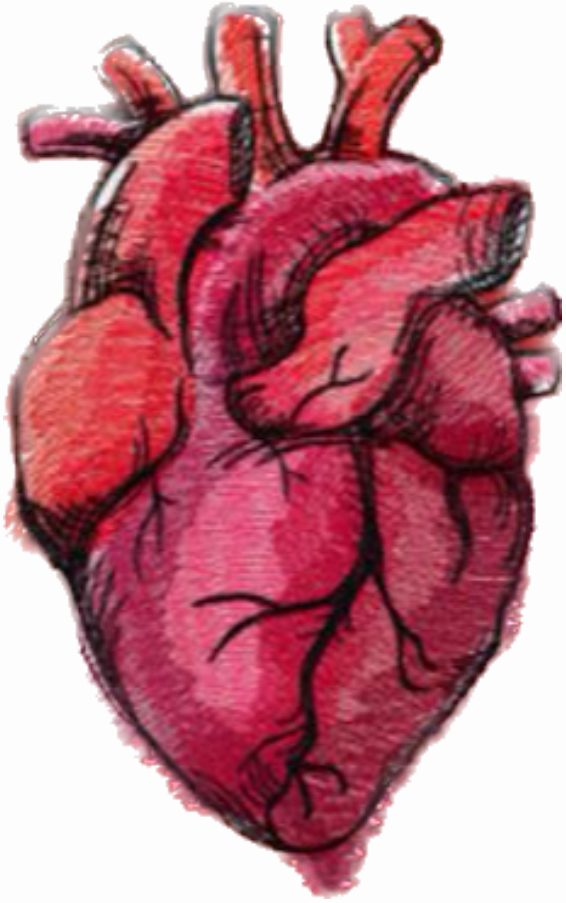
CARDIOVASCULAR SYSTEM



SUBJECT : ECG1

LEC NO. : Physiology L3

DONE BY : Mahmoud Al Qusairi&
Nagham Rafat

وَقُل رَّبِّ زِدْنِي عِلْمًا

لما بدنا نسجل AP نجيب galvanometer الي بيقيس فرق الجهد وبيكون اله بسكين (موجب وسالب) نخلي السلك الموجب داخل الخلية والسلك السالب خارج الخلية (ECF) وبتقيس فرق الجهد بين داخل الخلية وخارجها (هذا في حالة لما نقيس resting membrane potential and action potential
اما في حالة Electrocardiography احنا بنسجل مرور AP من نقطة الى نقطة (AP يمشي في القلب ينبع من AS node ويمشي يتوزع الى بقية ارجاء القلب)(احنا بنقيس من الخارج يعني ما في electrode في الداخل كلاهما في الخارج)
يعني نحن في ECG بنسجل مرور AP من نقطة الى اخري واحنا بنسجله من سطح الجسم

The Electrocardiography (ECG) I

Definition حسب السلايدات

ليس تخطيط لـ AP

An electrocardiogram (ECG) is an amplified, timed recording of the electrical activity of the heart, as detected on the surface of the body.

يعني انه هو تسجيل مضخم" بكبر الموجات الكهربائية " ومحدد بوقت للنشاط الكهربائي للقلب كما هو من سطح الجسم

توضيح : **هو تسجيل لتكون ومرور ال action potential من منطقة الى اخرى بالقلب ,وليس عملية قياس فرق الجهد عبر ال cell membrane لانه ال two electrodes مثبتين على سطح الجسم لو بدي اقيس فرق الجهد عبر الغشاء لازم يكون الكترود داخل الخليه والالكترود الاخر خارجها**

ECG is useful to determine: وظائف تخطيط القلب

1. The anatomical orientation of the heart. نقدر نعرف شكل القلب في الصدر
2. The relative sizes of the heart chambers. فيما لو عندي تضخم بأحد حجرات القلب
3. Various disturbances in rhythm and conduction. نسق دقات القلب — لو عندي اضطراب في دقات القلب او مشكلة في انتقال ال action potential — التوصيل طبيعي من SA node الى AV node الى bundle of his ولا في خلل في التوزيع
4. The extent, location, and progress of ischemic damage to the myocardium **IHD can be detected by the ECG**
5. The effects of altered electrolyte concentrations. زيادة تركيز ايونات الكالسيوم او نقصانهم نفس الاشي البوتاسيم — ال AP يعتمد على وجود normal resting membrane potential والايونات خصوصا البوتاسيوم يؤثر على AP بالتالي بنقدر نعرف اذا الأيونات طبيعيه او فيها خلل
6. The influence of certain drugs (notably digitalis, antiarrhythmic agents, and calcium channel antagonists)

