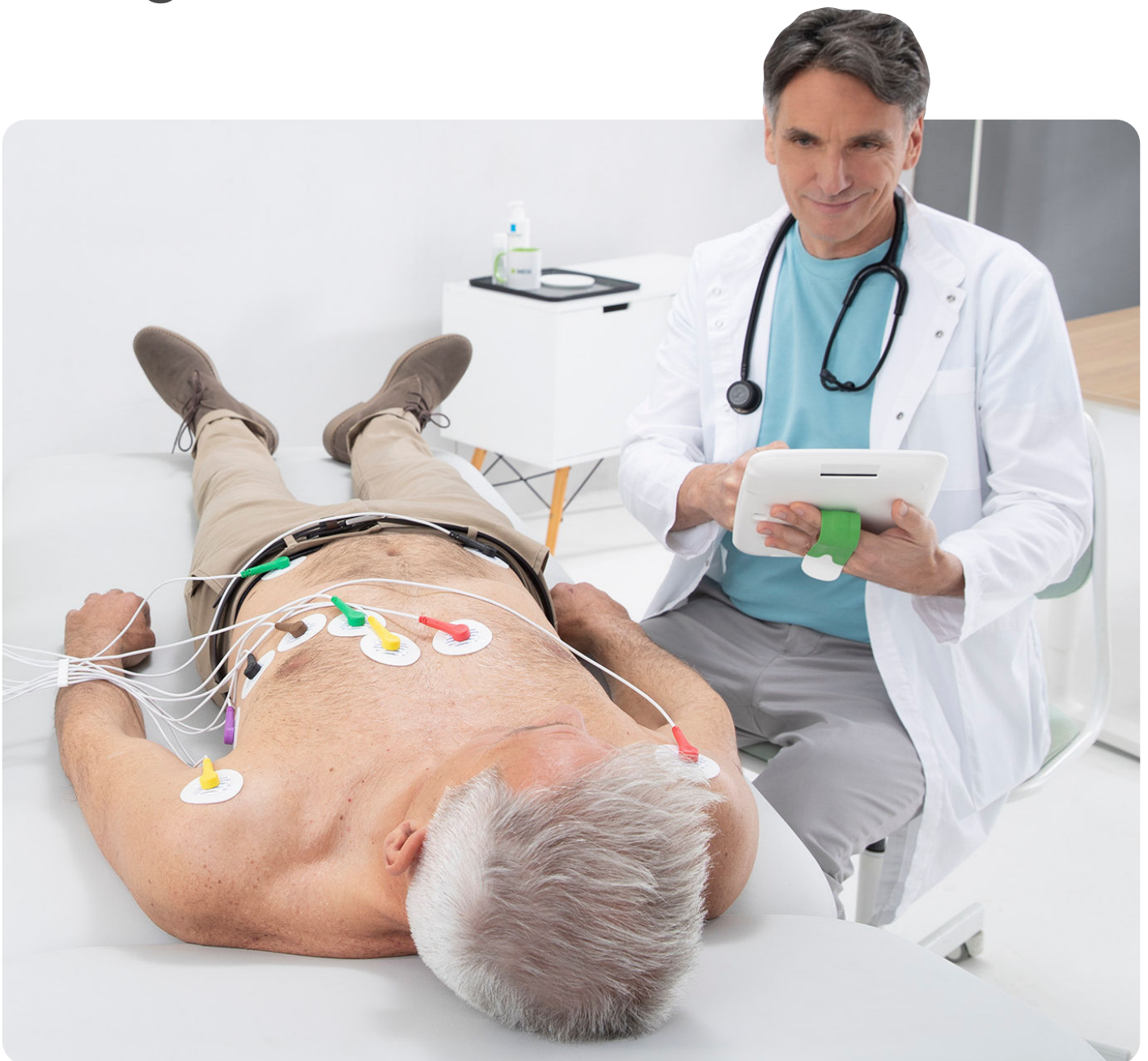


Wie man ein **EKG** erfolgreich durchführt



INHALTSVERZEICHNIS

1. DIE FUNKTION DES EKGs 3

Was ist ein EKG?	3
Wann wird ein EKG durchgeführt?	3
Welche Erkrankungen kann man diagnostizieren?	3
Was zeichnet ein EKG auf? ^[2]	4
Ist das EKG-Ergebnis immer genau? ^[3]	6

2. DURCHFÜHRUNG EINER RUHE-EKG-MESSUNG 6

Die Elektroden und ihre Anbringung	6
Filter ^[5]	7
Filtertypen:	8
Tiefpassfilter	8
Hochpassfilter (Basislinienfilter)	8
Myogrammfilter (Muskelfilter)	8
Kerbenfilter (Netzfilter)	8
MESI Signalverstärkung	9
Standardeinstellung der Filter	9

3. AUSWERTUNG DES EKGs 10

Abstände auf dem EKG-Papier oder -Diagramm ^[6]	10
Wellen ^[7]	11
Wellenformen ^{[7] [9]}	11
Strecken ^[7]	12
Intervalle ^[7]	12
Dauer ^[7]	13
Achsen ^[10]	13

4. HÄUFIG DIAGNOSTIZIERTE ERKRANKUNGEN ^{[11] [12]} 14

Akute Koronarsyndrome	14
Akuter Myokardinfarkt ^{[13] [14]}	14
Stemi-Myokardinfarkt ^[15]	14
Nstemi-Myokardinfarkt ^[15]	15
Instabile Angina pectoris ^[16]	16
Perikarditis und Myokarditis	16
Perikarditis	16
Myokarditis	17
Vorhofflimmern ^[17]	17
Brugada-Syndrom ^[18]	18
Links- und rechtsventrikuläre Hypertrophie ^{[19] [20]}	18
Linksventrikuläre Hypertrophie	18
Rechtsventrikuläre Hypertrophie	19
Ventrikuläre Tachykardie ^[21]	19
Konduktionsstörungen	20
Atrioventrikuläre Blöcke ^[22]	20

AV-Block ersten Grades	20
AV-Block zweiten Grades Mobitz Typ 1 (Wenckebach)	20
AV-Block zweiten Grades Mobitz Typ 2	21
AV-Block dritten Grades	21
Links- und Rechtsschenkelblock	21
Linksschenkelblock (LSB) ^{[23][24]}	21
Rechtsschenkelblock (RSB) ^[25]	22
Erkennung von Herzschrittmachern ^[26]	22

5. AUTOMATISCHE AUSWERTUNG **23**

Der Glasgow-EKG-Interpretationsalgorithmus ^[27]	23
Funktion des Algorithmus ^[28]	23
Vorteile des Glasgow-EKG-Interpretationsalgorithmus ^[29]	23
Beispiel für eine automatische Ergebnisauswertung Myokardinfarkt (STEMI) mit dem MESI mTABLET	24

6. EIN VERGLEICH VERSCHIEDENER RUHE-EKG-GERÄTE **26**

MESI mTABLET ECG, das erste vollständig digitale Elektrokardiogramm	26
Allgemeine Leistungsmerkmale	26
Digitale Vorteile des Systems	26
Besondere Highlights	27
Das MESI mTABLET ECG im Vergleich zu Desktop-EKGs	28
Desktop-EKGs mit LCD-Bildschirm	29
PC-basierte EKGs	30

7. TECHNISCHE SPEZIFIKATIONEN DES MESI mTABLET ECG **31**

1. DIE FUNKTION DES EKG

Was ist ein EKG?

„EKG“ steht für „Elektrokardiogramm“. Dabei handelt es sich um eine **Aufzeichnung der elektrischen Aktivität des Herzens aus verschiedenen Richtungen**. Es hilft bei der Erkennung und Lokalisierung verschiedener abnormaler Herzzustände (Pathologien). ^[1]

Es gibt **3 Haupttypen** von EKGs:

- > **Ruhe-EKG:** das häufigste; es wird durchgeführt, während sich der Patient körperlich betätigt, meist per Ergometer.
- > **Belastungs-EKG:** Es wird durchgeführt, während der Patient ein Laufband oder einen Heimtrainer benutzt.
- > **Langzeit-EKG (Holter-Monitor):** ein tragbares Gerät, das der Patient einen oder mehrere Tage lang trägt.



Wann wird ein EKG durchgeführt?

Immer dann, wenn ein Patient Schmerzen in der Brust, Palpitationen (Gefühl von heftigem Herzklopfen, unregelmäßigem oder schnellem Herzschlag), Atemnot, Schwindel, eine Synkope (Ohnmacht aufgrund eines Abfalls des Blutflusses zum Gehirn) oder einen unerklärlichen Sturz erleidet. ^[1]

Welche Erkrankungen kann es erkennen?

Ein EKG kann unter anderem zur Diagnose folgender Erkrankungen beitragen: ^[1]



Herzinfarkt

Blockierung der Blutzufuhr zum Herzen aufgrund einer koronaren Herzkrankheit oder anderer Erkrankungen.



Herzrhythmusstörungen

Zu schneller, zu langsamer oder unregelmäßiger Herzschlag.



Koronare Herzkrankheit (KHK)

Blockierung der Blutzufuhr aufgrund einer Ansammlung von Fetten in den Arterien, die das Herz mit Blut versorgen.



Kardiomyopathie

Verdickung oder Vergrößerung der Herzwände.

Was zeichnet ein EKG auf? ^[2]

Das EKG zeichnet **elektrische Impulse** auf, **die das Herz erzeugt**, sowie **deren Richtung und Amplitude**. Anhand dieser Aufzeichnung können wir abschätzen, wo im Herzen die elektrischen Impulse beginnen und wie sie durch das Herz fließen. Diese Impulse bewirken, dass sich der Herzmuskel zusammenzieht und entspannt, und ihr Muster wird als „Herzrhythmus“ bezeichnet.

Ein Herzschlag (d. h. ein Herzzyklus) besteht aus **einer Herzmuskelkontraktion** und **einer Entspannung**. Die elektrische Aktivität des Herzens beginnt im inneren „Schrittmacher“ – dem Sinusknoten im rechten Vorhof. Der elektrische Impuls durchläuft dann verschiedene Teile des Herzens, wie unten dargestellt.

