقد صمم الجهاز من مخزون يعمل بالضغط ومزود بصمام وأنابيب خاصة ويعتمد هذا الجهاز على الطاقة الناجمة عن ضغط السائل الذي يتحول إلى ضغط ميكانيكي يعمل على دفع الدواء وحقنه داخل الوريد ويخزن الدواء في المخزن ضمن محلول سائل تحت ضغط مناسب ويتم دفعه بصورة متواصلة والجهاز مزود بمرشح جرثومي لمنع التلوث والإصابة بالتهابات كما تتم برمجة المحلول بالطريقة المناسبة.

ويمتاز جهاز الحقن الوريدي بما يلي:

١. خفة وزنه وصغر حجمه بحيث يمكن حمله والتنقل به دون جهد.
٢. قدرته على إعطاء معدلات تدفق عالية تصل إلى ١٠٠٠ مل / ساعة .
٣. القدرة على التحكم في حجم السائل المعطى ومعدل إعطاء السائل هذا بدوره يوفر الوقت بالنسبة للفني حيث إنه لا يحتاج التدقيق المستمر لتعديل معدل التدفق.
٤. الدقة العالية في إعطاء الدواء بالوقت المحدد.

وبفضل تلك الميزات أصبح لهذا الجهاز استخدامات في مجالات متعددة كالتخدير والعناية المركزة وأمراض القلب وتغذية الأطفال عن طريق الوريد كبديل للسوائل المفقودة نتيجة للإصابة بالجروح والحروق، وقد أتاح هذا الجهاز الفرصة لتقديم أحدث ما وصلت إليه التكنولوجيا في أجهزة التصوير بالأشعة حيث يتم استخدامه لحقن الصبغات والألوان في مجرى الدم لتشخيص الأمراض عند الحاجة للتصوير الملون.

٩,٢ المكونات الرئيسة لمضخات الحقن الوريدي :

تتركب أنظمة الحقن الوريدي من جزأين رئيسين هما :

١. المتحكم Controller
٢. المضخة Pump

يعمل هذان الجزآن معاً حفاظاً على معدل تدفق ثابت ودقيق، بالإضافة إلى ذلك توجد الأنابيب المرنة ووعاء المحلول، وحامل قابل للحركة يحمل جميع مكونات نظام الحقن الوريدي.

المتحكم عبارة عن جهاز تدفق يعمل بالجاذبية ، حيث يستخدم عيناً كهربائية للعد ، والتحكم بعدد النقط المعطاة للمريض . هذه العين الكهربائية بدورها تتحكم بقابض للضغط أو الإرخاء على الأنبوب، وهذا بدوره يزيد أو يقلل معدل سرعة الحقن ، حيث يكون هذا العدد قريباً من المعدل المحدد من قبل الفني.

٩,٣ أنواع المضخات

توجد ثلاثة أنواع رئيسة :

١ - مضخة إبرة الحقن Syringe Pump .
٢ - مضخة الحركة التموجية Peristaltic Pump .
٣ - المضخة الحجمية أو الكاسيت Cassette Pump (Volumetric Pump) .

٩,٣,١ - مضخة إبرة الحقن Syringe Pump :

مضخة إبرة الحقن أقدم وأبسط نوع ، حيث تتصف بأنها كبيرة الحجم بسبب استخدامها محركاً يقوم بالتحكم بإبرة الحقن و دفعها إلى الأمام. والشكل (٩,١) يمثل أنواعا مختلفة من مضخة إبرة الحقن.

تملأ مضخة إبرة الحقن بالسائل المرغوب حقنه يدوياً في غالب الأحيان. بعد ذلك يقوم المحرك الخطوة Stepper Motor بدفع الكابس إلى الأمام ليتم بالتالي دفع السائل من خلال الأنبوب إلى المريض .

فمضخة إبرة الحقن تضمن الحقن بدقة عالية وتدفق ثابت للأحجام الصغيرة (أقل من 50 ml) . لذا

فإنها تستخدم للأطفال حديثي الولادة والرضع وللمرضى في العناية المركزة حيث يحقن المرضى بكمية صغيرة من العلاج المركز. ومعظم هذه المضخات تحتوي على وسائل إنذار للفني في حالات انتهاء السائل وازدياد الضغط (الانسداد) ، وضعف البطارية ، والأعطال الداخلية .

شكل (٩,١) أشكال مختلفة لمضخات إبرة الحقن

٩,٣,٢ مضخة الحركة التموجية Peristaltic Pump :

توجد طريقتان لهذا النوع من المضخات إما باستخدام الحركة الدورانية أو استخدام الحركة الخطية يمتاز هذا النوع عن مضخة إبرة الحقن بإمكانية حقن كميات كبيرة من المحاليل على فترات طويلة. أيضاً يوجد في هذا النوع بجميع أصنافه وسائل إنذار ، وشاشات ، وكون كل طريقة لها نظرية عمل مختلفة ، لذا ستتم مناقشة كل طريقة بشكل منفصل ، كما يلي :

أ - مضخة الحركة التموجية الدورانية Rotary Peristaltic Pump :

يتكون هذا النوع من المضخات من ثلاث عجلات متصلة بعمود ، وهذا العمود متصل بمحرك . فعند دوران المحرك تقوم العجلة بالضغط على الأنبوب الذي يصنع من مطاط السيليكون ، وهذا بدوره يقوم بالضغط على السائل ودفعه للمريض .