Note: The ECG, however, cannot give direct information about the contractile performance of the heart. Other tools must be used for such an evaluation

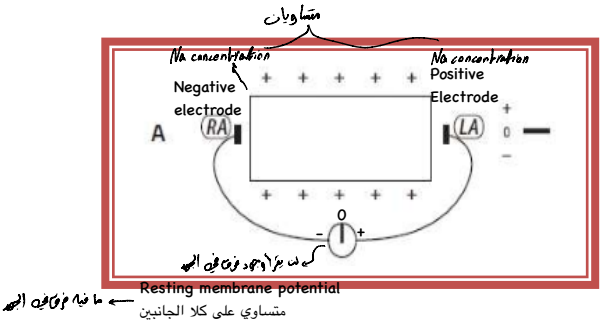
بحكيلنا تخطيط القلب ما بقدر يشخص الامراض اللي بتكون مشكلة في انقباض القلب يعني امراض عجز القلب شو السبب ؟؟ واضح لانه تخطيط القلب بعطينا معلومات عن كهربة القلب وهي استجابة كهربائية بس مش عن انقباض القلب وهي استجابة ميكانيكية فلاستنتاج heart failure diseases can't be detected by the ECG يعني حتى لو عنده مرض التخطيط بطلع طبيعي

كي ضعف فيه قوة القلب و ECG مايعرف قوة القلب

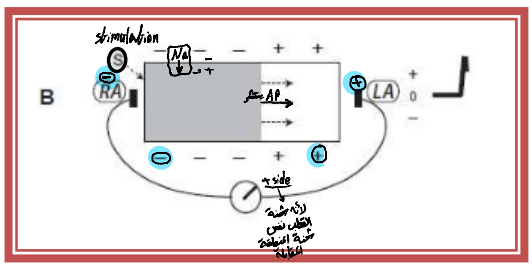
ال galvanometer يشبه الساعة وفيه ابره بتكون واقفة عند 0(مكان رقم 12 في الساعة) بعدين ١،٢،٣،٤،٥،٦ موجب وسالب على كلا الجانبين هذا هو في بداياته اول ما طلع والابره واقفه على الصفر لانه ما في جهد واله سلكين positive electrode and negative electrode
فاذا جبنا بطاريه صغيره قيمتها 1.5v ووضعنا السلكين عليها بشكل صحيح الموجب على الموجب والسالب على السالب رح يقرا 1.5v وبتكون القرائة موجبه
استخدموه من خلال وضع positive electrode داخل الخلية في cytoplasm والسالب خارج الخليه فلاحظنا وجود فرق جهد بين داخل الخلية وخارجها الي هو resting membrane potential واذا هيجت الخلية تتحرك الابره وتسجل AP
لذلك فإنه لتسجيل AP and resting potential يجب وجود electrode داخل الخلية واخر خارجها
ثم رحنا نقيس مرور ال AP وهون ما بنحتاج وضع electrode داخل الخلية فمثلًا اذا بدنا نسجل ع nerve بنخلي electrode على ال cell membrane والاخر على سطح axon رح يتم تسجيل مرور AP
ثم جربنا على القلب ولاحظنا انه يمكن تسجيل موجة depolarization and repolarization وهذا هو اساس أكتشاف علم تخطيط القلب

Recording from a single cardiac fiber

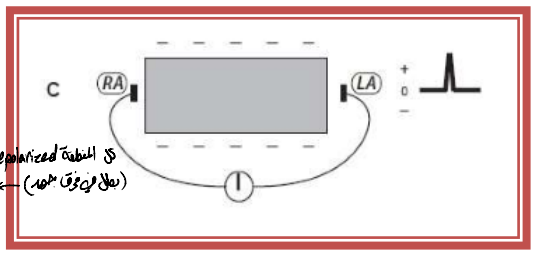
- تخطيط القلب عبارة عن غلفانوميتير محور = يعني بضيف عليه بكره اللي تحمل الورقة والأبرة



