

Das Elektrokardiogramm (EKG)

© 2016 Löffler Notfallmedizin • Florian Löffler

Inhalt

- Einführung: Der klinische Fall
- Lektion 1: Die Bedeutung der einzelnen EKG-Zacken
- Lektion 2: Ableitung des EKG
- Lektion 3: Analyse der EKG-Zacken – Vorhoferregung und AV-Überleitung
- Lektion 4: Analyse der EKG-Zacken – Kammererregung und Erregungsrückbildung
- Lektion 5: Bestimmung des Lagetyps
- Lektion 6: Die Bedeutung des Lagetyps
- Lektion 7: Bestimmung von Herzrhythmus und Herzfrequenz
- Lektion 8: Erkennung eines Sinusrhythmus
- Lektion 10: Atrioventrikuläre Überleitungsstörungen (AV-Block)
- Lektion 13: Intraventrikuläre Leitungsstörungen (QRS-Deformierung, RSB, LSB)
- Lektion 16: Intraventrikuläre Erregungsrückbildungsstörungen (Veränderung von ST-Strecke und T-Welle)
- Lektion 19: EKG bei Myokardinfarkt – Diagnose und Stadieneinteilung
- Lektion 21: EKG bei Lungenembolie
- Lektion 23: EKG bei Elektrolytstörungen
- Lektion 24: supraventrikuläre Extrasystolen, supraventrikuläre Tachykardien
- Lektion 26: ventrikuläre Rhythmusstörungen
- Lektion 32: Befundung des Elektrokardiogramms

© 2016 Löffler Notfallmedizin • Florian Löffler

Einführung: Herzschmerzen



© 2016 Löffler Notfallmedizin • Florian Löffler

Der klinische Fall: Zeit ist Herzmuskel

Herzschmerzen

- Notarzteinsatz um 22:36 Uhr: Person vor Lokal kollabiert
- bei Eintreffen des Rettungsdienstes sitzt der Patient im Lokal auf einem Stuhl, presst sich eine Hand auf die Brust
- Fremdanamnese (Ehefrau): nach dem Essen und einigen Zigaretten das Lokal verlassen
- plötzlich Brustschmerzen, strahlen in den linken Arm aus



© 2015 Löffler Notfallmedizin • Florian Löffler

Der klinische Fall: Zeit ist Herzmuskel

Herzschmerzen

- Sauerstoffgabe und venöser Zugang
- EKG-Ableitung: ST-Hebung



© 2015 Löffler Notfallmedizin • Florian Löffler

Der klinische Fall: Zeit ist Herzmuskel

Herzschmerzen

- Analgesie mit Morphin
- zeitkritischer Transport ins Krankenhaus
- dort Lysetherapie mit Streptokinase
- Labor: Herzenzyme (Troponin, CK-MB)
- intensivmedizinische Überwachung



© 2015 Löffler Notfallmedizin • Florian Löffler

Der klinische Fall: Zeit ist Herzmuskel

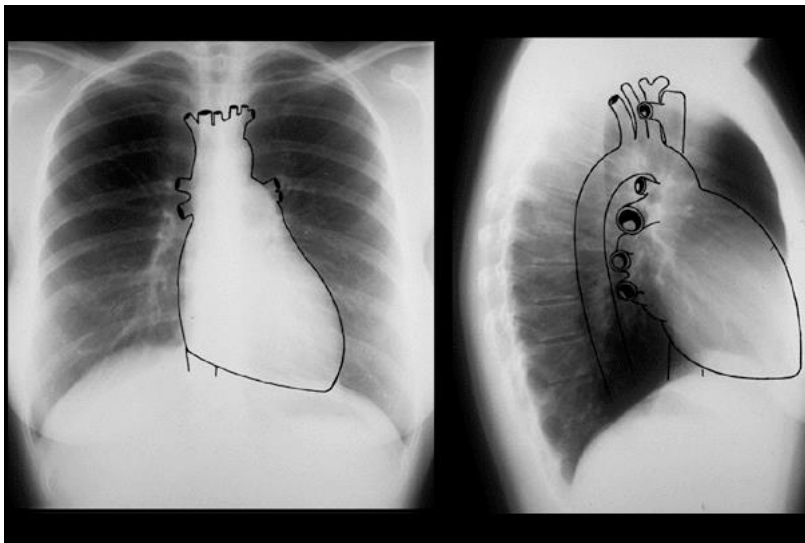
Herzschmerzen

- Analgesie mit Morphin
- zeitkritischer Transport ins Krankenhaus
- dort Lysetherapie mit Streptokinase
- Labor: Herzenzyme (Troponin, CK-MB)
- intensivmedizinische Überwachung



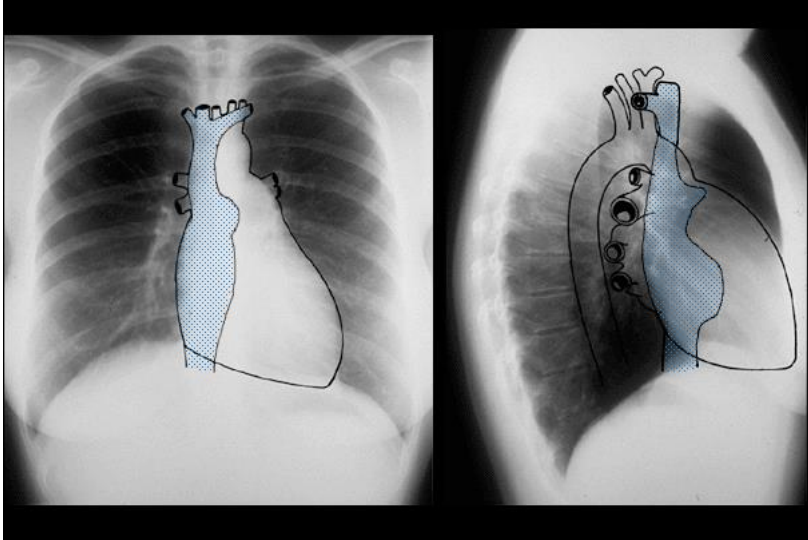
© 2015 Löffler Notfallmedizin • Florian Löffler

Die Topographie



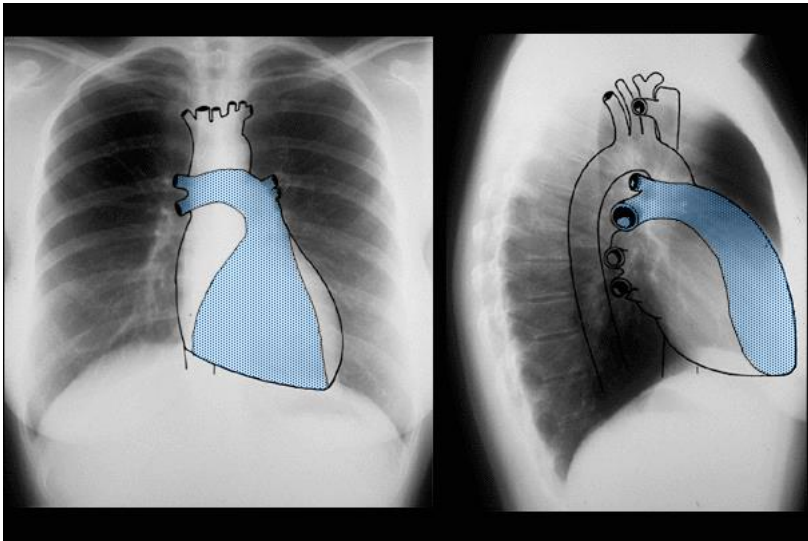
© 2015 Löffler Notfallmedizin • Florian Löffler

Die Topographie



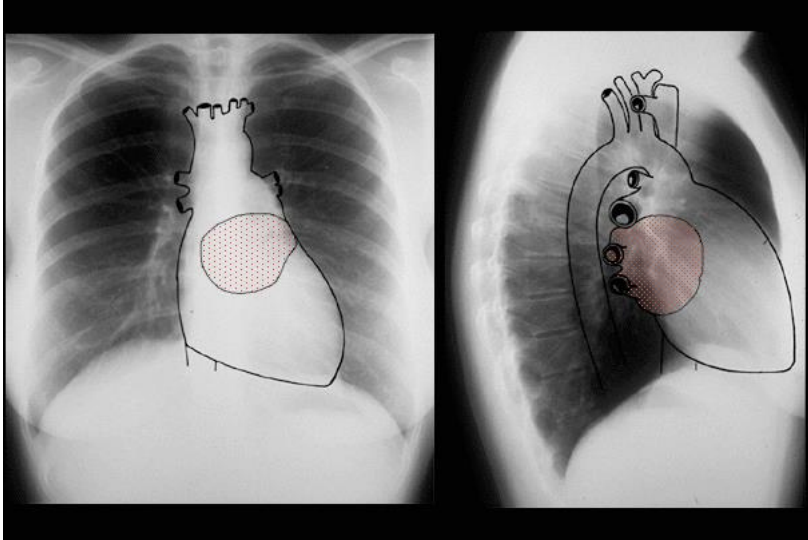
© 2015 Löffler Notfallmedizin • Florian Löffler

Die Topographie



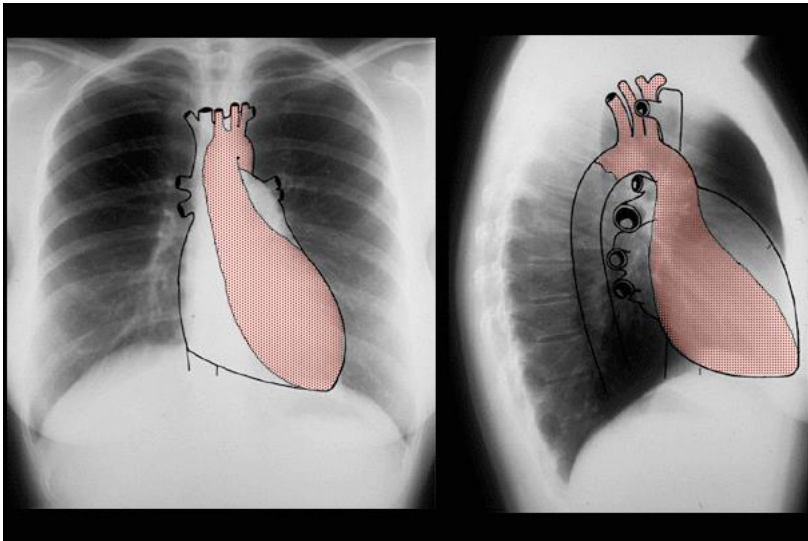
© 2015 Löffler Notfallmedizin • Florian Löffler

Die Topographie



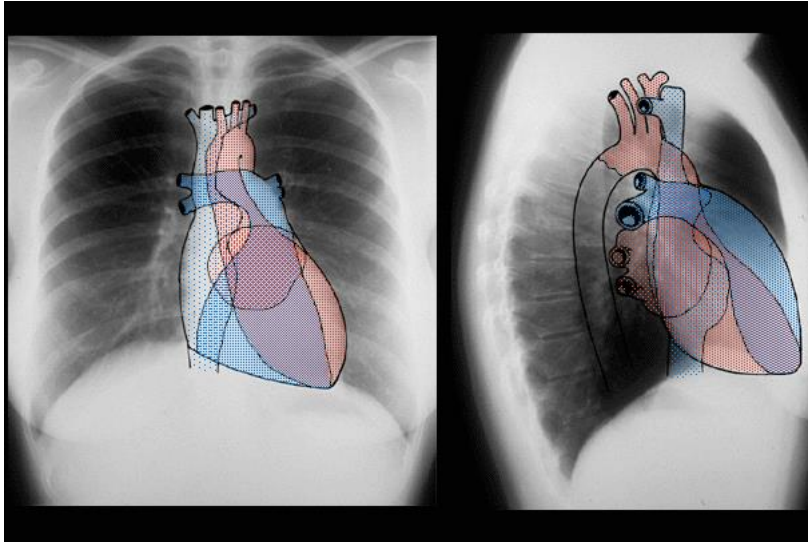
© 2015 Löffler Notfallmedizin • Florian Löffler

Die Topographie



© 2015 Löffler Notfallmedizin • Florian Löffler

Die Topographie



© 2015 Löffler Notfallmedizin • Florian Löffler

Das Herz

Die Topographie:



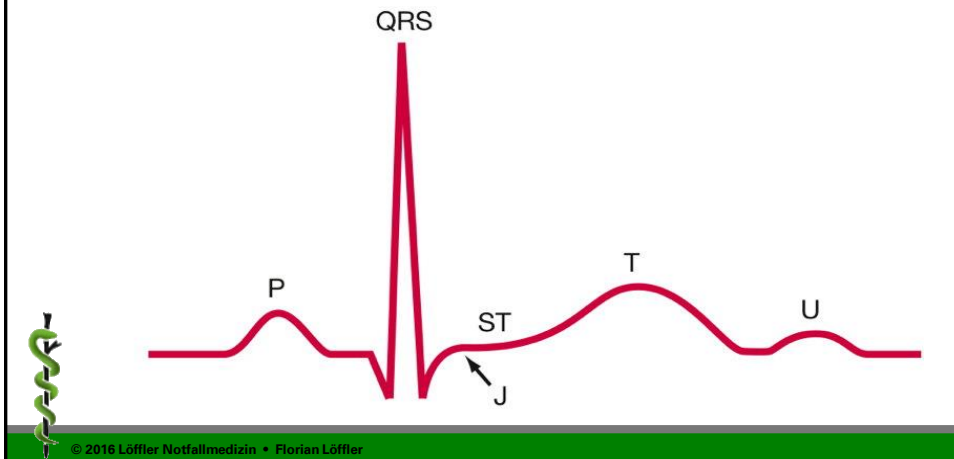
Das Herz befindet sich im mittleren Mediastinum, es liegt sozusagen nach links unten „verdreht“ im Thorax. Etwa zwei Drittel des Herzens liegen in der linken und nur ein Drittel in der rechten Thoraxhälfte. Die **Herzachse** zieht von rechts hinten oben nach links vorne unten.

Die **Herzspitze**, die nach links vorne unten zeigt, wird auch **Apex cordis** genannt, die **Herzbasis**, die rechts hinten oben liegt, nennt man **Basis cordis**.



© 2016 Löffler Notfallmedizin • Florian Löffler

Lektion 1: Die Bedeutung der einzelnen EKG-Zacken



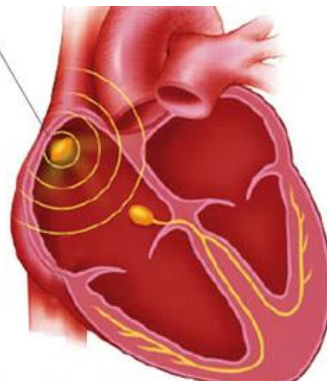
Die Bedeutung der einzelnen EKG-Zacken

elektrische Impulse entstehen im Sinusknoten ...

Sinusknoten

- Überleitung auf die Vorhofmuskulatur
(sinu-atriale Überleitung)

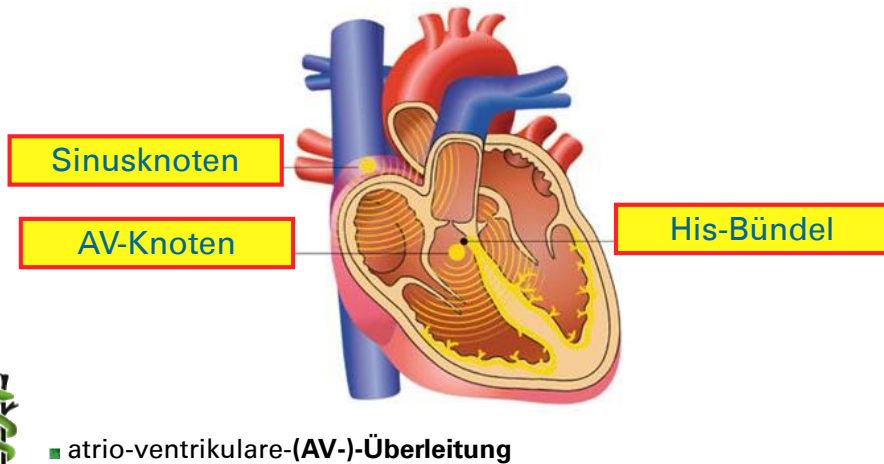
= Vorhoferregung



© 2015 Löffler Notfallmedizin • Florian Löffler

Die Bedeutung der einzelnen EKG-Zacken

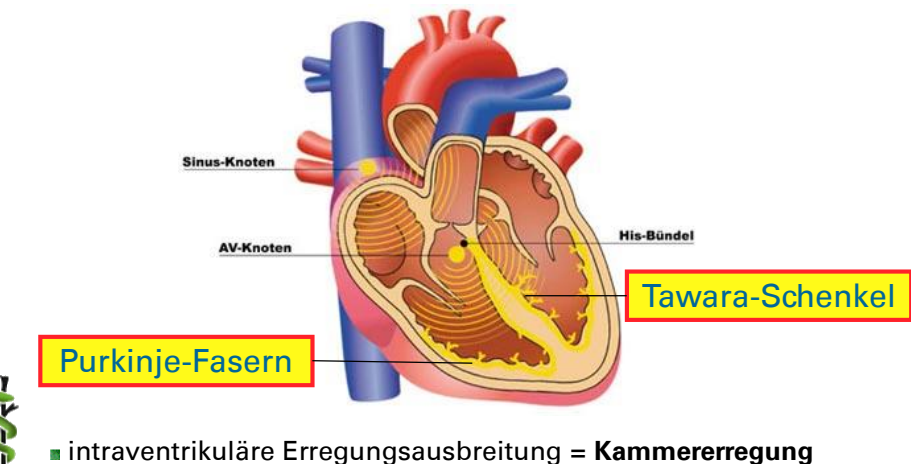
... erreichen das Reizleitungssystem ...



© 2015 Löffler Notfallmedizin • Florian Löffler

Die Bedeutung der einzelnen EKG-Zacken

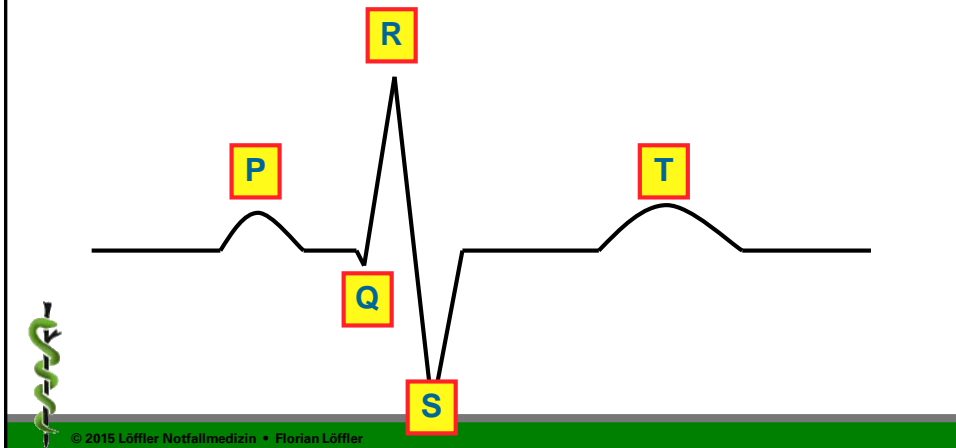
... und schließlich das Kammermyokard:



© 2015 Löffler Notfallmedizin • Florian Löffler

Die Bedeutung der einzelnen EKG-Zacken

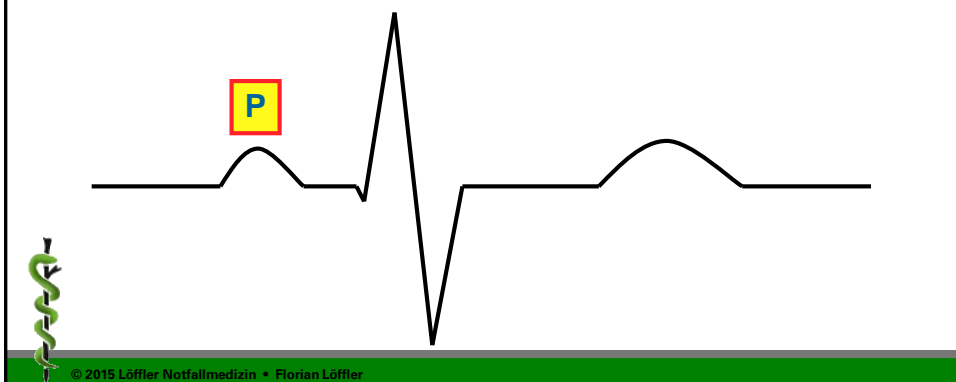
Das physiologische EKG:



Die Bedeutung der einzelnen EKG-Zacken

Die P-Welle:

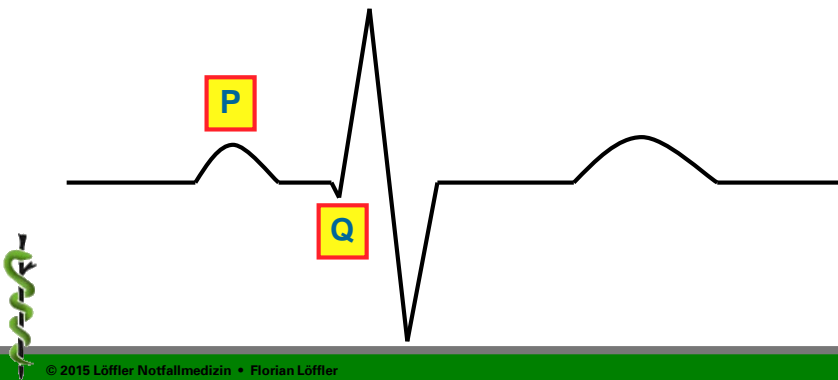
- intraatriale Erregungsausbreitung



Die Bedeutung der einzelnen EKG-Zacken

Die PQ-Zeit (oder AV-Intervall):

