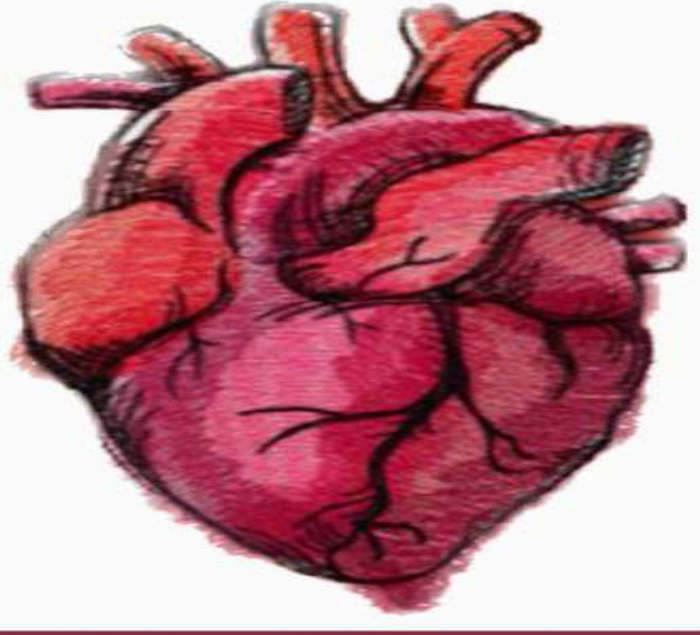
النادي الطبي

CARDIOVASCULAR SYSTEM



SUBJECT : فيسو

LEC NO. : Lec3

DONE BY : Raneem &mass

وقل رب زدني علماً

المحاضره سهلة كثير بس
الدكتور متوسع لهيك و
بالتوفيق

The Electrocardiography (ECG) I

لـ همّان تلود مكتوبة
EKG

Dr. Waleed R. Ezzat

Lecture Objectives:

1. Describe the principles of voltage recording in a volume conductor and its application to recording from the heart.
2. Explain ECG waveforms and intervals in relation to the instantaneous pathway of waves of depolarization through the cardiac muscle.
3. Identify voltage and time calibration of the ECG.
4. Explain the normal ECG.

ECF=extracellularfluid

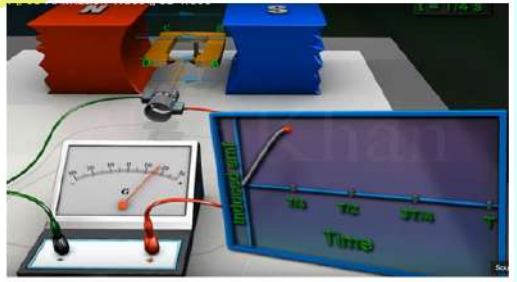
Definition

ال **ECG** ليس تسجيل لل **action potential** ، طيب كيف بسجلوا ال**action potential**؟؟ القصة قديمة وبدأت كالآتي قبل اكثر من ١٠٠ سنة ظهر جهاز صغير اسمه الغلفانوميتر هو جهاز لقياس فروق الجهد الصغيرة (**electrical potential**) لكن علماء البيولوجي والخلايا صار عندهم تساؤلات عن وجود كهربائية في الكائنات الحية واذا يوجد كيف بنقدر نقيسها اول خطوة هي هل هناك فرق جهد بين داخل الخلية وخارجها بعدها جابوا نسيج **tissue** وضعوه تحت الميكروسكوب وحطوا واحد من السلكين في السيتوبلازم وهو السلك الموجب والسلك السالب بقي في **ECF** لاحظوا انحراف ابرة الجهاز ولكنها انحرفت نحو الاتجاه السالب دليل على انه حطينا السلك الموجب في المنطقة السالبة والسلك السالب في المنطقة الموجبة عشان هيك عرفوا انه في الداخل سالب والخارج موجب وهيك بنكون قسنا ال **resting membrane potential** ولازم نكون عارفين انه الخلايا تختلف في فرق الجهد(**resting**) يعني =- **cardiac**=90- **,,neuron** وخلال قياس ال -50/55 تم تهييج الخلية باعطاءها **stimulator** لاحظوا انه المؤشر صار يتحرك ذهابًا وايابًا

بعدها درسنا لو بنقدر نقيس مرور ال **action potential** يعني بدون وضع سلك داخل الخلية وسلك في الخارج وانما وضعوا سلك على رأس ال **neuron** وسلك على النهايات في اماكن اطلاق ال **neurotransmitters** لانه مرور الناقل العصبي يكون من **cell body** لل **axon** وهيك بنقدر نقيس مرور ال **action potential**

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

نفس فكرة تجربة الارنب ولكن دون الحاجة انه نفتح صدره ونطلع القلب نكتفي بالجلد وهنا نحن بحاجة لوضع جل لان الجلد الجاف رديء التوصيل للكهرباء وبعد عمل التجربة تبين انه المؤشر تحرك ولكن بقوة اضعف لوجود مقاومة وتم حلها بوضع **amplifier** يقوم بتكبير ال**electrical signal** فتظهر وكأنها مأخوذة



الغلفانوميتر كانه قرص ساعة ويبدأ من عند الرقم صفروجهة موجبة واخرى سالبة وسلكين كل سلك منهم بسميه **electrode** واحد منهم **positive** والثاني **negative**
لحتى نقيس بنحط السلكين على النقطتين يلي بدنا نقيس فيهم اذا الابرة تحركت هذا يعني وجود كهربائية لحتى نسهل الفكرة خلينا نطبق على بطارية ڤولتيتها ١,٥ڤولت بنحط كل سلك على جهة بس لازم نتاكد انه حطيناهم على الجهة الصح يعني الموجب عند الموجب والسالب عند السالب (القطب السالب للبطارية هو اكثر قطب تتجمع فيه الالكترونات)اذا حطيناهم صح رح يتحرك مؤشر الغلفانوميتر للجهة الموجبة ويقرأها +١,٥ بينما لو حطيناه خطأ رح يعطي نفس القراءة ولكن بالقيمة السالبة عشان هيك من فوائد الغلفانوميتر انه مش بس بنعرف قيمة فرق الجهد وانما بنعرف اذا تم القياس بطريقة صحيحة او لأ

لو جبنا ارنب وطلعنا قلبه وحطينا الغلفانوميتر سلك على جهة اليمين وسلك على جهة اليسار من الخارج وقسنا مرور ال **action potential** من عند **SA node** لانه هي نقطة البداية هذا هو ما يسمى **ECG** وهنا يكون **recording of passage of the action potential but not recording of an action potential**

ECG is useful to determine:

الECG هو test يكشف شيء ولا يكشف اشياء اخرى يعني تمامًا نفس فكرة فحص الدم لو فحصنا دم وتبين انه عنده نقص هيموغلوبين رح اعرف انه عنده انيميا ولكن ما رح اعرف نوعها من هذا الفحص لذلك رح اكون بحاجة لعمل فحوصات اخرى

1. The anatomical orientation of the heart. بقدر اعرف اذا شكل القلب عمودي او لا
2. The relative sizes of the heart chambers. هل هناك تضخم في أي منها
3. Various disturbances in rhythm and conduction.
4. The extent, location, and progress of ischemic damage to the myocardium.
5. The effects of altered electrolyte concentrations.
6. The influence of certain drugs (notably digitalis, antiarrhythmic agents, and calcium channel antagonists).