ب - مضخة الحركة التموجية الخطية Linear Peristaltic Pump :

يتكون هذا النوع من أنبوب وعدد من الأصابع القرصية حيث يكون الأنبوب بين الأصابع القرصية فعند تشغيل الجهاز تقوم الأصابع القرصية الأولى بالضغط على الأنبوب ، وعند تركها الأنبوب تتولد حركة شبيهة بالحركة التموجية. هذه الحركة وما تقوم به من ضغط على الأنبوب تقوم بالضغط على السائل ودفعه للمريض.

شكل (٩,٢) أشكال مختلفة لمضخات الحركة التموجية

٩,٣,٣ - المضخة الحجمية (الكاسيت) Volumetric (Cassette) Pump :

هذا النوع من المضخات يتركب من كاسيت ، ويوجد صمام يتحكم في تدفق السائل داخل الكاسيت أو خارجه وبداخل هذا الكاسيت يوجد كباس وأنبوبة ذات فتحتين على الجانبين (لدخول السائل وخروج السائل).

في النوع الأول (Syringe Cassette) يتم تحريك الكباس الذي يكون على شكل إبرة للداخل أو للخارج من خلال الأسطوانة . فعند الحركة للداخل يتم ضخ المحلول لخارج الكاسيت باتجاه المريض بينما الحركة للخارج تسحب المحلول الذي يراد حقنه من وعاء المحلول لملء الكاسيت كما في الشكل (٩,٣) .

أما النوع الثاني (Piston Cassette) فيوجد فيه غشاء Diaphram مركب بالقرب من كباس فعند حركة هذا الكباس باتجاه الغشاء فإن كمية من المحلول تتحرك باتجاه المريض بينما حركة الكباس بعيداً عن الغشاء يسمح للسائل بالدخول إلى الكاسيت.

شكل (٩,٣) مضخة حجمية

وفي كلا النوعين يتم التحكم بمعدل وسرعة التدفق عن طريق التحكم بسرعة حركة الكباس . كما يوجد في الأنواع السابقة عدد من وسائل الإنذار فإنه يوجد أيضاً في هذا النوع وسائل إنذار متعددة ، مثل : الإنذار في حالة وجود هواء داخل مناطق مرور السائل ، والإنذار في حالة الانسداد والإنذار في حالة انتهاء البطارية والإنذار في حالة انتهاء السائل بالإضافة إلى إنذار للأعطال الداخلية . وعند مقارنة هذا النوع بالأنواع السابقة نجد أن هذا النوع يمتاز بكونه آمناً ، ودقيقاً ويعمل بصورة أوتوماتيكية بعد تجهيزه وقبل تشغيله وتوصيله للمريض، لذا فإن هذا النوع يُعَدُّ الأكثر استخداما في كثير من المراكز الصحية.

أســـئلة

١. ما الغرض من استخدام مضخة الحقن ؟

٢. اذكر ميزات مضخة الحقن .

٣. ما المكونات الرئيسة لمضخات الحقن ؟

٤. عدد الأنواع الرئيسة لمضخات الحقن .

٥. اشرح نظرية عمل مضخة إبرة الحقن باختصار مع التوضيح بالرسم .

٦. قارن بين مضخة الحركة التموجية الدورانية ومضخة الحركة التموجية الخطية بالنسبة لطريقة العمل .

٧. علل ما يأتي :

أ ـ تستخدم مضخة الحقن في إعطاء السوائل للمريض عن طريق الوريد بدلا من الشريان .

ب ـ تتركب أنظمة الحقن الوريدي من جزأين رئيسين ، هما : المتحكم والمضخة .

ج ـ تستخدم مضخة إبرة الحقن لحديثي الولادة والرضع .

د ـ معظم المضخات تحتوي على وسائل إنذار .

أجهزة طبية – ١

جهاز التحليل الطيفي

جهاز التحليل الطيفي

الجدارة: معرفة المتدرب تكوين جهاز التحليل الطيفي

الأهداف:

عندما تكمل دراسة هذه الوحدة ستكون قادرا على أن تتعرف على:

١. العلاقة بين الامتصاص والنفاذية والتركيز
٢. مكونات أجهزة الأشعة المرئية وفوق البنفسجية
٣. جهاز الطيف الضوئي
٤. جهاز التحليل الطيفي (السبيكتروفوتوميتر) Spectrophotometer

الوقت المتوقع للتدريب: ٤ ساعات

متطلبات الجدارة:

يجب التدرُب على جميع المهارات لأول مرة.

مقدمة :

عرف التحليل الطيفي منذ زمن بعيد وكانت تعرف بالطريقة اللونية فقد شخص الأطباء المسلمين الأوائل الحالات المرضية اعتمادا على لون البول وقدر علماء الكيمياء بالعين المجردة تركيزا مجهولا لمحلول مادة معينة وذلك بمقارنة لون ذلك المحلول المجهول التركيز مع ألوان محاليل قياسية من نفس المادة.