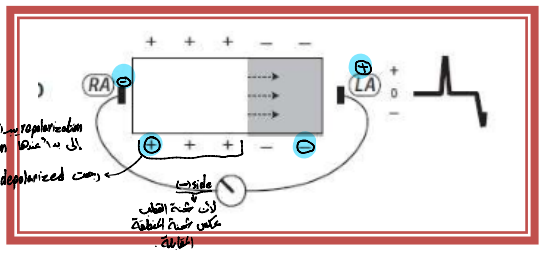
A هون فرق الجهد صفر لانه متساوي بالسطحين كلاهما مستقران وداخل الهليه سالب وخارجها موجب فلابرة بضل مستقيمة فبترسم الخط المستقيم الي عاليمين



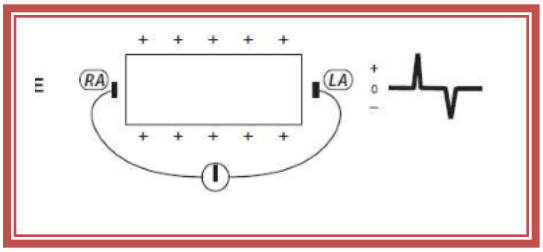
B هون صار عندي بالمنطقة الاولى موجة depolarization فصارد الداخل موجب والخارج سالب "العكس " بينما المنطقة التانية لسا مستقرة ففي فرق بالجهد فلأبرة انحرفت عن الورقة ورسمت هاد الخط العامودي بسبب انتقال ال action potential



C انتقلت موجة ال depolarization عالمنطقة التانية علما انه المنطقتين حصل عليهم action potential بس رجع فرق الجهد بينهم صفر فستقامت الابرة على الورقة ورجعت رسمت خط مستقيم فصار عندي deflection

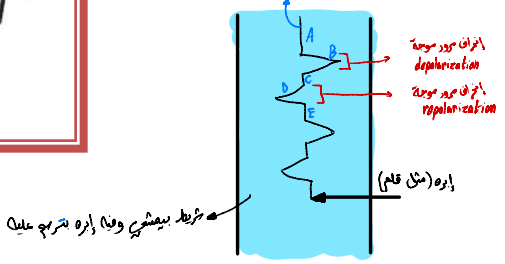


D رجعت المنطقة الاولى طبيعية لكن المنطق لساتها depolarized وتولد فرق بالجهدلكنه عكس الفرق بالجهد الاول ف deflection بيكون عكسه فهيكون لتحت يعني كأنما B انحرفت الابرة عاليمين و D عاليسار لو عكست الالكترودات " الاسلاك " هيكون العكس بس لازم B & D يكون الانحارف للابره عكس بعض وال DEFLECTION عكس بعض لانه فرق الجهد معكوس



E رجعنا للحالة الطبيعة وال repolarization للمنطقة التانية كمل ال deflection المعكوس فيها ورجع فرق الجهد صفر فنرسم خط افقي مستقيم

حولنا ال galvanometer الى جهاز يرسم على شريط Zero line (iso electric line)



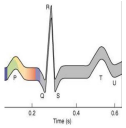
انتقال ال AP من نقطة الى نقطة اذا نسجله من خارج ال fiber
رح يسوي انحرافين (الاول للأعلى depolarization)
(الثاني للأسفل repolarization)

1. Shows depolarization and repolarization waves. Which forms each deflection

2. The two waves are in opposite direction. مشان هيك مرة الابرة انحرفت عاليمين وعملت اول موجة وتاني مرة عاليسار وعملت الموجة التانية المعكوسة للاسفل

3. No potential is recorded when fiber is either completely polarized or completely depolarized. وهاد بفسرها انه فرق الجهد بينهم صفر كما في حالةC&A

Recording from the whole heart



فتح نا صدر ارنب 🙂 ووضعنا السلك الموجب على يسار القلب والسالب على يمين القلب رح تطلع معنا موجات شكلها غير الي سجلناها من Fiber واحد

السابق كان ل single fiber اما هاد لكل القلب

The normal electrocardiogram is composed of the following;

تمثل مرور موجة depolarization في الاذينات

P wave – atrial depolarization wave (appears just before the beginning of atrial contraction). From the SA node to the AV node الانتقال بالاذينات والموجة التي تسبق انقباض الاذينات بلحظات

تمثل مرور موجة depolarization في البطينات بعد عبور AV node ونزلت ب septum وتوزعت ب ventricles

QRS complex – ventricular depolarization wave (appears just before the beginning of ventricular contraction). It coincides with phase 0 of cardiac action potential. لو اخدنا مقطع من عضلة قلبية بطينية منلاقي هاي الموجة بتظهر قبل لحظات من انقباض البطين