حكينا الECG ممكن ما يكتشفلي اشياء ومن هاي الاشياء يلي ما بقدر يكتشفها هي الheart failure لانه بهاي الحالة العضلة هي في انقباض بينما هناك مرور طبيعي للaction potential يعني نرجع نتذكر excitation-contraction coupling هون عنا excitation طبيعي ولكن العضلة عند خروج الكالسيوم وارتباطه بtroponin لاحداث ال

Note:

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

3. Various disturbances in rhythm and conduction.

لما نحكي rhythm بنحكي عن تناسق يعني بدنا نعرف اذا هو regular او irregular بينما ال conduction هون بنقيس كفاءة توصيل ال impulses مثلاً في bundle branch لو كان واحد من هاي ال bundles صار فيه atherosclerosis يعني ع. ع تقل كمية الدم والاكسجين الواصلة الو وبرضه رح يقل توصيله لل electrical impulses بينما الاخر لو كان سليم يكون هناك conduction بكفاءة

4. The extent, location, and progress of ischemic damage to the myocardium.

لو صار فيه جلطة بقدر يحددلي مكانها تمامًا ،، هل هي ب right ventricle ,LV ,RA ,LA واذا مثلًا ب RV وين بالزبط وبقدر يحددلي كمان حجم الجلطة هل أخذت مساحة صغيرة او كبيرة من سطح القلب

5. The effects of altered electrolyte concentrations.

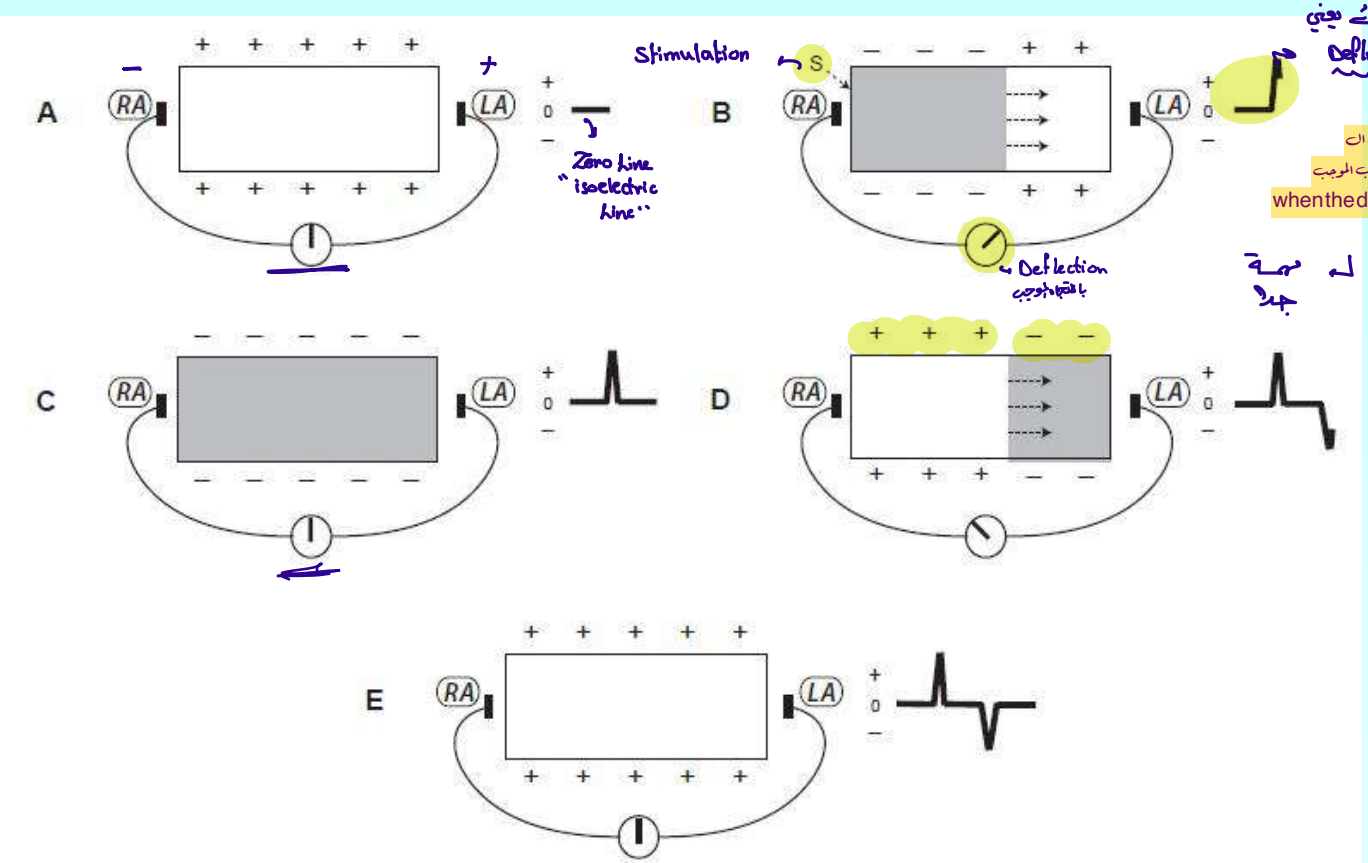
حكينا بالمحاضرة الماضية انه ال action potential يتأثر بشكل كبير بتغيرات تركيز البوتاسيوم قد يتأثر بتركيز الايونات الاخرى ولكن البوتاسيوم بشكل أكبر ويقوم ال ECG بكشف هذا التغير

6. The influence of certain drugs (notably digitalis, antiarrhythmic agents, and calcium channel antagonists).

بقدر عن طريق ال ECG بشوف تأثير الدوا وممكن في بعض الحالات اشوف تحسن المريض مثلاً لو كنا بال emergency واجا مريض عنده خفقان سريع وعملنا ECG وشفنا دقات قلبه انها مرتفعة واعطيناه دوا مثلاً مثلًا calcium channel blocker هون خلال ثواني رح اشوف بال ECG انه دقات قلبه نزلت وصار طبيعية

المعلومة ياي بنحصلها من هون نعمرها على القلب لكل م

Recording from a single cardiac fiber



هيك يعني Deflection up

ال deflection يكون up اذا كانت ال depolarization جاية باتجاه القطب الموجب when the depolarization approches to the positive electrode

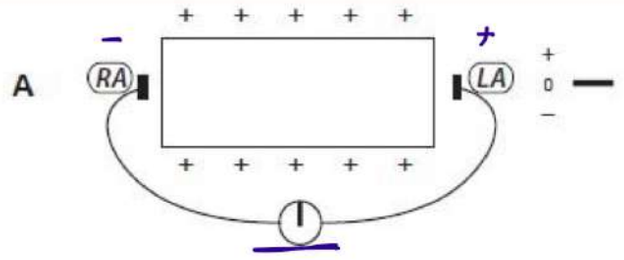
لسة جديد

1. Shows depolarization and repolarization waves.
2. The two waves are in opposite direction.
3. No potential is recorded when fiber is either completely polarized or completely depolarized.