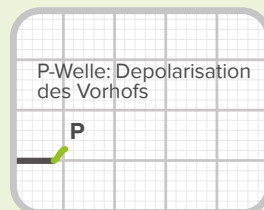
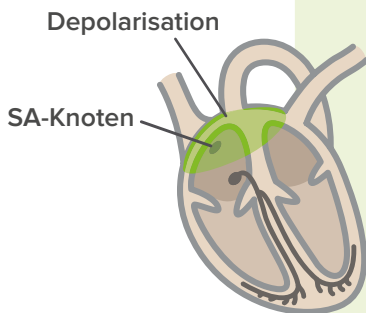
Reizleitungssystem des Herzens

Elektrische Vorgänge des Herzzyklus

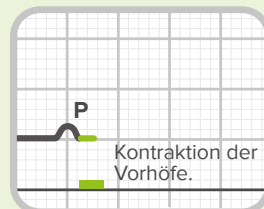
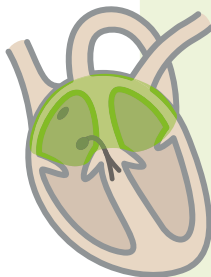
● Depolarisation

● Repolarisation

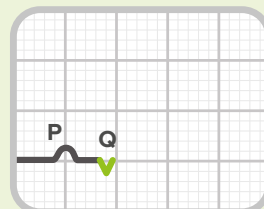
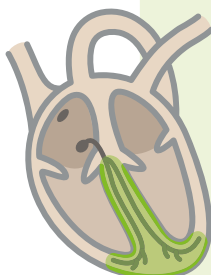
START



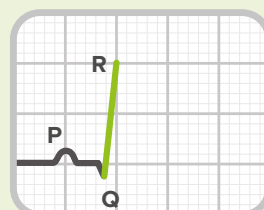
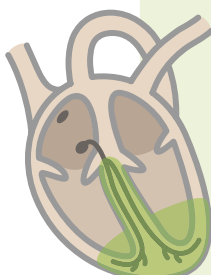
Der **SA-Knoten** erzeugt ein Aktionspotenzial, das die Vorhöfe depolarisiert. (Aktivierung)



Verzögerung im **AV-Knoten**

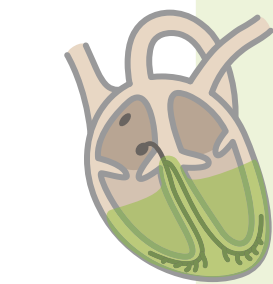


Die Depolarisation verläuft über das **His-Bündel** und seine Verzweigungen in das Purkinje-System

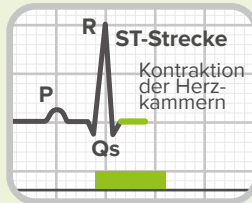
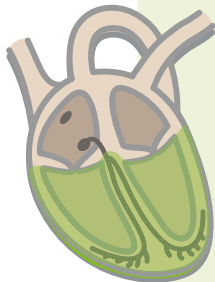


Die Depolarisationswelle in den Herzkammern breitet sich vom Apex nach oben aus

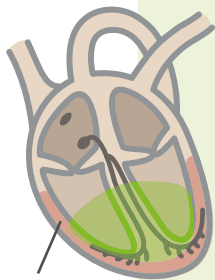




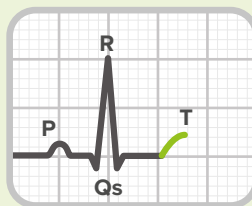
Der obere Teil der Herzkammern wird als letzter depolarisiert



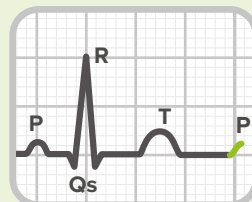
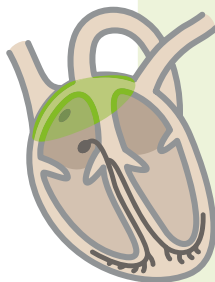
Refraktärzeit zwischen dem Ende der ventrikulären Depolarisation und dem Beginn der ventrikulären Repolarisation



Repolarisation



Ventrikuläre Repolarisation (Erholung) der kontraktilen Zellen



Der SA-Knoten erzeugt ein Aktionspotenzial, das die Vorhöfe depolarisiert. (Aktivierung)

ENDE

Der normale Herzrhythmus wird als „**Sinusrhythmus**“ bezeichnet. Die Art und Weise, wie elektrische Impulse durch das Herz fließen, wird als „**Erregungsleitung**“ bezeichnet.

Anomalien in der elektrischen Aktivität des Herzens können zu einer abnormalen Erregungsleitung oder einem abnormalen Rhythmus führen; das Herz kann zu schnell, zu langsam oder unregelmäßig schlagen. Veränderungen des normalen Stromflusses durch das Herz lassen sich auf einem EKG darstellen und können auf eine Vielzahl von Erkrankungen hinweisen.

Ist das EKG-Ergebnis immer genau?^[3]

Bei der Durchführung eines Elektrokardiogramms können bestimmte **Faktoren oder Bedingungen das Ergebnis verfälschen**, z. B.:

- > Bewegung während der Untersuchung,
- > Sport oder Rauchen vor der Untersuchung,
- > Schwangerschaft,
- > Übergewicht,
- > Flüssigkeitsansammlungen im Bauchraum (Aszites),
- > anatomische Faktoren, z. B. die Größe des Brustkorbs und die Lage des Herzens im Brustkorb,
- > bestimmte Medikamente,
- > Elektrolyt-Ungleichgewichte, wie zu viel oder zu wenig Kalium, Magnesium oder Kalzium im Blut.

2. DURCHFÜHRUNG EINER RUHE-EKG-MESSUNG

Die Elektroden und ihre Anbringung

Je nach den Präferenzen in den einzelnen Arztpraxen können **verschiedene Arten von selbstklebenden** und **Vakuumelektroden** verwendet werden.



Vorbereitung des Patienten bei selbstklebenden Elektroden^[4]



Ein guter elektrischer Kontakt zwischen den Elektroden und der Haut ist entscheidend. Aus diesem Grund muss die Haut **sauber und trocken** sein. Eventuelle Feuchtigkeitsmittel oder Cremes (z. B. bei Patienten mit Hauterkrankungen) sollten mit Alkohol entfernt werden; anschließend muss der Alkohol abgewischt werden. Das Abreiben der Haut ist unerlässlich; bei den meisten Patienten reicht ein Abreiben mit einem Papiertuch aus.



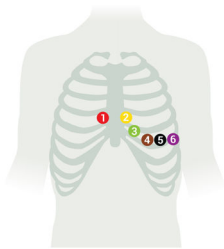
Haare leiten das elektrische Signal schlecht und verhindern, dass die Elektroden auf der Haut haften bleiben. Eine Rasur kann erforderlich sein; anschließend muss die Haut mit Alkohol oder einem Reinigungstuch **gereinigt** werden. Wenn die Haare gescheitelt werden können und ein fester Kontakt mit den Elektroden hergestellt werden kann, ist das ausreichend.

Vorbereitung des Patienten bei Vakuum-Elektroden

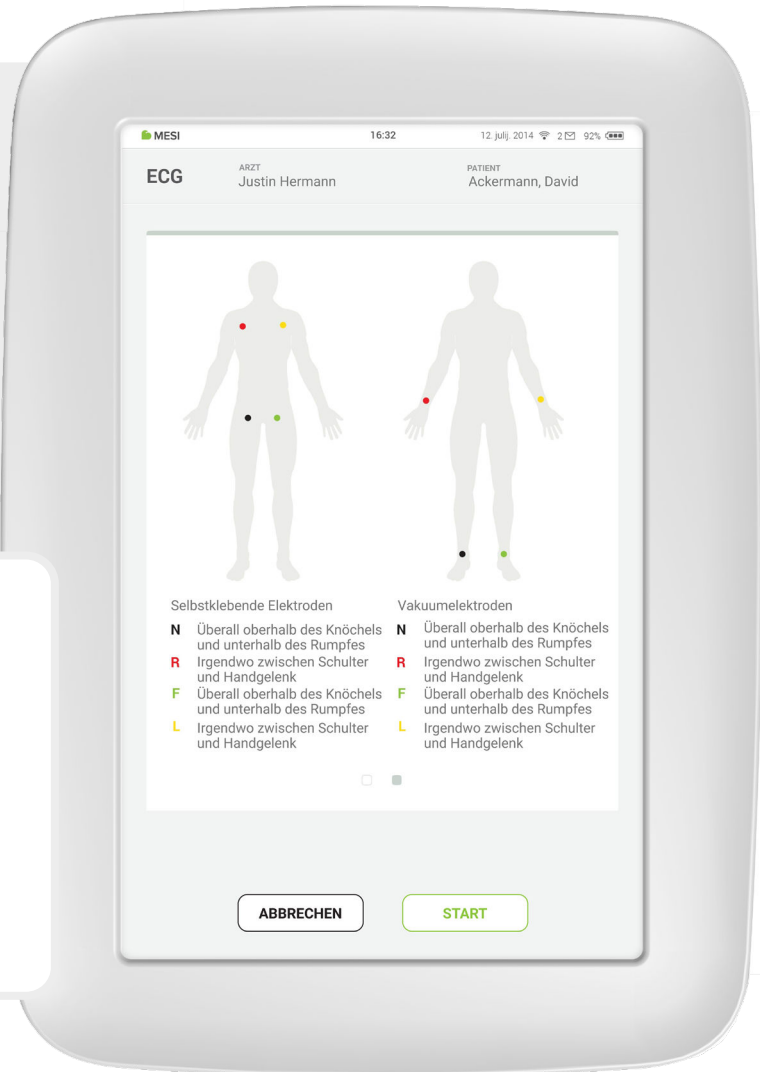
Für eine optimale elektrische Leitfähigkeit muss ein **Elektrodengel** oder ein **geeignetes Kontaktspray** verwendet werden.

Der MESI mTABLET ECG-Bildschirm bietet einen Vorschlag für verschiedene Elektrodenplatzierungen.*

**HAFTUNGSAUSSCHLUSS: Bitte passen Sie die Vorschläge an Ihre klinische Praxis an und beachten Sie stets die neuesten Richtlinien zur Elektrodenplatzierung.*



- | | |
|--|---|
| C1 4. Interkostaler Raum links vom Brustbein | C4 5. Interkostaler Raum an der mittleren Klavikularlinie |
| C2 4. Interkostaler Raum rechts vom Brustbein | C5 Vordere Axillarlinie auf dem gleichen Niveau wie C4 |
| C3 Auf halbem Weg zwischen C2 und C4 | C6 Medioaxillarlinie auf dem gleichen Niveau wie C4 und C5 |



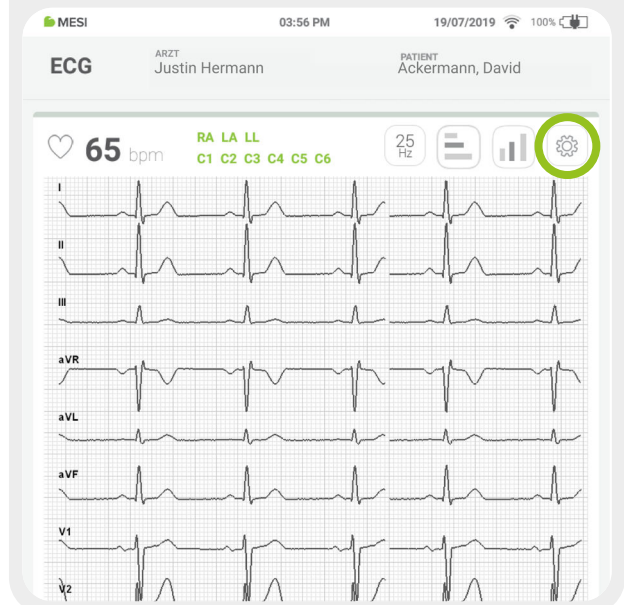
Filter^[5]

Beim EKG sind die Signalpegel sehr niedrig ($< 5 \text{ mV}$), weshalb eine Filterung zur Entfernung eines breiten Spektrums an Rauschen eingesetzt wird. Das Rauschen kann von einem instabilen Gleichstrom-Offset an der Schnittstelle zwischen Elektrode und Körper, von Muskelgeräuschen, Netzbrummen (50/60 Hz), von Geräten in der Nähe und vom EKG-Gerät selbst stammen, z. B. von internen Gleichspannungswandlern.

Filter entfernen oder reduzieren die Frequenzen des Rauschens, während die Signalfrequenz durchgelassen wird.