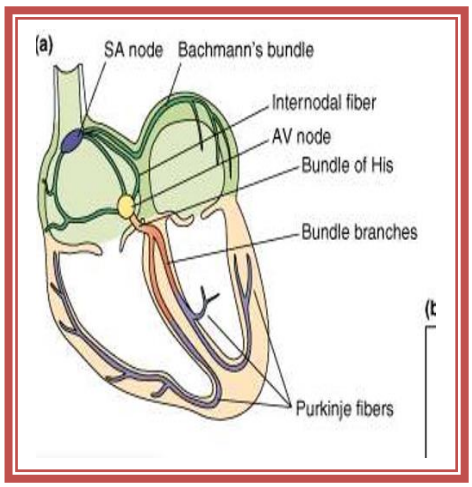
تتزامن مع دخول الصوديوم

This wave with pointed top تمثل الانتقال بالبطينات

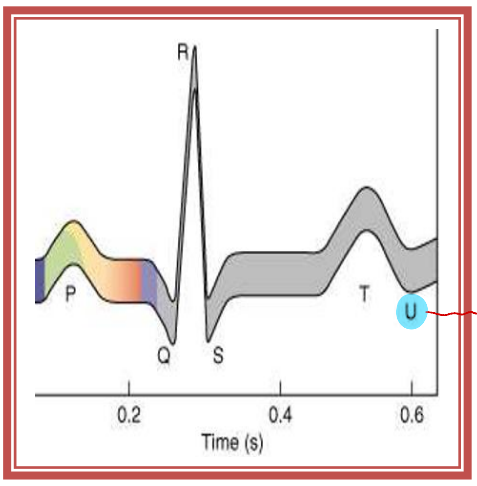
Atrial depolarization wave
موجودة ولكن صعب تسجيلها لان وقت ظهورها يكن نفس وقت ظهور QRS complex و QRS موجة كبيره فبتغطي عليها وما تبين

T wave - ventricular repolarization wave. It coincides with the end of repolarization phase (phase 3) of cardiac action potential. كمان لو اخدنا مقطع من عضلة قلبية بطينية منلاقي الموجة هاي بتظهر مع المرحلة التالة من الACTION POTENTIA ل

U wave – can appear occasionally. It could be due to slow repolarization of the papillary muscles لا تظهر دائما



كل مرور ل AP واحد من SA node ويتوزع الى القلب كله رح يسجل هذا الشكل من الموجات

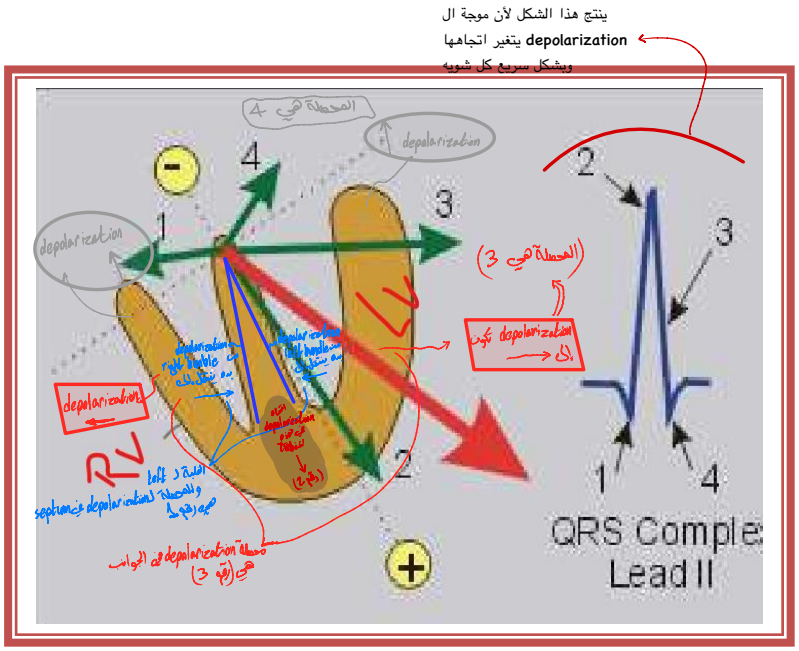


اذا كانت ال T wave اتجاهها غير صحيح او ارتفاعها غير صحيح هذا ممكن يعني وجود myocardium damage او اختلال بالأيونات او وجود حالة hypertrophy