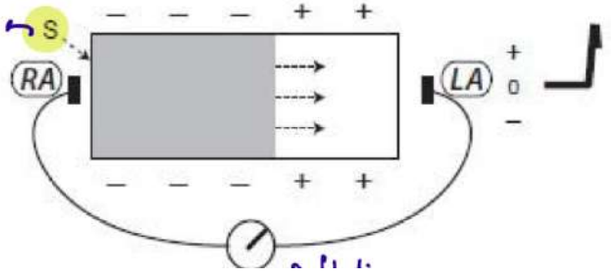
كل مرور لل Action potential رافقه حدوث depolarization, repolarization وتكونان متعاكستان في الاتجاه عشان هيك الابرة اول مرة انحرفت لليمين ورسمت صعود وبعدها انحرفت لليسار ورسمت نزول

لهيك تكون الابرة على zero line

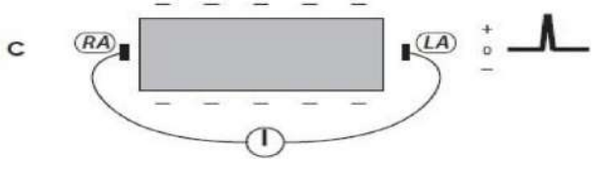
لانه لن يكون هناك فرق جهد



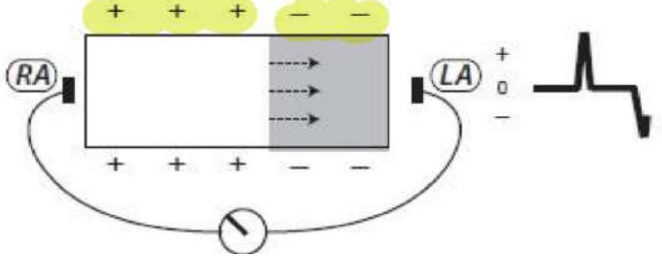
بهاي الحالة كلا ال electrodes موضوع على ال fiber من الخارج يعني احدهما على بداية من الخارج والاخر على نهاية من الخارج هون احنا بحالة rest لانه ما عنا stimulation ولا action potential وبرضه ال fiber موجود في محلول صوديوم متساوي التركيز في كلا الجهتين يعني الموجبة نفسها وهذا يعني عدم وجود فرق جهد وبالتالي رح تكون قراءة الغلفانومتر صفر



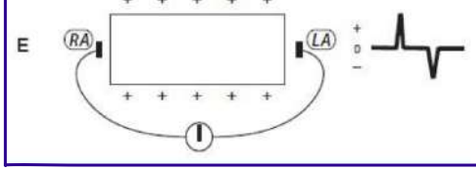
الان خلينا نهيج ال fiber من جهة واحدة يعني تكون action potential وحكينا بال phase انه الجهد ممكن يوصل +٣٠/+٢٠ وهذا يعني انه الداخل موجب مقارنة بالخارج السالب وهون المنطقة يلي صار فيها stimulation صار فيها depolarisation اوعى الى انه الخارج سالب لانه هي المنطقة يلي صار فيها activation والداخل موجب وقراءة الغلفانومتر تكون موجبة دليل على ان ال electrodes موضوعة بشكل صحيح



هون ال depolarisation شمل ال fiber كامل وبالتالي المنطقة كاملة صارت من الخارج سالبة وكاملة من الداخل موجب وبهذا لن يكون هناك فرق جهد لذلك تكون القراءة صفر



هون صار عنا repolarisation بنفس المنطقة يلي صار فيها depolarisation هاي المنطقة صار فيها الخارج موجب والداخل سالب بينما المنطقة يلي لسا ما وصلها repolarisation خارجها سالب وداخلها موجب وهنا يكون هناك فرق جهد ويكون هناك قراءة للغلفانومتر ولكن معكوسة دليل على ان ال electrodes موضوعة بطريقة خاطئة



هون نفس الرسمة A

رجعنا لقراءة صفر

بالمختصر القراءة بتكون صفر بعدها بتصير موجب بعدين صفر بعدين سالب واخر شي بترجع للصفر

قبل شوي كنا نحكي عن single fiber هون الحكي رح يكون على القلب كامل

Recording from the whole heart

The normal electrocardiogram is composed of the following;

P wave – atrial depolarization wave (appears just before the beginning of atrial contraction).

QRS complex – ventricular depolarization wave (appears just before the beginning of ventricular contraction). It coincides with phase 0 of cardiac action potential. مرور الـ action potential في الـ ventricles

T wave - ventricular repolarization wave. It coincides يتزامن with the end of repolarization phase (phase 3) of cardiac action potential. T waves that are abnormal either in direction or in amplitude may indicate myocardial damage, electrolyte disturbances, or cardiac hypertrophy.

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

لانه الـ papillary muscles موجودة في عمق الـ endocardium يعني رح يكون فيها ischemia عالية وبالتالي اعاقة لل repolarization بشكل كبير لهذا الـ repolarization يحدث فيها بشكل بطيء جدًا لهذا السبب تكون اخر الموجات ظهورًا وقد لا تظهر احياناً

جهاز تخطيط القلب ما هو الا غلفانوميتر محور يعني عليه شوية تعديلات هي انه الابرة صارت عبارة عن انبوب ربطنا فيها فرطوم وحطينا حبر وشريط ورقي الابرة رح تتحرك وترسم بداية خط مستقيم في منتصف الورقة كما في حالة A وبعدها ترسم صعودًا ونزولاً واحنا مضطرين نرسم لحتى نفهم الناس شو بصير عنا تغيرات ولكن زمان كان فيها technical problems لانه الحبر ممكن يعمل اغلاق في الابرة لو ما نضفناها يوميًا وبرضه الشريط الورقي ممكن يتلف بسهولة عشان هيك طوروا من الجهاز بحيث انه صار عند الابرة جهاز تسخين لحتى يحافظ على الحبر سائل وتم طلاء ورقة ال ECG بمادة كيميائية بمجرد ان تلامس الحرارة يحصل لها اكسدة فيتغير لونها ويظهر التخطيط واختلاف لون ورقة التخطيط لا يدل على شي وليس له اهمية المهم انها تكون مطلية لحتى ما تتلف لو تعرضت لمصدر ماء

مرور ال action potential في ال atria يعني من SA node وانتقاله في الجدار وصولاً الى AV node ولكن لسا ما اخترق ال fibrous skeleton بس في قاعدة جدًا مهمة انه التغير الكهربائي يسبق التقلص يعني بعبارات اخرى تقلص ال atria يحدث لفظات بعد ال P wave زي ما حكينا عنا excitation-coupling يعني اكيد ما رح يصير تقلص قبل حدوث تغير كهربائي ،، لذلك ال P wave تمثل electrical excitation ثم بعد ذلك يتبعها ال contraction

P wave – atrial depolarization wave (appears just before the beginning of atrial contraction).