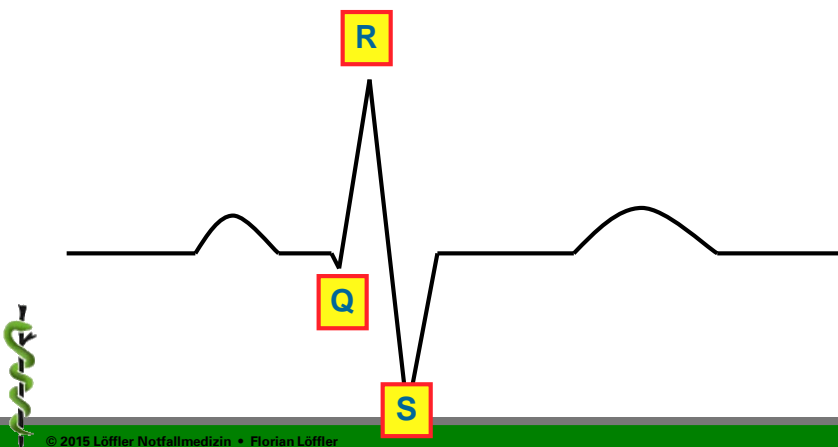
- atrioventrikuläre Erregungsüberleitung



Die Bedeutung der einzelnen EKG-Zacken

Der QRS-Komplex:

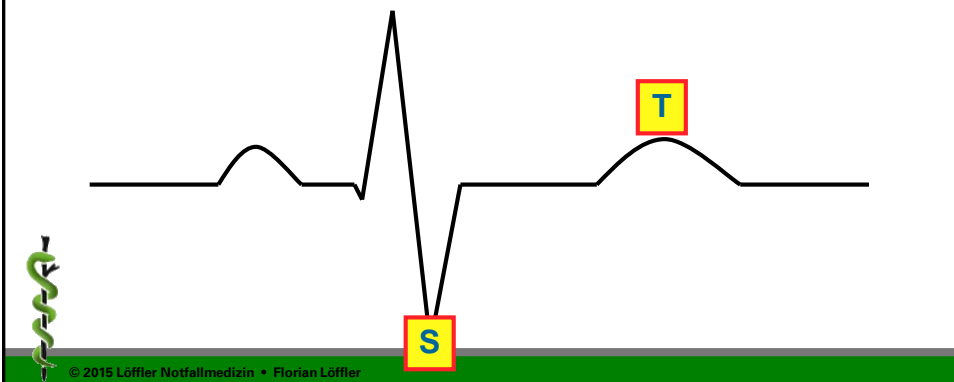
- intraventrikuläre Erregungsausbreitung



Die Bedeutung der einzelnen EKG-Zacken

Die ST-Strecke:

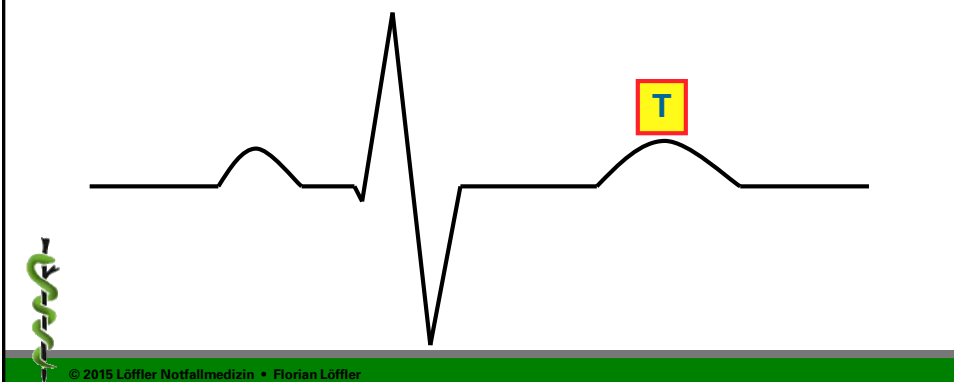
- intraventrikuläre Erregungsrückbildung (Beginn)



Die Bedeutung der einzelnen EKG-Zacken

Die T-Welle

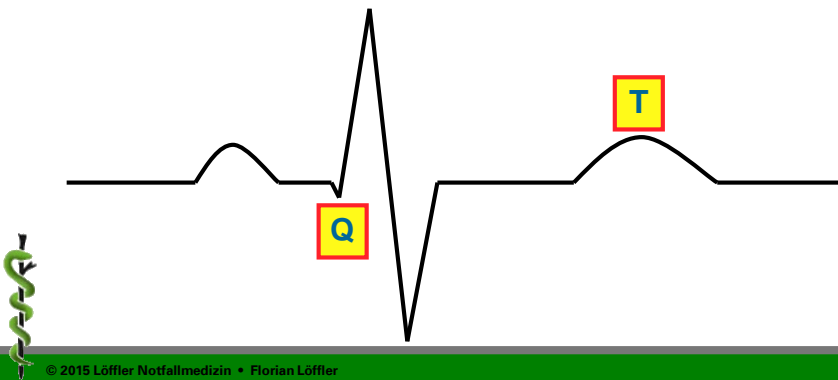
- intraventrikuläre Erregungsrückbildung (Ende)



Die Bedeutung der einzelnen EKG-Zacken

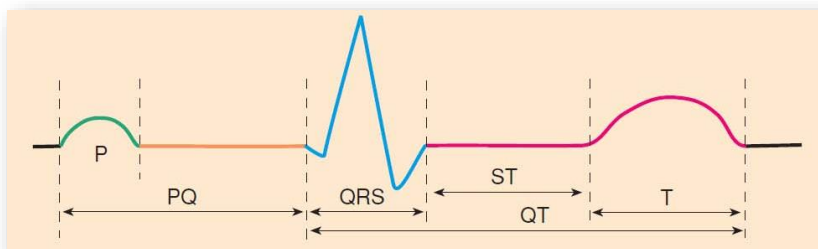
Die QT-Zeit:

- gesamte intraventrikuläre Erregungsdauer
- abhängig von der Herzfrequenz



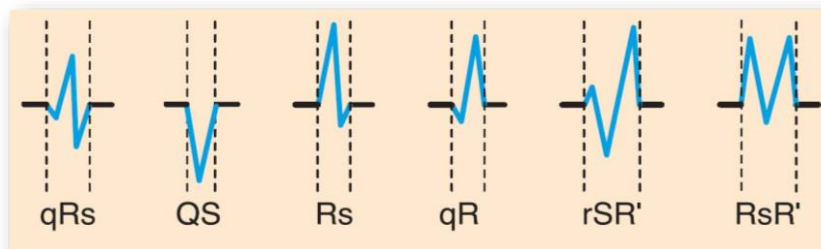
Die Bedeutung der einzelnen EKG-Zacken

schematische Darstellung:



Die Bedeutung der einzelnen EKG-Zacken

Kennzeichnung möglicher QRS-Konfigurationen:



© 2015 Löffler Notfallmedizin • Florian Löffler

Zusammenfassung



Das Oberflächen-EKG repräsentiert die intrakardiale Ausbreitung und Rückbildung elektrischer Impulse, die vom Sinusknoten gebildet, über Vorhöfe, AV-Knoten und His-Bündel auf die Kammern übergeleitet werden und sich in den Kammern über Reizleitungsschenkel und Purkinje-Faser-System ausbreiten. Jeder elektrische Teilvorgang ist im EKG direkt repräsentiert, mit Ausnahme der Impulsbildung im Sinusknoten und der sinuatrialen Erregungsüberleitung.



© 2016 Löffler Notfallmedizin • Florian Löffler

Lektion 2: Ableitung des EKG



Mehr Cartoons?
www.medi-learn.de/cartoons

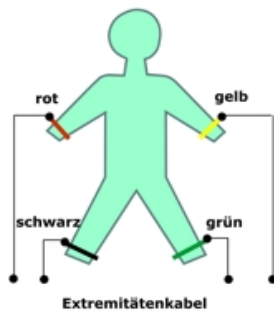
© 2016 Löffler Notfallmedizin • Florian Löffler

Ableitung des EKG

präklinischer Standard:

- drei bipolare Extremitätenableitungen

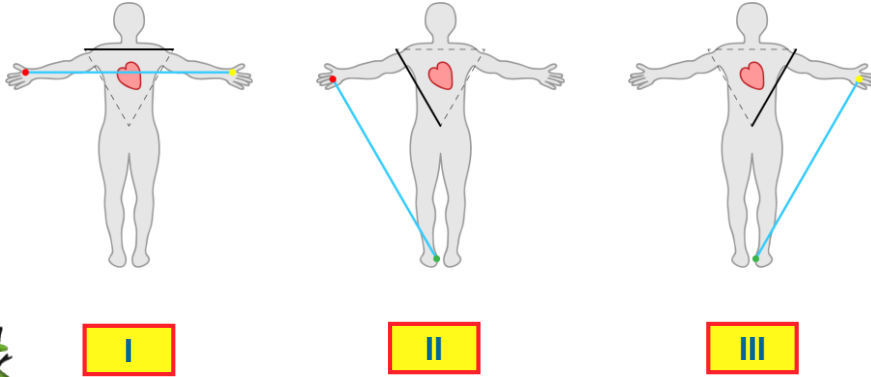
(nach EINTHOVEN)



© 2016 Löffler Notfallmedizin • Florian Löffler

Ableitung des EKG

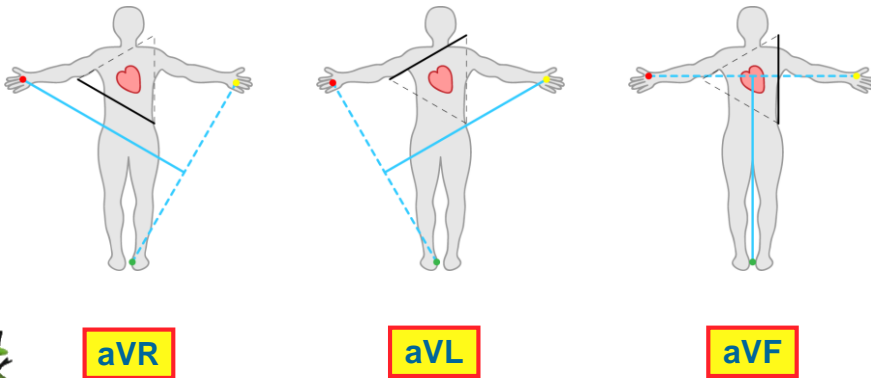
bipolare Extremitätenableitungen nach EINTHOVEN:



© 2016 Löffler Notfallmedizin • Florian Löffler

Ableitung des EKG

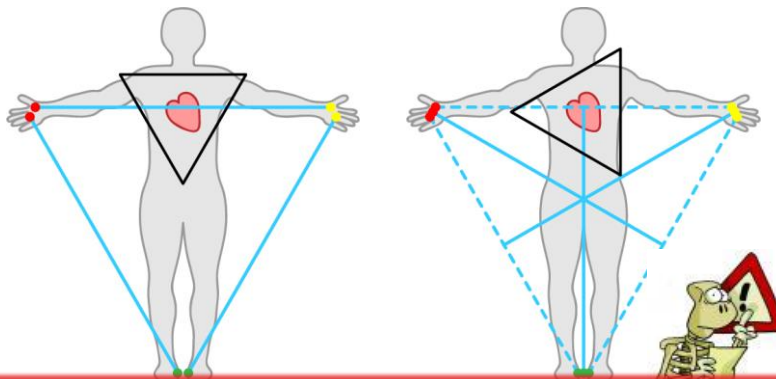
unipolare Extremitätenableitungen nach GOLDBERGER:



© 2016 Löffler Notfallmedizin • Florian Löffler

Ableitung des EKG

die Extremitätenableitungen:



Die Extremitätenableitungen projizieren die elektrischen Vorgänge am Herzen auf die Frontalebene des Körpers!

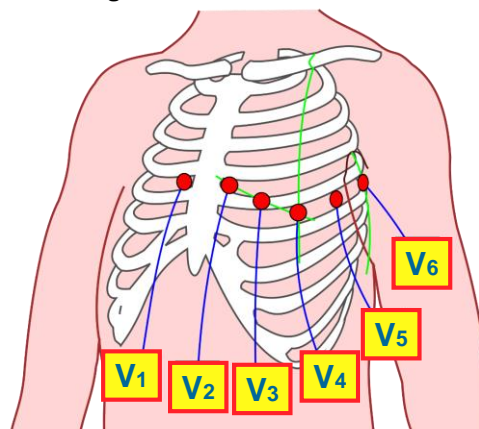


© 2016 Löffler Notfallmedizin • Florian Löffler

Ableitung des EKG

spezielle kardiologische Fragestellungen:

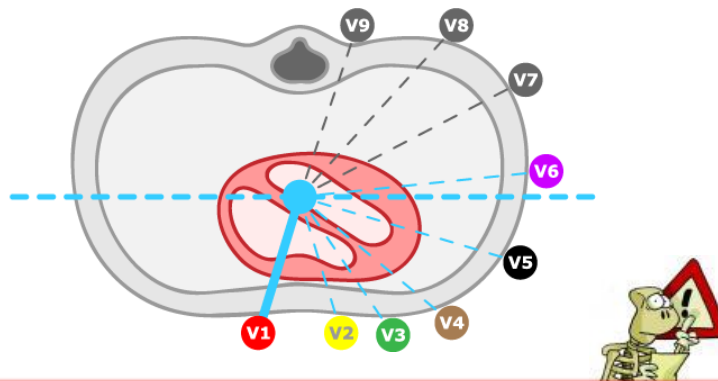
- zusätzlich sechs Brustwandableitungen
(nach WILSON)



© 2016 Löffler Notfallmedizin • Florian Löffler

Ableitung des EKG

die Brustwandableitungen:



Die Brustwandableitungen zeigen die Projektion der elektrischen Abläufe am Herzen in der Horizontalebene!

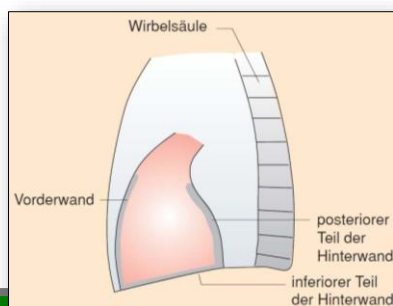


© 2016 Löffler Notfallmedizin • Florian Löffler

Ableitung des EKG

Darstellung des Herzens in den Extremitätenableitungen:

- Ableitungen **II, III** und **aVF** repräsentieren die Hinterwand
- Ableitung **I** repräsentiert die Seitenwand des linken Ventrikels
- Ableitung **aVL** repräsentiert die hohe Seitenwand des linken Ventrikels

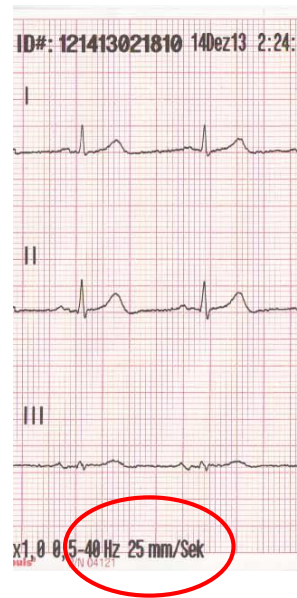


© 2016 Löffler Notfallmedizin • Florian Löffler

Ableitung des EKG

Standardisiertes EKG-Papier:

- übliche Kalibrierung: 10 mm = 1 mV
- Papiervorschub:
 - 50 mm/s:** 1 mm = 20 ms (0,02 s)
 - > jedes kleine Quadrat = 20 ms
 - > jedes große Quadrat = 200 ms
- oder:
- 25 mm/s:** 1 mm = 40 ms (0,04 s)
- > jedes kleine Quadrat = 40 ms
- > jedes große Quadrat = 400 ms

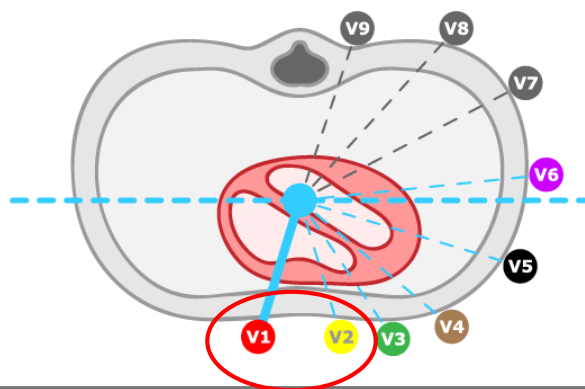


© 2016 Löffler Notfallmedizin • Florian Löffler

Ableitung des EKG

Darstellung des Herzens in den Brustwandableitungen:

- V1 und V2 repräsentieren die Vorderwand der Ventrikel
(rechtspräkordiale Ableitungen):

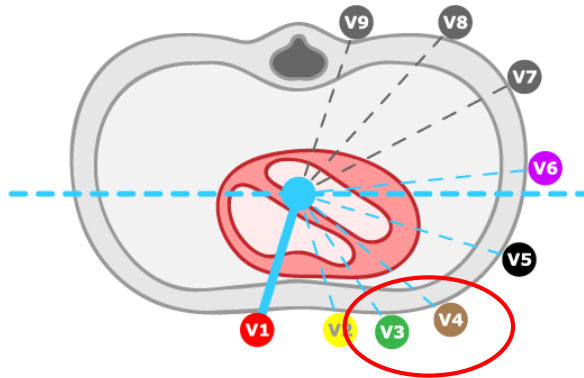


© 2016 Löffler Notfallmedizin • Florian Löffler

Ableitung des EKG

Darstellung des Herzens in den Brustwandableitungen:

- **V3 und V4:** Vorderwand des linken Ventrikels mit Kammerseptum (anteroseptale Ableitungen):

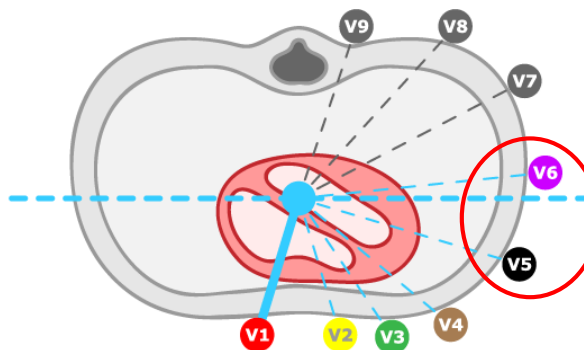


© 2016 Löffler Notfallmedizin • Florian Löffler

Ableitung des EKG

Darstellung des Herzens in den Brustwandableitungen:

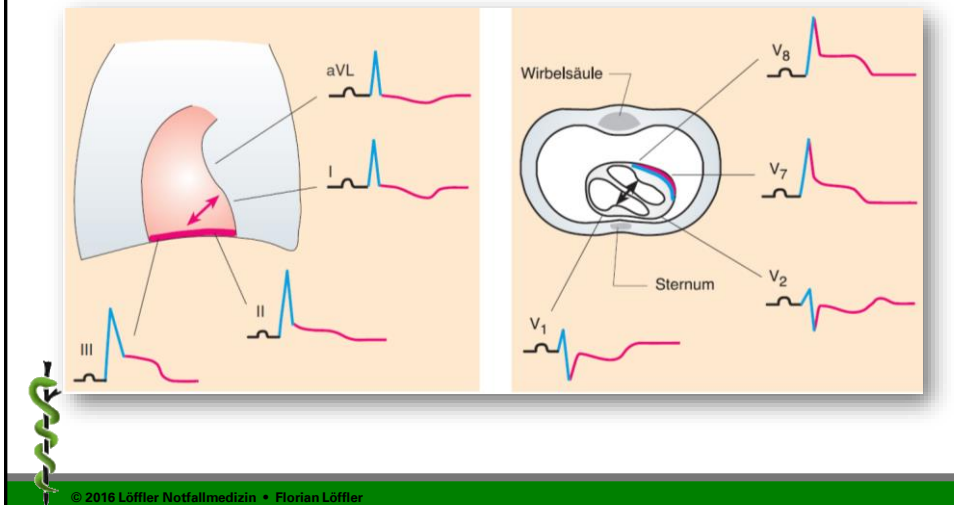
- **V5 und V6:** Seitenwand des linken Ventrikels mit Herzspitze (laterale Ableitungen):



© 2016 Löffler Notfallmedizin • Florian Löffler

Ableitung des EKG

reziprokes Verhalten von ST-Senkung bzw. ST-Hebung:



Zusammenfassung



Für die richtige Beurteilung des Elektrokardiogramms ist eine regelrechte und vollständige Ableitung mit 6 Extremitäten- und 6 Brustwandableitungen auf kalibriertem EKG-Papier notwendig. Die standardisierte EKG-Registrierung erlaubt eine Ausmessung von Zeitintervallen (in Sekunden oder Millisekunden) und Potenzialen einzelner EKG-Abschnitte (in mV oder V). Jede EKG-Ableitung repräsentiert typische Abschnitte des Herzens:

- inferior Ableitungen: II, III, aVF
- anteriore Ableitungen (anteroseptal): V1-V4
- laterale Ableitungen I, aVL (hoch), V5-V6 (tief)

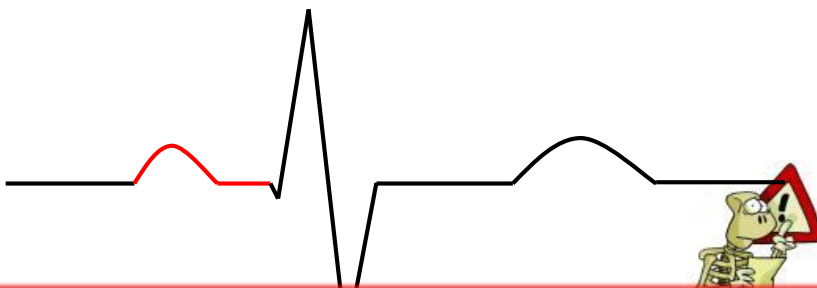


Lektion 3:
Analyse der einzelnen EKG-Zacken:
Vorhoferregung und AV-Überleitung



© 2016 Löffler Notfallmedizin • Florian Löffler

Analyse: Vorhoferregung / AV-Überleitung



Ein normales EKG liegt vor, wenn sich alle Abschnitte nach Form und Zeit regelrecht verhalten und ein regelmäßiger und normofrequenter Sinusrhythmus besteht.