احيانا تكون موجودة

سؤال : ليه ال p&T waves راسهم مش حاد ومنفردين بينما ال QRS رأسه حاد و complex؟

هون هنوضح شرح هاد الموضوع وما ننسى انه ال QRS بتمثل انتقال الكهرباء بالبطينات يعني لما تنتقل من ال AV NODE وتتوزع على ال bundle of his يمين ويسار وتنتشر



القواعد: في bundle of his بتتوزع الاشارات الكهربائية فبتتولد اكتر من موجة لكن:

1)جهاز تخطيط القلب بياخد المحصلة الهم والمحصلة هي الموجة الاقوى والاكبر

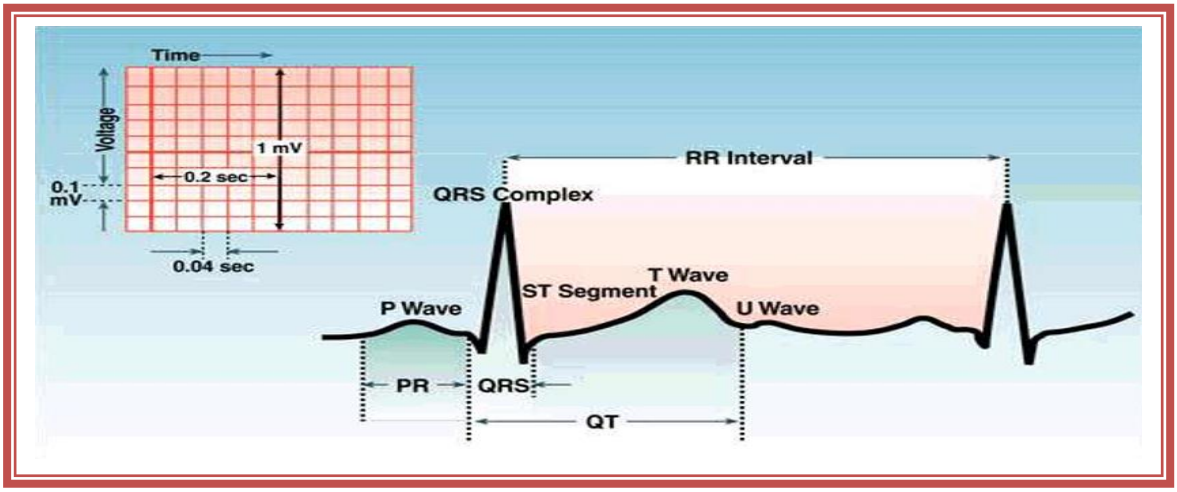
2) اذا كانت الموجة المسجلة مبتعدة عن ال + electrode موضح بالصورة موقعه, بتتسجل الموجة ك deflection نازل لتحت (مثل حرف V) اما لو كانت مقتربه منه بتتسجل لفوق

توضيح الرسمة : اتجاه انتقال الكهرباء من السالب الى الموجب لما توصل ال bundle of his هتنتشر الى يمين ويسار بموجات رقم 1 و 2 اللي بتفوز رقم 1 لانها اقوى(بالمنطقة هاي) لانه هون مافي epicardium تنتشر الموجات لالها وتقترب للسطح اللي هو اقرب للجهاز ,والجهاز فقط بياخد المحصلة .. وفعليا موجة 1 مبتعدة عن الموجب فهيتم تسجيل موجة رقم واحد ك down deflection بالزبط زي الصورة عاليمين

- لما ننزل من منطقة ال right &left bundle of his ونوصل لل apex of the heart اللي بكونها ال left ventricle بتنتشر موجة 2 وبتوصل لل epicardium يعني بتقترب للجهاز وللموجب الكترود وبتكون سريعة جدا كل ما نزلنا اكتر فبتتسجل ك up deflection
- بتنتقل الموجات اكثر لتوصل موجة 3 ال base of the heart وبتكون مبتعدة عن الموجب فبتتسجل نزول بلاضافة لموجات 4 و 1 اللي برجعوا لنهاية عضلات القلب والصمامات وكلمهم مبتعدين فبتسجلون نزول + down deflection
- محصلة اتجاهات كل ال QRS WAVES هو السهم الاحمر الكبير وهو مقترب من الاكترود الموجب بالتالي هيتم تمثيلة كموجة واحدة مرتفعة برأس مستدير