حاليًا لازم يخطر ببالنا سؤالين الاول انه احنا حكينا انه كل موجة depolarization يتبعها repolarization طيب ليش ما حكينا عن موجة repolarization لل atria في الحقيقة هو موجود ولكن ظهوره يتزامن مع ظهور QRS omplex لانه كهربائية ال ventricle اقوى بكثير من كهربائية ال atrium فيغطي عليه تمامًا نفس فكرة انه ما بنقدر نشوف نجوم بالنهار لانه ضوء الشمس بغطي عليها على الرغم من ان النجوم موجودة

بالنسبة للسؤال الثاني

لماذا موجة ال T تكون up ولهذا السؤال أكثر من جواب رح نعتمد أكثر نظرية يؤمن فيها العلماء وهي نظرية ال relative ischemia دليل على ان موجة ال depolarization معاكسة لموجة ال depolarization

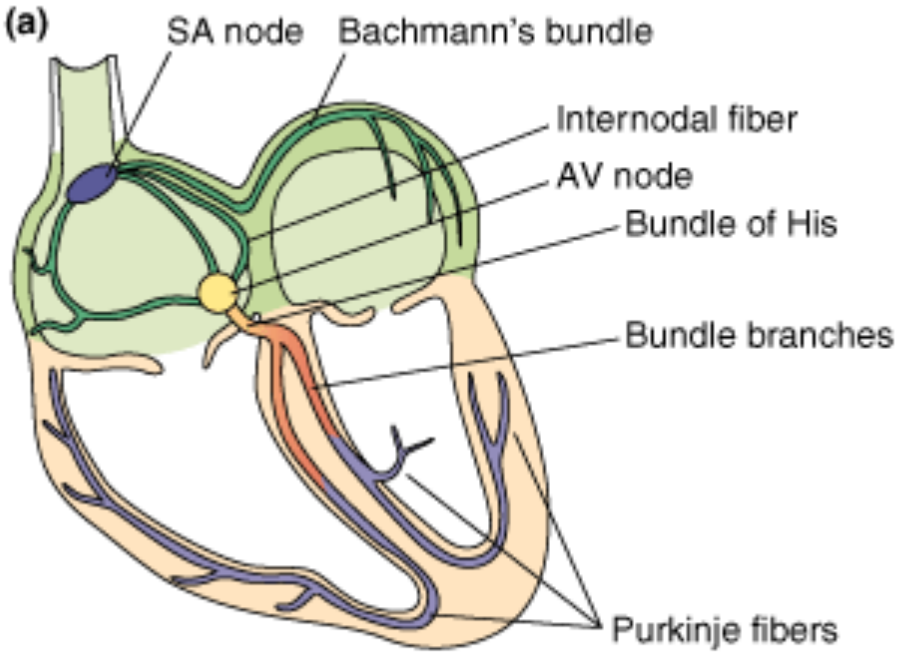
ولانه الفسيو عالم ال why لازم نوضح ليش كهربائية ال venticle اعلى من كهربائية ال atria اول شي خلينا نعطي مثال من الحياة وبعدها بنوضح بالفيزياء لحتى نزيد ثقافتنا معينة لازم نزيد عدد البطاريات ونفس الشي بالقلب كلما زاد عدد ال fibers زادت الكهربائية طيب كيف عدد ال fibers اعلى بال ventricle؟؟ اهدنا بالاناتومي انه ال ventricle مسؤول عن ضخ الدم ولهذا السبب ال muscle layer thickness بتكون اكبر لحتى تساعدها على هاي ال function وبهذا سماكة البطين اعلى من الأذين تسبب كهربائية اعلى في البطين

طيب شو اتجاه حركة ال wave في ال heart؟؟ احنا حكينا انه bundle of His تتفرع وتعطي branches تتواجد في endocardium والذي يكون مواجه للدم ومن عنده يبدأ ال depolarization ويصعد وصولًا لل epicardium اذا الاتجاه من العمق (الدم) في endocardium الى السطح في epicardium

اما ال repolarization يكون العكس بحيث يبدأ من السطح ال epicardium وينتهي في العمق endocardium

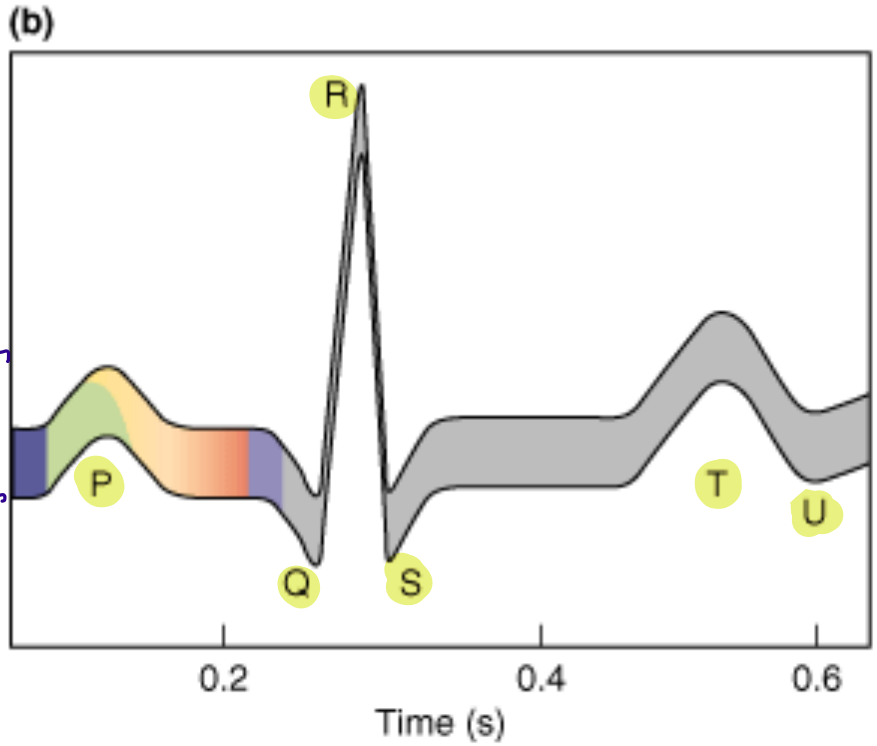
ال relative ischemia :: الدم الذي يغذي القلب (coronary arteries) يكون على السطح اذًا ال epicardium تستلم دم قبل ال endocardium وبهذا يكون ال oxygenation افضل لذلك عند حدوث تقلص ينقطع الدم عن ال endocardium ولا ينقطع عن ال epicardium وهذا هو المقصود ب ischemia يعني ان ال endocardium تعاني من انقطاع الدم و relative يعني مقارنتها مع epicardium ومبدأ مهم جدًا انه ال ischemia تعيق (impair) ال repolarization لذلك يبدأ ال repolarization من المكان يلي ما فيه ischema وهو ال epicardium لذلك تكون ال T اتجاهها للاعلى لان ال repolarization يكون عكس ال depolarization