Die Aktivierung der Filter beeinflusst sowohl das angezeigte als auch das gedruckte Signal. Für eine korrekte und genaue Analyse wird jede **automatische Auswertung der Kurve immer nur mit dem ungefilterten EKG-Signal durchgeführt.**

Zusätzliche Filter (Tiefpassfilter, Hochpassfilter, Kerbenfilter, Myogrammfilter)

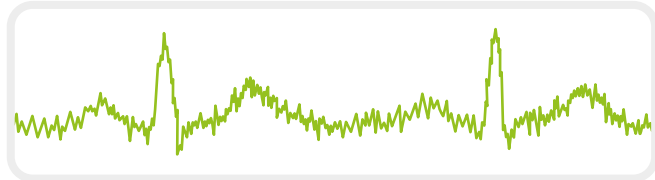


Filtertypen:

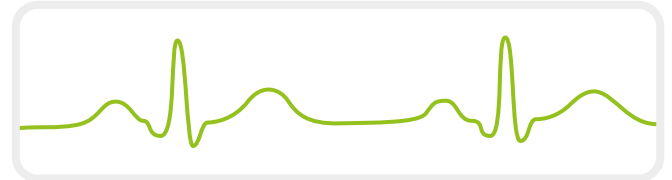
Tiefpassfilter

Der Tiefpassfilter wird verwendet, um **verschiedene Muskelartefakte mit hoher Frequenz und externe Störungen (Rauschen, das von elektronischen Geräten erzeugt wird)**, zu reduzieren. Mit der Einstellung 150 Hz wird der größte Teil des Signals gefiltert. Wenn Sie weniger Filterung benötigen, sollte die Einstellung auf 250 Hz gesetzt werden.

EKG + Rauschen



EKG (rauschfrei)



Hochpassfilter (Basislinienfilter)

Der Hochpassfilter wird verwendet, um **Komponenten mit niedriger Frequenz wie Bewegungsartefakte, Atmungsschwankungen und Basislinienwanderung** zu entfernen.

3 Einstellungen (0,5 Hz, 0,2 Hz, 0,05 Hz) können in den folgenden Fällen angewandt werden:

- **0,5 Hz:** Stärkste Filterung. Wird in der Regel für längere Beobachtungen, z. B. für den Rhythmus, verwendet. Sie kann auch verwendet werden, wenn die Basisliniendrift (d. h. ein starkes Rauschen mit langsamer und ungewöhnlich großer Signalverschiebung) mit dem 0,2-Hz-Filter auftritt.
- **0,2 Hz:** Standardeinstellung in der Praxis.
- **0,05 Hz:** Schwächste Filterung. Wird in der Kardiologie verwendet, wo es auf jedes Detail ankommt. (Da es sich um den schwächsten Filter handelt, ist er am anfälligsten für eine Basisliniendrift).

Myogrammfilter (Muskelfilter)

Der Myogrammfilter wird verwendet, um das **Signal von Muskelzittern zu reduzieren**, das normalerweise auftritt, wenn die Elektroden auf große Muskelmassen platziert werden. Ähnlich wie beim Tiefpassfilter sollte die Einstellung erhöht werden, wenn das Rauschen durchkommt.

Bitte beachten Sie: Ein aufgezeichnetes EKG wird ohne den Myogrammfilter gespeichert. Es ist daher möglich, das gespeicherte EKG entweder mit oder ohne Myogrammfilter zu drucken. Alle anderen Filter können nicht mehr aus der EKG-Aufzeichnung entfernt werden, sobald sie aktiviert sind.



Kerbenfilter (Netzfilter)

Der Kerbenfilter wird zur **Filterung von Netzstörungen ohne Verzerrung des EKG-Signals** verwendet. Der Filter sollte immer aktiviert sein und auf die lokale Netzfrequenz eingestellt werden, z. B. 50 Hz für Europa.

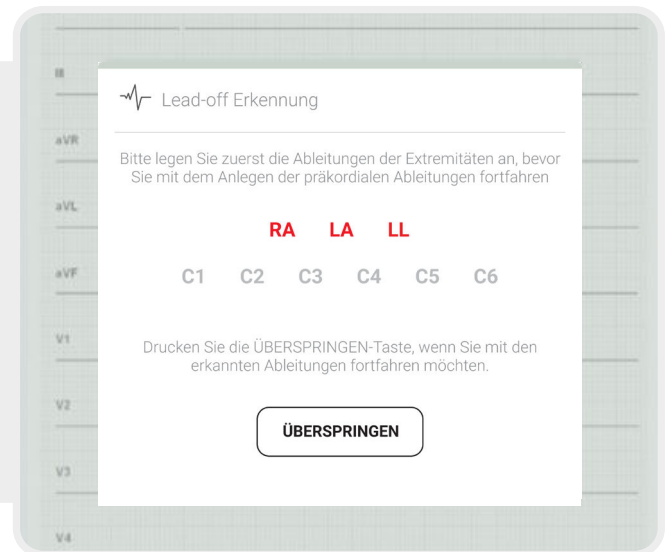
MESI Signalverstärkung

Da die EKG-Kurve ein wenig driften kann, bevor sie sich stabilisiert (d. h. die Basisliniendrift erscheint), sorgt die Auswahl des **progressiven Modus** mit einem 0,2- oder 0,5-Hochpassfilter für eine **schnellere und stabilere Messung** von Anfang an und liefert ein qualitativ hochwertiges Signal mit allen Arten von Elektroden, einschließlich selbstklebender Elektroden (bei denen die Leitfähigkeit manchmal beeinträchtigt werden kann, z. B. durch eine unzureichende Vorbereitung des Patienten).



Wenn der **progressive Modus** aktiviert ist, wird vor der Messung das Fenster für die Erkennung von nicht angeschlossenen Elektroden angezeigt, damit Sie wissen, welche Ableitungen angeschlossen sind und welche nicht. Wenn alle Ableitungen richtig angeschlossen sind, wird die Messung automatisch fortgesetzt.

Auf dem MESI mTABLET ECG-Bildschirm ist die Ableitungserkennung rot markiert.



Standardeinstellung der Filter

Hier finden Sie ein Beispiel der Filtereinstellungen, die eine klare und stabile Signalerfassung ermöglichen sollten:

- > **Tiefpassfilter:**
150 Hz
- > **Hochpassfilter:**
0,2 Hz oder 0,5 Hz im Falle einer Basisliniendrift
- > **Kerbenfilter:**
50 Hz (z. B. für die EU)
- > **Myogrammfilter:**
25 Hz
- > **Signalverstärkung:**
Progressiv



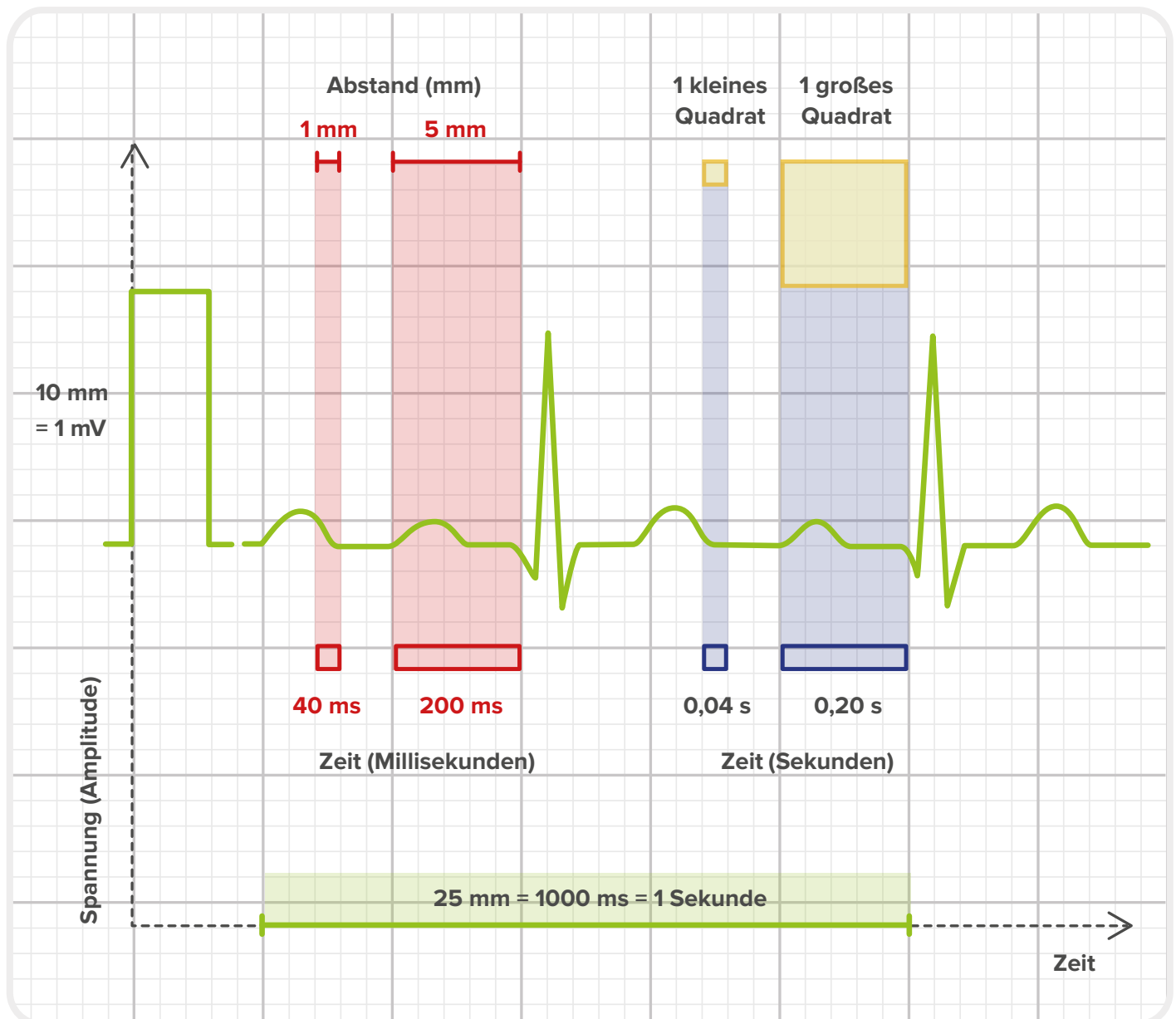
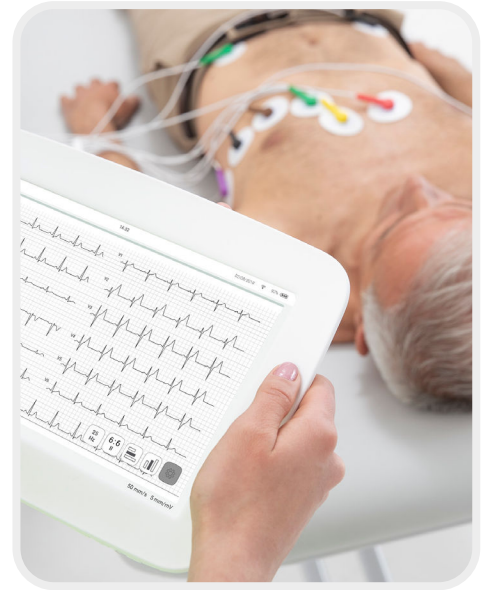
3. AUSWERTUNG DES EKGs

Abstände auf dem EKG-Papier oder -Diagramm^[6]

Das in Quadrate unterteilte EKG-Papier zeigt den Zeitverlauf während der EKG-Messung auf dem Rhythmusstreifen an.