أما مع تطور العلم والتكنولوجيا فأصبح من الممكن التعرف على مكونات وتركيز المواد المختلفة في المحلول الواحد. وأصبح ذلك ممكنا باستخدام أجهزة تسمى أجهزة التحليل الطيفي Spectro وتعتمد فكرة أجهزة التحليل الطيفي على خاصية امتصاص جزيئات المادة في المحلول للأشعة المرئية وفوق البنفسجية ويتناسب امتصاص المادة لتلك الأشعة طرديا مع التركيز.

فالمواد الملونة أو التي يمكن تلوينها بإضافة مواد خاصة تدعى الكواشف الطيفية تحلل بناء على امتصاصها للأشعة المرئية Visible light إما المواد العضوية وبعض المركبات غير العضوية فيتم تحليلها بناء على امتصاصها للأشعة فوق البنفسجية Ultraviolet.

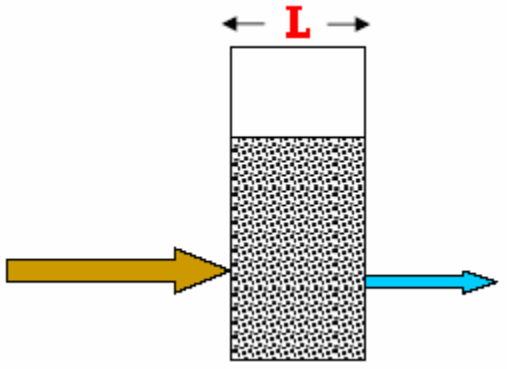
ويتكون الضوء المرئي من ألوان متعددة وكل لون له مدى طول موجة محدد

١٠,١ العلاقة بين الامتصاص والنفاذية والتركيز:

أثبت العلماء أن طبيعة وتركيب الإلكترونات في الجزيء هي المسؤولة عن مدى إمكانية امتصاص الجزئي للأشعة في المجال المرئي وفوق البنفسجي.

قانون لامبيرت:

ينص قانون لامبيرت على أنه في حال مرور ضوء أحادي الموجة خلال محلول ذي تركيز ثابت فإن الامتصاص للضوء من قبل ذلك المحلول يتناسب طرديا مع عرض الخلية المحتوية على العينة وكما هو موضح في الشكل (١٠,١) التالي:



شكل(١٠,١) يوضح قانون لامبيرت

$$T = \frac{I}{I_o} = 10^{-kL}$$

حيث إن:

T - النفاذية

I_o - شدة الشعاع الضوئي الساقط.

I - شدة الشعاع الضوئي النافذ.

L - عرض وعاء العينة

k - ثابت الامتصاص

قانون بيير:

ينص قانون بيير على أنه: في حال مرور ضوء أحادي الموجة خلال محلول في خلية ذات عرض ثابت فإن امتصاص الضوء من قبل ذلك المحلول يتناسب طرديا مع التركيز

$$T = \frac{I}{I_o} = 10^{-kC}$$

حيث إن:

C - تركيز المحلول

إما T ، L, I ,I_o فهي كما في القانون السابق

قانون بيير -لامبيرت (قانون الامتصاص)

من القانونين السابقين يتضح أنه كلما زاد طول مسار الضوء في العينة أو زاد تركيزها فإن النفاذية تقل ويزيد بذلك الامتصاص. هذه الظاهرة توضح بدمج القانونين السابقين وهو ما يعرف بقانون

بيير -لأمبيرت.

$$A=aCL$$

حيث إن:

الامتصاص:

a- ثابت يدعى بمعامل الامتصاص absorbitivity يعتمد على طبيعة المادة، طول الموجة الضوئية، ونوع المذيب و مسار الأشعة داخل وعاء العينة (عرض وعاء العينة) وهو معلوم لبعض تراكيز المحاليل المعيارية (Standard solution concentration)

ولهذا فإنه يمكننا إيجاد تركيز محلول مجهول من العلاقة التالية:

$$C_\mu = C_s \frac{A_\mu}{A_s}$$

حيث إن:

Cμ - التركيز المجهول

Cs - التركيز المعلوم (المعياري) ويستخدم أيضا للمعايرة

Aμ - امتصاص المحلول المجهول التركيز

As - امتصاص المحلول المجهول التركيز (الامتصاص المعياري)

١٠,٢ مكونات أجهزة الأشعة المرئية وفوق البنفسجية

أجهزة التحليل الطيفي ومع اختلاف تصميمها إلا أنها تشترك في مكوناتها الرئيسة وهي:

١. مصدر ضوئي Light Source
٢. وحدة التحكم في الأطوال الموجية (الجهاز البصري)
٣. وحدة العينات
٤. الكاشف Detector

١ - المصدر الضوئي Light Source

وظيفة هذا الجزء توليد أشعة في المجال المرئي وهو يستخدم مصباح التنجستون أو مصباح التفريغ الهيدروجيني لتوليد الأشعة فوق البنفسج. فبعض الأجهزة تحتوي على المصدرين معا وفي هذه الحالة يسمى الجهاز بجهاز الأشعة المرئية وفوق البنفسجية.

٢ - وحدة التحكم في الأطوال الموجية (الجهاز البصري)

وظيفة الجهاز البصري تمكين المحلل من الحصول على طيف المادة ومن ثم اختيار الطول الموجي الأمثل للتحليل λmax .

ويعرف الطول الموجي λmax : طول الموجة الذي يقابل أعلى امتصاص فعند هذا الطول تكون العلاقة خطية بين الامتصاص والتركيز.