ECG paper

(ورقة تخطيط القلب)



كل مربع = 1MM

بين كل خط احمر غامق والتاني 5 مربعات يعني 5mm

سرعة الورقة = 25mm/s يعني حتى اقطع 1mm يعني مربع واحد بحتاج 0.04 s

كل 1mv تصعد الورقة 10mm

Recording from the whole heart

PQ or PR interval – measured from the beginning of P wave to the beginning of the QRS complex. It measures about 0.12-0.20 sec. **This interval represents the delay of the depolarization wave at the AV node.** لو زاد حالة مرضية heart block التأخر عن 0.20 ثانية يعني في مشكلة وهي

اي زيادة في هذه ال interval معناه ان AV node بتأخر اكثر من اللازم

بس مش للدم انما للكهرباء depolarization wave لما تنتقل بل AV node

السبب مثلا تصلب شرايين يأدي على ischemia to the AV node وبالتالي يصعب مرور الكهرباء من خلاله ممكن تزيد حالة ويوقف مرور الكهرباء من خلاله نهائيا === complete heart block

↑ heart rate ⟶ ↓ PR, QT

The PR interval shortens as heart rate increases.

phase 2 لحالها AP وكانها تسحل

QT interval – represents the contraction interval of the ventricle (electrical systole). This interval lasts from the beginning of the Q wave to the end of the T wave. It measures about 0.35-0.43 sec . The QT interval shortens as heart rate increases.

تقريبا مدتها نفس مدة ال action potential في ال myocardial muscle نتذكر حكينا من 350 ms 400_

منعرف انه sympathetic stimulation بقلل ال AV delay اذا ال PQ or PR بقل وقتها, بس قصر الوقت في ال QT نتيجة هاد المحفز بتقلل مدة الانقباض وبتكون صاحبة الاثر الملحوظ على ارتفاع دقات القلب

اذا زادت هذا يدل على ان توزيع الAP في ventricle عن طريق purkinje fibers يستغرق زمن اطول من الطبيعي

QRS duration – It measures about 0.06-0.10 sec. If longer, it indicates longer time is needed for the depolarization wave to finish its propagation in the myocardium.

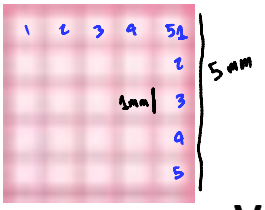
دايما زمنها نصف ال PQ لو زاد عن هيك يعني ال depolarization اخد وقت اطول لتغطية ال ventricles وهاي بتدل على عدة حالات مرضية

ST segment – It is equal to QT minus QRS interval. Its average is 0.32 sec. This segment should be on the isoelectric line (zero line). Up or down deviation of this segment indicates the presence of current of injury

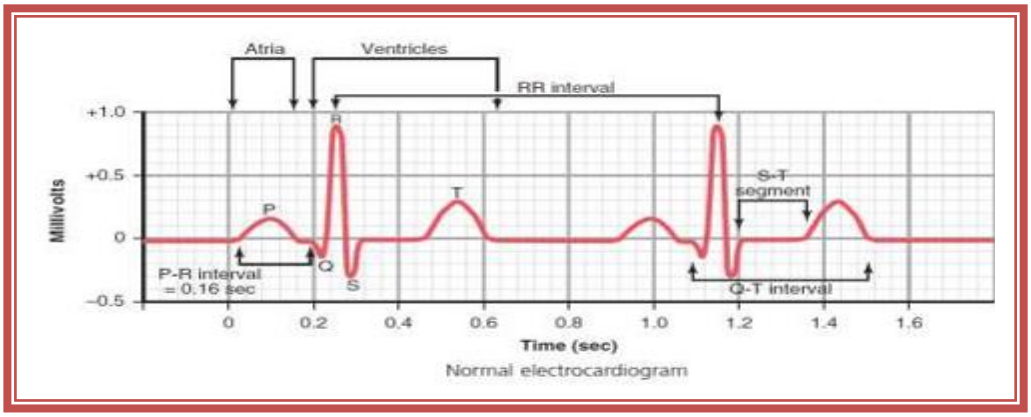
لازم تكون على zero line or isoelectrical line

زمنها مش مهم كحفظ , بس لازم نعرف انه القطعة من ال s ل ال T لازم تكون افقية على الصفر واي انخفاض او ارتفاع في هاي القطعة هاد يتضمن وجود جرح في العضلة القلبية نتيجة نقص ارتواء , ضمور ..