Die Standardgeschwindigkeit des Papiers beträgt **25 mm/s**.
Der Rhythmusstreifen besteht aus:

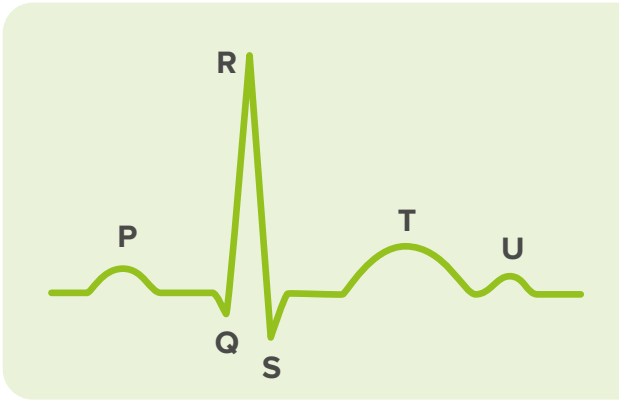
- 1 KLEINEN Quadrat (1 mm) = **0,04 s** (40 ms)
- 5 KLEINEN Quadraten (5 mm) = 1 GROSSEN Quadrat = **0,2 s** (200 ms)
- 5 GROSSEN Quadraten = **1 Sekunde**
- 250 KLEINEN Quadraten = 50 GROSSEN Quadraten = **10 Sekunden**



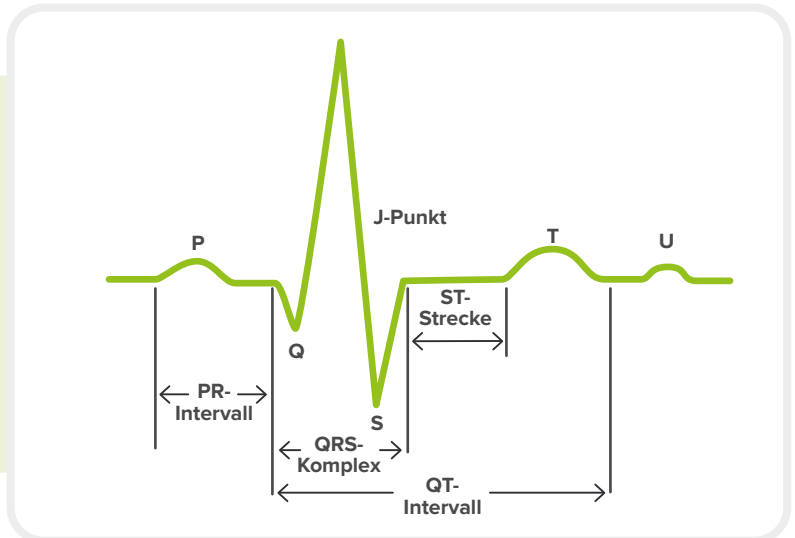
Wellen^[7]

Die elektrische Aktivität des Herzens, die von den EKG-Ableitungen erfasst wird, wird in Form von Wellen dargestellt. Ein Herzschlag (d.h. ein Herzzyklus) besteht aus einer Reihe von Wellen. Für eine medizinische Auswertung werden die folgenden Wellen und ihre Kombinationen berücksichtigt:^[8]

EINZELNE WELLEN:



KOMBINIERTE WELLEN:



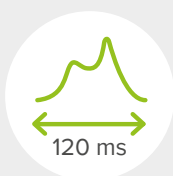
- > **R-Welle:** Depolarisation der Hauptmasse der Herzkammern
- > **P-Welle:** Depolarisation der Vorhöfe
- > **Q-Welle:** normale Links-Rechts-Depolarisation des Ventrikelseptums
- > **S-Welle:** abschließende Depolarisation der Herzkammern
- > **T-Welle:** ventrikuläre Repolarisation
- > **U-Welle:** kleiner, runder Ausschlag, der manchmal nach der T-Welle festgestellt wird. Er stellt die letzte Phase der ventrikulären Repolarisation dar, sein genauer Ursprung ist jedoch unklar.

- > **PR-Intervall*:** die Zeit vom Beginn der atrialen Depolarisation bis zum Beginn der ventrikulären Depolarisation
- > **QT-Intervall:** die Zeit vom Beginn der ventrikulären Depolarisation bis zum Ende der ventrikulären Repolarisation
- > **QRS-Intervall:** die Zeit vom Beginn der ventrikulären Depolarisation bis zu deren Ende
- > **ST-Strecke:** die Zeit vom Ende der ventrikulären Depolarisation bis zum Beginn der ventrikulären Repolarisation
- > **J-Punkt:** Stelle, an der sich der QRS-Komplex und die ST-Strecke verbinden (wichtig z. B. bei der Unterscheidung zwischen akuter Herzschiebung und einer normalen Variante).

PR-Intervall*: Das MESI mTABLET ECG-Gerät und diese Broschüre wurden in Übereinstimmung mit dem Standard EN ISO 60601-2-25 erstellt. Aus diesem Grund wird das PR-Intervall und nicht das PQ-Intervall angezeigt.

Wellenformen^{[7][9]}

Wellen haben eine Vielzahl von Merkmalen. Unter anderem:



Dauer

(Beispiel: Eine ungewöhnlich lange P-Welle kann ein Zeichen für eine Vergrößerung des linken Vorhofs sein.
Normal: $\leq 0,12$ s)



Amplitude

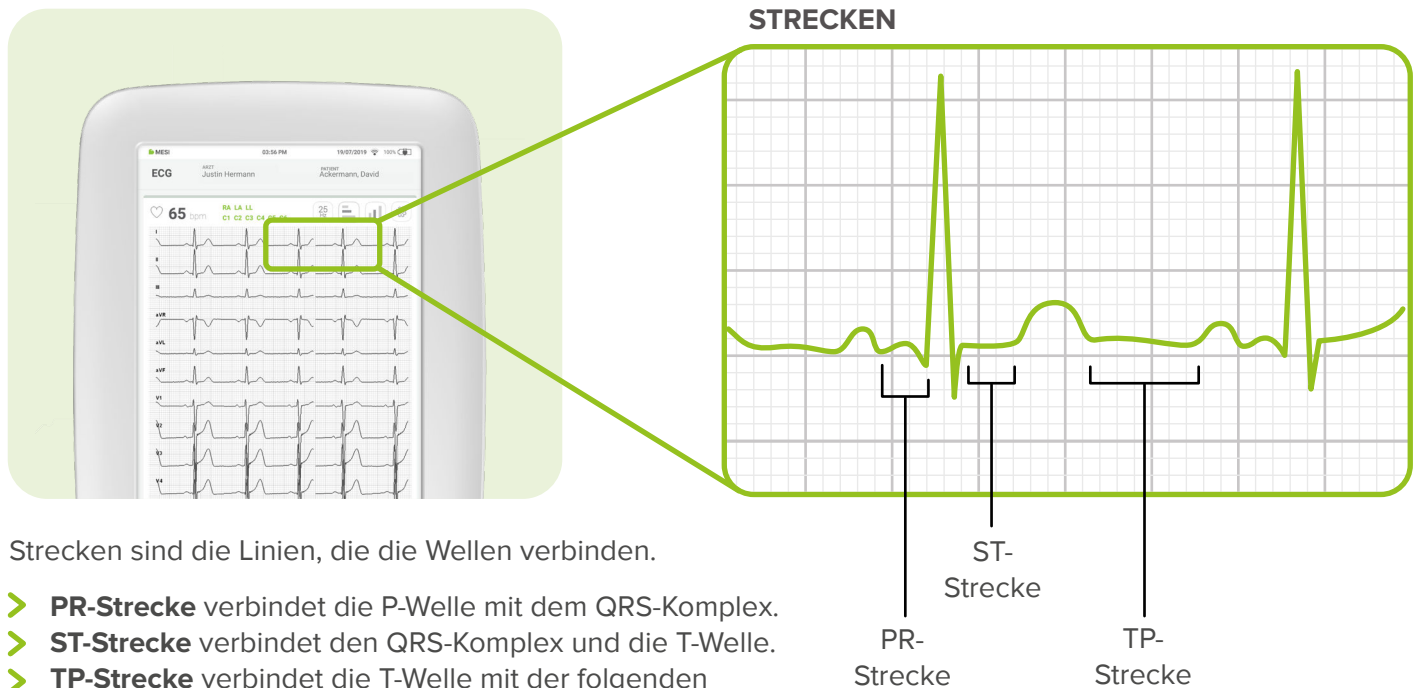
(Beispiel: Eine ungewöhnlich hohe P-Welle kann ein Zeichen für eine Vergrößerung des rechten Vorhofs sein.
Normal: $< 2,5$ mm)



Morphologie

(Beispiel: eine umgekehrte P-Welle kann auf einen anderen Ursprung des Herzrhythmus als den Sinusknoten hinweisen)

Strecken^[7]



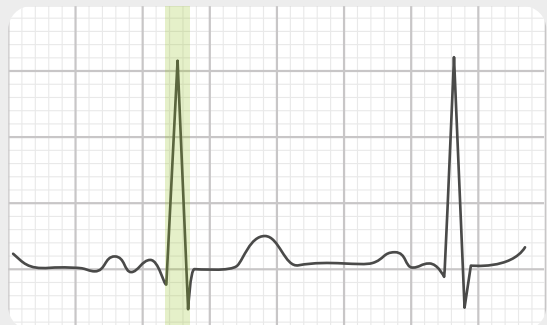
Intervalle^[7]

Intervalle sind Zeitspannen, die z. B. eine oder mehrere Wellen +/- ein oder mehrere Strecken umfassen:

- > **PR-Intervall** ist die Summe der Dauer der P-Welle + der PR-Strecke.



- > **QRS-Intervall** ist die Dauer des QRS-Komplexes.



- > **QT-Intervall** ist die Dauer des QRS-Komplexes + ST-Strecke + T-Welle.



- > **RR-Intervall** ist die Dauer aller Wellenformen und Strecken innerhalb eines Herzzyklus.



Dauer^[7]

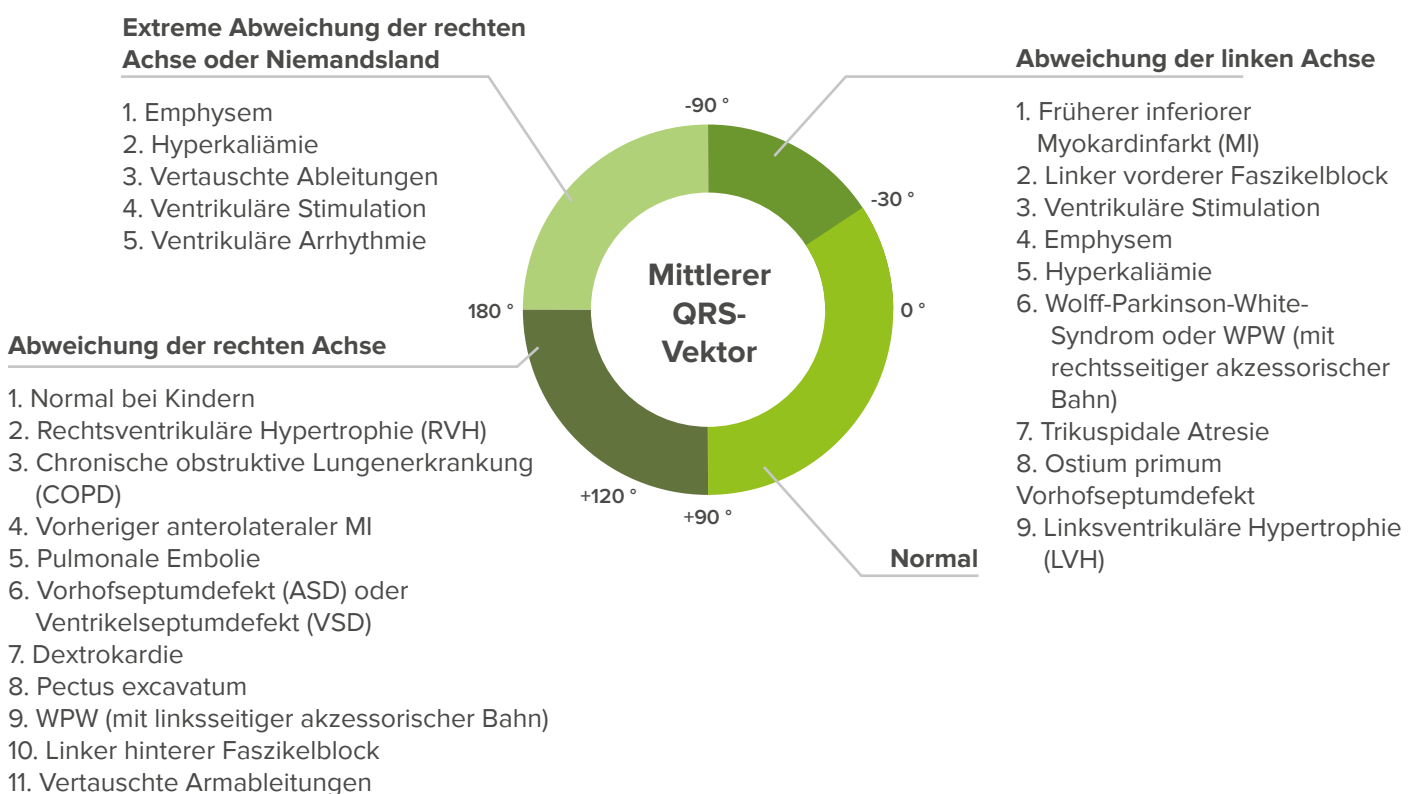
Zu den Merkmalen der Intervalle gehören:

INTERVALL	NORMALE DAUER	BEDEUTUNG EINER ABNORMALEN DAUER
PR	120-200 ms	< 120 ms: abnormale Verbindung zwischen Vorhöfen und Herzkammern > 200 ms: verzögerte Erregungsleitung durch den AV-Knoten
QRS	≤ 120 ms	> 120 ms: abnormale Sequenz der ventrikulären Depolarisation oder übermäßige ventrikuläre Masse
QT	≤ 1/2 RR-Intervall (bei Annäherung)	> 1/2 RR-Intervall: Verzögerte ventrikuläre Repolarisation
RR	600-1000 ms (Herzfrequenz: 60-100 bpm)	> 100 bpm: Tachykardie < 60 bpm: Bradykardie

HINWEIS: Tachykardie und Bradykardie deuten nicht unbedingt auf eine Pathologie hin; vieles hängt vom Alter und Gesundheitszustand des Patienten ab.

Achsen^[10]

Die Herzachse gibt einen Überblick über die Gesamtrichtung der elektrischen Aktivität.



4. HÄUFIG DIAGNOSTIZIERTE ERKRANKUNGEN ^{[11] [12]}

HAFTUNGSAUSSCHLUSS: Die nachstehenden Erkrankungen werden in vereinfachter Form und mit Illustrationen dargestellt, die nur zu Lehrzwecken dienen. Eine Diagnose kann nur von einem Kardiologen gestellt werden.

Akute Koronarsyndrome

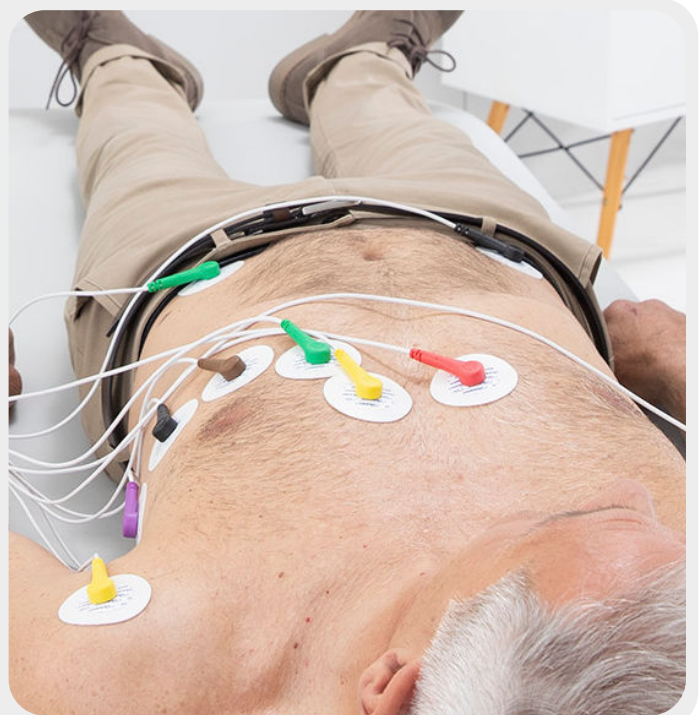
Bei dieser Gruppe von Krankheiten nimmt der Blutfluss zum Herzen ab. Dazu gehören der **Myokardinfarkt (STEMI und NSTEMI)** und die **instabile Angina pectoris**.

Akuter Myokardinfarkt ^{[13] [14]}

Ein Myokardinfarkt (MI) oder umgangssprachlich „Herzinfarkt“ wird durch einen **verminderten oder vollständig unterbrochenen Blutfluss zu einem Teil des Myokards** (d. h. des Herzmuskels, der für die Kontraktion des Herzens verantwortlich ist) verursacht. Wenn eine Koronararterie blockiert ist, wird der Herzmuskel nicht mit Sauerstoff versorgt. Dies kann zum **Absterben und zur Nekrose der Herzmuskelzellen** führen.

Ein Myokardinfarkt **kann „stumm“ verlaufen und unbemerkt bleiben**, aber im schlimmsten Fall kann er zu einer **Verschlechterung der Hämodynamik** (abnormale Herzfrequenz und Blutdruck) und **zum plötzlichen Tod** führen.

Die Patienten können ein **Unbehagen in der Brust oder einen Druck verspüren, der in den Arm, den Kiefer, die Schulter oder den Nacken** ausstrahlt.



Ein akuter MI zeigt oft **dynamische Veränderungen im EKG**. Selbst wenn das anfängliche EKG nicht diagnostisch ist, kann eine serielle EKG-Überwachung (d.h. über einen bestimmten Zeitraum) zur Diagnose führen.

Es gibt **zwei Arten** von Myokardinfarkten: **STEMI und NSTEMI**. Der STEMI zeigt eine ST-Hebung auf dem EKG, während der NSTEMI möglicherweise keine EKG-Veränderungen aufweist. Beide können zum **Absterben von Herzmuskelgewebe** führen.

STEMI-MYOKARDINFARKT ^[15]

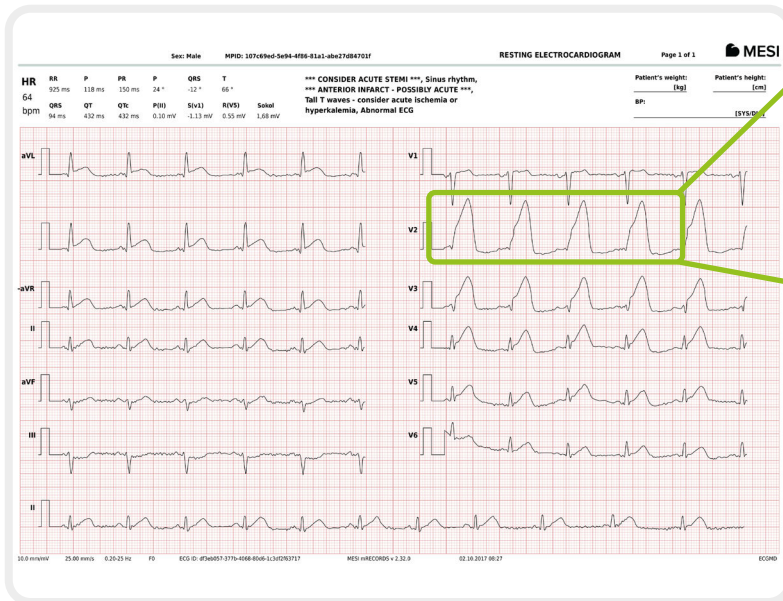
Ein STEMI entsteht durch einen **vollständigen und lang anhaltenden Verschluss einer oder mehrerer Koronararterien**. Dies führt zu einer **transmuralen Myokardischämie** (mangelnde Blutzufuhr, die die gesamte Dicke des Herzmuskels betrifft). Die Folge ist eine **Verletzung oder Nekrose des Herzmuskels**.

Der Blutfluss wird in der Regel durch ein **Blutgerinnsel (Thrombus)** blockiert, das durch Plaqueruptur, Fissur, Erosion oder Dissektion der Koronararterien entstanden ist.

Zu den Risikofaktoren für einen STEMI gehören:

- > **Diabetes,**
- > **Rauchen;**
- > **Dyslipidämie;**
- > **Koronare Herzkrankheit (KHK) und**
- > **KHK in der Familienanamnese.**

Ein typisches Anzeichen sind **Schmerzen oder Beschwerden in der Brust**, insbesondere bei akuten STEMI. Die Symptome sind im Vergleich zum NSTEMI und zur instabilen Angina pectoris stärker ausgeprägt, da ein größerer Teil des Herzmuskels ischämisch wird.



Im EKG ist der STEMI durch eine ST-Hebung gekennzeichnet. Nach dem Verschluss der Koronararterie kann es zu Kammerflimmern und Kammertachykardie kommen.

NSTEMI-MYOKARDINFARKT ^[15]

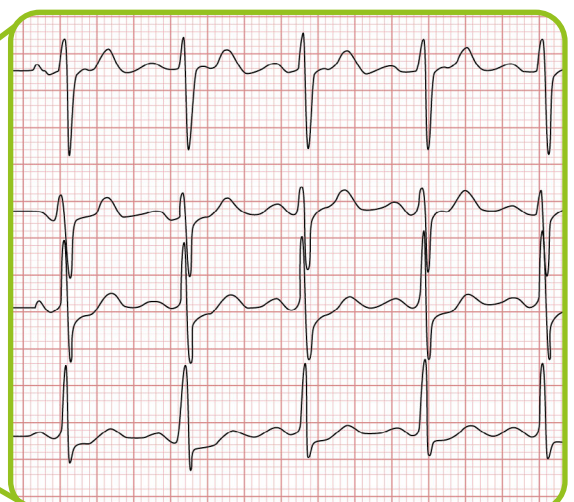
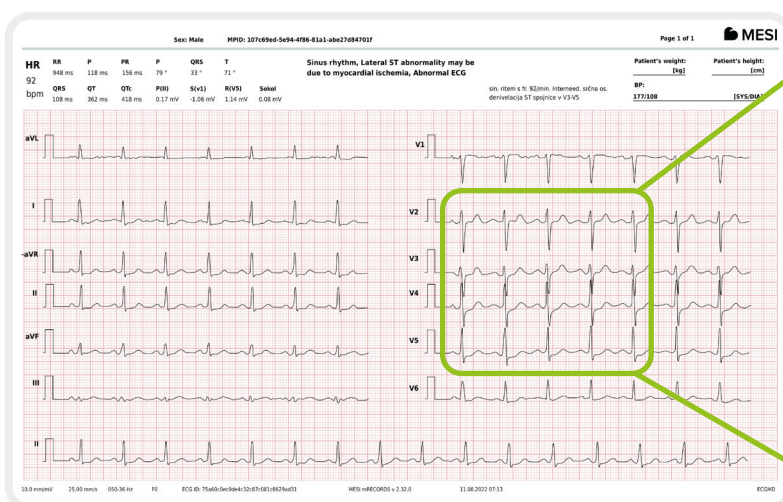
Ein NSTEMI wird verursacht durch:

- eine schwere Verengung der Koronararterien,
- vorübergehende Verschlüsse oder
- Mikroembolisation von Atheromen (Fettsubstanz in Arterien) und/oder
- Thromben (Blutgerinnsel).

Der Patient kann klinisch instabil sein (z. B. Schock, niedriger Blutdruck, linksventrikuläre Insuffizienz).

Das häufigste Anzeichen sind **Schmerzen in der Brust**, die jedoch weniger ausgeprägt sind als beim STEMI, da die Arterie nur teilweise verschlossen ist.

Beim NSTEMI gibt es **keine ST-Hebung**, aber eine **Erhöhung der kardialen Biomarker** (Troponine), wie beim STEMI. Das EKG kann ischämische Veränderungen zeigen, z. B. T-Wellen-Veränderungen, eine ST-Senkung oder eine vorübergehende ST-Hebung; es kann aber auch unspezifische Veränderungen aufweisen oder normal sein.