ويتم الحصول على طول الموجة المطلوبة λmax من ضوء المصدر باستخدام إحدى الطريقتين التاليتين:

أ- **المرشح الضوئي** Optical Filter: وله قوة تفريقية عالية فيقوم بتمرير طول موجة واحدة فقط . فلابد من استخدام العدسة اللامة لتركيز الأشعة الممررة وتستخدم هذه الطريقة في جهاز الفوتوميتر

ب- **المنشور ومحززة الحيود** Prism and Diffraction Grating: تستخدم هذه الطريقة في جهاز التحليل الطيفي (Spectrophotometer)وتعتمد على أن المنشور يمتاز أيضا بقوة تفريقية عالية فيقوم بتفريق الضوء الأبيض إلى جميع مكونات الطيف السبعة (380__800nm) وبتغيير زاوية المنشور ومحززة الحيود فيتم تمرير طول موجة أحادي ثم توجه عن طريق عدسات وفتحات ضوئية ومرايا خاصة للمحلول المراد فحصه فيمتص جزء منها وينفذ الباقي إلى الكاشف الضوئي Photodetector

٣ - وحدة العينات Sample Cuvette :

تستخدم لحمل العينة المراد تحليلها أمام الأشعة الآتية من المصدر، ففي حالة الضوء المرئي يستخدم خلايا شفافة مصنوعة من الزجاج أو البلاستيك، أما في حالة الأشعة فوق البنفسجية فيستخدم الكوارتز لأن الزجاج لا يمرر تلك الأشعة.

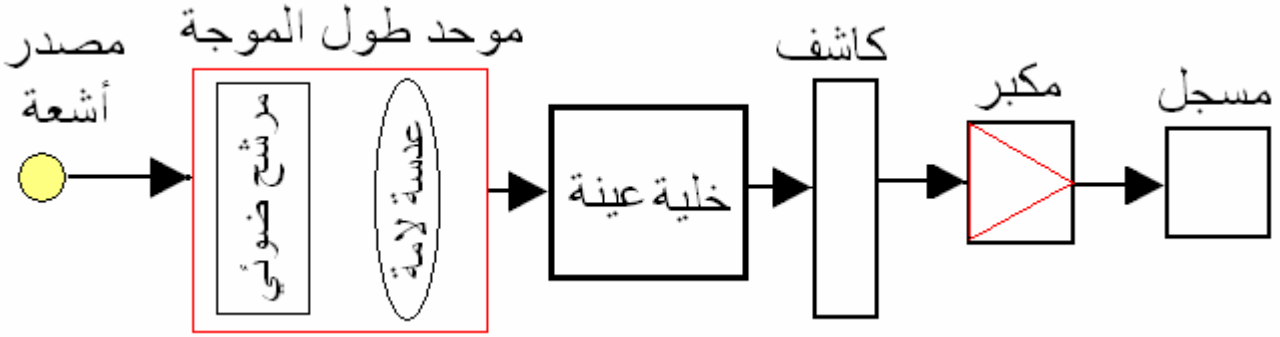
٤ - **وحدة الكاشف الضوئي** Photodetector: وظيفة هذه الوحدة هو قياس طاقة الأشعة وذلك من خلال تحويل الطاقة الضوئية إلى طاقة كهربائية يمكن تكبيرها والحصول على قيم الامتصاص أو النفاذية وبالتالي الحصول على تركيز المادة المعينة في المحلول. وهناك عدة أنواع من الكواشف الضوئية وأكثرها استخداما هو الخلية الضوئية المضاعفة Photomultiplier Tube.

١٠,٣ أنواع أجهزة قياس الطيف الضوئي:

أجهزة الأمتصاص في المجالين المرئي وفوق البنفسجي يمكن تصميمهما طبقا لأحد النظامين: أحادي الحزمة Single Beam أو ثنائي الحزمة Double Beam.

١. جهاز الطيف الضوئي أحادي الحزمة Single Beam Photometer

يستخدم جهاز الطيف أحادي الحزمة للقياس عند الأطوال الموجية المحددة ويستخدم لتقدير تركيز عنصر أو مركب واحد فقط. تسير الأشعة من المصدر إلى الكاشف عبر مسار واحد كما هو مبين في الشكل (١٠,٢)والذي يمثل المخطط الصندوقي لجهاز الطيف الضوئي أحادي الحزمة.
ومساوئ هذا الجهاز أنه يقيس مجموعة الأشعة المفقودة بالانعكاس وامتصاص المحلول المرجع (القياسي) وليس فقط الأشعة الممتصة بواسطة المركب المراد تحليله. بالإضافة إلى ذلك يجب أن يكون المصدر الضوئي على درجة عالية من الاستقرار لأن الخطأ الناتج عن عدم استقرار المصدر لا يمكن تلافيه باستخدام هذه الطريقة.