© 2016 Löffler Notfallmedizin • Florian Löffler

Analyse: Vorhoferregung / AV-Überleitung

P-Welle:

- halbrund, glatt, konvexbogig, positiv
- Dauer: 0,05 – 0,10 Sekunden (50 - 100 ms)

Ausnahmen:

- negative P-Welle in V1
- negative P-Welle in einer Extremitätenableitung, deren QRS-Komplex ebenfalls überwiegend negativ ist
(*konkordant negatives P*)



© 2016 Löffler Notfallmedizin • Florian Löffler

Analyse: Vorhoferregung / AV-Überleitung

P-Welle:

positives P:



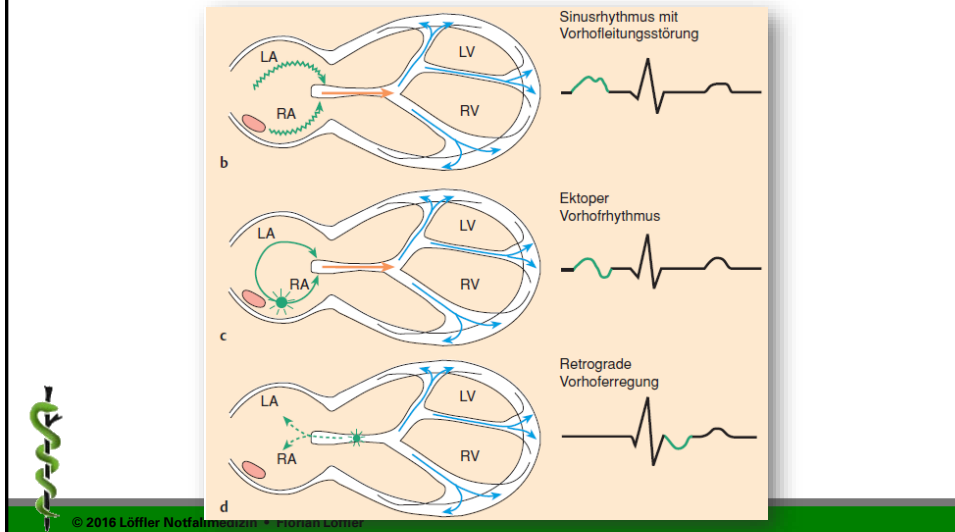
konkordant negatives P:



© 2016 Löffler Notfallmedizin • Florian Löffler

Analyse: Vorhoferregung / AV-Überleitung

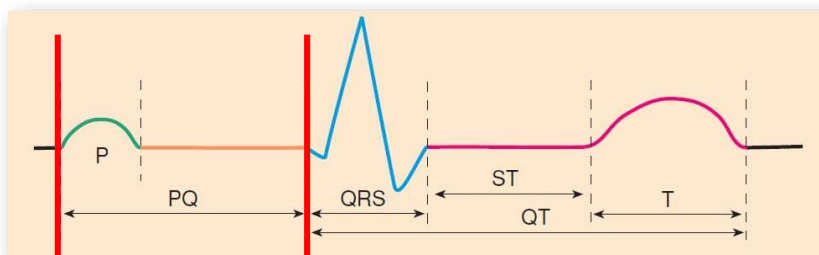
pathologische P-Wellen:



Analyse: Vorhoferregung / AV-Überleitung

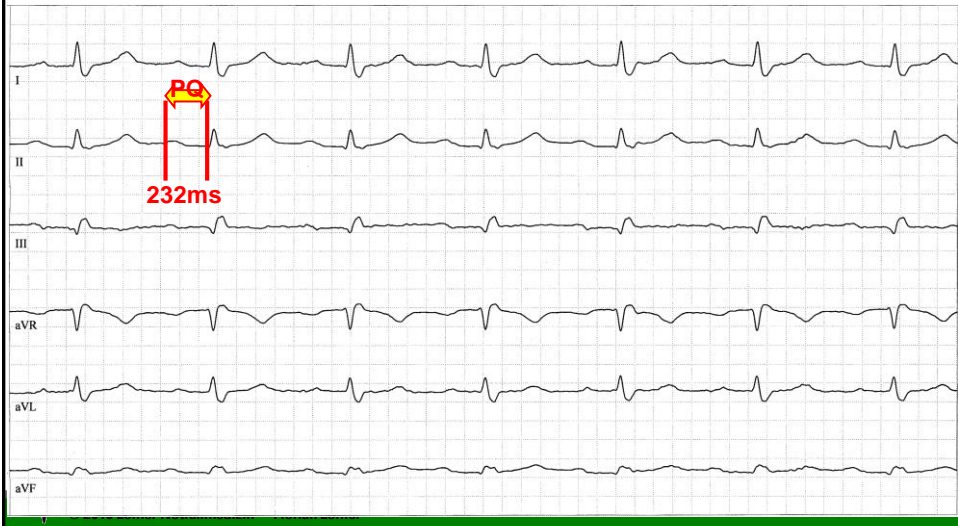
PQ-Zeit:

- entspricht der atrioventrikulären Überleitung
- Dauer: 0,12 – 0,20 s (120-200 ms)



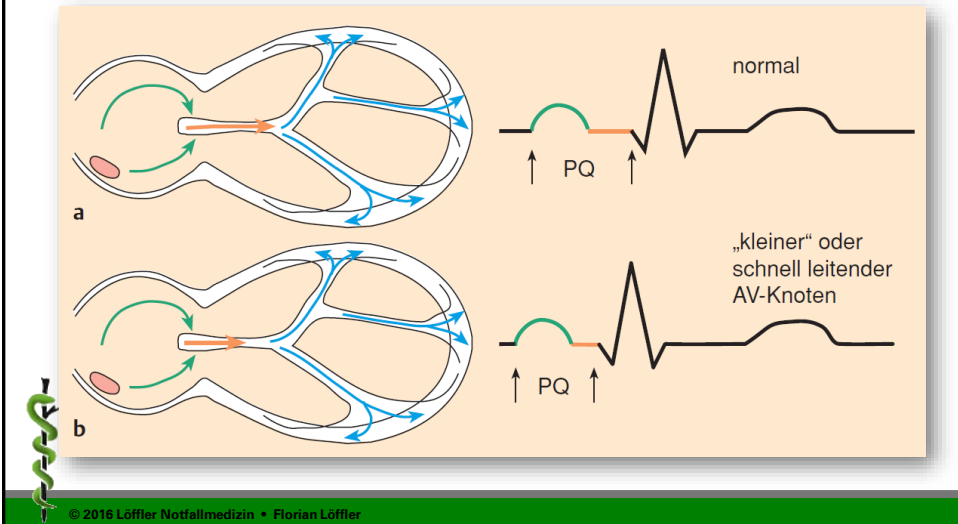
Analyse: Vorhoferregung / AV-Überleitung

verlängerte PQ-Zeit: AV-Block (°I)



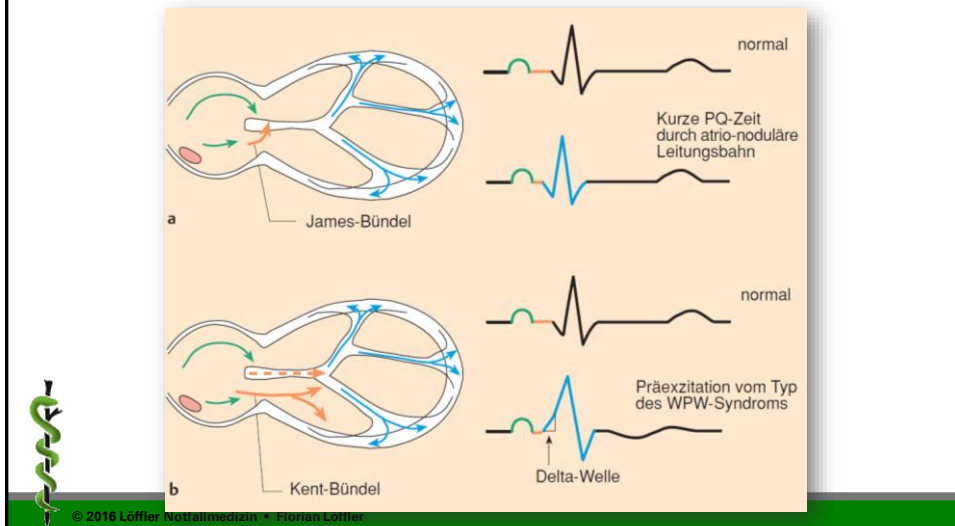
Analyse: Vorhoferregung / AV-Überleitung

verkürzte PQ-Zeit: schnell leitender AV-Knoten



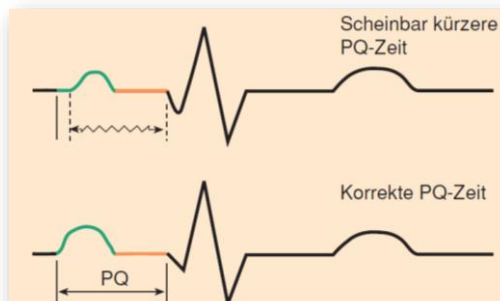
Analyse: Vorhoferregung / AV-Überleitung

verkürzte PQ-Zeit: akzessorische Leitungsbahn



Analyse: Vorhoferregung / AV-Überleitung

verkürzte PQ-Zeit: akzessorische Leitungsbahn



Die exakte Messung der PQ-Zeit ist sehr wichtig: Man wählt immer die Ableitung mit der besten Abgrenzung der P-Welle und der längsten PQ-Zeit; in der Regel ist die PQ-Zeit am besten in Ableitung II auswertbar.



Zusammenfassung



Die Vorhoferregung wird durch die P-Welle repräsentiert. Pathologische Befunde der P-Welle sind durch Abweichungen von Form und/oder Zeitintervallen charakterisiert. Die normale P-Welle ist positiv (Ausnahme: in V1), ihre Dauer beträgt 0,05 – 0,10 Sekunden (50 – 100 ms). Die PQ-Zeit repräsentiert die Überleitungszeit vom Vorhof auf die Kammer (Beginn der P-Welle bis Beginn des QRS-Komplexes) und beträgt normalerweise 0,12 – 0,20 Sekunden (120 – 200 ms).



© 2016 Löffler Notfallmedizin • Florian Löffler

Lektion 4:

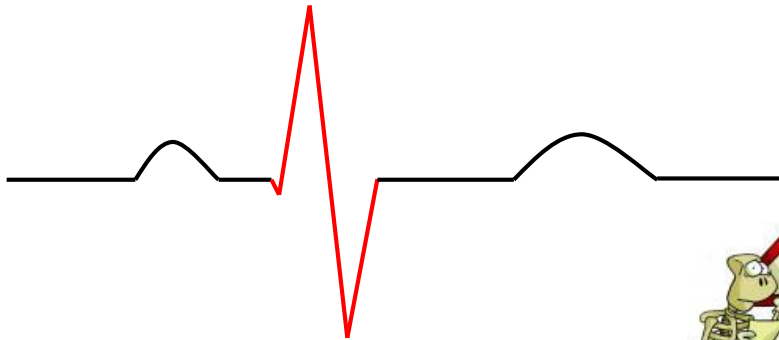
Analyse der einzelnen EKG-Zacken:

Kammererregung und Erregungsrückbildung



© 2016 Löffler Notfallmedizin • Florian Löffler

Analyse: Kammererregung / Rückbildung



Der QRS-Komplex repräsentiert die Erregungsausbreitung in den Kammern (intraventrikuläre Erregungsausbreitung).

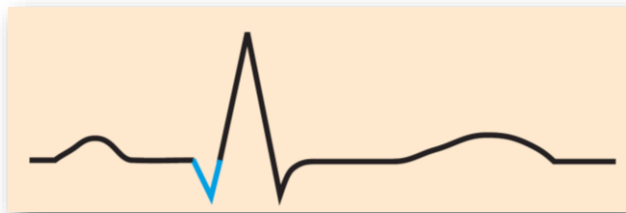


© 2016 Löffler Notfallmedizin • Florian Löffler

Analyse: Kammererregung / Rückbildung

Q-Zacke:

- klein, spitz, negativ
- Dauer: < 30 ms
- physiologisches Vorkommen in allen Extremitätenableitungen sowie V5 und V6



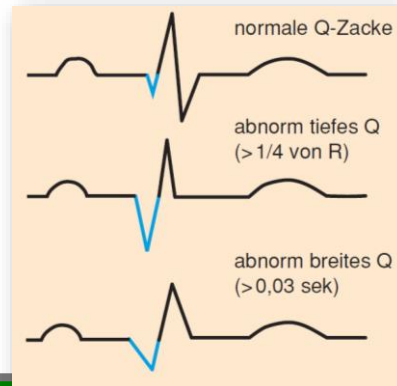
© 2016 Löffler Notfallmedizin • Florian Löffler

Analyse: Kammererregung / Rückbildung

pathologische Q-Zacke (Pardée-Q):

- abnorm breit (> 30 ms) oder
- abnorm tief ($> \frac{1}{4}$ der folgenden R-Zacke)
- häufig bei

- abgelaufenem Myokardinfarkt
- hypertropher Kardiomyopathie (Q in V1 – V3)

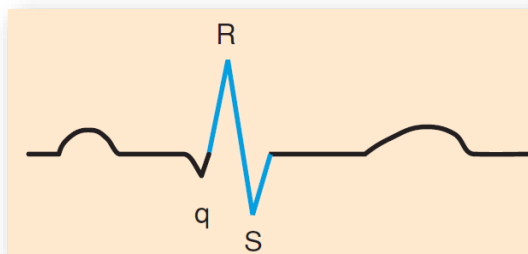


© 2016 Löffler Notfallmedizin • Florian Löffler

Analyse: Kammererregung / Rückbildung

R- und S-Zacken:

- schmal, schlank, spitz
- R-Progression in den Brustwandableitungen
- parallel dazu nimmt S an Tiefe ab
- Umschlagzone: R wird größer als S, normalerweise V3 / V4



© 2016 Löffler Notfallmedizin • Florian Löffler

Analyse: Kammererregung / Rückbildung

normaler QRS-Komplex:

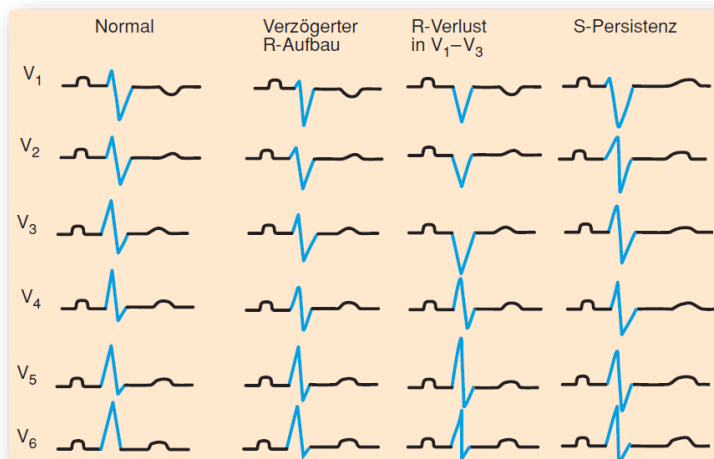
- Breite von 0,06 – 0,10 Sekunden (60-100 ms)
- gestörte intraventrikuläre Erregungsausbreitung bei:
 - Verlängerung der QRS-Dauer
 - Deformierung des QRS-Komplexes



© 2016 Löffler Notfallmedizin • Florian Löffler

Analyse: Kammererregung / Rückbildung

normale und pathologische QRS-Komplexe:



© 2016 Löffler Notfallmedizin • Florian Löffler

Analyse: Kammererregung / Rückbildung

deformierte QRS-Komplexe:

■ „Kabelproblem“:

- Schenkelblock oder faszikulärer Block

■ „Myokardproblem“:

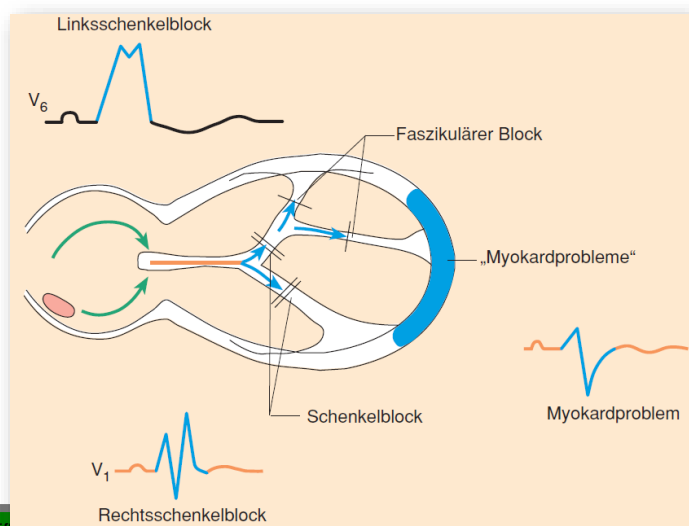
- Störung im Bereich der Purkinje-Fasern oder der Herzmuskelzellen selbst
- > tief greifende subendotheliale Schädigung



© 2016 Löffler Notfallmedizin • Florian Löffler

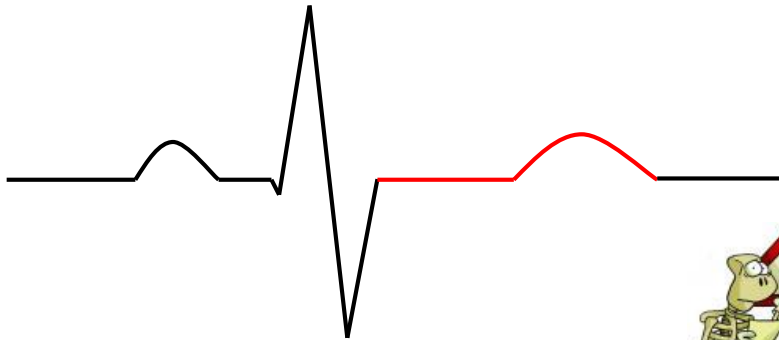
Analyse: Kammererregung / Rückbildung

deformierte QRS-Komplexe:



© 2016 Löffler

Analyse: Kammererregung / Rückbildung



ST und T repräsentieren die Erregungsrückbildung in den Kammern (Kammerrepolarisation).

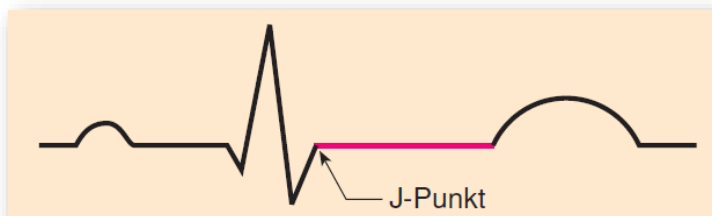


© 2016 Löffler Notfallmedizin • Florian Löffler

Analyse: Kammererregung / Rückbildung

ST-Strecke:

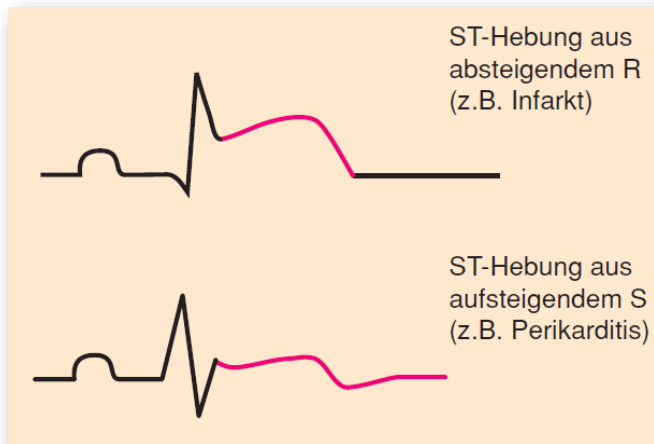
- isoelektrische Linie nach dem QRS-Komplex
- J-Punkt als Übergang der S-Zacke in die ST-Strecke



© 2016 Löffler Notfallmedizin • Florian Löffler

Analyse: Kammererregung / Rückbildung

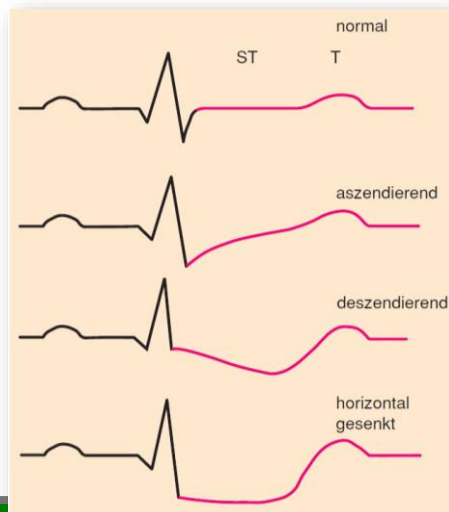
pathologische ST-Strecken: Hebungen



© 2016 Löffler Notfallmedizin • Florian Löffler

Analyse: Kammererregung / Rückbildung

pathologische ST-Strecken: Senkungen

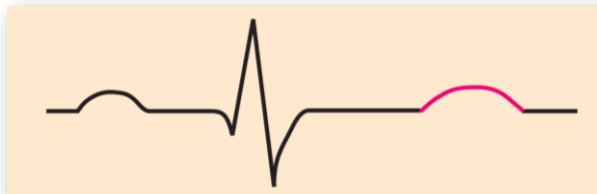


© 2016 Löffler Notfallmedizin • Florian Löffler

Analyse: Kammererregung / Rückbildung

T-Welle:

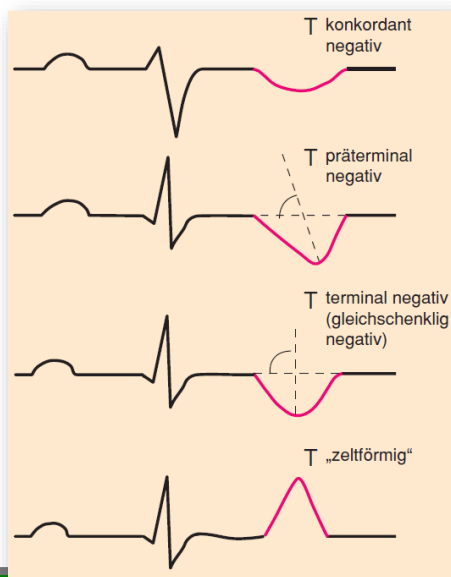
- halbrunde, glatte, positive Welle
- physiologische Ausnahmen:
 - in V1 darf die T-Welle negativ sein
 - konkordant negatives T bei negativem QRS-Komplex



© 2016 Löffler Notfallmedizin • Florian Löffler

Analyse: Kammererregung / Rückbildung

T-Wellen- Veränderungen:



© 2016 Löffler Notfallmedizin • Florian Löffler

Zusammenfassung



Der QRS-Komplex repräsentiert die intraventrikuläre Erregungsausbreitung (Kammerdepolarisation), ST-Strecke und T-Welle entsprechen der Erregungsrückbildung (Kammerrepolarisation). Der normale QRS-Komplex hat eine Dauer von 0,06 – 0,10 Sekunden (60 – 100 ms). Eine kleine Q-zacke kann physiologischerweise in den Extremitätenableitungen sowie in V5/V6 vorkommen. In den Brustwandableitungen nimmt R von V2 –V5 normalerweise an Höhe zu (R-Progression), S an Tiefe ab; die Umschlagzone von $R > S$ liegt zwischen V2 und V3 oder V3 und V4. Die ST-Strecke verläuft isoelektrisch, die T-Welle ist positiv.