Instabile Angina pectoris^[16]

Bei instabiler Angina pectoris handelt es sich um **Beschwerden oder Schmerzen in der Brust, die durch eine unzureichende Versorgung des Herzens mit Blut und Sauerstoff** verursacht werden. Sie kann zu einem **Myokardinfarkt** führen.

Sie wird durch eine **atherosklerotische Erkrankung der Herzkranzgefäße** verursacht – eine Plaqueansammlung in den Koronararterien, die zu einem Thrombus führt, der den Blutfluss teilweise blockiert. Seltener wird sie durch einen **Vasospasmus einer Koronararterie** verursacht.

Die Risikofaktoren sind:

- > **Diabetes,**
- > **Bluthochdruck,**
- > **Familienanamnese,**
- > **Übergewicht,**
- > **chronisches Nierenversagen,**
- > **Anämie,**
- > **Autoimmunerkrankungen,**
- > **Rauchen**(aktuell oder früher) und
- > **Drogenmissbrauch** (Kokain, Amphetamine).

Im Gegensatz zum Myokardinfarkt weist die instabile Angina pectoris **normale Troponinwerte** auf.

Die Symptome sind die gleichen wie bei der koronaren Atherosklerose. Das häufigste Symptom sind **Kurzatmigkeit und Schmerzen in der Brust**, die jedoch schwächer sind als beim STEMI, da die Koronararterien nur teilweise verschlossen sind. Der Schmerz oder das Unbehagen kann in den **Arm oder den Kiefer** ausstrahlen. **Erbrechen, Übelkeit, Schwindel, Diaphoresis und Herzklopfen** können ebenfalls auftreten. Die Schmerzen können sich bei körperlicher Anstrengung verschlimmern und bei Ruhe abklingen.

Das EKG bei instabiler Angina pectoris kann **abgeflachte T-Wellen, hyperakute T-Wellen, invertierte T-Wellen und ST-Senkungen** zeigen. ST-Hebungen weisen auf einen STEMI hin.

Perikarditis und Myokarditis

Bei diesen beiden Erkrankungen handelt es sich um Entzündungen in verschiedenen Teilen des Herzens. Sie sind schwer zu unterscheiden, weil sie oft zusammen auftreten.

Perikarditis

Bei der Perikarditis handelt es sich um eine **Entzündung des Perikards** (der Beutel, der das Herz und die Wurzeln der großen Gefäße enthält).

Am häufigsten wird die Perikarditis durch eine **(virale) Infektion** verursacht. Aus diesem Grund kann sie **alle Altersgruppen** betreffen.

Sie kann aber auch viele systemische und lokale Ursachen haben:

- > **nach einem Infarkt,**
- > **akuter Myokardinfarkt,**
- > **rheumatoide Arthritis,**
- > **Lupus,**
- > **Tuberkulose,**
- > **nach herzchirurgischen Eingriffen** (hämorrhagische Perikarditis), usw.

Das häufigste Symptom sind **Schmerzen in der Brust**, die nur schwer von einem akuten Myokardinfarkt zu unterscheiden sind. Die Schmerzen können stark sein und von **kaltem Schweiß, Angst und/oder Tachykardie** begleitet werden.

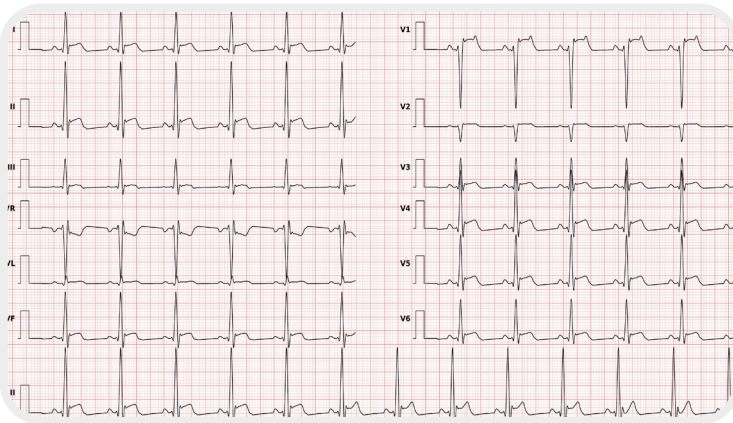
Myokarditis

Eine **Entzündung des Herzmuskels und des Interstitiums** (der Raum zwischen den Zellen im Herzmuskelgewebe).

Sie kann verursacht werden durch:

- > eine virale oder bakterielle Infektion,
- > Autoimmunreaktionen,
- > Pilze,
- > Parasiten,
- > Borreliose und
- > HIV/AIDS.

Die Patienten können eine **abnormale Herzfrequenz, schwache Brustschmerzen und eine fortschreitende Herzinsuffizienz** zeigen.



Im EKG sind die akute Perikarditis und Myokarditis durch unspezifische ST-Streckenveränderungen gekennzeichnet. Es können auch **Unregelmäßigkeiten im ventrikulären und supraventrikulären Rhythmus sowie T-Wellen-Anomalien** auftreten.

Vorhofflimmern^[17]

Vorhofflimmern ist die **häufigste pathologische Tachyarrhythmie** (Herzrhythmusstörungen mit einer Herzfrequenz von über 100 Schlägen pro Minute). Die Erkrankung tritt plötzlich in den Vorhöfen des Herzens auf.

Das Risiko für diese Erkrankung **nimmt mit dem Alter zu**. Sie tritt bei **weniger als 1 %** der Menschen zwischen 60 und 65 Jahren auf, aber bei **8-10 %** der Menschen über 80 Jahren.

Das Risiko wird auch erhöht durch:

- > **Bluthochdruck,**
- > **schlafbezogene Atmungsstörungen,**
- > **Herzklappenerkrankungen und**
- > **kongestive Herzinsuffizienz.**

Die häufigsten Symptome sind (eine Kombination aus) **Müdigkeit, Beschwerden im Hals und in der Brust, Herzklopfen, Atemnot und verminderte körperliche Leistungsfähigkeit**. Bei etwa einem Viertel der Patienten treten keine Symptome auf; in diesem Fall wird die Erkrankung durch ein EKG festgestellt.



Häufige EKG-Anzeichen für Vorhofflimmern sind eine **unregelmäßige Herzfrequenz und das Fehlen von P-Wellen**.

Brugada-Syndrom^[18]

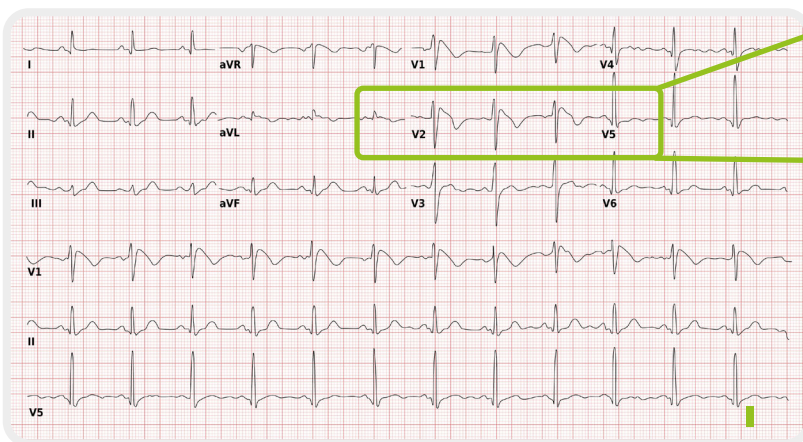
Das Brugada-Syndrom (BrS) ist eine **seltene, vererbte Herzrhythmusstörung**. Es kann zu lebensbedrohlichem Kammerflimmern und plötzlichem Herztod führen, ohne dass erkennbare strukturelle Anomalien vorliegen.

Es betrifft in der Regel **Patienten mittleren Alters** (45 Jahre bei Diagnosestellung), wobei die Häufigkeit **bei Männern 8-Mal höher** ist.

Risikofaktoren für das Brugada-Syndrom sind:

- **Familienanamnese mit dieser Erkrankung**, ,
- **Rasse** (am häufigsten bei Asiaten),
- **Fieber** (es verursacht zwar nicht die Erkrankung, kann aber das Herz reizen und somit ein Auslöser sein) und
- **die Einnahme bestimmter verschreibungspflichtiger Medikamente oder von Kokain**.

Viele Patienten mit BrS sind asymptomatisch. **Synkopen** (Ohnmachtsanfälle aufgrund eines abnormalen Blutflusses zum Gehirn) oder ein (abgebrochener) **plötzlicher Herztod** sind oft die ersten Symptome. Sie treten häufig nachts oder in Ruhe auf.



Das EKG zeigt ein **spezifisches, aber labiles Muster**, das als ST-Strecken-Hebung von $\geq 0,2$ mV in den präkordialen Ableitungen (V1-V3) definiert ist. Das EKG kann auch „stumm“ (unspezifisch) sein und es werden Natriumblocker verabreicht, um den Zustand zu zeigen.

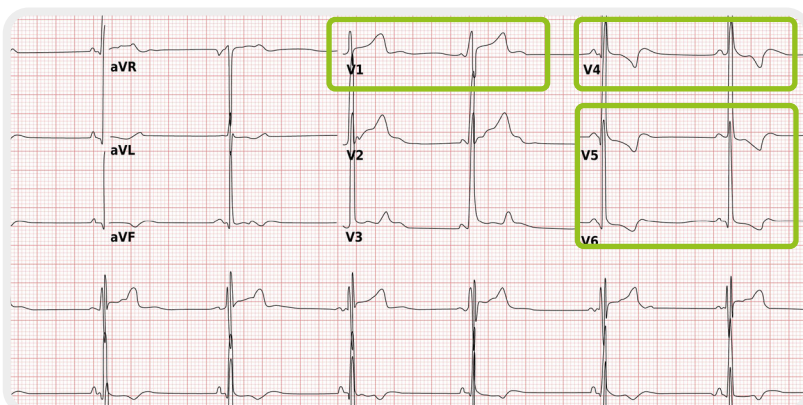
Links- und rechtsventrikuläre Hypertrophie^{[19][20]}

Bei der Hypertrophie **verdickt sich der Herzmuskel** aufgrund verschiedener Ursachen. Auf dem EKG kann eine links- und rechtsventrikuläre Hypertrophie unterschieden werden.

Linksventrikuläre Hypertrophie

Die linksventrikuläre Hypertrophie (LVH) wird durch eine **erhöhte linksventrikuläre Belastung** verursacht, z. B. aufgrund einer Aortenklappenstenose oder Bluthochdruck.

Eine LVH kann über Jahre hinweg ohne Symptome auftreten. Wenn sie sich verschlimmert, können **Müdigkeit, Kurzatmigkeit, Herzklopfen, Schmerzen in der Brust** (insbesondere bei körperlicher Anstrengung), **Schwindel oder Ohnmacht** auftreten.



Aufgrund der Verdickung der linken Ventrikelwand **vergrößern sich die QRS-Komplexe**, insbesondere in den Ableitungen V1-V6. Es gibt eine **tiefe S-Welle in V1** und eine **hohe R-Welle in V5 und V6**. In den Ableitungen **V5 und V6** ist häufig auch eine ST-Senkung zu beobachten (ein Verzerrungsmuster, das sogenannte „strain pattern“).

Rechtsventrikuläre Hypertrophie

Die rechtsventrikuläre Hypertrophie (RVH) wird durch eine **erhöhte rechtsventrikuläre Belastung** verursacht, z. B. aufgrund einer **Lungenembolie** oder eines **Emphysems**.