شكل (١٠,٢) المخطط الصندوقي لجهاز الطيف الضوئي أحادي الحزمة

٢. جهاز الطيف الضوئي ثنائي الحزمة Double Beam Photometer

لتلافي مساوئ الجهاز السابق يستخدم جهاز الطيف الضوئي ثنائي الحزمة. المخطط الصندوقي لهذا الجهاز موضح في شكل (١٠,٣) . في هذا الجهاز تقسم أشعة المصدر بواسطة قاسم أشعة إلى حزمتين متساويتي الشدة. إحدى هاتين الحزمتين تمر من خلال المحلول المرجع (القياسي) إلى كاشف ضوئي، بينما تمر الحزمة الأخرى وفي نفس الوقت عبر العينة المراد فحصها إلى كاشف ضوئي آخر. ويتم تقدير النسبة بين الشعاعين النافذين(I/Io) حيث إن I هو الشعاع النافذ من العينة المفحوصة و Io الشعاع النافذ من عينة المرجع. ومن ثم تحول هذه النسبة إلى:

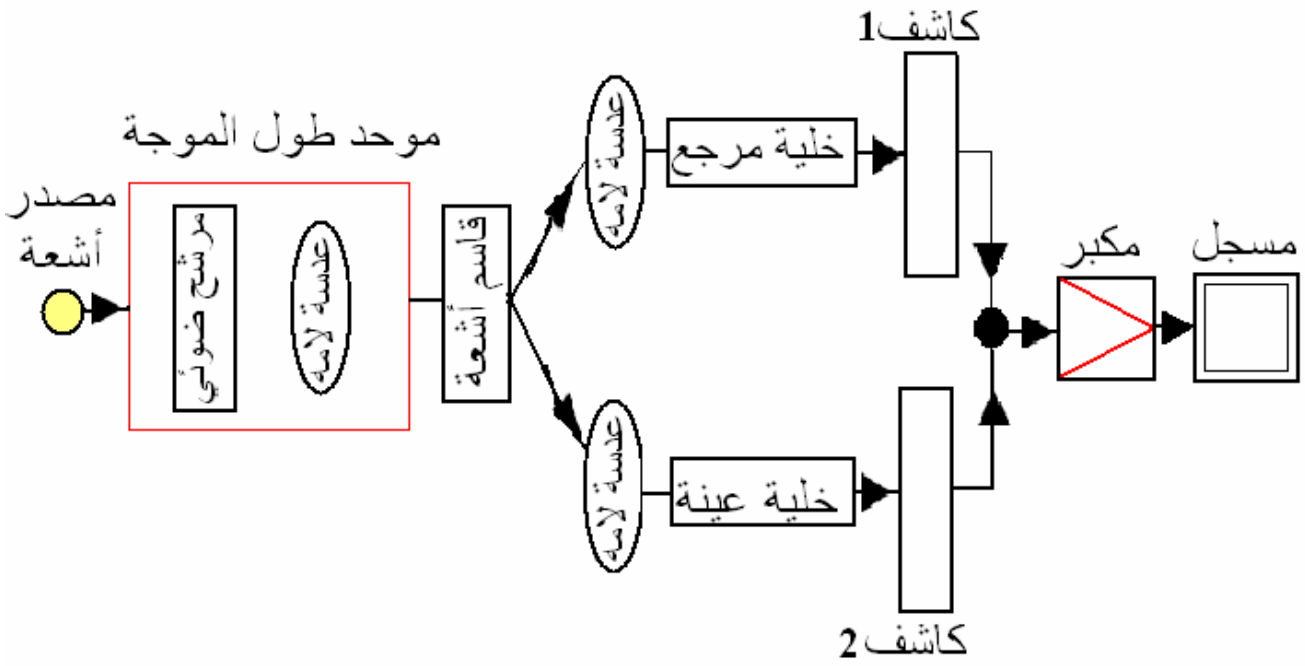
نفاذية (T)

$$T = \frac{I}{I_o} * \%100$$

أو

امتصاص(A)

$$A = \log \frac{I_o}{I} = \log \frac{1}{T}$$



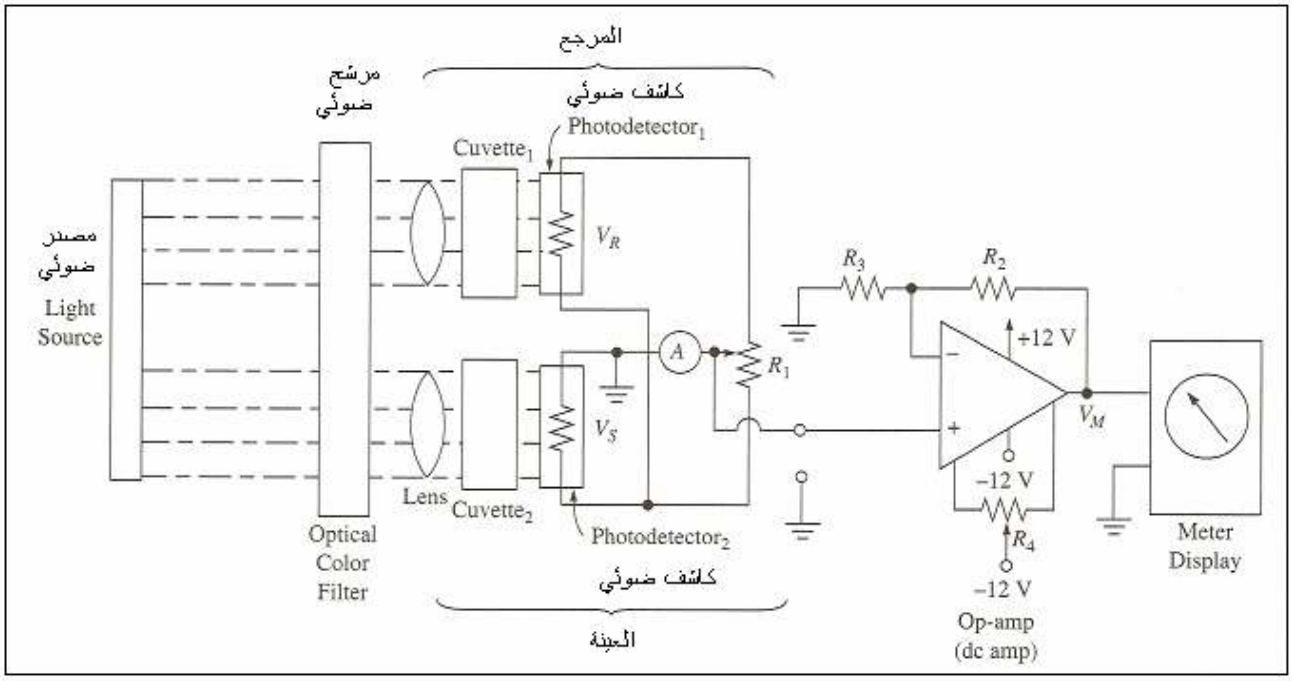
شكل (١٠,٣) المخطط الصندوقي لجهاز الطيف الضوئي ثنائي الحزمة