© 2016 Löffler Notfallmedizin • Florian Löffler

Lektion 5: Bestimmung des Lagetyps

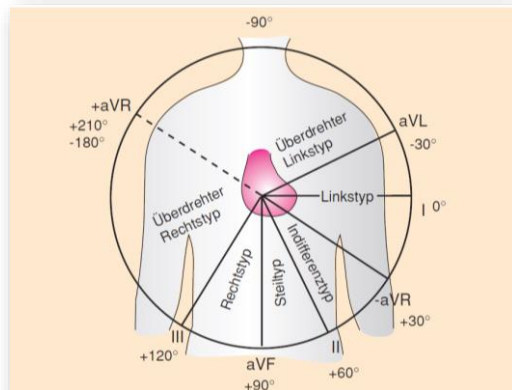
ÜBERDREHTER
RECHTSTYP, WÜRD
ICH SAGEN...

Mehr Cartoons unter:
www.rippenspreizer.com



© 2016 Löffler Notfallmedizin • Florian Löffler

Bestimmung des Lagetyps



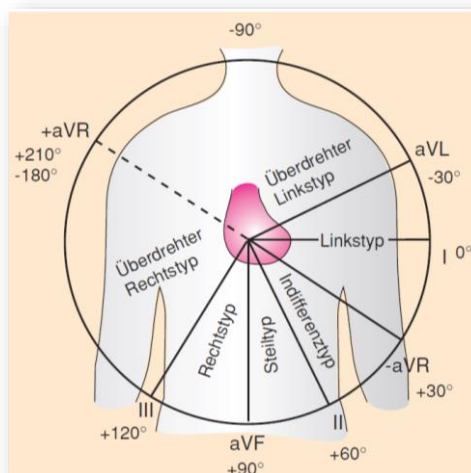
Als Lagetyp bezeichnet man elektrokardiographisch die Lage des Hauptvektors von QRS in Projektion auf die Frontalebene. Er wird aus den Extremitätenableitungen I, II, III, aVR, aVL, aVF bestimmt.



© 2016 Löffler Notfallmedizin • Florian Löffler

Bestimmung des Lagetyps

- überdrehter Rechtstyp
- Rechtstyp
- Steiltyp
- Indifferenztyp
- Linkstyp
- überdrehter Linkstyp

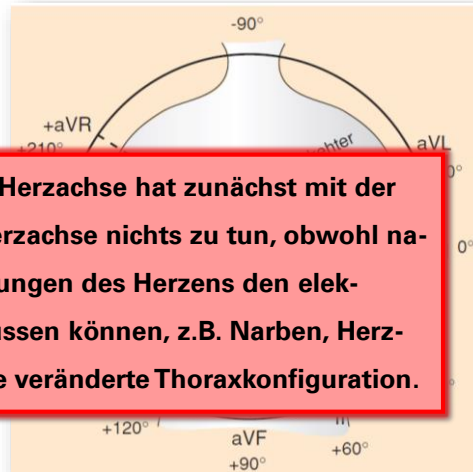


© 2016 Löffler Notfallmedizin • Florian Löffler

Bestimmung des Lagetyps



Der Lagetyp der elektrischen Herzachse hat zunächst mit der morphologisch definierten Herzachse nichts zu tun, obwohl natürlich anatomische Veränderungen des Herzens den elektrischen Hauptvektor beeinflussen können, z.B. Narben, Herzmuskelhypertrophie oder eine veränderte Thoraxkonfiguration.

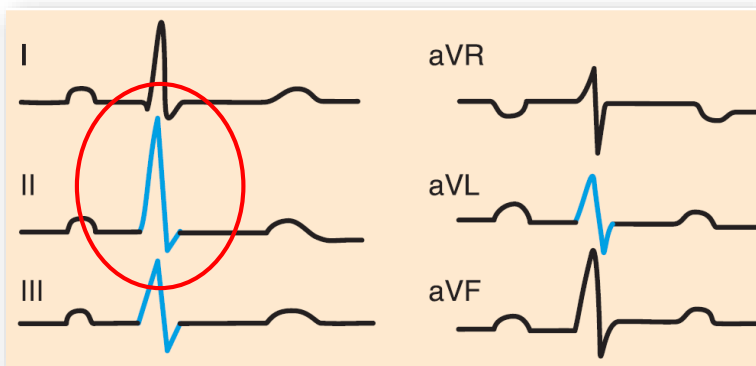


© 2016 Löffler Notfallmedizin • Florian Löffler

Bestimmung des Lagetyps

Schritt 1: höchste R-Zacke

- in Ableitung II -> Indifferenztyp, Steiltyp oder Linkstyp

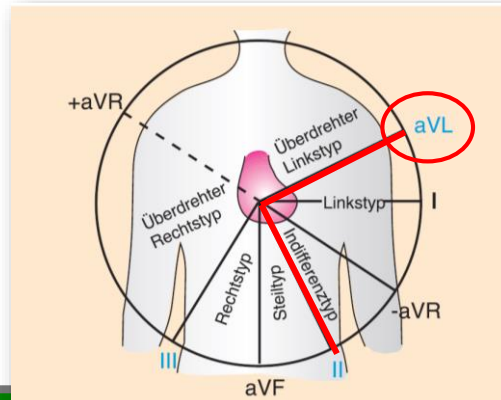


© 2016 Löffler Notfallmedizin • Florian Löffler

Bestimmung des Lagetyps

Schritt 2: senkrecht stehende Ableitung suchen

- aVL steht senkrecht zu Ableitung II:

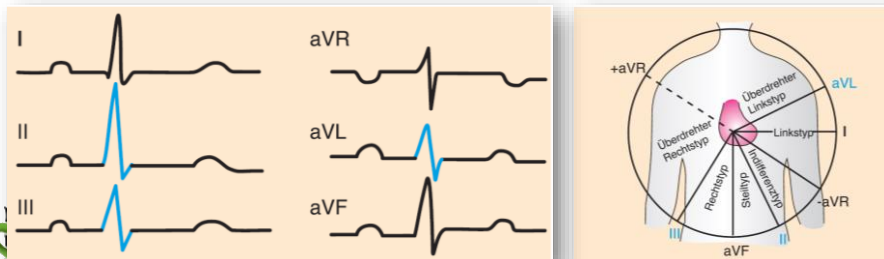


© 2016 Löffler Notfallmedizin • Florian Löffler

Bestimmung des Lagetyps

Schritt 3: ist aVL positiv oder negativ?

- positiv: Herzachse liegt zwischen Ableitung II und aVL
-> Indifferenztyp, Steiltyp oder Linkstyp

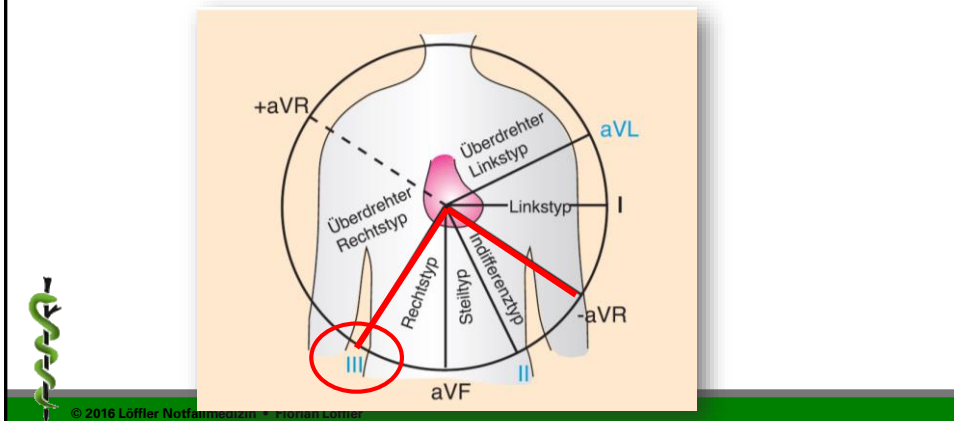


© 2016 Löffler Notfallmedizin • Florian Löffler

Bestimmung des Lagetyps

Schritt 4: Indifferenztyp oder Linkstyp?

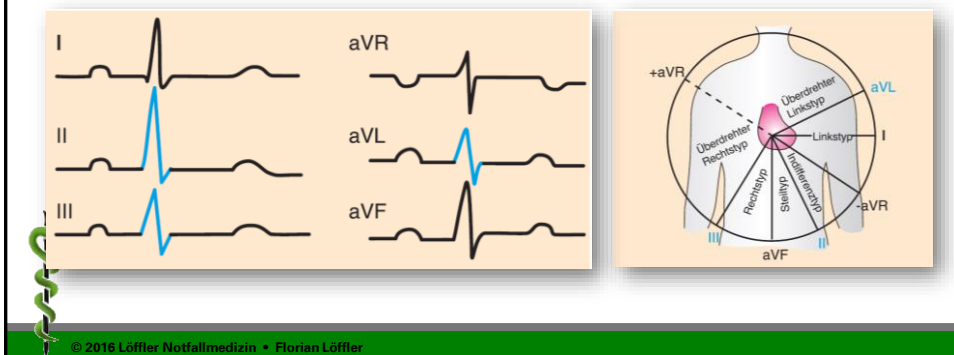
- Trennlinie zwischen den beiden ist Ableitung $-aVR$
- senkrecht darauf steht **Ableitung III**



Bestimmung des Lagetyps

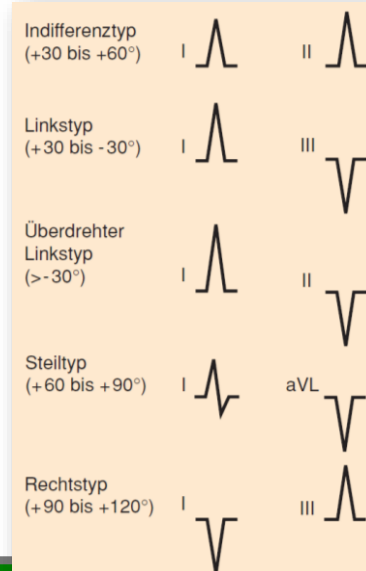
Schritt 5: ist Ableitung III positiv oder negativ?

- positiv: Herzachse liegt näher an Ableitung III
-> **Indifferenztyp, Steiltyp oder Linkstyp**



Bestimmung des Lagetyps

Bestimmung aus 2 charakteristischen Ableitungen:

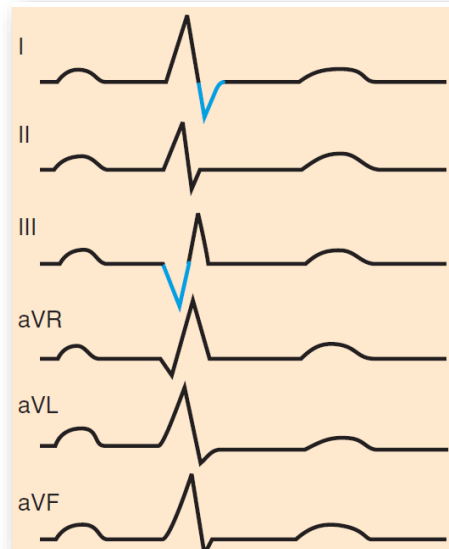


© 2016 Löffler Notfallmedizin • Florian Löffler

Bestimmung des Lagetyps

Besonderheit: S_I-Q_{III} -Typ

- auffälliges oder pathologisches Q in Ableitung III
- ohne Q in den benachbarten Ableitungen II und aVF
- S in Ableitung I



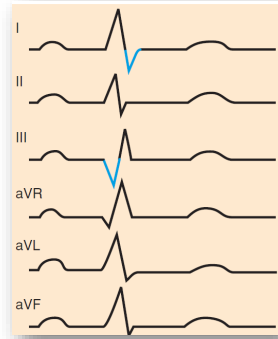
© 2016 Löffler Notfallmedizin • Florian Löffler

Bestimmung des Lagetyps

Besonderheit: S_1-Q_{III} -Typ

Ein S_1-Q_{III} -Typ kommt vor:

- bei **Rechtsherzbelastung** (z.B. Lungenembolie)
- bei **abnormer Thoraxkonfiguration**
- **konstitutionell** (ohne pathologischen Hintergrund)



© 2016 Löffler Notfallmedizin • Florian Löffler

Zusammenfassung



Der Lagetyp entspricht elektrokardiographisch dem Hauptvektor der intraventrikulären Erregungsausbreitung in Projektion auf die Frontalebene. Die Bestimmung erfolgt dementsprechend aus den QRS-Komplexen der sechs Extremitätenableitungen. Zu unterscheiden sind überdrehter Linkstyp, Linkstyp, Indifferenztyp, Steiltyp, Rechtstyp und überdrehter Rechtstyp. Ein besonderer Lagetyp ist der S_1-Q_{III} -Typ.



© 2016 Löffler Notfallmedizin • Florian Löffler

Lektion 6: Die Bedeutung des Lagetyps



© 2016 Löffler Notfallmedizin • Florian Löffler

Die Bedeutung des Lagetyps



Mit zwei Ausnahmen ist keiner der Lagetypen per se absolut normal oder absolut pathologisch. Die Ausnahmen sind: Der überdrehte Rechtstyp und der Rechtstyp; beide Formen sind beim Erwachsenen immer pathologisch!

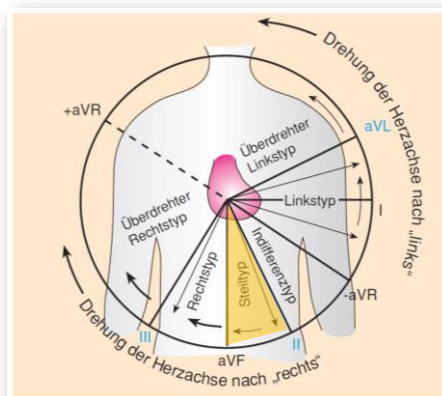


© 2016 Löffler Notfallmedizin • Florian Löffler

Die Bedeutung des Lagetyps

Der Steiltyp:

- physiologisch bei jüngeren Erwachsenen mit besonders schlankem Körperbau
- je älter ein Patient ist, desto häufiger hat er eine pathologische Bedeutung

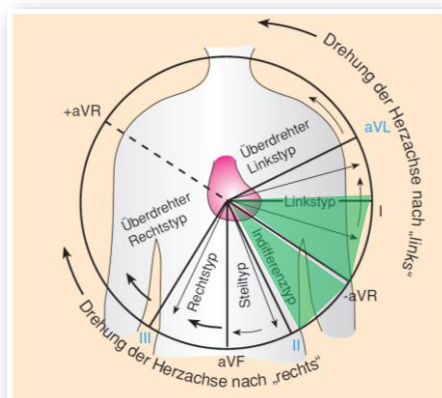


© 2016 Löffler Notfallmedizin • Florian Löffler

Die Bedeutung des Lagetyps

Indifferenz und Linkstyp:

- beim Erwachsenen meist normal
- kann beim jüngeren Erwachsenen auf eine krankhafte Veränderung hinweisen

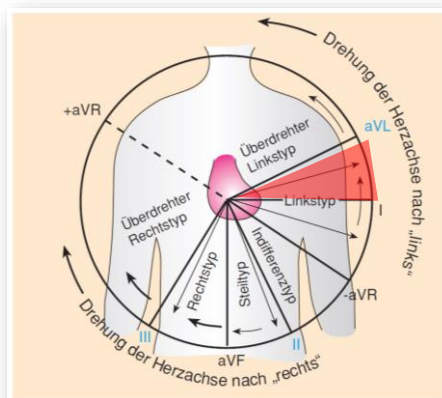


© 2016 Löffler Notfallmedizin • Florian Löffler

Die Bedeutung des Lagetyps

Der überdrehte Linkstyp:

- in der Regel pathologisch
- nur ausnahmsweise hat der herzgesunde Erwachsene konstitutionell einen solchen Lagetyp



© 2016 Löffler Notfallmedizin • Florian Löffler

Die Bedeutung des Lagetyps

typische Ursachen für eine Abweichung „nach rechts“:

- besondere Thoraxkonfiguration:
 - Emphysem-Thorax
 - Kyphoskoliose
- Rechtsherzbelastung und Rechtshypertrophie
- Seitenwandinfarkt oder Infarktnarbe (infarktbedingter Rechtstyp)
- linksposteriorer Hemiblock (überdrehter Rechtstyp)



© 2016 Löffler Notfallmedizin • Florian Löffler

Die Bedeutung des Lagetyps

typische Ursachen für eine Abweichung „nach links“:

- besondere Thoraxkonfiguration:
 - Adipositas
- Linksherzbelastung und Linkshypertrophie
- Hinterwandinfarkt oder Infarktnarbe
(infarktbedingter Linkstyp)
- linksanteriorer Hemiblock
(überdrehter Linkstyp)



© 2016 Löffler Notfallmedizin • Florian Löffler

Die Bedeutung des Lagetyps

Einflüsse von Hypertrophie und Myokardinfarkt



Als einfache Faustregel kann gelten: je mehr Muskelmasse vorhanden ist, desto mehr positives Potenzial (= R-Zacken-Höhe) wird im EKG sichtbar und umgekehrt.

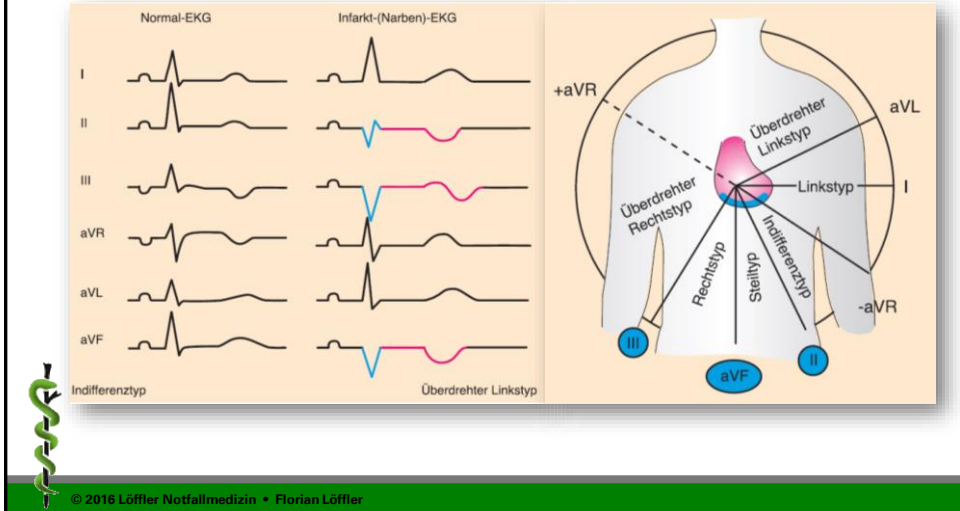
Ein hypertropher Ventrikel zieht die elektrische Achse zu sich, Verlust an Muskelmasse durch einen Myokardinfarkt lenkt die elektrische Achse zur Gegenseite ab.



© 2016 Löffler Notfallmedizin • Florian Löffler

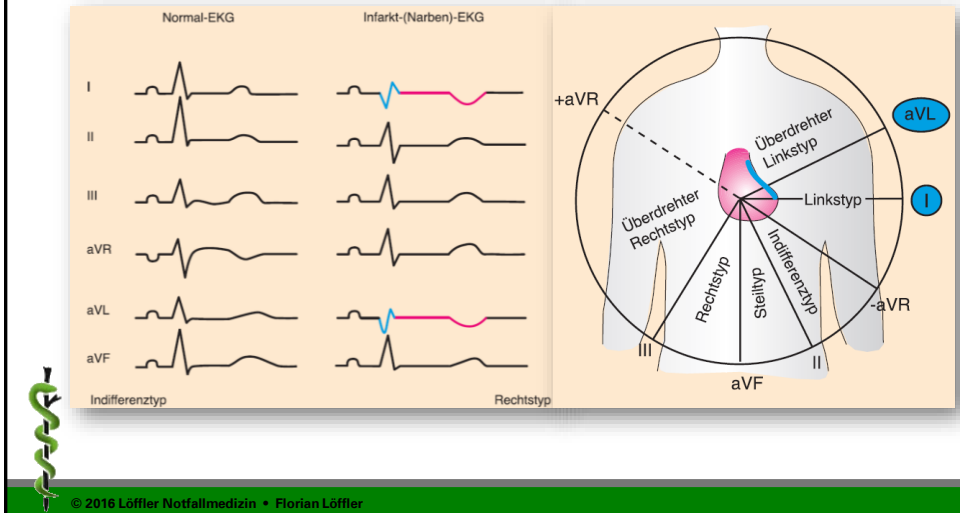
Die Bedeutung des Lagetyps

Beispiel: inferiorer Myokardinfarkt



Die Bedeutung des Lagetyps

Beispiel: Seitenwandinfarkt



Zusammenfassung



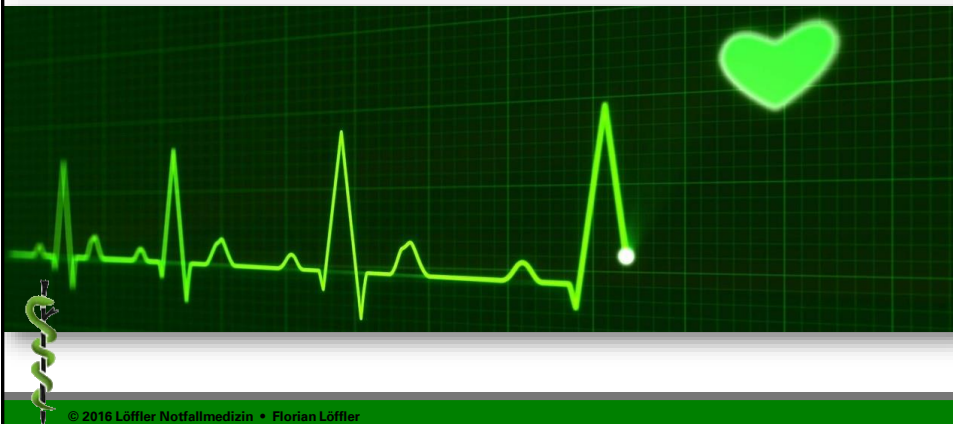
Die Bestimmung der elektrischen Achse ist nicht nur von akademischem Interesse, sondern hat praktische Bedeutung für die klinische Medizin. Abweichungen der elektrischen Achse können erste Hinweise auf Erkrankungen des Herzens sein. Normale Lagetypen des Erwachsenen sind Linkstyp, Indifferenztyp, teilweise auch Steiltyp; pathologische Lagetypen sind überdrehter Linkstyp, Rechtstyp, überdrehter Rechtstyp und S_1-Q_{III} -Typ.