يدل على وجود ischemic damage in myocardium. (myocardial infarction)



Voltage and Time Calibration of the Electrocardiogram



We can calculate : 1) intervals : نعد كم مربع ونضربه ب 0.04 sec

2) voltage: نعد المربعات اللي ارتفعت ونضربها ب 0,1mv

3) segments

* All recordings of ECGs are made with appropriate calibration lines on the recording paper.

* Electrocardiograph machine is calibrated so that 10 of the small line divisions (=10 mm) upward or downward ECG represent 1 mV, with positivity in the upward direction and negativity in the downward direction.

* A typical ECG is run at a paper speed of 25 mm per second, although faster speeds are sometimes used. Therefore, each 1 mm in the horizontal direction is 0.04 second

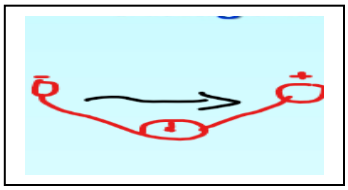
* Each 5 mm segment is indicated by a dark vertical lines and represents 0.20 second.

لماذا الفولتية امرات بتكون كبيرة والdeflection مرتفع وكبيرة وامرات العكس ؟

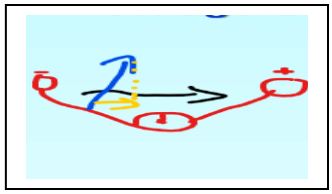
 The recorded voltages of the waves in the normal ECG depend on;

1. The manner in which the electrodes are applied to the surface of the body

شرح : كل ماكانت موجبة ازالة الاستقطاب عامودية على الجهاز تكون الفولتيه اكبر كل ما مالت كل ما قلت الفولتية



مثلا الصورة الاولى الموجة عامودية على الجهاز فهيكون الفولتية او ال deflection عالي وكبير



الصورة الثانية اجت موجة مائلة علما انه الجهاز ثابت وعملنا اسقاط "او اخذنا الازاحة من رأس السهم " يعني اقصر مسافة واعتبرنا السهم الاصفر الجديد هو القيمة للفولتية وطلعت اقل بسبب ميلان الموجة الزرقاء

.

2. How close the electrodes are to the heart. The closer the electrode the greater the recorded voltage طبعا كل ماكان الجهاز اقرب عالقلب كل ماكانت الفولتية اعلى لو حطيته عالصدر من الامام chest wall الفاصل الوحيد بين القلب والجهاز لكن لو حطيته تحت الابط الايسر بكون الجهاز ابعد وبفصل بينه وبين القلب الرئة اليسرى وال chest wall فبتكون فولتيه اقل

3. The mass of myocardium from which the voltage it is generated

لو كانت العضلة متضخمة بكون الفولتية تبعتها اكبر

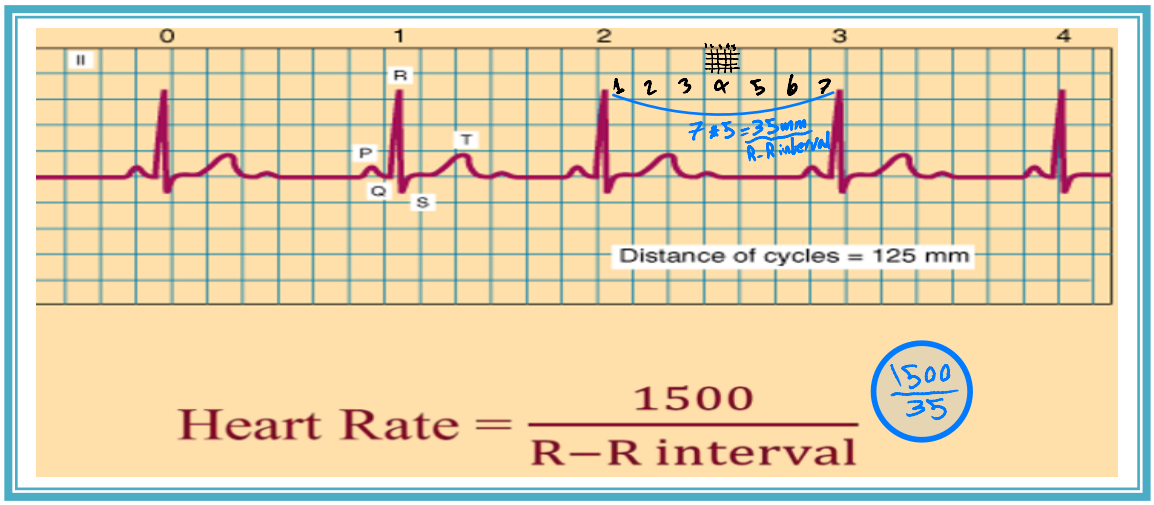
The QRS complex voltage may be as great as 3 to 4 mV (average 1.0 to 1.5 mV) from the top of the R wave to the bottom of the S wave.