نظرا لأن جزء الأشعة المفقودة عن طريق الانعكاس أو الامتصاص من قبل المذيب سيكون متساويا في كلا المسارين لذا فإن الفرق بين شدة الحزمتين يعبر عن امتصاص المادة المراد تقديرها فقط لذا يستعمل هذا الجهاز في دراسة الأطياف الامتصاصية.

والدائرة الإلكترونية الأساسية التي تمثل عمل جهاز الطيف الضوئي ثنائي الحزمة موضحة في الشكل ١٠,٤. أما أساس عمل الدائرة تلك فهو:

١. يمرر ضوء المصدر عبر المرشح الضوئي لاختيار طول الموجة المناسب للتحليل
٢. ومن ثم تمر الأشعة المختارة عبر قاسم الأشعة لتقسم أشعة ذلك الطيف إلى حزمتين متساويتي الشدة.
٣. يتم تركيز هاتين الحزمتين بواسطة عدستين لأمتين.
٤. إحدى هاتين الحزمتين تمر من خلال خلية المرجع إلى الكاشف الضوئي1 ، بينما تمر الحزمة الأخرى وفي نفس الوقت عبر خلية العينة المراد فحصها إلى الكاشف الضوئي2.
٥. يتكون فرق جهد بين هذين الكاشفين، وهذا الفرق في الجهد يتم تكبيره بواسطة المكبر غير العاكس ويمثل خرج المكبر النفاذ النسبي أو الامتصاص.

٦. يتم حساب تركيز المحلول من الامتصاص (خرج المكبر) ويتم إظهار النتيجة النهائية بواسطة المسجل على شكل قراءة رقمية أو تقرير مكتوب بواسطة الحاسب.



شكل (١٠,٤) الدائرة الإلكترونية الأساسية لجهاز الطيف الضوئي ثنائي الحزمة

مثال:

أ ـ احسب قيمة جهد خرج المكبر في الحالتين التاليتين:

إذا كان الجهد V1 في الخطوة الثالثة V1=+1 mV (أي عندما يكون المحلولان متساويي التركيز)

ب ـ إذا كان الجهد V1 في الخطوة الرابعة V1=+25 mV (أي عند قياس تركيز العينة)

الحل:

تكبير المكبر غير العاكس وكما عرفنا من الوحدة الأولى هو:

$$A_v = 1 + \frac{R_2}{R_3} = 1 + \frac{2K\Omega}{1K\Omega} = 3$$

أ- V1=+1mV

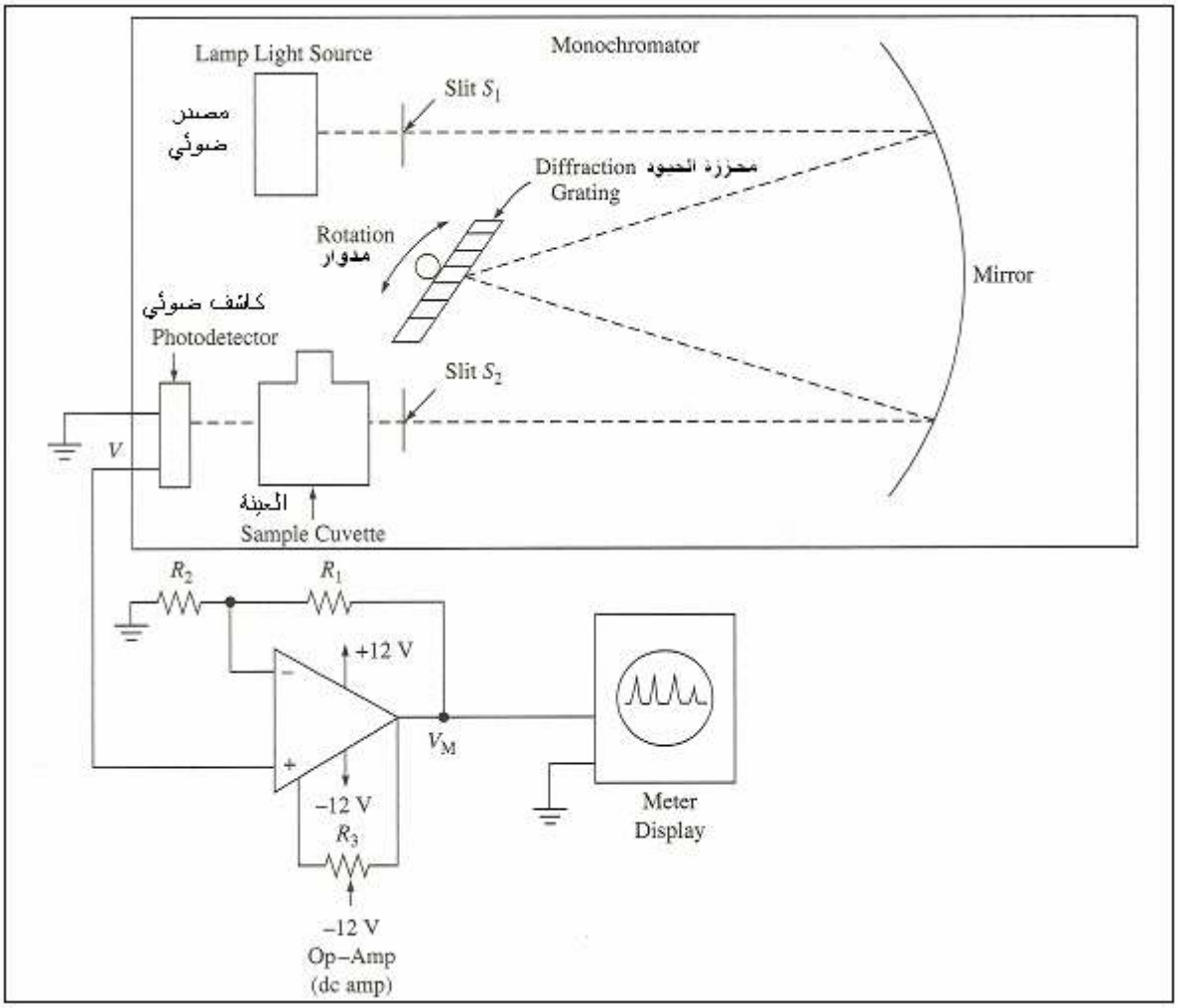
$$V_o = A_v V_1 = 3(+1mV) = 3mV$$

ب- V1=+25mV

$$V_o = A_v V_1 = 3(+25mV) = 75mV$$

١٠,٤ جهاز التحليل الطيفي Spectrophotometer

عند تحليل الدم أو البول باستخدام جهاز اللون الطيفي السابق يمكننا قياس تركيز مادة واحدة فقط وذلك باختيار طول الموجة الأمثل λmax لتلك المادة. أما إذا أردنا قياس تركيز عدد من المواد للعينة فإننا نحتاج إلى استخدام جهاز التحليل الطيفي (السبيكتروفوتوميتر). وشكل (١٠,٥) يمثل الدائرة الإلكترونية المبسطة لجهاز التحليل الطيفي (Spectrophotometer) أما شكل (١٠,٦) فيمثل صورة الجهاز المتكامل.



شكل (١٠,٥) الدائرة الإلكترونية الأساسية لجهاز السبكتروفوتوميتر

عمل هذا الجهاز نفس عمل الجهاز السابق باستثناء استخدام المنشور أو محززة الحيود بدلا من المرشح الضوئي حيث إننا بحاجة ليس إلى maxλ واحدة بل إلى عدد من الموجات بطول أمثل maxλ إذ إن لكل مادة طول موجة أمثل maxλ يكون عنده أقصى امتصاص لتلك الموجة من قبل تلك المادة.

فالمنشور أو محززة الحيود يعملان على تحليل ضوء المصدر إلى جميع مكونات الطيف السبعة وبتغيير زاوية المنشور أو محززة الحيود بواسطة مدوار rotator يتم تمرير طول موجة أحادي maxλ ثم توجه عن طريق عدسات وفتحات ضوئية ومرايا خاصة للمحلول المراد فحصه فيمتص جزء منها وينفذ الباقي إلى الكاشف الضوئي Photodetector. ومن ثم إلى مكبر العمليات ومسجل القياسات كما في الجهاز السابق.

شكل (١٠,٦) جهاز التحليل الطيفي (السبيكتروفوتوميتر)

أسئلة وتمارين

١. ما نص قانون بيير -لامبيرت موضحا العلاقة بين الامتصاص والنفاذية والتركيز؟

٢. عدد المكونات الأساسية لأجهزة الأشعة المرئية وفوق البنفسجية.

٣. اذكر أنواع أجهزة الطيف الضوئي.

٤. ارسم المخطط الصندوقي لجهاز الطيف الضوئي ثنائي الحزمة واشرح مبدأ عمله.

٥. اذكر مكونات جهاز التحليل الطيفي (السبيكتروفوتوميتر) واشرح مبدأ عمله.