Typische Ursachen für eine pathologische Änderung des Lagetyps sind Hypertrophie, Infarkt, Faszikelblock und abnorme Thoraxkonfiguration.



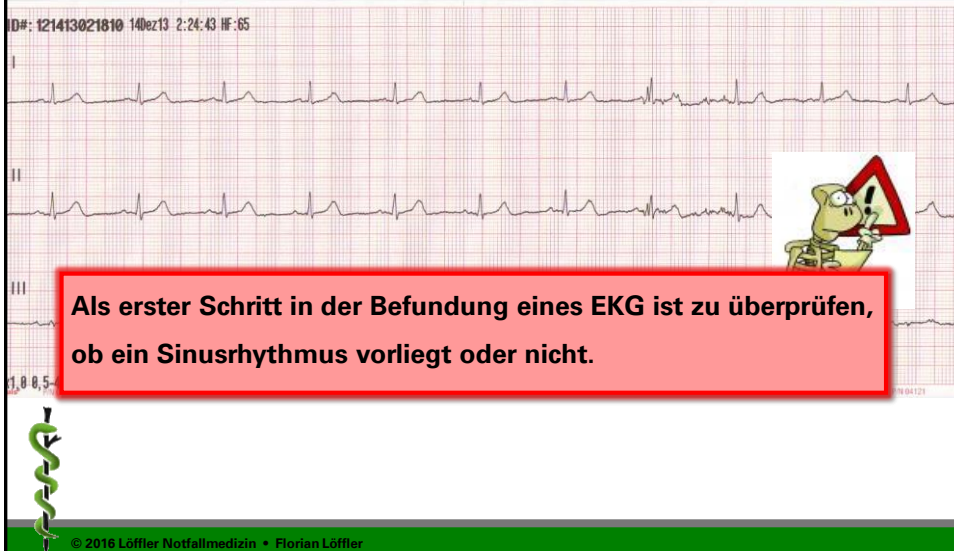
© 2016 Löffler Notfallmedizin • Florian Löffler

Lektion 7: Bestimmung von Herzrhythmus und Herzfrequenz



© 2016 Löffler Notfallmedizin • Florian Löffler

Herzrhythmus und Herzfrequenz



Herzrhythmus und Herzfrequenz

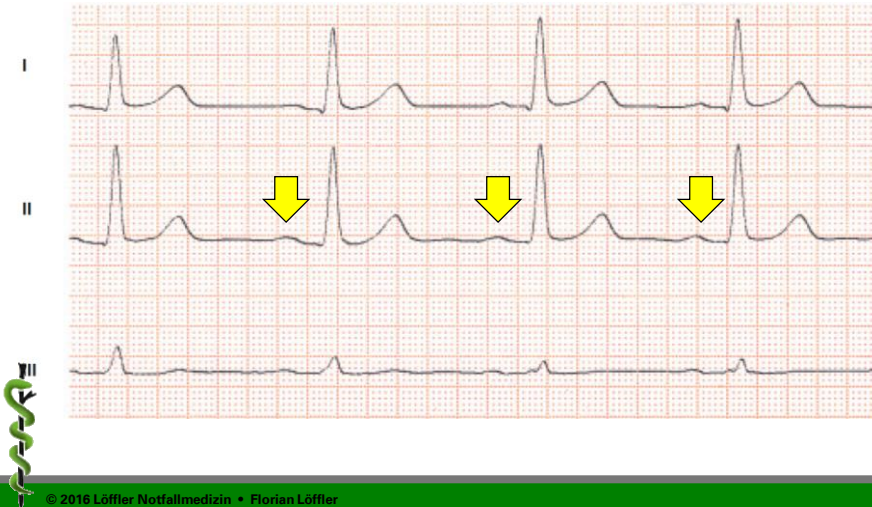
fünf Fragen:

- Sind P-Wellen abgrenzbar?
- Sehen diese annähernd normal aus?
- Regelmäßige Intervalle zwischen den P-Wellen?
- QRS-Komplex nach jeder P-Welle?
- Ist das PQ-Intervall normal?



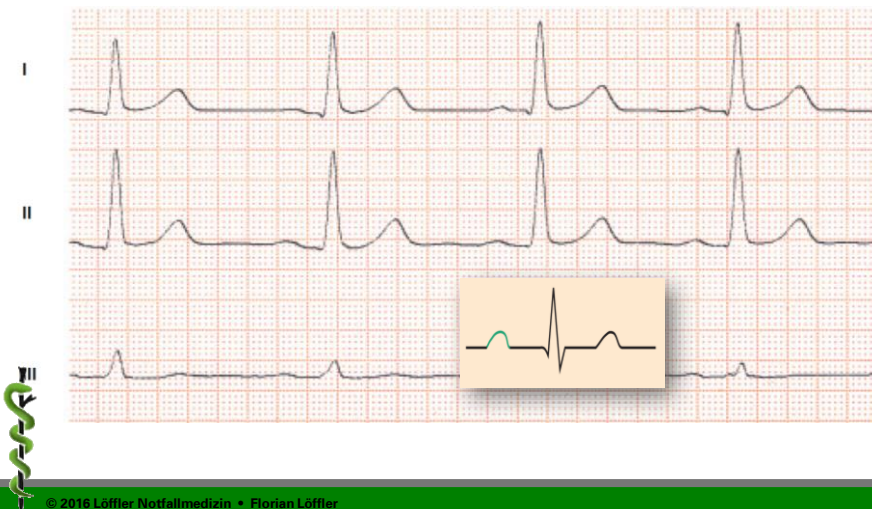
Herzrhythmus und Herzfrequenz

1.: Sind P-Wellen abgrenzbar?



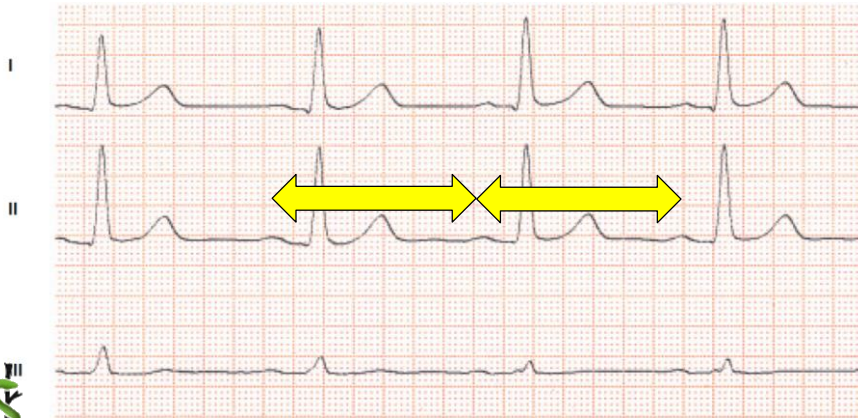
Herzrhythmus und Herzfrequenz

2.: Sehen die P-Wellen annähernd normal aus?



Herzrhythmus und Herzfrequenz

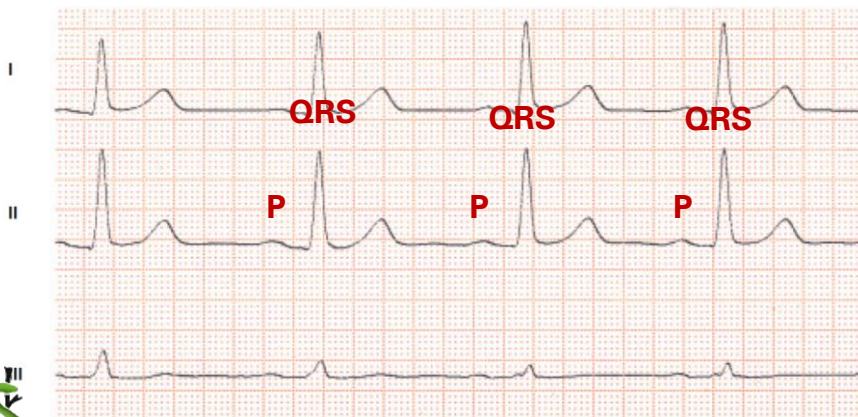
3.: Regelmäßige Intervalle zwischen den P-Wellen?



© 2016 Löffler Notfallmedizin • Florian Löffler

Herzrhythmus und Herzfrequenz

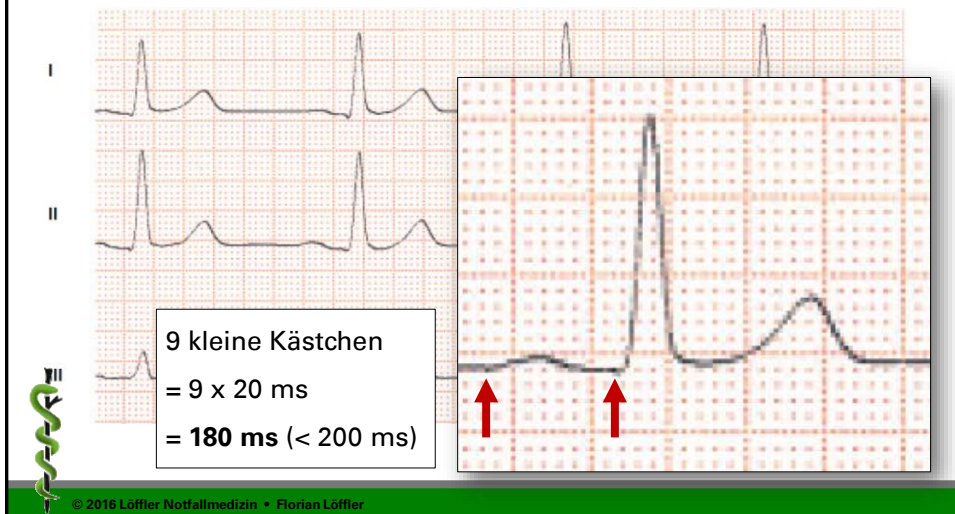
4.: Sind alle P-Wellen gefolgt von QRS-Komplexen?



© 2016 Löffler Notfallmedizin • Florian Löffler

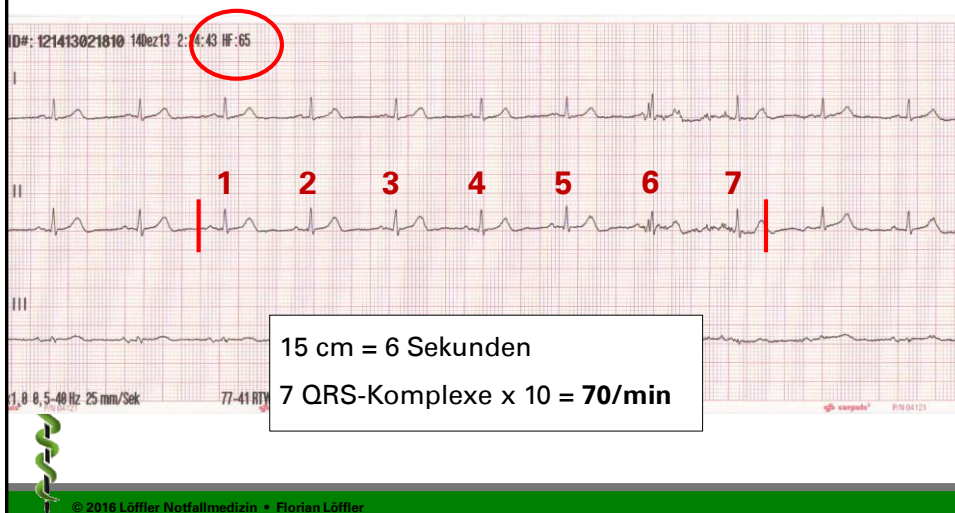
Herzrhythmus und Herzfrequenz

5.: Ist das PQ-Intervall normal?



Herzrhythmus und Herzfrequenz

Bestimmung der Herzfrequenz



Zusammenfassung

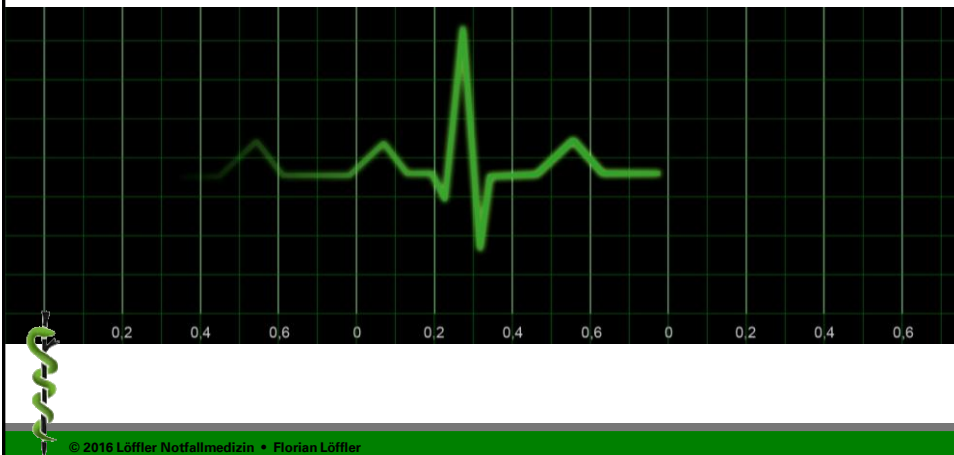


Die Bestimmung von Herzrhythmus und Herzfrequenz ist der erste Schritt in der Befundung eines EKG. Am einfachsten wird die Herzfrequenz mit einem Kardiometer (EKG-Lineal) ermittelt; die Herzfrequenz kann aber auch ohne dieses Hilfsmittel bestimmt werden (z.B. Anzahl der QRS-Komplexe in 6 Sekunden $\times 10$).



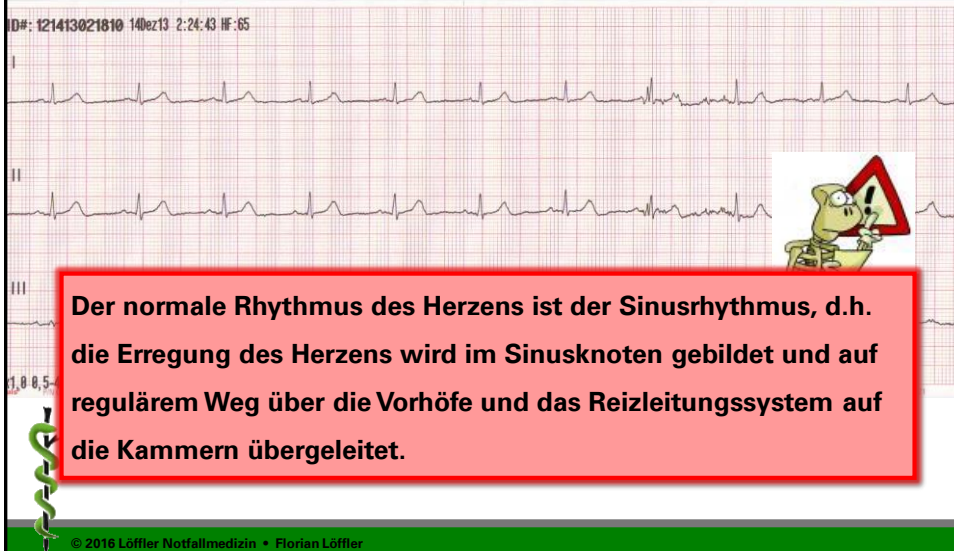
© 2016 Löffler Notfallmedizin • Florian Löffler

Lektion 8: Erkennung eines Sinusrhythmus



© 2016 Löffler Notfallmedizin • Florian Löffler

Sinusrhythmus



Sinusrhythmus

erkennbar an folgenden Kriterien:

- regelmäßige P-Wellen
- normal konfigurierte P-Wellen
- konstante PP-Intervalle
- Beantwortung jeder P-Welle durch einen QRS-Komplex



Sinusrhythmus

regulärer Sinusrhythmus:

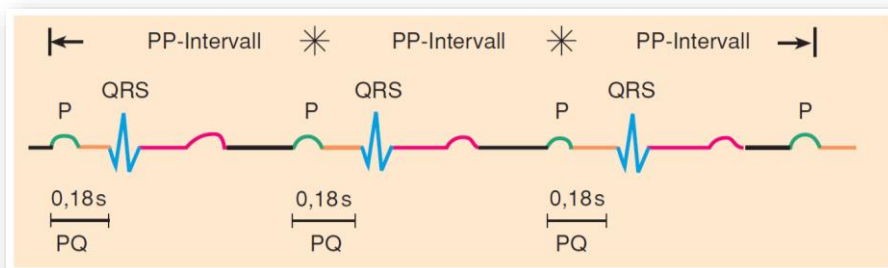
- regelmäßig
- normofrequent:
60/min bis 80/min,
teilweise bis 100/min)
beim Erwachsenen



© 2016 Löffler Notfallmedizin • Florian Löffler

Sinusrhythmus

regulärer Sinusrhythmus:



© 2016 Löffler Notfallmedizin • Florian Löffler

Sinusrhythmus

Variationen des Sinusrhythmus:

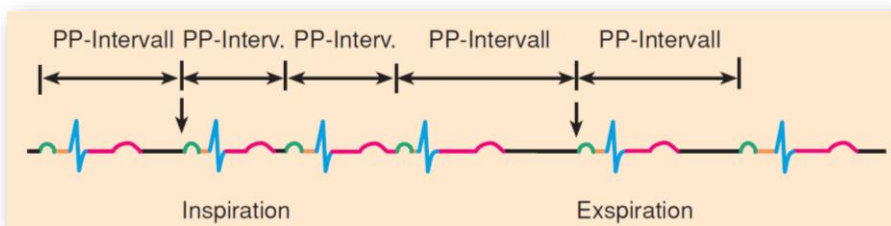
- **Sinustachykardie:**
 - regelmäßiger Sinusrhythmus, Frequenz > 100/min
- **Sinusbradykardie:**
 - regelmäßiger Sinusrhythmus, Frequenz < 60/min
- **Sinusarrhythmie:** Unterschied zwischen PP-Intervallen > 120 ms
 - normofrequente Sinusarrhythmie
 - Sinusbradyarrhythmie:
 - Sinustachyarrhythmie:



© 2016 Löffler Notfallmedizin • Florian Löffler

Sinusrhythmus

Sonderform: respiratorische Arrhythmie



- kann auf allgemeine Steigerung des vegetativen Tonus hinweisen



© 2016 Löffler Notfallmedizin • Florian Löffler

Zusammenfassung



Der normale Rhythmus des Herzens ist der Sinusrhythmus mit Frequenzen von 60-100/min: Die Impulse werden im Sinusknoten gebildet, auf die Vorhöfe übergeleitet und jeder P-Welle folgt ein QRS-Komplex. Die Sinusbradykardie ist ein regelmäßiger Sinusrhythmus mit Frequenzen < 60 /min, die Sinustachykardie ist ein regelmäßiger Sinusrhythmus mit Frequenzen > 100 /min. Die Sinusarrhythmie ist ein unregelmäßiger Sinusrhythmus, bei dem die Länge der Zyklen stark variiert, so dass der Unterschied zwischen dem kürzesten und dem längsten P-P-Intervall mehr als 0,12 Sekunden beträgt. Eine Sonderform der Sinusarrhythmie ist die respiratorische Arrhythmie.



Übungs-EKGs:

- Gruppe 1: normaler Sinusrhythmus, S. 132
- Gruppe 2: respiratorische Arrhythmie, S. 134
- Gruppe 3: Sinustachykardie, S. 136
- Gruppe 4: Sinusbradyarrhythmie, S. 138



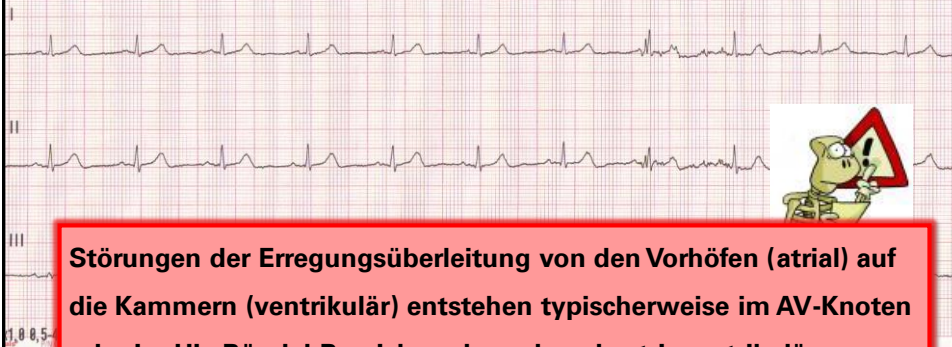
Lektion 10: Atrioventrikuläre Überleitungsstörungen (AV-Block)



© 2016 Löffler Notfallmedizin • Florian Löffler

AV-Block

ID#: 121413021810 14dez13 2:24:43 HF:65



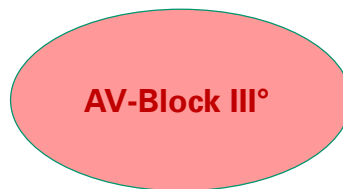
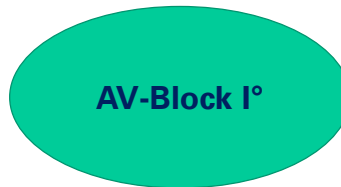
Störungen der Erregungsüberleitung von den Vorhöfen (atrial) auf die Kammern (ventrikulär) entstehen typischerweise im AV-Knoten oder im His-Bündel-Bereich und werden als atrioventrikuläre Überleitungsstörungen (AV-Blockierungen) bezeichnet.