RVH tritt aufgrund einer **angeborenen Herzerkrankung** oder einer **Lungenerkrankung** auf. Der Zustand selbst kann ohne Symptome sein, aber es können einige Symptome aufgrund der damit verbundenen Herz- oder Lungenprobleme auftreten.

Das EKG zeigt einen **negativen QRS-Komplex in I** (und damit eine Abweichung der Herzachse nach rechts) sowie einen **positiven QRS-Komplex in V1**.



Ventrikuläre Tachykardie ^[21]

Ventrikuläre Tachykardie (VT) ist eine potenziell **tödliche Rhythmusstörung** (Arrhythmie) in den Herzkammern.

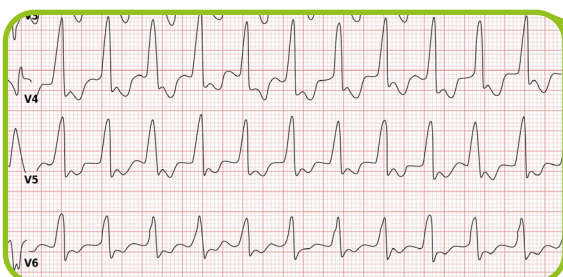
Die klinischen Erscheinungsformen und Folgen einer VT sind vielfältig:

- > **Kammerflimmern,**
- > **Synkope,**
- > **elektrischer Sturm,**
- > **kardiogener Schock,**
- > **Herzstillstand und**
- > **plötzlicher Herztod.**

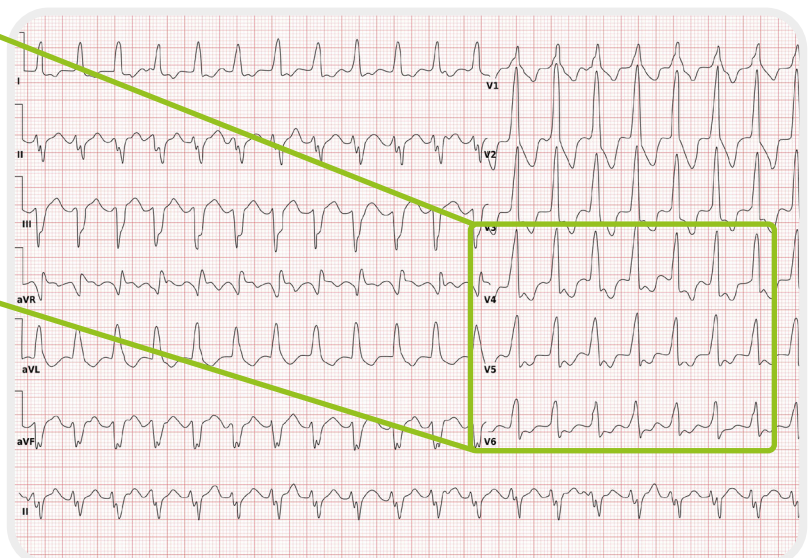
VT tritt häufig auf aufgrund von:

- > **strukturellen Herzerkrankungen** (Erkrankungen, die die Muskeln, Kammern, Wände oder Klappen des Herzens betreffen),
- > **Kanalopathien** (z. B. das Brugada-Syndrom),
- > **Ischämie,**
- > **Elektrolytstörungen** und
- > **um altes Narbengewebe im Herzen**, z. B. nach einem Myokardinfarkt.

VT ist eine Abfolge von **3 oder mehr ventrikulären Schlägen**. Die Frequenz liegt **über 100 bpm**, meist zwischen **110** und **250 bpm**. Die wichtigste Behandlungsstrategie für VT sind implantierbare Kardioverter-Defibrillatoren (ICDs). Sie verringern die Zahl der Todesfälle, aber nicht die Zahl der VT-Rückfälle.



Die in der Fortsetzung beschriebenen Zustände sind vielleicht weniger bekannt, kommen aber genauso häufig vor wie die oben genannten und haben charakteristische EKG-Muster.



Konduktionsstörungen

Konduktionsstörungen oder Herzblocks sind **Probleme mit dem Erregungsleitungssystem des Herzens**, das die Herzfrequenz und den Herzrhythmus steuert.

Atrioventrikuläre Blöcke^[22]

Die **Erregungsleitung zwischen den Vorhöfen und den Herzkammern ist gestört**.

Je nach Schweregrad können die folgenden **Symptome** auftreten:

- > **Schmerzen in der Brust,**
- > **Müdigkeit,**
- > **Dyspnoe,**
- > **(Prä-)Synkope,**
- > **plötzlicher Herztod.**

Atrioventrikuläre Blöcke führen zu einem verlängerten **PQ-Intervall** oder zu **P-Wellen** (d. h. Vorhofaktivität), auf die nicht (unmittelbar) **QRS-Komplexe** (d. h. Kammeraktivität) folgen. Dies ist auf dem EKG deutlich zu erkennen.

Es gibt **3 Grade** des atrioventrikulären Blocks. Sie unterscheiden sich durch ihren Schweregrad.

AV-BLOCK ERSTEN GRADES

Dieser Grad ist **relativ harmlos**, da der QRS-Komplex zwar spät, aber nicht abwesend ist.

Manche Menschen werden mit diesem Zustand **geboren** und können ein normales Leben führen, wenn er sich nicht verschlimmert.

Andere Ursachen sind:

- > **inferioren Myokardinfarkt,**
- > **Myokarditis,**
- > **erhöhter Vagustonus** (z. B. bei Sportlern),
- > **Hyperkaliämie,**
- > **nach herzchirurgischen Eingriffen und der Einnahme von Medikamenten** (z. B. Betablocker) sowie
- > **fortgeschrittenes Alter** aufgrund der Degeneration des Erregungsleitungssystems.



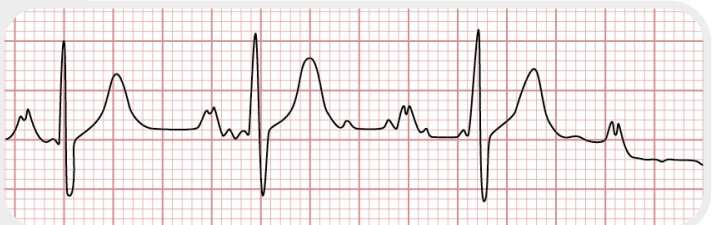
Der AV-Block ersten Grades ist durch einen verlängerten **PQ (> 0,20 Sekunden)** gekennzeichnet, gefolgt vom **QRS-Komplex**.

AV-BLOCK ZWEITEN GRADES MOBILZ TYP 1 (WENCKEBACH)

Der AV-Block zweiten Grades Mobitz Typ 1 (Wenckebach) ist häufig **gutartig**.

Die Ursachen sind **ähnlich wie beim AV-Block ersten Grades**. Asymptomatische Patienten benötigen keine Behandlung, sondern nur eine ambulante Überwachung.

Bei diesem Blocktyp verlängert sich das **PQ-Intervall** von Schlag zu Schlag und dann folgt ein Ausfall eines **QRS-Komplexes**. Die hämodynamische Störung ist noch **minimal** und die Wahrscheinlichkeit, dass sich der Zustand zu einem kompletten Herzblock entwickelt, ist viel geringer als bei dem in der Fortsetzung beschriebenen Typ.



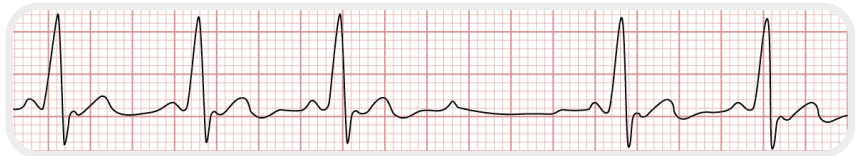
AV-BLOCK ZWEITEN GRADES MOBITZ TYP 2

Die Herzschläge werden unregelmäßig ausgesetzt. Hämodynamische Instabilität oder Bradykardie können jederzeit auftreten und zu Synkopen oder sogar zum plötzlichen Herztod führen. Ein Herzschrittmacher ist erforderlich.

Einige der Ursachen sind:

- > **Vorderwandinfarkt mit Septuminfarkt und Nekrose;**
- > **idiopathische Fibrose des Erregungsleitungssystems;**
- > **Entzündungen** (z.B. Borreliose, Myokarditis);
- > **Autoimmunerkrankungen** (z.B. Lupus, Sklerose);
- > **Ungleichgewicht der Elektrolyte** (z.B. Hyperkaliämie);
- > **nach herzchirurgischen Eingriffen** (z.B. Mitralklappenreparatur);
- > **Medikamente** (z.B. Nicht-Dihydropyridin-Calciumkanalblocker, Betablocker).

Es gibt keine PQ-Verlängerung bei AV-Block vom Typ 2 Mobitz. Es besteht das Risiko einer Verschlechterung bis hin zum kompletten Herzblock.



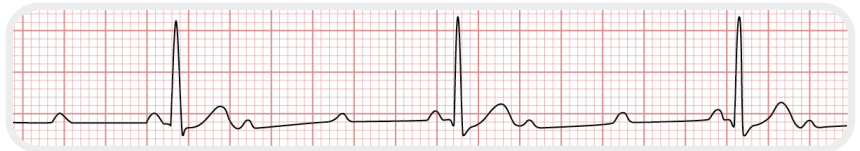
AV-BLOCK DRITTEN GRADES

Der Block ist vollständig – es gibt keine atrioventrikuläre Erregungsleitung. Die Blutzufuhr zum Gehirn kann unzureichend sein, was zum Bewusstseinsverlust führt.

Der fehlende ventrikuläre Rhythmus führt zu Asystolie und zum Tod. Die Ursachen sind oft die **gleichen wie beim AV-Block zweiten Grades**, einschließlich der Degeneration des Erregungsleitungssystems aufgrund des fortgeschrittenen Alters.

Ein permanenter Herzschrittmacher ist erforderlich.

Im EKG gibt es **keine Verbindung** zwischen den **P-Wellen** und den **QRS-Komplexen**.



Links- und Rechtsschenkelblock

LINKSSCHENKELBLOCK (LSB) [23][24]

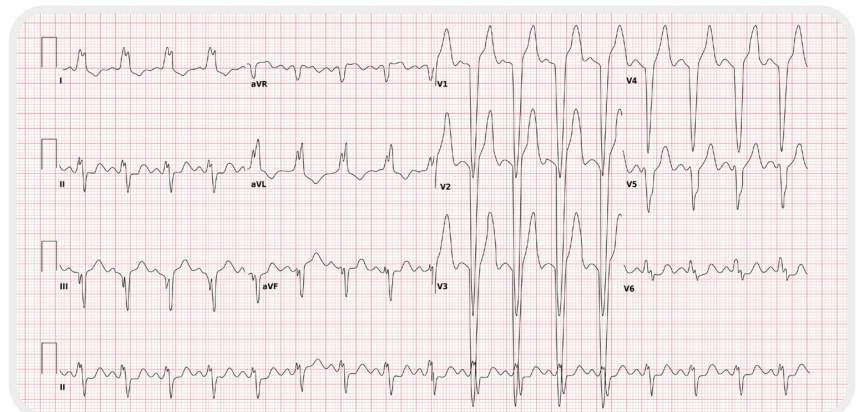
Die Erregungsleitung im linken Bündel ist langsam.

Einige Faktoren sind:

- > **Bluthochdruck,**
- > **Myokarditis,**
- > **ventrikuläre Hypertrophie,**
- > **ischämische Herzkrankheit** und
- > **Herzinsuffizienz.**

Ein LSB ist **asymptomatisch**, aber es gibt ein charakteristisches EKG-Muster. Die Erregungsleitung ist langsam, was zu einer verzögerten Depolarisation der linken Herzkammer führt. Aufgrund der langsameren Depolarisation der linken Herzkammer gibt es einen deutlich negativen QRS in V1-V3.