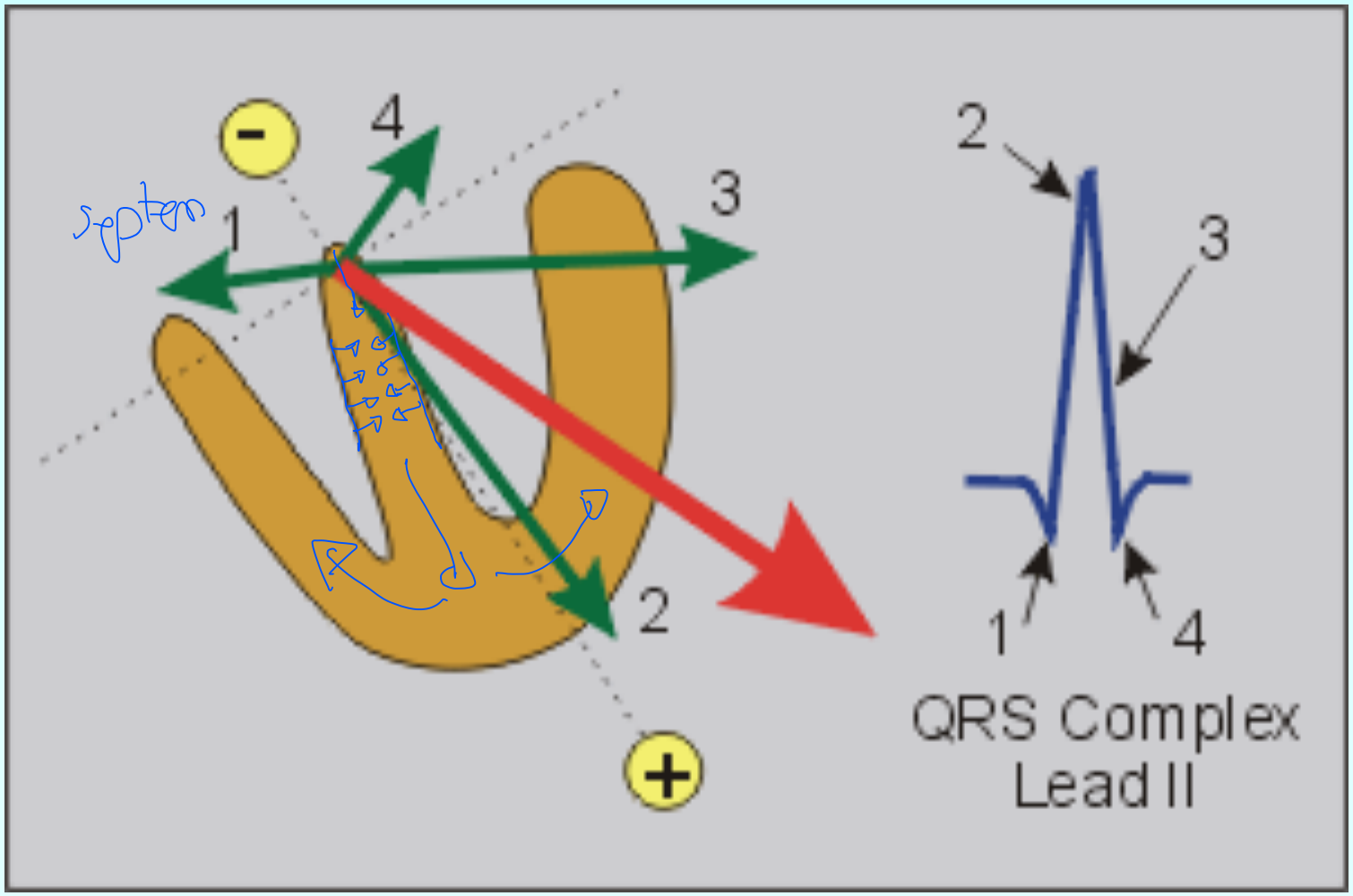
▶ Conduction System of the Heart



تمثل مرور Action potential من SA node للاخير خلال ضربة

عادة P,Q,R,S,T تظهر في الجميع ولكن ال U تكون occasional يعني ما بتظهر بالملل




4
3
1
2
2
3
1
4
QRS Complex
Lead II

طيب ليش طلعلنا هاض الشكل الغريب لما قسنا الـ ventricular depolarization ؟

اول اشي بدنا نعرفه انه القطب الموجب احنا اصلا بنحطه قريب من الـ apex of heart والقطب السالب قريب من الـbase of heart.

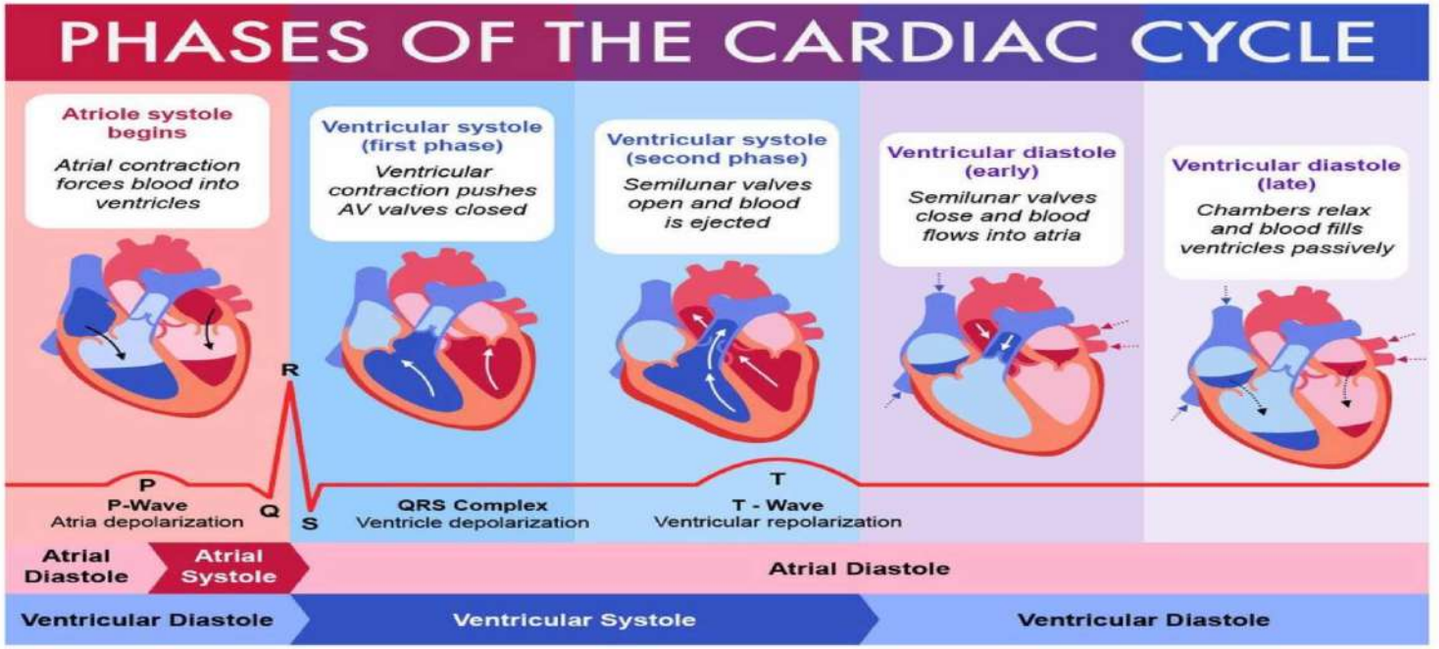
اول اشي رح يصير عنا depolarization للـ ventricular septa ورح يمشي على الاطراف وبعدها رح يفوت لجوا،

بس رح يصير عنا هون متجهين عكس بعض صح ؟ (شوفوا كيف راسم انا ع الرسمة فوق)، بس مين اللي رح يتغلب على الثاني؟ الـ left side هو اللي رح يتغلب على الـ right ورح يبعد عن الطرف الموجب ويتجه نحو السالب، لهيك احنا بنشوفه نازل لتحت