* The voltage of the P wave is between 0.1 and 0.3 mV

* The voltage of the T wave is between 0.2 and 0.3 mV

How to calculate the heart rate from the ECG ?

كيف نحسب دقات القلب من شريط تخطيط القلب ؟



منلاحظ انه المسافة بين 1 و 2 اقل منها بين 2 و 3 !هاد اشي طبيعي لانه الانسان اثناء الشهيق (1-2)القلب بنبض اسرع(موجة اقصر) من اثناء الزفير (2-3) بحيث بنبض ابطأ موجة اطول

1-2= inspiration (faster heart rate) shorter wave

2-3= expiration (slower heart rate) longer wave

الحل ناخد المعدل بينهما لما بدي احسب ال RR interval in mm

من وين اجت ال 1500 : لو سرعة الجهاز mm25 بالثانية كم بيكون بالدقيقة ؟ بضرب ب 60*25= mm1500

الرشط لهاي الطريقة يكون ال HR منتظم regular بدون امراض

شو بعمل اذا مش منتظم وعنده مرض ؟

مثلا باخد عدد الضربات في اول 30 mm بعدين بعمله نسبة وتناسب

Test Question:

Q. The PR interval of ECG corresponds to

A. Ventricular repolarization.

B. Ventricular depolarization.

C. Conduction through AV node

. D. Repolarization of AV node and bundle of His.

E. Timing of second heart sound

The answer is c

التغير في الايونات يغير شكل التخطيط لأنها تغير membrane potential

واهم ايون هو البوتاسيوم

Effects of Changes in The Ionic Composition of The Blood on ECG Recording

Note:

Clinically, a fall in the plasma level of Na^+ may be associated with low-voltage electrocardiographic complexes. Changes in the plasma K^+ level produce severe cardiac abnormalities.

كهربائيته قليلة ولكنه AP طبيعي (الموجة ما بتكون كبيرة)

Hyperkalemia → prolongation of the PR interval + appearance of tall peaked T waves.

إذا تركيز البوتاسيوم زاد فإن تركيزه رح يزيد داخل الخلية ايضاً

Hypokalemia → flattened T wave + ST-segment depression + prominent U waves frequently superimposed upon T waves.

خلال phase 3 لأن تركيزه في الخلية عالي فإن إندفاعه للخارج يكون عالي لأن chemical gradient عالي

خلال phase3 يكون الاندفاع قليل لأن تركيز البوتاسيوم في الخلية قليل

إندفاع البوتاسيوم خلال phase 3 كلما كان أشد كلما كان Twave أعلى

phase 3 إطالة وأخذ زمن أطول

لأن طولت Twaive معناته كلما اصبحت QT أطول

Hypocalcemia → prolongation of the QT interval.

(Calcium increases potassium conductance during phase 3. Therefore, low serum Ca^{2+} levels can thus delay the repolarization of the ventricles, and this is revealed on the ECG as an abnormally long QT interval)

وجود Ca^{2+} يخلي قنوات البوتاسيوم تنفتح بشكل جيد وتسمح لـ K^+ بالخروج بشكل كبير خلال phase 3

↓

يقلل إخراج K^+ من قنوات البوتاسيوم ← ↓ Ca^{2+}

↓

repolarization يطول فترة

الي عنده hyperkalemia وبدنا نعالجه مثل شخص عنده diabetic ketoacidosis وهو في حالة غيبوبة ونشوف البوتاسيوم عنده عالي ونشوف التخطيط وتكون T waive عاليه

بدنا تعطيه insulin ونراقب عل جهاز تخطيط القلب المربوط بشكل مستمر ونلاحظ انخفاض T waive خلال التحسن احسن من ما نضل نسحب دم

كثير خطيره ممكن تؤدي الى hyperkalemia ال cardiac standstill in state of diastolic