٦. ما الفرق بين جهاز التحليل الطيفي وجهاز السبيكتروفوتوميتر؟

المراجع

المراجع العربية

١. علم وظائف الأعضاء — أ.د ناصر العلوجي

٢. تكنولوجيا الأجهزة الطبية — م. أحمد البوريني

٣. الأجهزة الطبية — د. علي المجراد و أ عبدالله الهدلق

المراجع الأجنبية

1. Introduction to Biomedical Engineering Technology Carr Brown

2. Medical Instrumentation Application and Design John Webster

3. Medical Instrumentation and Measurements

المحتويات

الوحدة الأولى ١
١. جهاز تخطيط إشارة القلب الكهربائية ١
١,١ القلب ٣
١,٢ تسجيل إشارة تخطيط القلب ٣
١,٢,١ الأقطاب وتوصيلاتها ٣
١,٢,٢ مكونات جهاز تخطيط إشارة القلب الكهربائية ٧
١,٢,٣ المراحل الأساسية لعملية التخطيط ٩
١,٣ كيفية عمل الجهاز ١٧
أسئلة وتمارين ٢١

الوحدة الثإنية ٢٢
٢. جهاز تنظيم ضربات القلب ٢٢
٢,١ متى نحتاج لمنظم ضربات القلب ٢٣
٢,٢ منظم ضربات القلب ٢٤
٢,٣ أجزاء منظم ضربات القلب ٢٥
٢,٤ زراعة منظمات ضربات القلب ٢٥
٢,٥ أنواع المنظمات ٢٦
٢,٦ منظمات القلب ذات القدرة على الأستجابة للتغيرات الجسدية ٢٦
٢,٧ المؤثرات الخارجية على عمل المنظمات ٢٧
٢,٨ التقويم والمتابعة لمنظم ضربات القلب ٢٨
أسئلة ٢٩

الوحدة الثالثة ٣٠
جهاز إنعاش القلب ٣٠
٣,١ عمل جهاز إنعاش القلب ٣٠
٣,٢ الطارتإن ٣٧
٣,٣ إجراءات الأمن والسلأمة في جهاز إنعاش القلب ٣٨
أســئلة وتمارين ٢٩

الوحدة الرابعة ٤٠
جهاز الطرد المركزي ٤٠
٤,١ مبدأ عمل جهاز الطرد المركزي ٤٠
٤,٢ أنواع أجهزة الطرد المركزي ٤٠
٤,٢,١ أجهزة الطرد المركزي اليدوية ٤٠
٤,٢,٢ أجهزة الطرد المركزية الكهربائية ٤٣
أسئلة ٤٨

الوحدة الخامسة ٤٨
٥. جهاز ضغط الدم ٥٠
٥,١ ضغط الدم ٥٠
٥,٢ أنواع ضغط الدم ٥٠
٥,٣ طرق قياس ضغط الدم ٥٠
جهاز قياس ضغط الدم الزئبقي ٣٥
جهاز قياس ضغط الدم الأليكتروني الأوتوماتيكي ٥٥
الطريقة المباشرة لقياس ضغط الدم ٣٥
أســئلة ٩٥

الوحدة السادسة ٦٠
المجهر ٦٠
٦,١ المجهر الضوئي ٦٠
٦,١,١ مبدأ عمل المجهر الضوئي ٦٢
٦,١,٢ أجزاء المجهر الضوئي ٦٣
٦,١,٣ أنواع المجاهر الضوئية المركبة ٦٦
٦,٢ المجهر الأليكتروني ٦٧
٦,٢,١ المجهر الإلكتروني الماسح ٦٨
٦,٢,٢ المجهر الإلكتروني النافذ ٦٩
٦,٣ مجهر العمليات ٧٢
أسـئلة ٧٣

الوحدة السابعة ٧٤
٧. جهاز قياس درجة الحرارة ٧٤
٧,١ قياس درجة الحرارة ٧٥
٧,٢ أنواع المقاييس الحرارية الطبية ٧٦
١ - المقاييس الحرارية الزئبقي ٧٦
٢ - المقاييس الحرارية الإكترونية ٧٦
أسـئلة ٨٠

الوحدة الثامنة ٨١
٨. جهاز تخطيط العضلات .....
٨,١ فسيولوجيا العضلات ٨٢

٨,٢ آلية التقلص العضلي ٨٣
٨,٣ العلاقة بين المنبه والأستجابة ٨٤
٨,٤ جهاز تخطيط العضلات..... ٨٦
أسئلة وتمارين ٩١

الوحدة التاسعة ٩٢
مضخة الحقن ٩٣
٩,١ ميزات جهاز الحقن الوريدي ٩٣
٩,٣ أنواع المضخات ٩٣
٩,٣,١ - مضخة إبرة الحقن ٩٤
٩,٣,٢ مضخة الحركة التموجية ٩٥
٩,٣,٣ - المضخة الحجمية ٩٧
أســئلة ٩٨
الوحدة العاشرة ٩٩
جهاز التحليل الطيفي ٩٩
١٠,١ العلاقة بين الأمتصاص والنفاذية والتركيز ١٠٠
١٠,٢ مكونات أجهزة الأشعة المرئية وفوق البنفسجية ١٠١
١٠,٣ أنواع أجهزة قياس الطيف الضوئي ١٠٣
١٠,٤ جهاز التحليل الطيفي (السبيكتروفوتوميتر) ١٠٦
أسئلة وتمارين ١٠٨
المراجع ١٠٩
المحتويات ١١٠