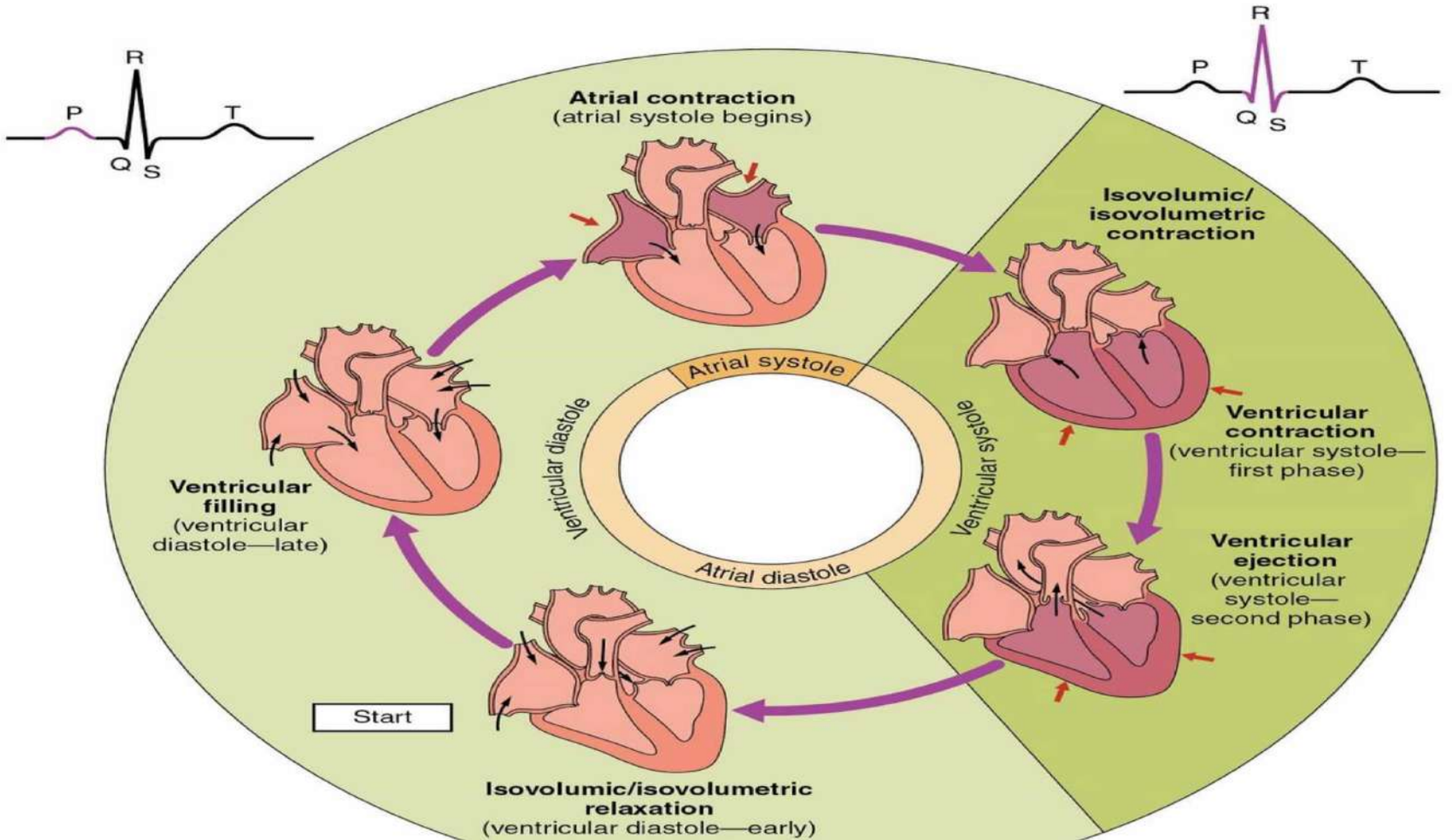
ثاني اشي، كمحصلة رح ينتقل الـ depolarization على طول الـ septa وينتقل للـ apex تبع الـ heart (يعني باتجاه القطب الموجب) عشان هيك الجهاز رح يعطي قراءة لفوق

بعدها بده ينتشر لليمين وللشمال ولانه الشمال more thick رح يكون اتجاه الكهرباء فيه اكثر (يعني رح تكون محصلة الكهرباء لليسار)