© 2016 Löffler Notfallmedizin • Florian Löffler

AV-Block

drei Schweregrade:

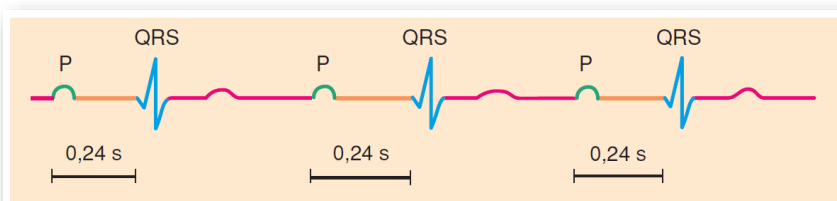


© 2016 Löffler Notfallmedizin • Florian Löffler

AV-Block

AV-Block I°:

- AV-Überleitung ist abnorm lang (verzögert)
- PQ-Intervall > 200 ms
- jede Erregung wird auf die Kammern übergeleitet:

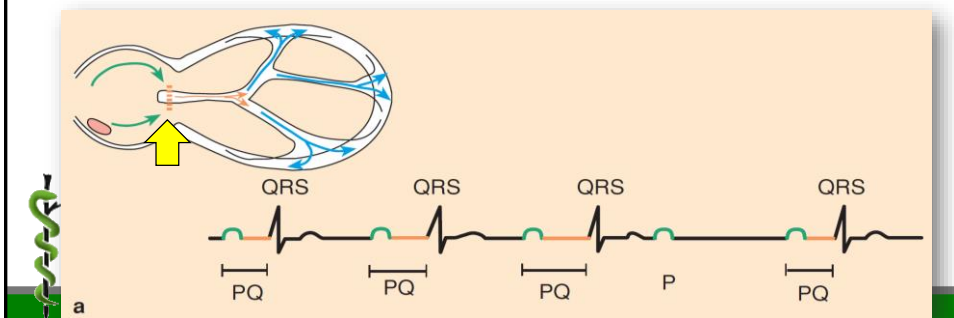


© 2016 Löffler Notfallmedizin • Florian Löffler

AV-Block

AV-Block II°: Wenckebach-Periodik (= Typ 1)

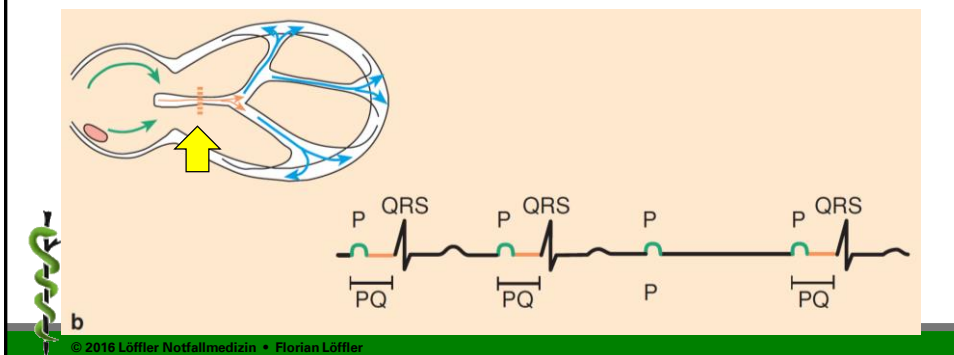
- AV-Überleitung ist teilweise unterbrochen
- nicht jede P-Welle ist von einem QRS-Komplex gefolgt
- AV-Überleitung nimmt von Aktion zu Aktion zu, bis eine Vorhoferregung blockiert wird:



AV-Block

AV-Block II°: Mobitz-Block (= Typ 2)

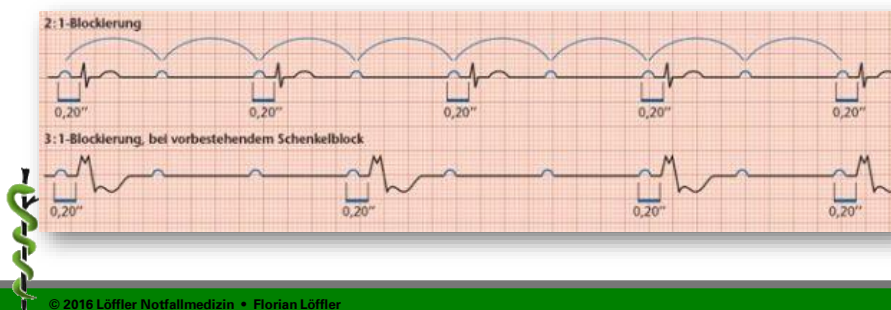
- eine AV-Überleitung wird plötzlich und unerwartet blockiert, ohne dass sich das PQ-Intervall verlängert hat
- eine oder mehrere P-Wellen werden nicht von QRS gefolgt:



AV-Block

AV-Block II°: höhergradiger AV-Block II°

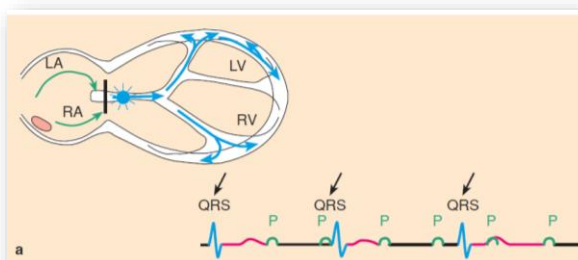
- jede zweite, dritte usw. Vorhoferregung wird nicht übergeleitet
- 2:1-Block, 3:1 Block usw.
- konstante (langsame) Kammerfrequenz bei konstanter Leitung



AV-Block

AV-Block III°:

- AV-Überleitung ist komplett unterbrochen
 - keine Vorhoferregung wird auf die Kammern übergeleitet
 - Vorhöfe und Kammern schlagen regelmäßig aber unabhängig
 - Kammerfrequenz ist niedriger als Vorhoffrequenz
- (Ersatzrhythmus):



Zusammenfassung



AV-Blockierungen werden unterteilt in Blockierungen ersten, zweiten und dritten Grades. Beim I° werden alle Sinusimpulse verzögert übergeleitet. Beim II° gibt es einen Typ 1 (Wenckebach) und einen Typ 2 (Mobitz). Beim II° Typ 1 verlängert sich das PQ-Intervall kontinuierlich, bis ein QRS-Komplex ausfällt. Das erste PQ-Intervall ist häufig bereits verlängert (> 200 ms). Beim AV-Block II° Typ 2 kommt es zu inkonstanten Ausfällen von QRS-Komplexen, die verbreitert und deformiert sein können. Eine weitere Form ist der fortgeschrittene AV-Block II° mit 2:1, 3:1 usw. Überleitung. Der AV-Block III° ist durch eine komplette Blockierung der Überleitung von Vorhofimpulsen auf die Kammern charakterisiert. EKG-Befunde sind regelmäßige P-Wellen, die keinerlei Beziehung zu den QRS-Komplexen haben.



Übungs-EKGs:

- Gruppe 1: AV-Block I°, S. 140
- Gruppe 2: AV-Block II°, Typ II, Seite 142
- Gruppe 3: AV-Block III°, S. 144
- Gruppe 4: AV-Block II° Typ 1



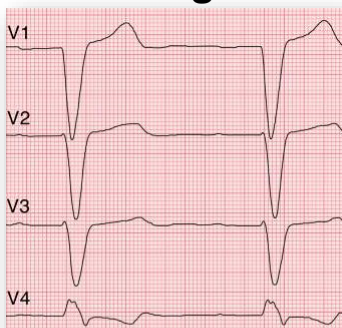
Lektion 13: Intraventrikuläre Leitungsstörungen:

QRS-Deformierung
Rechtsschenkelblock
Linksschenkelblock



© 2016 Löffler Notfallmedizin • Florian Löffler

Intraventrikuläre Leitungsstörungen



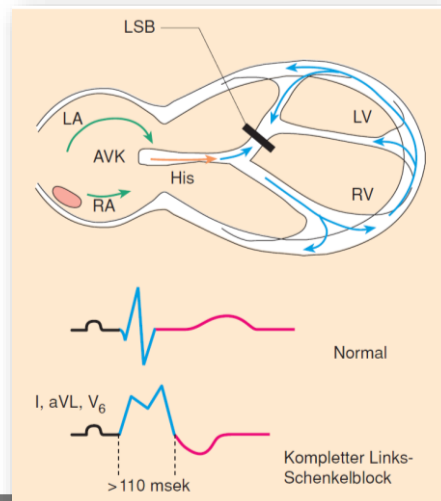
Verläuft die intraventrikuläre Erregungsausbreitung auf anderen Wegen als den normalen Bahnen, braucht sie länger (QRS-Komplex ist verbreitert) und sie stellt sich im EKG anders als in der normalen Form dar (QRS-Komplex ist deformiert).



© 2016 Löffler Notfallmedizin • Florian Löffler

Intraventrikuläre Leitungsstörungen

Verbreiterung des QRS-Komplexes:



© 2016 Löffler Notfallmedizin • Florian Löffler

Intraventrikuläre Leitungsstörungen

Störung der Leitung auf unterschiedlichen Ebenen:

Tawara-Schenkel / Faszikel

Purkinje-Fasern / Muskulatur

- Rechtsschenkelblock
- Linksschenkelblock
- bisfaszikulärer Block
- Wirkung einzelner Arzneimittel auf den Organismus



© 2016 Löffler Notfallmedizin • Florian Löffler

Intraventrikuläre Leitungsstörungen



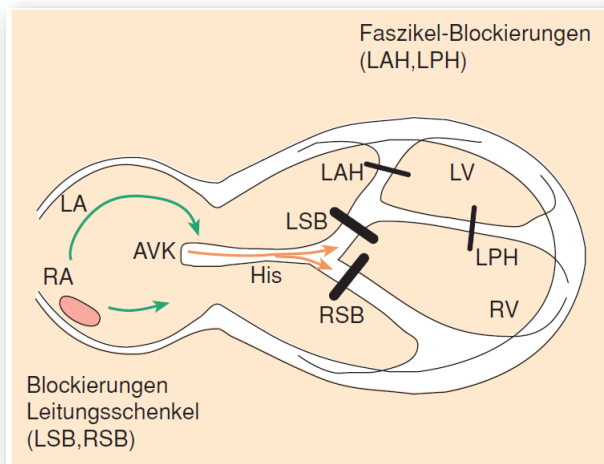
Eine Unterbrechung im Bereich der Kammerleitungschenkel (der Tawara-Schenkel) bezeichnet man als „Schenkelblock“. Ist die Leitung im rechten Schenkel komplett unterbrochen, so besteht ein kompletter Rechtsschenkelblock. Ist die Leitung des linken Schenkels komplett unterbrochen, so besteht ein kompletter Linksschenkelblock.



© 2016 Löffler Notfallmedizin • Florian Löffler

Intraventrikuläre Leitungsstörungen

schematische Darstellung der Lokalisationen:



© 2016 Löffler Notfallmedizin • Florian Löffler

Kompletter Schenkelblock

Kriterien im EKG:

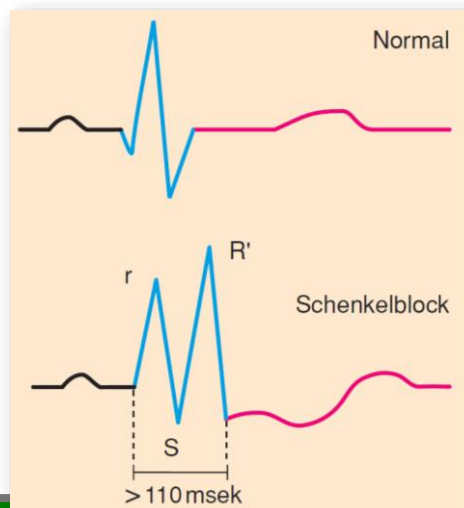
- verbreiteter QRS-Komplex (> 120 ms)
- deformierter QRS-Komplex:
 - „M-förmige“ Deformierung
- Erregungsrückbildungsstörung:
 - deszendierende ST-Strecke
 - negative und abgeflachte T-Welle



© 2016 Löffler Notfallmedizin • Florian Löffler

Kompletter Schenkelblock

Kriterien im EKG:



© 2016 Löffler Notfallmedizin • Florian Löffler

Schenkelblock: rechts oder links?



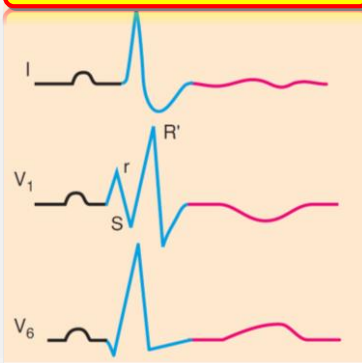
Ob der rechte (kompletter RSB) oder der linke (kompletter LSB) Tawara-Schenkel betroffen ist, erkennt man an den Ableitungen, in denen die typische „M-förmige“ Deformierung des QRS-Komplexes erkennbar wird.



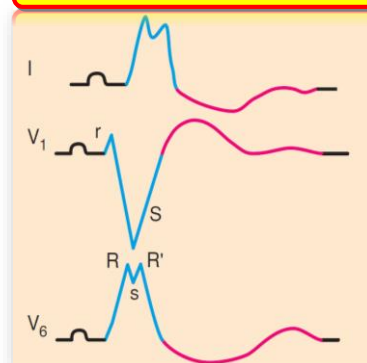
© 2016 Löffler Notfallmedizin • Florian Löffler

Schenkelblock: rechts oder links?

kompletter RSB



kompletter LSB



© 2016 Löffler Notfallmedizin • Florian Löffler

Zusammenfassung



Ein Block im Bereich der Tawara-Schenkel führt zu einem RSB oder zu einem LSB. Das Auftreten von Schenkelblöcken ist dadurch charakterisiert, dass die Ventrikel nacheinander und nicht gleichzeitig erregt werden. EKG-Zeichen jedes Schenkelblocks ist die Verbreiterung des QRS-Komplexes.

Beim RSB findet man eine „M-förmige“ Konfiguration der R-Zacke in V1 und eine tiefe S-Zacke in I, aVL und V6.

Ein LSB ist gekennzeichnet durch ein breites, plumpe Q in V1 und eine breite, „M-förmig“ deformierte R-Zacke in V6. Häufig findet sich eine annähernd „M-förmige“ Deformierung in mindestens einer der Ableitungen I, aVL, V5 und V6.



© 2016 Löffler Notfallmedizin • Florian Löffler

Übungs-EKGs:

- Gruppe 1: inkompletter RSB, Seite 152
- Gruppe 2: kompletter RSB, S. 154
- Gruppe 3: kompletter LSB, S. 156
- Gruppe 4: myokardiale Schädigung, S. 158



© 2016 Löffler Notfallmedizin • Florian Löffler

Lektion 16:
**Intraventrikuläre
Erregungsrückbildungsstörungen:**

**Veränderungen von ST-Strecke
und T-Welle**



© 2016 Löffler Notfallmedizin • Florian Löffler

Erregungsrückbildungsstörungen



ST-Strecke und T-Welle sind Ausdruck der Erregungsrückbildung (Repolarisation) in den Kammern. Veränderungen muss man als Erregungsrückbildungsstörungen zunächst beschreiben und dann deuten.



© 2016 Löffler Notfallmedizin • Florian Löffler

Erregungsrückbildungsstörungen

Form (Art oder Gestalt):

■ ST-Hebung:

- aus dem absteigenden R-Schenkel
- aus dem aufsteigenden R-Schenkel

■ ST-Senkung:

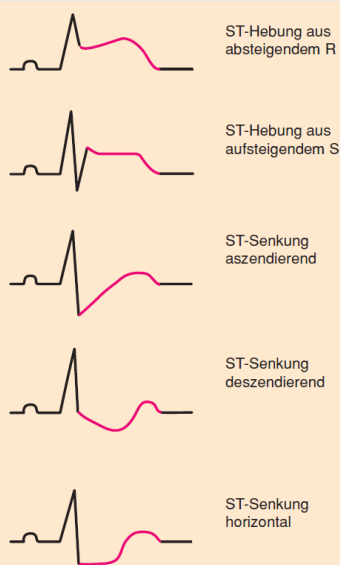
- aszendierend
- deszendierend
- horizontal



© 2016 Löffler Notfallmedizin • Florian Löffler

Erregungsrückbildungsstörungen

Form (Art oder Gestalt):



© 2016 Löffler Notfallmedizin • Florian Löffler

Erregungsrückbildungsstörungen

Form (Art oder Gestalt):

■ T-Welle:

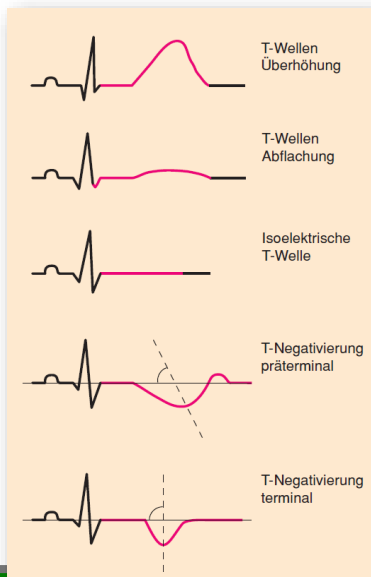
- T-Wellen-Überhöhung
- T-Wellen-Abflachung
- isoelektrisches T
- T-Negativierung
- präterminale T-Negativierung
(der letzte Teil von T ist noch positiv)
- terminale T-Negativierung



© 2016 Löffler Notfallmedizin • Florian Löffler

Erregungsrückbildungsstörungen

Form (Art oder Gestalt):



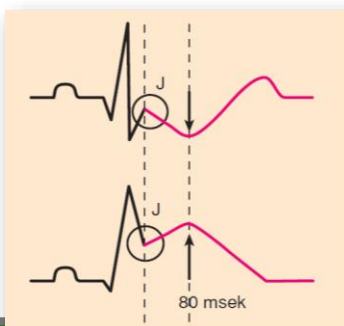
© 2016 Löffler Notfallmedizin • Florian Löffler

Erregungsrückbildungsstörungen

Ausmaß (Quantifizierung):

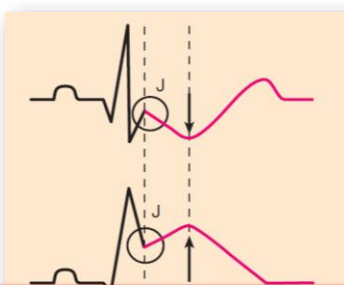
■ ST-Strecken-Hebung oder Senkung:

- Angaben in mV über/unter der isoelektrischen Linie
- Referenzpunkt: 80 ms (4 mm) nach dem J-Punkt



© 2016 Löffler Notfallmedizin • Florian Löffler

Erregungsrückbildungsstörungen



Die Ausmessung erfolgt in der Regel in der Ableitung mit der maximalen Abweichung der ST-Strecke und wird entsprechend angegeben: z.B. „ST-Hebung/Senkung bis max. ... mV in Ableitung ...“



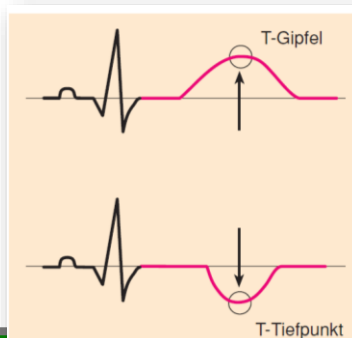
© 2016 Löffler Notfallmedizin • Florian Löffler

Erregungsrückbildungsstörungen

Ausmaß (Quantifizierung):

■ T-Wellen-Amplitude:

- Angaben in mV (mm) über/unter der isoelektrischen Linie
- Referenz: T-Gipfel oder T-Tiefpunkt
- wichtig:
Relation zur R-Zacke!