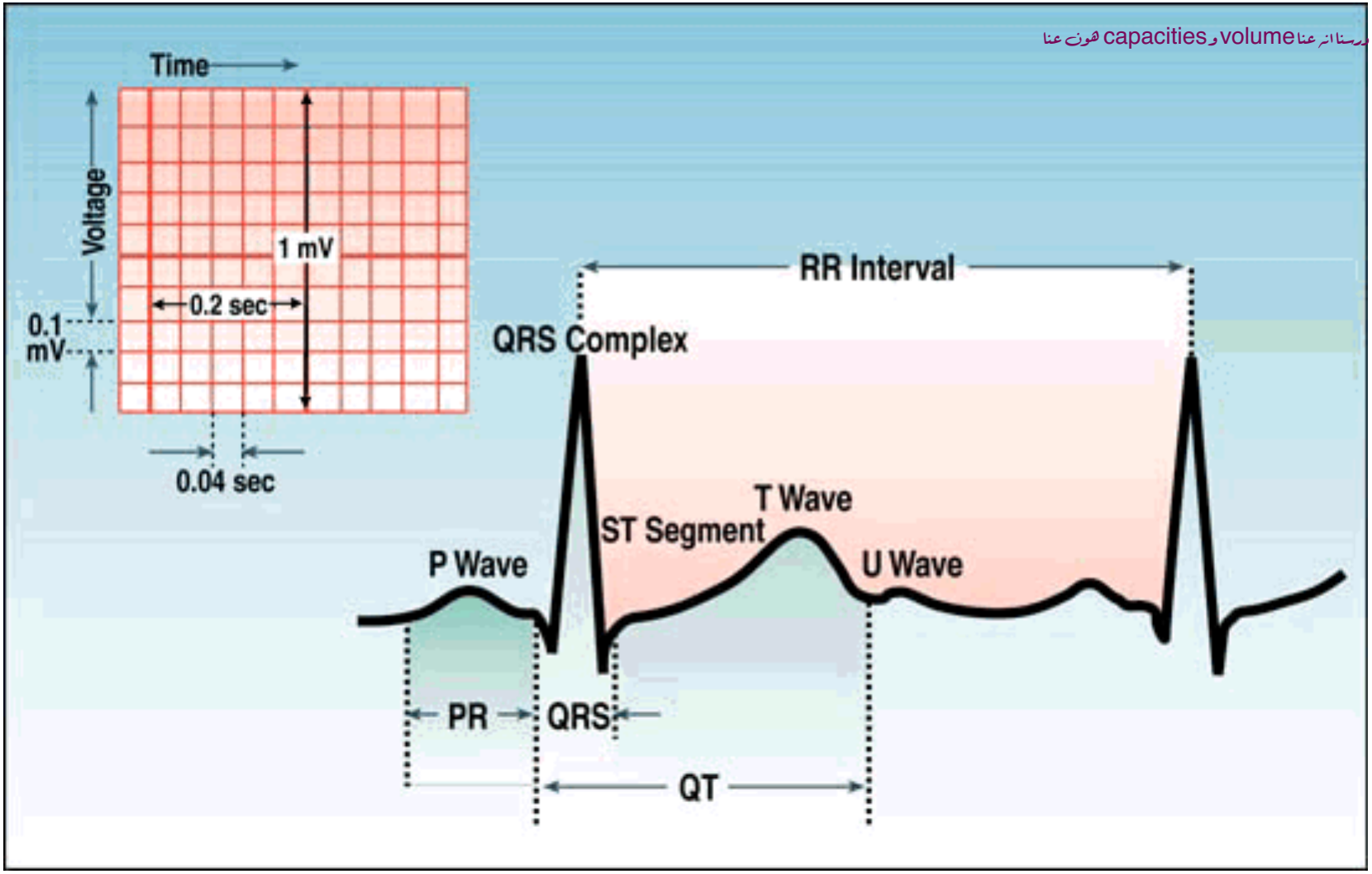
المحصلة الكلية هي السهم الاحمر


PHASES OF THE CARDIAC CYCLE
Atriole systole begins
Atrial contraction forces blood into ventricles
Ventricular systole (first phase)
Ventricular contraction pushes AV valves closed
Ventricular systole (second phase)
Semilunar valves open and blood is ejected
Ventricular diastole (early)
Semilunar valves close and blood flows into atria
Ventricular diastole (late)
Chambers relax and blood fills ventricles passively
R
P
P-Wave
Atria depolarization
Q
S
QRS Complex
Ventricle depolarization
T
T - Wave
Ventricular repolarization
Atrial Diastole
Atrial Systole
Atrial Diastole
Ventricular Diastole
Ventricular Systole
Ventricular Diastole

بساعدكم


R
P
T
Q
S
Atrial contraction
(atrial systole begins)
Isovolumic/
isovolumetric
contraction
Ventricular
contraction
(ventricular systole—
first phase)
Ventricular
ejection
(ventricular
systole—
second phase)
Isovolumic/isovolumetric
relaxation
(ventricular diastole—early)
Start
Ventricular
filling
(ventricular
diastole—late)
Atrial systole
Atrial diastole
Ventricular diastole
Ventricular systole

بالRS ہرسنائر عنا volume و capacities ھون عنا



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. The PR interval shortens as heart rate increases.

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 (i.e. it varies inversely with the heart rate).

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.

ST segment – It corresponds to the plateau phase of the non-pacemaker action potential. It extends from the end of the S wave to the onset of the T wave. Its average is 0.08 sec. This segment should be on the iso-electric line (zero line). The normal ST segment has a slight upward concavity. Up or down deviation of this segment indicates the presence of **current of injury** (ischemic damage to the myocardium).

ST segment – It corresponds to the plateau phase of the non-pacemaker action potential. It extends from the end of the S wave to the onset of the T wave. Its average is 0.08 sec. This segment should be on the iso-electric line (zero line). The normal ST segment has a slight upward concavity. Up or down deviation of this segment indicates the presence of **current of injury** (ischemic damage to the myocardium).

13

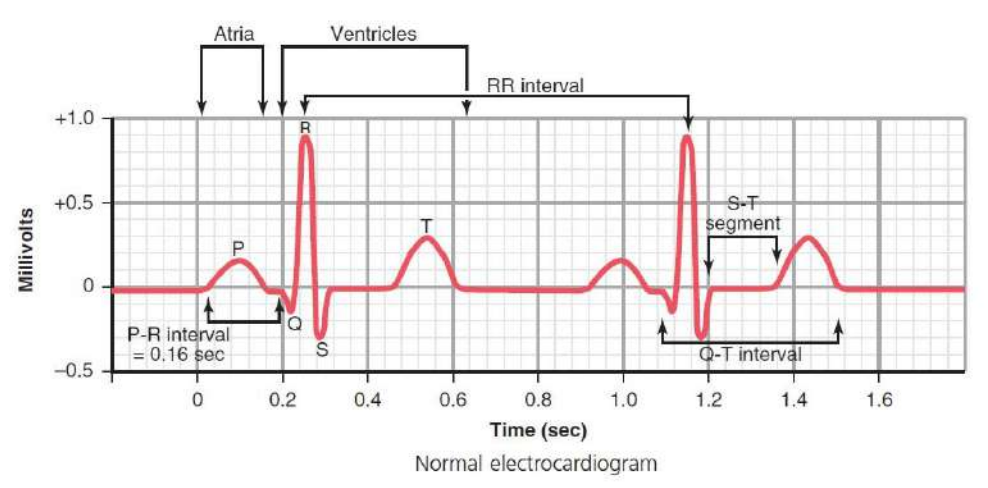
هون هاي اخطر وحدة واذا مريض صار عنده جلطة او ذبحة صدرية هي اول شي لازم نشوفه والزيادة فيه

يعني myocardium damage عشان هيك اذا طلعت او نزلت عن isoelectrical line

فيها current injury

Voltage and Time Calibration of the Electrocardiogram

Lab



Normal electrocardiogram

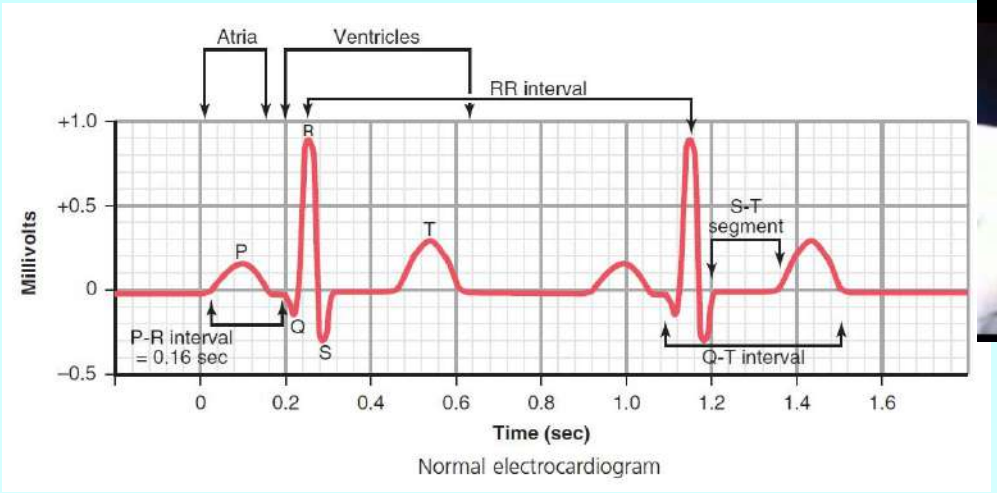
- All recordings of ECGs are made with appropriate calibration lines on the recording paper.
- Electrocardiograph machine is calibrated so that 10 of the small line divisions (=10 mm) upward or downward ECG represent 1 mV, with positivity in the upward direction and negativity in the downward direction.
- 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**

علشان دقيقة مع تعطيني ٣١٠٥

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

Voltage and Time Calibration of the Electrocardiogram (cont.)