© 2016 Löffler Notfallmedizin • Florian Löffler

Erregungsrückbildungsstörungen

Verteilung (betroffene Ableitung):

■ Hinweise auf regionale Zuordnung der Veränderungen:

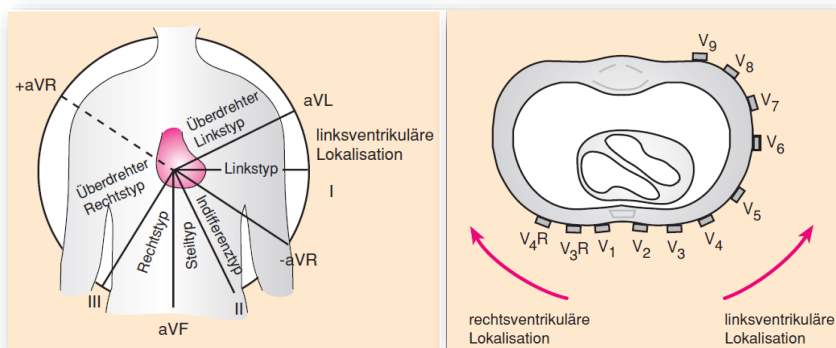
- ubiquitär oder diffus (in allen Ableitungen nachweisbar)
- regional: anterior (V2-V4), inferior (II, III, aVF),
lateral (I, aVL, V5-V6)
- linksventrikulär: I, aVL, V4-V6
- rechtsventrikulär: V3R, V4R



© 2016 Löffler Notfallmedizin • Florian Löffler

Erregungsrückbildungsstörungen

Verteilung (betroffene Ableitung):



© 2016 Löffler Notfallmedizin • Florian Löffler

Erregungsrückbildungsstörungen

Veränderungen der ST-Strecke

unspezifische ERBS

vieldeutig, z.B.:

- morpholog. Veränderungen
- metabolische Störungen
- Medikamente
- tageszeitl. Schwankungen

spezifische ERBS

- charakteristisch für bestimmte Ursachen



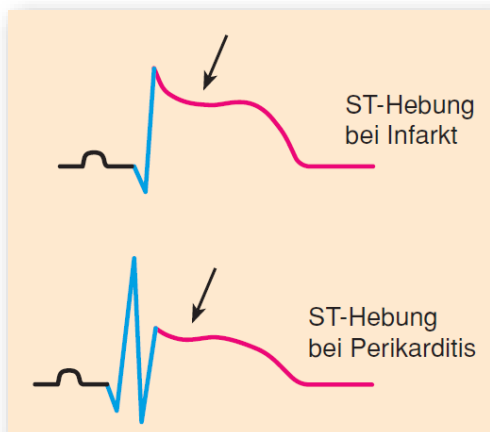
© 2016 Löffler Notfallmedizin • Florian Löffler

Erregungsrückbildungsstörungen

Veränderungen der ST-Strecke: Hebung bei AMI

- ST-Hebung
- Abgang aus dem absteigenden R-Schenkel

regionales Verteilungsmuster (betroffenes Koronargefäß)



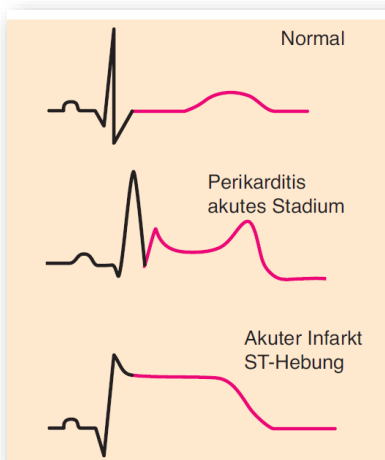
© 2016 Löffler Notfallmedizin • Florian Löffler

Erregungsrückbildungsstörungen

Veränderungen der ST-Strecke: Hebung bei Perikarditis

- ST-Hebung
- Abgang aus dem aufsteigenden R-Schenkel

diffuses Verteilungsmuster

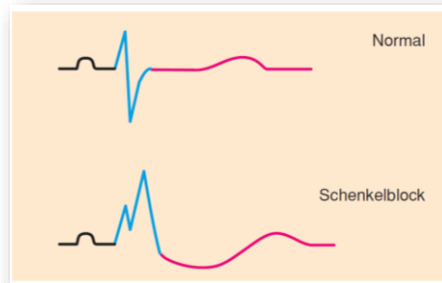


© 2016 Löffler Notfallmedizin • Florian Löffler

Erregungsrückbildungsstörungen

Veränderungen der ST-Strecke: Schenkelblock

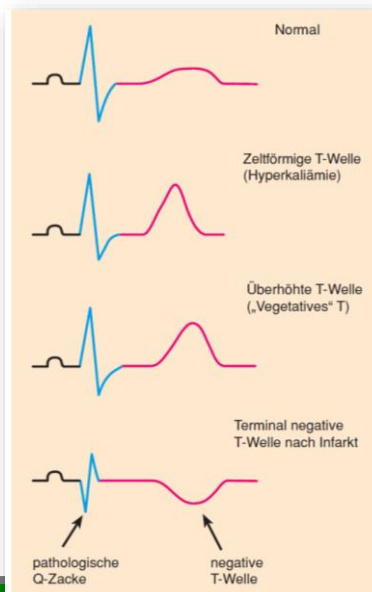
- ST-Senkung
- deszendierender Typ
- präterminale, abgeflachte T-Welle
- I, aVL und V5-V6 bei LSB
- V1 und V2 bei RSB



© 2016 Löffler Notfallmedizin • Florian Löffler

Erregungsrückbildungsstörungen

Veränderungen der T-Welle:



© 2016 Löffler Notfallmedizin • Florian Löffler

Zusammenfassung I



ST-Strecke und T-Welle sind Ausdruck der Erregungsrückbildung in den Kammern. Für die Interpretation des EKG ist eine qualitative sowie quantitative Analyse notwendig sowie eine regionale Beschreibung.

ST-Hebungen kommen bei transmuraler Ischämie und akutem Myokardinfarkt vor, und die ST-Strecke geht typischerweise aus dem absteigenden Schenkel der R-Zacke hervor. ST-Hebungen bei Infarkt und Ischämie finden sich in den Ableitungen, die das von dem betroffenen Koronargefäß versorgte Myokardareal repräsentieren. Eine ST-Hebung ist auch bei akuter Perikarditis zu beobachten: Hier finden sich ST-Hebungen, die typischerweise aus dem aufsteigenden S hervorgehen und ubiquitär vorliegen.



© 2016 Löffler Notfallmedizin • Florian Löffler

Zusammenfassung II



ST-Senkungen verlaufen ascendierend, deszendierend, muldenförmig oder horizontal und können vielfältige Ursache haben (Ischämie, Hypertrophie, Schenkelblock, medikamentös bedingt, unspezifisch).

Zur Quantifizierung der ST-Strecken-Abweichung erfolgt die Messung im Vergleich zur isoelektrischen Linie 80 ms nach dem J-Punkt.

Veränderungen der T-Welle sind ebenfalls nur zum Teil spezifisch. Häufig ist die T-Welle zeltförmig überhöht bei Hyperkaliämie oder terminal negativ nach Infarkt.



© 2016 Löffler Notfallmedizin • Florian Löffler

Übungs-EKGs:

- Gruppe 1+2: präterminale T-Negativierung, S. 168
- Gruppe 3+4: terminale T-Negativierung, S. 170



© 2016 Löffler Notfallmedizin • Florian Löffler

Lektion 19:

EKG bei Myokardinfarkt:

Diagnose und Stadieneinteilung



© 2016 Löffler Notfallmedizin • Florian Löffler

EKG bei Myokardinfarkt



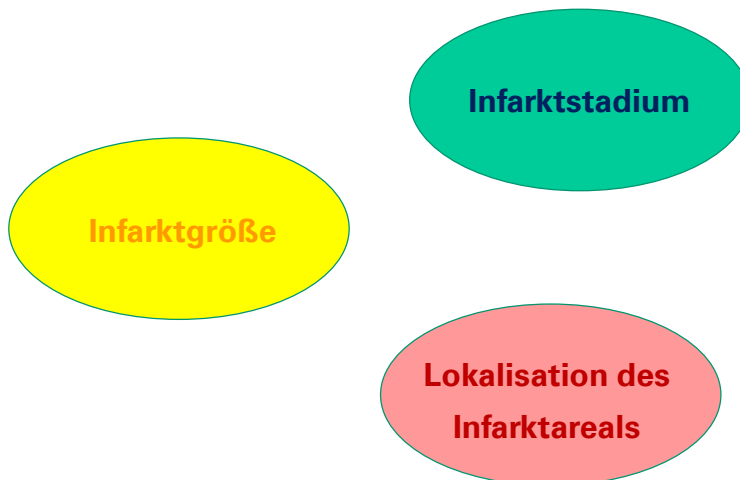
Der klassische akute transmurale Myokardinfarkt mit ST-Strecken-Hebung und Ausbildung pathologischer Q-Zacken wird heute den ST-Elevations-Myokardinfarkten (STEMI) zugeordnet. Zeigen Patienten mit den klinischen Zeichen und dem Laborbefund eines akuten Myokardinfarktes dagegen keine ST-Strecken-Hebung, so gilt die Bezeichnung Non-ST-Elevations-Myokardinfarkt (N-STEMI).



© 2016 Löffler Notfallmedizin • Florian Löffler

EKG bei Myokardinfarkt

nicht nur Diagnose, auch:



© 2016 Löffler Notfallmedizin • Florian Löffler

EKG bei Myokardinfarkt

Stadienverlauf:

■ Initialstadium:

- frühestes Stadium im EKG
- „Erstickungs-T“ (nur kurz nachweisbar)
- ST-Hebung aus absteigendem R-Schenkel
- T-Welle häufig nicht von ST-Hebung abgrenzbar



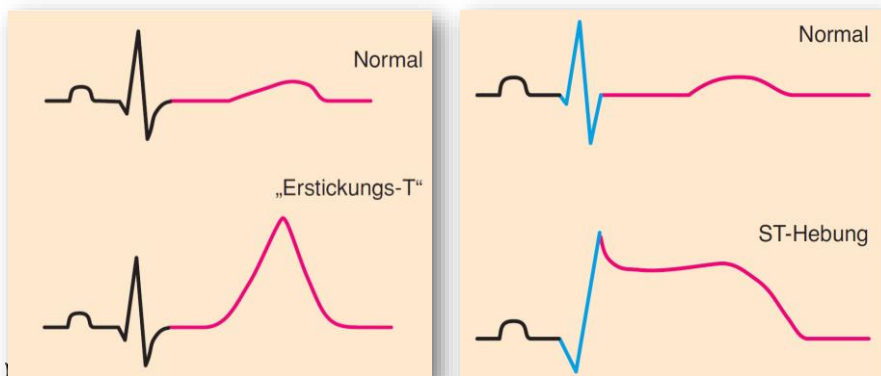
Alle Ableitungen, die über dem Infarktgebiet liegen, zeigen ST-Hebungen, während die dem Infarktgebiet gegenüberliegenden Ableitungen reziproke ST-Senkungen aufweisen!



© 2016 Löffler Notfallmedizin • Florian Löffler

EKG bei Myokardinfarkt

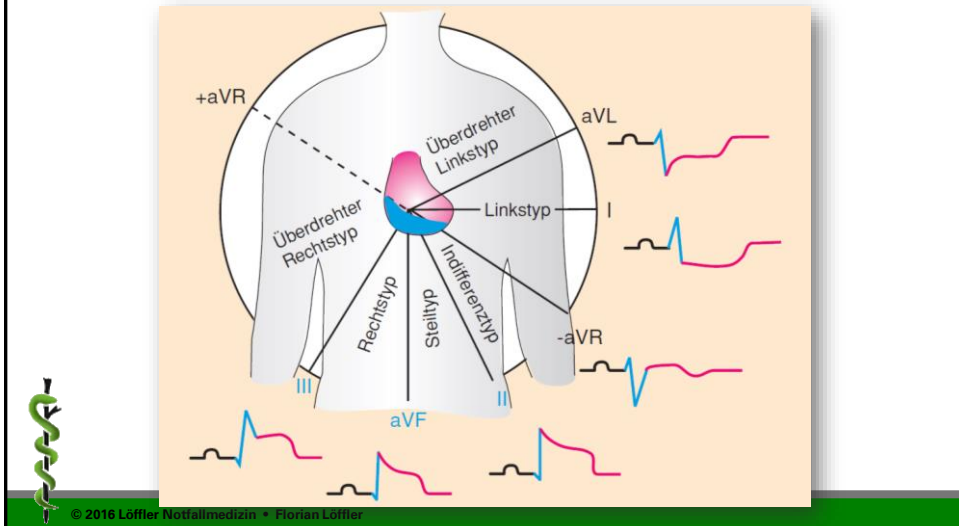
Stadienverlauf: Initialstadium



© 2016 Löffler Notfallmedizin • Florian Löffler

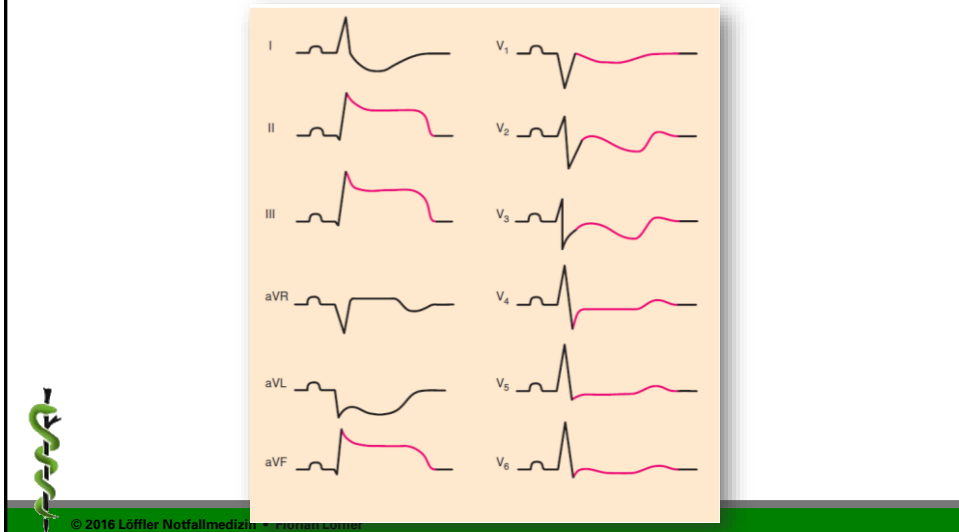
EKG bei Myokardinfarkt

Stadienverlauf: Initialstadium



EKG bei Myokardinfarkt

Stadienverlauf: Initialstadium



EKG bei Myokardinfarkt

Stadienverlauf:

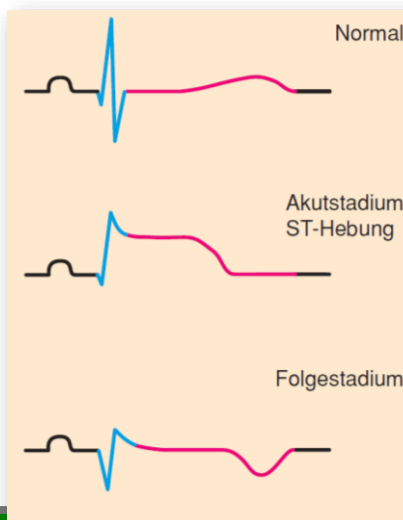
- Initialstadium
- Zwischenstadium und Folgestadium:
 - Beginn nach einigen Tagen ohne Intervention
 - Folgestadium kann mehrere Wochen andauern
 - schrittweise Rückbildung der ST-Hebung
 - zunehmende T-Negativierung
 - R-Verlust
 - Q-Zacken-Bildung



© 2016 Löffler Notfallmedizin • Florian Löffler

EKG bei Myokardinfarkt

Stadienverlauf: Zwischen- und Folgestadium



© 2016 Löffler Notfallmedizin • Florian Löffler

EKG bei Myokardinfarkt

Stadienverlauf:

- Initialstadium
- Zwischenstadium und Folgestadium
- Endstadium:
 - Konsolidierung der Infarktnarbe
 - lebenslang nachweisbar
 - EKG-Zeichen des „alten Infarktes“
 - pathologische Befunde des QRS-Komplexes
 - fakultativ auch der ST-Strecke und der T-Welle

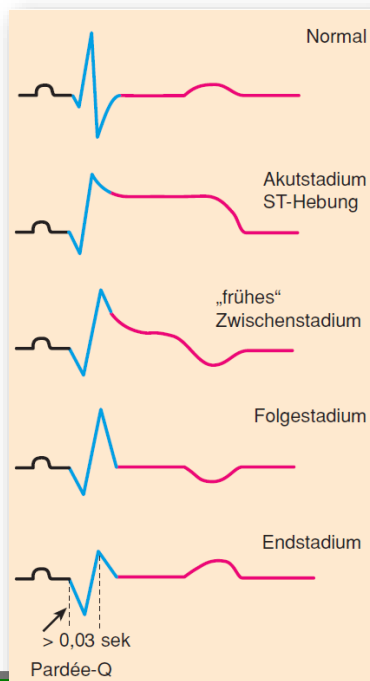


© 2016 Löffler Notfallmedizin • Florian Löffler

EKG bei Myokardinfarkt

Stadienverlauf: Endstadium

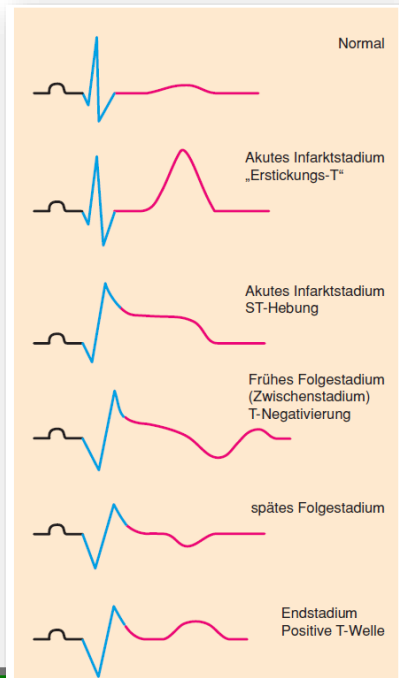
- Q-Zacke („Pardée-Q“)
- R-Verlust
- normalisierte ST-Strecke
- positive T-Welle



© 2016 Löffler Notfallmedizin • Florian Löffler

EKG bei Myokardinfarkt

Stadienverlauf:



© 2016 Löffler Notfallmedizin • Florian Löffler

Lektion 20: EKG bei Myokardinfarkt:

Infarktlokalisierung



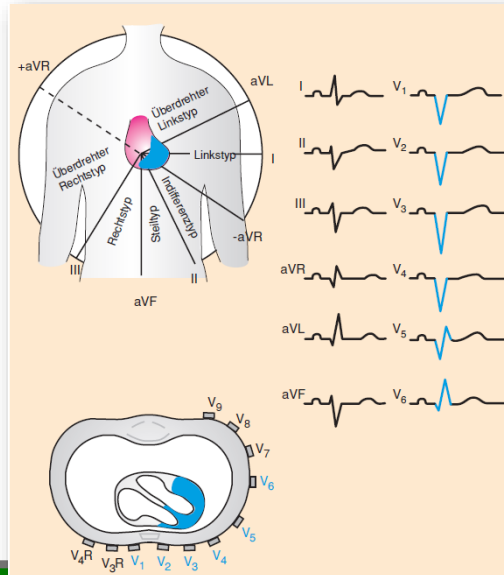
© 2016 Löffler Notfallmedizin • Florian Löffler

EKG bei Myokardinfarkt

Infarktlokalisierung:

Vorderwand

- R-Verlust
- pathologische Q-Zacken

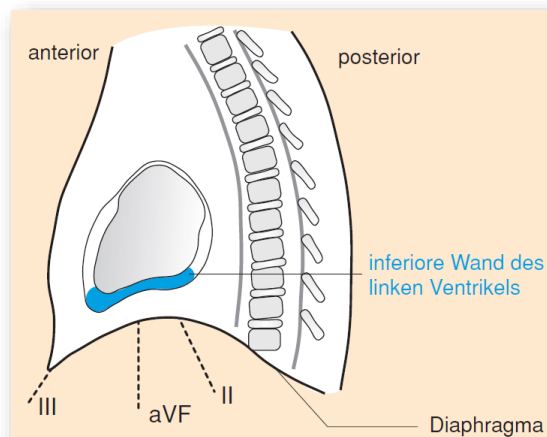


© 2016 Löffler Notfallmedizin • Florian Löffler

EKG bei Myokardinfarkt

Infarktlokalisierung:

(diaphragmale) Hinterwand

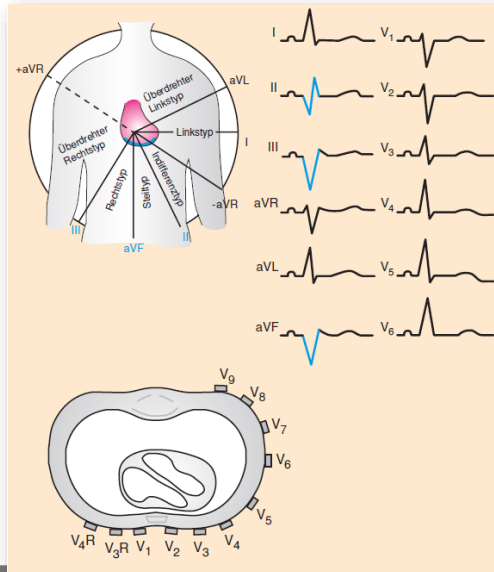


© 2016 Löffler Notfallmedizin • Florian Löffler

EKG bei Myokardinfarkt

Infarktlokalisierung:
(diaphragmale) Hinterwand

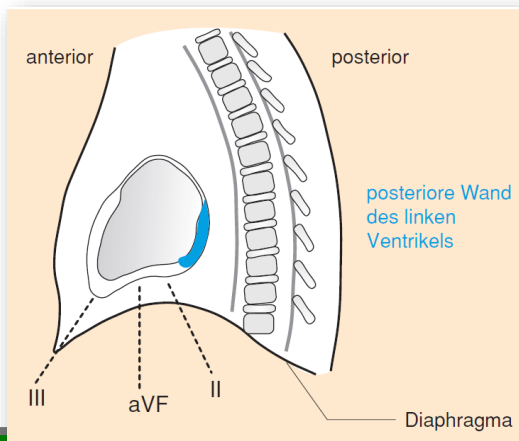
- Frontalebene: II, III, aVF



© 2016 Löffler Notfallmedizin • Florian Löffler

EKG bei Myokardinfarkt

Infarktlokalisierung:
(posteriore) Hinterwand



© 2016 Löffler Notfallmedizin • Florian Löffler

EKG bei Myokardinfarkt

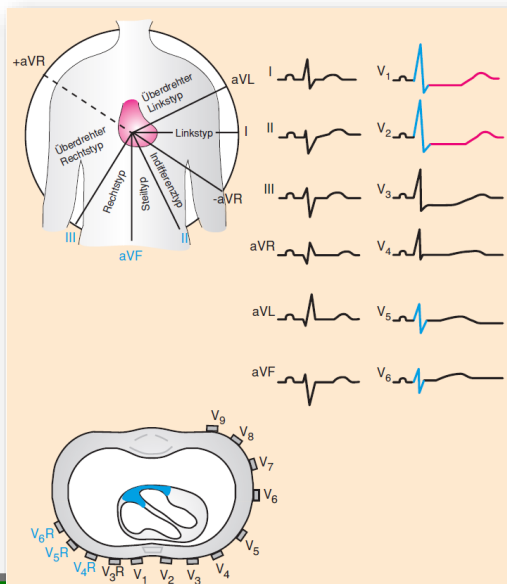
Infarktlokalisierung:

(posteriore) Hinterwand

spiegelbildliche

Infarktzeichen:

- hohe R-Zacken (statt Q)
- negative ST-Strecken



© 2016 Löffler Notfallmedizin • Florian Löffler

Zusammenfassung



Ein EKG ist das diagnostische Verfahren zur Erkennung eines Myokardinfarktes. Neben qualitativen Befunden zur Diagnose-sicherung erlaubt es, Ausdehnung und Alter des Infarktes festzu-legen.

Charakteristische Befunde des AMI sind pathologische QRS-Komplexe, ST-Strecken und T-Wellen. Die Anhebung der ST-Strecke ist in den zum Infarkt gehörigen Ableitungen neben dem klinischen Bild und abnormen Q-Zacken Zeichen eines STEMI. In den dem Infarkt abgewandten Ableitungen können reziproke ST-Senkungen vorgefunden werden. Senkungen in den zum Infarkt gehörenden Ableitungen sprechen für einen subendokardialen N-STEMI.



© 2016 Löffler Notfallmedizin • Florian Löffler

Übungs-EKGs:

- Gruppe 1: akuter Hinterwandinfarkt, S. 180
- Gruppe 2: akuter Vorderwandinfarkt, S. 182
- Gruppe 3: akuter Hinterwandinfarkt, S. 184
- Gruppe 4: transmuraler Vorderwandinfarkt im Zwischenstadium, S. 186



Lektion 21: EKG bei Lungenarterienembolie



EKG bei Lungenarterienembolie



Die akute Lungenarterienembolie kann mit typischen EKG-Veränderungen einhergehen, die durch eine plötzliche und massive Drucksteigerung im kleinen Kreislauf bedingt sind (akutes Cor pulmonale). Pathophysiologisch kommt es zu einer abrupten Überlastung des rechten Ventrikels.



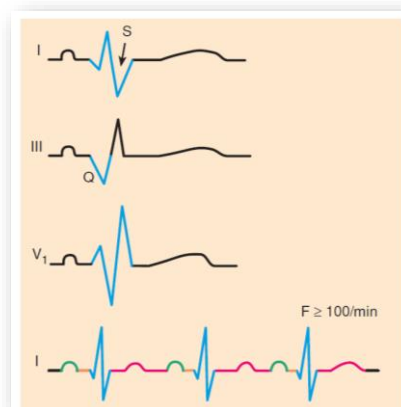
© 2016 Löffler Notfallmedizin • Florian Löffler

EKG bei Lungenarterienembolie

als charakteristisch gilt der S_I-Q_{III}-Typ:

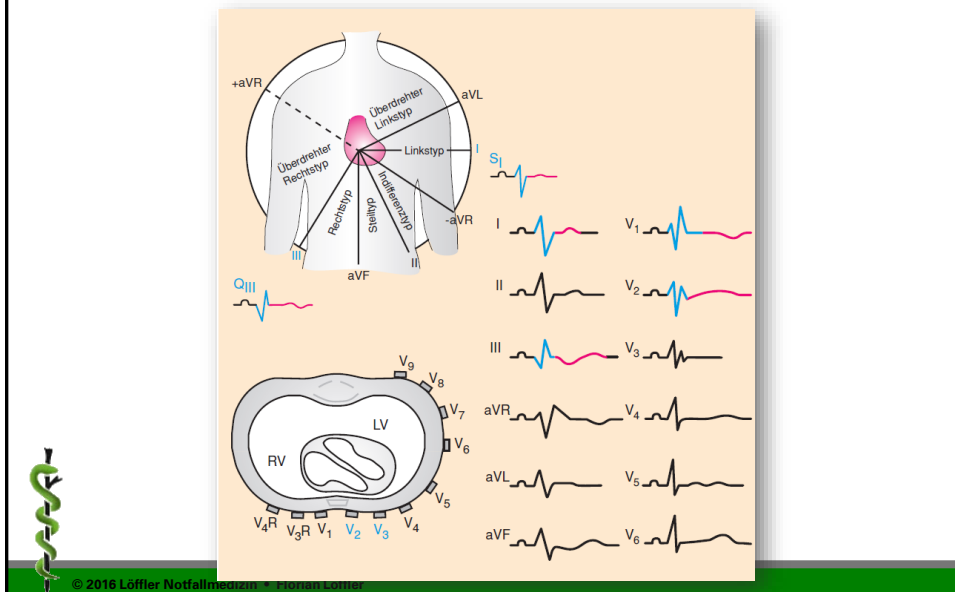
außerdem:

- inkompletter / kompletter RSB
- Sinustachykardie
- VES / SVES



© 2016 Löffler Notfallmedizin • Florian Löffler

EKG bei Lungenarterienembolie



Zusammenfassung



Fasst man die Befunde bei der Lungenarterienembolie zusammen, so werden folgende charakteristischen EKG-Befunde vorgefunden:

- pathologischer Lagetyp: S_I-Q_{III}-Typ, Rechtstyp, überdrehter RT
- Rechtsbelastung mit intraventrikulärer Erregungsausbreitungsstörung in V₁, V₂ und rechtspräkordiale ERBS
- P-dextroatriale
- Sinustachykardie (Frequenz > 100/min)



Lektion 23: EKG bei Elektrolytstörungen



© 2016 Löffler Notfallmedizin • Florian Löffler

EKG bei Elektrolytstörungen



Die Erkennung von Elektrolytstörungen aus dem EKG ist häufig möglich. Insbesondere Abfall oder Anstieg des Serum-Kalium-Spiegels ändern den EKG-Befund so typisch, dass aus EKG-Veränderungen neben dem Verdacht der Elektrolytstörung auch Rückschlüsse auf die Höhe des jeweiligen Elektrolytspiegels gezogen werden können.

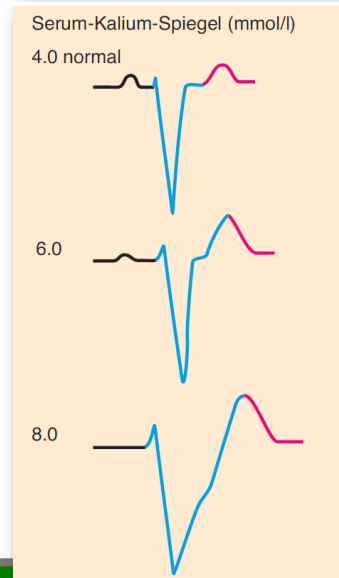


© 2016 Löffler Notfallmedizin • Florian Löffler

EKG bei Elektrolytstörungen

Hyperkaliämie:

- Betonung der T-Welle
- „zeltförmiges T“
- Abflachung der P-Welle
- Verlängerung PQ
- Verbreiterung QRS

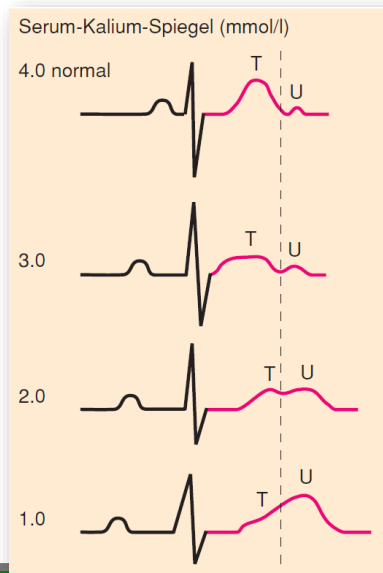


© 2016 Löffler Notfallmedizin • Florian Löffler

EKG bei Elektrolytstörungen

Hypokaliämie:

- Abflachung der T-Welle
- Senkung der ST-Strecke
- U-Welle

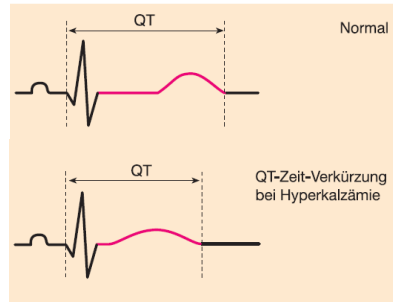


© 2016 Löffler Notfallmedizin • Florian Löffler

EKG bei Elektrolytstörungen

Hypercalciämie:

- diskrete Veränderungen
- evtl. Verkürzung der QT-Zeit

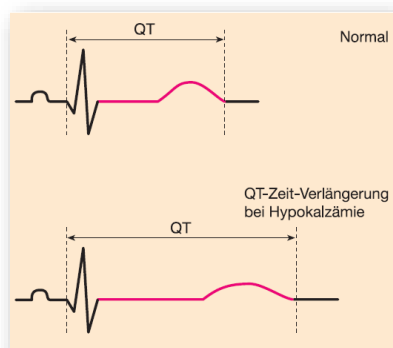


© 2016 Löffler Notfallmedizin • Florian Löffler

EKG bei Elektrolytstörungen

Hypocalciämie:

- diskrete Veränderungen
- evtl. Verlängerung der QT-Zeit



© 2016 Löffler Notfallmedizin • Florian Löffler

Zusammenfassung



Elektrokardiographische Zeichen der Hyperkaliämie sind:

- spitze positive T-Welle („zeltförmiges T“)
- Verlängerung der PQ-Zeit
- intraventrikuläre Ausbreitungsstörung mit Verbreiterung und Deformierung des QRS-Komplexes

Elektrokardiographische Befunde der Hypokaliämie sind:

- Senkung der ST-Strecke (deszendierend horizontal)
- Abflachung der T-Welle (leichte Hypokaliämie)
- Betonung der U-Welle



© 2016 Löffler Notfallmedizin • Florian Löffler

Lektion 24: **supraventrikuläre Extrasystolen, supraventrikuläre Tachykardien**



© 2016 Löffler Notfallmedizin • Florian Löffler

SVES / SV-Tachykardien

supraventrikuläre Rhythmusstörungen:

- supraventrikuläre Extrasystolen
- supraventrikuläre Tachykardien
- Vorhofflimmern und Vorhofflattern

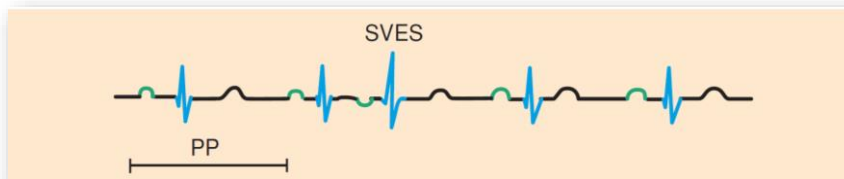


© 2016 Löffler Notfallmedizin • Florian Löffler

SVES / SV-Tachykardien

supraventrikuläre Extrasystolen (SVES):

- Extraschläge, die in einen vorliegenden Grundrhythmus einfallen und diesen stören
- meist mit vorzeitig einfallender, deformierter P-Welle
- unauffälliger QRS-Komplex ohne kompensatorische Pause



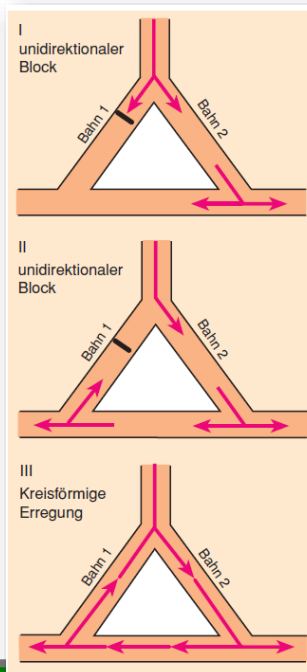
© 2016 Löffler Notfallmedizin • Florian Löffler

SVES / SV-Tachykardien

supraventrikuläre Tachykardien

- bei akzessorischen Leitungsbahnen:

„Re-Entry-Tachykardien“

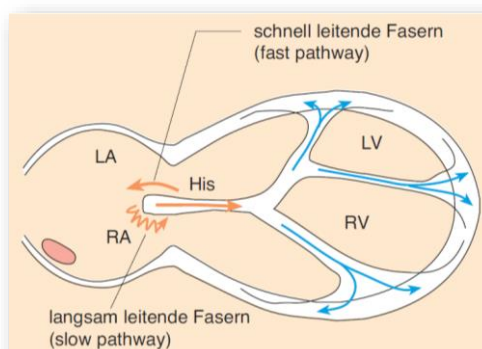


© 2016 Löffler Notfallmedizin • Florian Löffler

SVES / SV-Tachykardien

supraventrikuläre Tachykardien

- langsame Leitungsbahn,
schnelle Leitungsbahn:



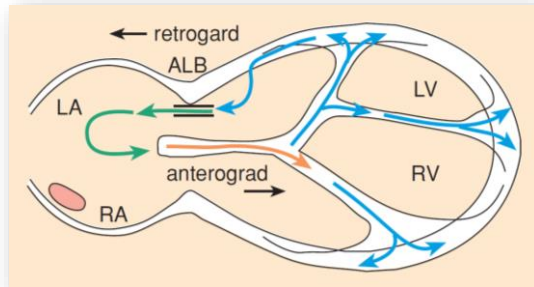
© 2016 Löffler Notfallmedizin • Florian Löffler

SVES / SV-Tachykardien

supraventrikuläre Tachykardien

orthodrome Leitung:

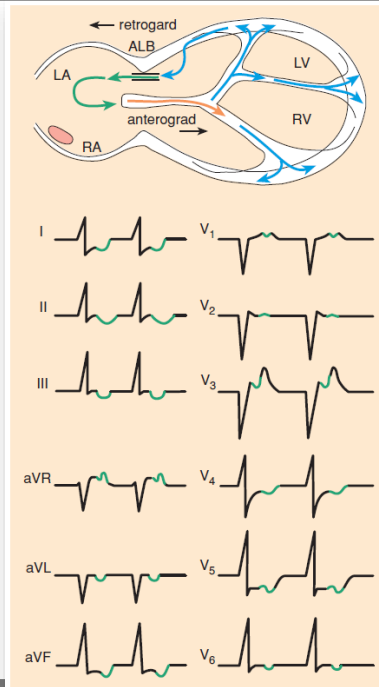
- schnell hin über
AV-Knoten / His-Bündel
- langsam zurück über
akzessorische
Leitungsbahnen



-> schmale QRS-Komplexe („Schmalkomplex-Tachykardie“)



© 2016 Löffler Notfallmedizin • Florian Löffler



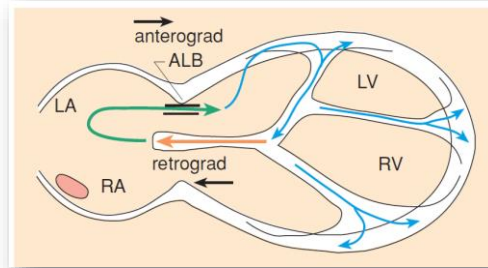
© 2016 Löffler Notfallmedizin • Florian Löffler

SVES / SV-Tachykardien

supraventrikuläre Tachykardien

antidrome Leitung:

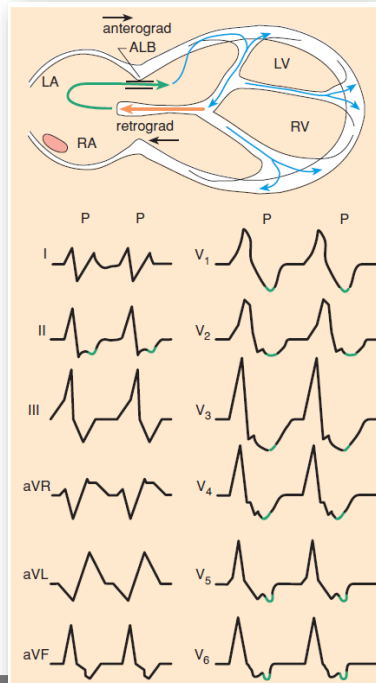
- langsam hin über
akzessorische
Leitungsbahnen
- schnell zurück über
AV-Knoten / His-Bündel



-> breitere QRS-Komplexe



© 2016 Löffler Notfallmedizin • Florian Löffler



© 2016 Löffler Notfallmedizin • Flo

Zusammenfassung



Elektrokardiographische Zeichen supraventrikulärer ES sind:

- frühzeitiger Einfall der P-Welle
- keine kompensatorische (poextrasystolische) Pause
- unauffälliger QRS-Komplex (normale Form und Breite)

Elektrokardiographische Befunde SV-Tachykardien sind:

- schmale QRS-Komplexe und nicht sichtbare P-Wellen
- Tachykardien mit sichtbaren P-Wellen nach dem QRS-Komplex



© 2016 Löffler Notfallmedizin • Florian Löffler

Übungs-EKGs:

- Gruppe 1: Lungenarterienembolie, S. 192
- Gruppe 2: Hyperkaliämie, S. 196
- Gruppe 3: supraventrikuläre Extrasystolie, S. 198
- Gruppe 4: AV-Knoten-Reentry-Tachykardie, S. 200



© 2016 Löffler Notfallmedizin • Florian Löffler

Lektion 26: ventrikuläre Rhythmusstörungen



© 2016 Löffler Notfallmedizin • Florian Löffler

ventrikuläre Rhythmusstörungen

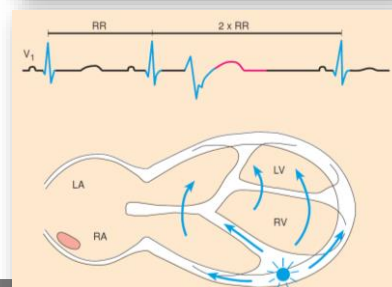
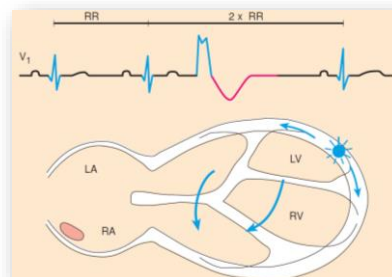
ventrikuläre Extrasystolen

vorzeitiger QRS-Einfall:

- verbreitert
- schenkelblockartig
deformiert

linksventrikulär -> RSB-Bild

rechtsventrikulär -> LSB-Bild



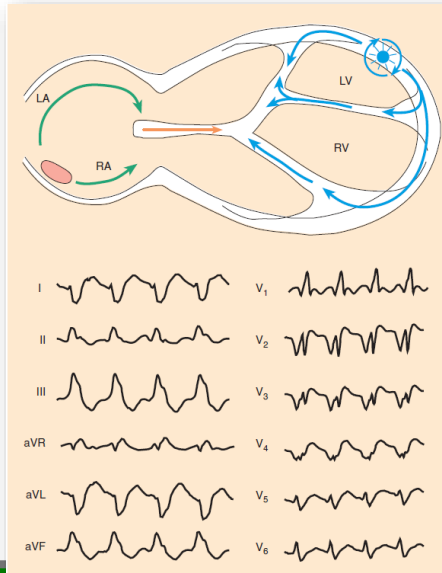
© 2016 Löffler Notfallmedizin • Florian Löffler

ventrikuläre Rhythmusstörungen

ventrikuläre Tachykardien

ektope Erregungsbildung:

- QRS-Komplex verbreitert
- schenkelblockartig deformiert
- häufig AV-Dissoziation



© 2016 Löffler Notfallmedizin • Florian Löffler

Zusammenfassung



Elektrokardiographische Zeichen ventrikulärer Extrasystolen sind:

- vorzeitiger Einfall eines verbreiterten QRS-Komplexes
- kompensatorische (postextrasystolische) Pause
- monomorphe / polymorphe Extrasystolen nach Ursprungsort

Elektrokardiographische Befunde ventrikulärer Tachykardien sind:

- Tachykardien mit breitem QRS-Komplex
- Zeichen der AV-Dissoziation



© 2016 Löffler Notfallmedizin • Florian Löffler

Lektion 32: Befundung des Elektrokardiogramms

Mehr Cartoons unter:
www.rippenspreizer.com

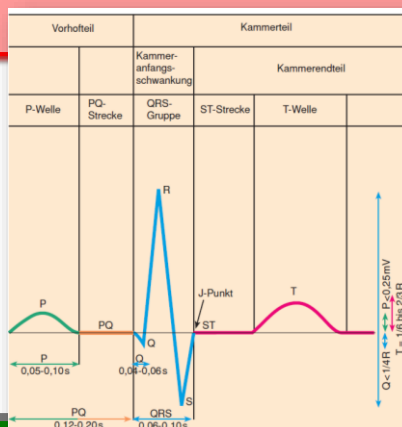


© 2016 Löffler Notfallmedizin • Florian Löffler

Befundung des Elektrokardiogramms



Die Beurteilung eines EKG erfolgt am besten in fünf Schritten. Wenn man jeden Schritt sorgfältig vornimmt, erhält man zunächst die relevanten Befunde des EKGs.



© 2016 Löffler Notfallmedizin • Florian Löffler

Befundung des Elektrokardiogramms

1. Schritt: Rhythmus und Frequenz

- P-Wellen identifizieren
- Verhältnis von P und QRS
- P-Wellen-Form und -Morphologie
- PQ-Intervall messen



Rhythmus,
Frequenz

© 2016 Löffler Notfallmedizin • Florian Löffler

Befundung des Elektrokardiogramms

2. Schritt: Lagetyp

- Festlegung des Lagetyps als Hauptvektor der elektrischen Achse
- Ist der Lagetyp wahrscheinlich pathologisch?
- Ist der Lagetyp dem Alter des Patienten angemessen?



Rhythmus,
Frequenz

Lagetyp

© 2016 Löffler Notfallmedizin • Florian Löffler

Befundung des Elektrokardiogramms

3. Schritt: Q-Zacken

- pathologische Q-Zacken:
 - Q-Zacken in den Ableitungen V2-V4
 - abnorm tiefe/breite Q-Zacken



Rhythmus,
Frequenz

Lagetyp

Q-Zacken

© 2016 Löffler Notfallmedizin • Florian Löffler

Befundung des Elektrokardiogramms

4. Schritt: R- und S-Zacken

- R überhöht, S vertieft bei Kammerhypertrophie
- R/S verbreitert, deformiert bei Erregungsausbreitungsstörungen
- gestörte R-Progression in den Brustwandableitungen
- S-persistenz in V5 und V6
- R-Reduktion, R-Verlust nach Infarkt



Rhythmus,
Frequenz

Lagetyp

Q-Zacken

R- und
S-Zacken

© 2016 Löffler Notfallmedizin • Florian Löffler

Befundung des Elektrokardiogramms

5. Schritt: ST-Strecke und T-Welle

- Form, Ausmaß und Verteilung von ERBS:
 - ST-Hebungen aus absteigendem R oder aufsteigendem S
 - ascendierende, descendierende, horizontale ST-Senkung
 - maximale Hebung ausmessen
 - diffuse oder regionale Verteilung der Veränderungen
- Veränderungen der T-Welle



Rhythmus,
Frequenz

Lagetyp

Q-Zacken

R- und
S-Zacken

ST und T

© 2016 Löffler Notfallmedizin • Florian Löffler

Zusammenfassung



Die Befundung des EKG erfordert eine systematische Analyse aller aufgezeichneten EKG-Ableitungen. Nur eine sorgfältige Befundung eines EKG führt zur richtigen Deutung der Befunde und der adäquaten Umsetzung in therapeutische Überlegungen.

Die fünf Schritte zur richtigen EKG-Befundung sind:

- Rhythmus und Frequenz, einschließlich P-Wellen und PQ-Zeit
- Lagetyp (elektrische Herzachse)
- Q-Zacken
- R/S-Zacken
- ST-Strecke und T-Welle



© 2016 Löffler Notfallmedizin • Florian Löffler