Lab

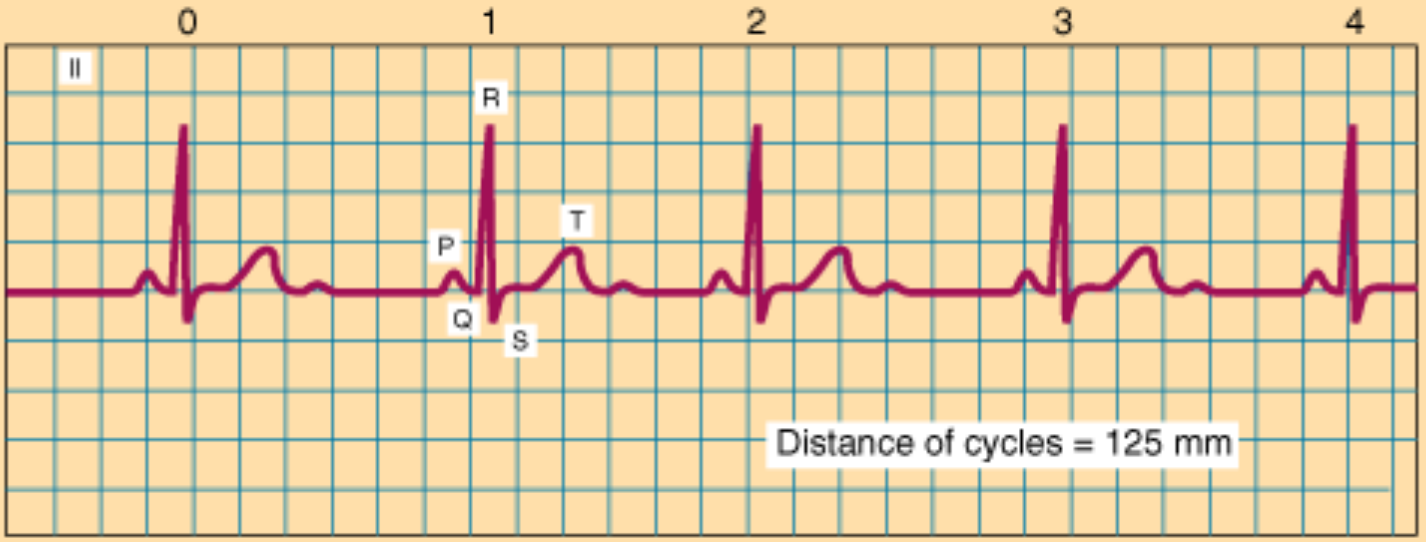


Normal electrocardiogram

- 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.
  2. How close the electrodes are to the heart. The closer the electrode the greater the recorded voltage.
  3. The mass of myocardium from which the voltage it is generated
- 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.

ECG Used to Calculate Heart Rate

هل نستطيع انه نعرف ال heart rate من ECG ؟؟



$$\text{Heart Rate} = \frac{1500}{\text{R–R interval}}$$

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

Note: الصوديوم لا يؤثر كثيرًا واكبر دليل انه ممكن اعطي normal saline بسرعة بينما التاثير القوي يكون للبوتاسيوم

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.

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

زيادة في الخارج تؤدي الى زيادة في الداخل وفتح البوابات مع يعمل الهجوم قوي وكانما كان الهجوم اقوى كانت ال Twave اعلى

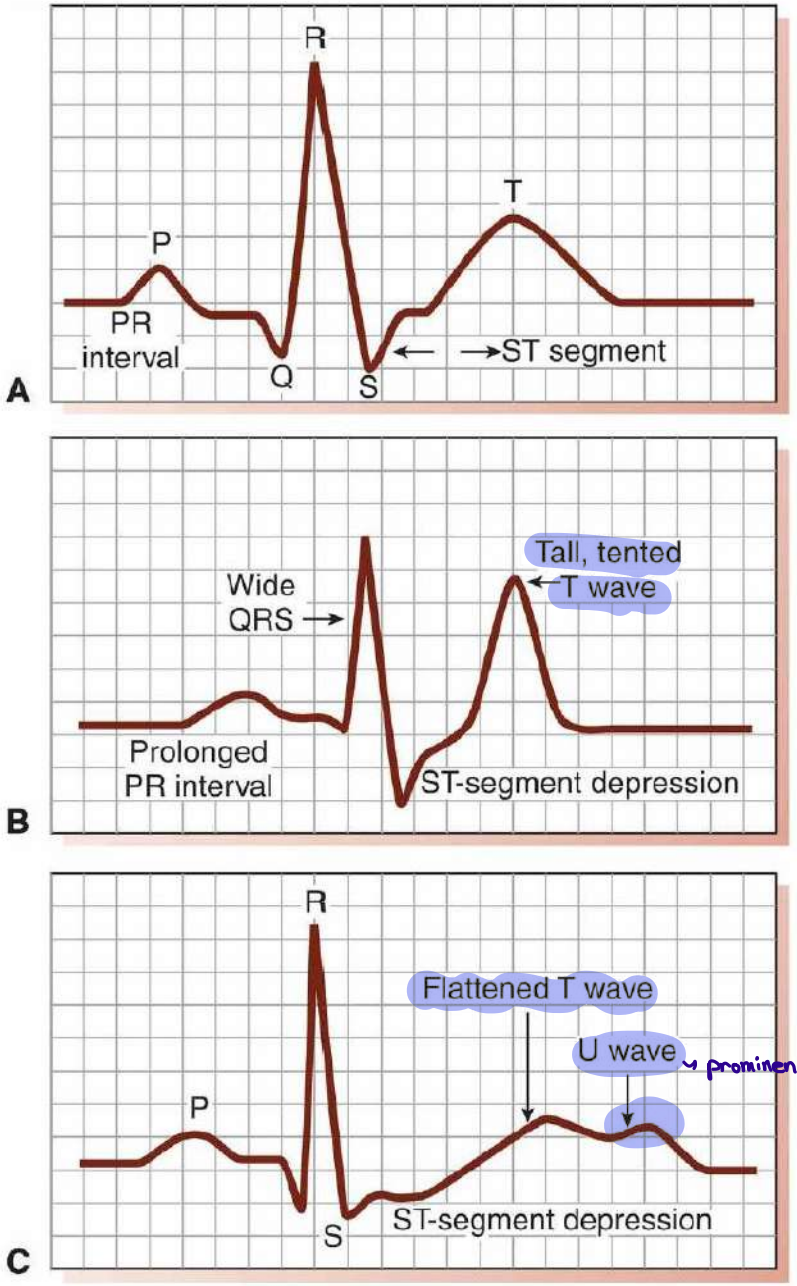
Hypokalemia → flattened T wave + ST-segment depression + prominent U waves frequently superimposed upon T waves.

Hypocalcemia → prolongation of the QT interval.

↳ طريقة غير مباشرة لاطالة فترة ال QT

(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)

سلامة قنوات البوتاسيوم تعتمد على سلامة قنوات الكالسيوم فاذا الكالسيوم قليل قنوات البوتاسيوم مارح تخرج بوتاسيوم


R
T
P
PR
interval
Q
S
ST segment
A
Normal
Wide
QRS
Tall, tented
T wave
Prolonged
PR interval
ST-segment depression
B
Effect of
hyperkalemia
R
Flattened T wave
U wave
prominent
P
S
ST-segment depression
C
Effect of
hypokalemia

Test Question:

أنا مشوفتش في حياتي سنة دراسية بالوقاحه دي

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.

C