Hauptursachen sind Ischämie und Infarkt; ein LSB kann diese auch imitieren oder maskieren. Daher ist die Behandlung eines LSB ähnlich wie die eines akuten STEMI.



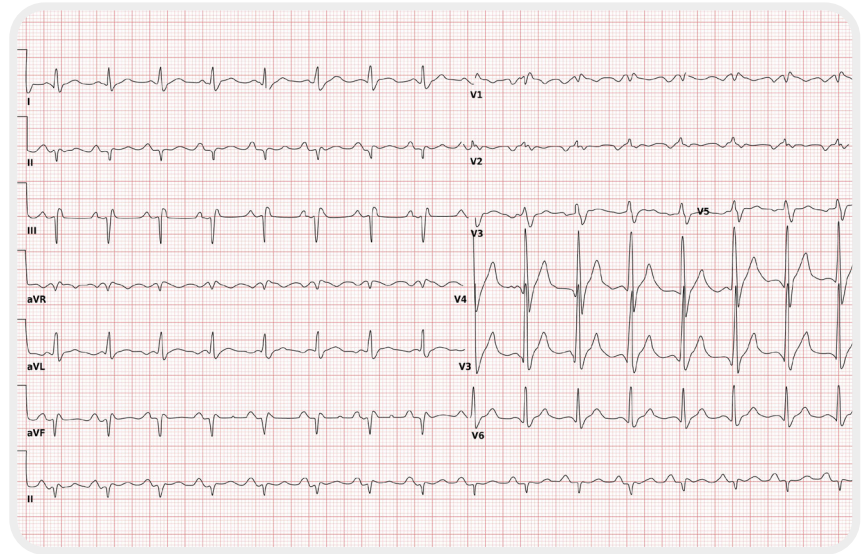
RECHTSSCHENKELBLOCK (RSB) [25]

Die Erregungsleitung im rechten Bündel ist langsam. Es kann eine Verzögerung oder eine teilweise Behinderung auf dem Weg der elektrischen Impulse zur rechten Herzkammer („inkompletter RSB“) oder eine vollständige Behinderung („kompletter RSB“) vorliegen.

Manche Menschen werden mit einem inkompletten RSB **geboren** und können ein normales Leben führen.

Er wird auch durch andere Erkrankungen verursacht, wie z. B.:

- > **Bluthochdruck,**
- > **strukturelle Herzerkrankungen** (z. B. Myokarditis, Kardiomyopathie, ischämische Herzkrankheit),
- > **Brugada-Syndrom** oder
- > **pulmonale Hypertonie.**

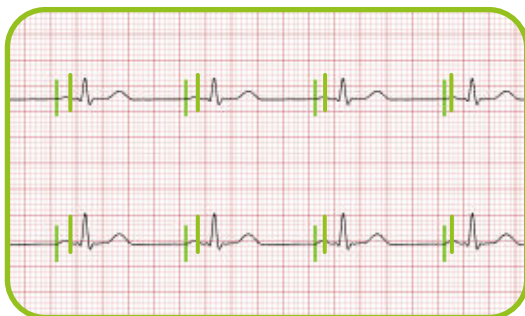


Ein RSB ist meist **asymptotisch** und wird oft zufällig bei Routine-EKGs entdeckt. Gelegentlich kann es zu Ohnmachtsanfällen (Präsynkopen) kommen, die untersucht werden sollten, da es zu schwerwiegenden Blockierungen kommen kann.

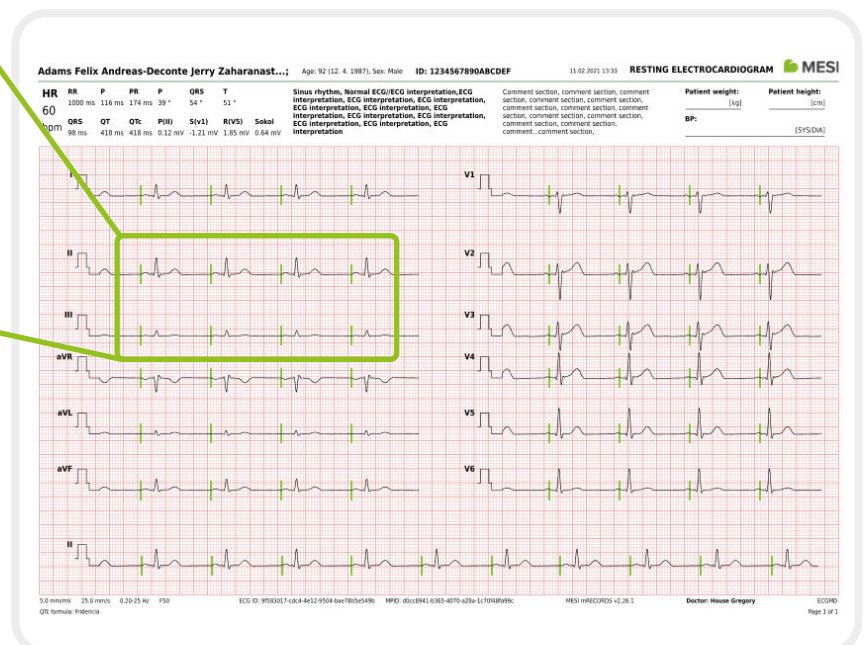
Die Depolarisation der rechten Herzkammer ist verzögert, sodass die elektrische Aktivität in der linken Herzkammer zu diesem Zeitpunkt meist abgeschlossen ist. Die letzte elektrische Aktivität ist daher auf der rechten Seite zu sehen, wo in V1 ein deutlich **positiver QRS-Komplex** zu beobachten ist.

Schrittmachererkennung [26]

Ein Herzschrittmacher wird implantiert, wenn die elektrische Impulsleitung im Herzen aufgrund von Herzrhythmusstörungen, die **den Herzschlag aussetzen oder das Herz zu langsam schlagen** lassen, gefährlich gestört ist.



Der Schrittmacherrhythmus kann auf dem EKG nachgewiesen werden. Er wird als **Schrittmacherspitzen** dargestellt – vertikale Signale, die die elektrische Stimulationsaktivität des Schrittmachers darstellen.



5. AUTOMATISCHE AUSWERTUNG

Der Glasgow-EKG-Interpretationsalgorithmus ^[27]

Der Glasgow-EKG-Interpretationsalgorithmus, der an der **Universität Glasgow (Vereinigtes Königreich)** entwickelt wurde, ermöglicht eine **automatische EKG-Analyse**. Der Algorithmus wird **seit über 30 Jahren** kontinuierlich weiterentwickelt.

Er wurde an die Bedürfnisse verschiedener Patienten angepasst (der Algorithmus berücksichtigt Alter, Geschlecht und Herkunft und vergleicht das EKG mit früheren Daten, um zu spezifischen Auswertungen zu gelangen). Er ist sowohl bei Neugeborenen als auch bei Erwachsenen anwendbar und berücksichtigt die Unterschiede in den Wellenamplituden.



Funktion des Algorithmus ^[28]

Das EKG-Auswertungsprogramm der Universität Glasgow (Uni-G) basiert auf der Analyse von gleichzeitig aufgezeichneten Ableitungen, die mit 500 Abtastungen pro Sekunde erfasst wurden.

Der erste Schritt der Analyse besteht in der **Anwendung eines 50 Hz- oder 60 Hz-Kerbenfilters, um Wechselstromstörungen zu entfernen**. Anschließend wird geprüft, ob bei der Aufzeichnung einer der Ableitungen Fehler aufgetreten sind. Falls dies der Fall ist, wird der entsprechende Teil der Aufzeichnung durch einen kontinuierlichen Wert ersetzt; wenn eine Ableitung zu geräuschvoll ist, kann sie auch als nicht verfügbar eingestellt werden.



Anschließend **identifiziert das Programm den QRS-Komplex und bestimmt seinen Typ**. Einfach ausgedrückt, werden der erste Komplex in Ableitung I mit dem zweiten Komplex in derselben Ableitung und dann alle Komplexe in dieser Ableitung verglichen. Dieser Vorgang wird **für 4 weitere Ableitungen wiederholt**, da in der Regel nur 1 oder 2 Ableitungen Abweichungen in der Leitung des Komplexes aufweisen.



Ein Komplexauswahlverfahren entscheidet dann, welcher Herzschlag für die **Mittelwertbildung und die anschließende Auswertung ausgewählt** wird.

Vorteile des Glasgow-EKG-Interpretationsalgorithmus ^[29]

- Während andere Produkte nur Alter und Geschlecht in begrenztem Umfang berücksichtigen, nutzt der Glasgow-Algorithmus mehr klinisch bedeutsame Variablen. Diese sind **Geschlecht, Alter, Herkunft und klinische Vorgeschichte**. Das ist von entscheidender Bedeutung, da die EKG-Muster bei Patienten unterschiedlichen Alters und unterschiedlicher ethnischer Herkunft stark variieren können.
- Die Auswertungen helfen bei der **Analyse der QTc-Messungen und bei der Bewertung des kardialen Risikos**.
- Der Algorithmus ist **sehr effektiv bei der Auswertung und Alarmierung bei STEMI** (ST-Strecken-Elevationsinfarkt).



Beispiel für eine automatische Ergebnisauswertung. Myokardinfarkt (STEMI) mit dem MESI mTABLET

HAFTUNGSAUSSCHLUSS: Die automatische Ergebnisauswertung sollte immer von einer ausgebildeten medizinischen Fachkraft überprüft werden. Eine Diagnose darf nur von einem Kardiologen gestellt werden.

Arcus Medici ist eine Klinik für Allgemeinmedizin und Kinesiologie in Žiri, einer Stadt im Nordwesten Sloweniens. Eine ihrer Herausforderungen besteht darin, dass das nächstgelegene Krankenhaus 50 Autominuten entfernt ist. Deswegen ist eine schnelle und effektive Diagnostik vor Ort entscheidend, insbesondere in Notfällen. Ein solcher Notfall war der eines 71-jährigen Mannes, der einen gesundheitlichen Notfall erlitt und von **Dr. Ivan Pecev**, einem Facharzt für Allgemeinmedizin, behandelt wurde.



Fallstudie

Der Patient war **relativ gesund und mäßig körperlich aktiv**. Unter seinen riskanten Angewohnheiten stach das Rauchen hervor; er hatte mehr als 40 Jahre lang täglich eine Schachtel Zigaretten geraucht. Er hatte einen leicht erhöhten Cholesterinspiegel, nahm aber keine Medikamente ein.

Etwa **sechs Monate vor dem Ereignis** wurde er **wegen Brustschmerzen** auf der internistischen Intensivstation des Universitätsklinikums Ljubljana (Hauptstadt Sloweniens) behandelt. Es kam jedoch zu einer spontanen Besserung und zu dem Zeitpunkt wurden keine Anzeichen eines Infarkts entdeckt.

Eines Morgens wachte der Patient mit einem **pochenden Schmerz hinter dem Brustbein** auf, der sich auf beide Schultern und die oberen Extremitäten ausbreitete. Außerdem **war ihm übel und er erbrach**. Der Schmerz dauerte 10 Minuten und verschwand dann spontan, kehrte aber einige Minuten später wieder zurück. Der Patient fuhr sofort zu Arcus Medici und bat um Hilfe.

Dr. Pecev stellte fest, dass der Patient sichtbare, typische Anzeichen eines Myokardinfarkts aufwies, wie **Schmerzen, Blässe und Schweißausbrüche**. Die Vitalfunktionen lagen im normalen Bereich, aber das EKG bestätigte den Ernst der Lage.

Dr. Pecev sagt:

Das MESI mTABLET ECG hat uns sehr geholfen, denn wir konnten den Patienten kontinuierlich überwachen und ständig EKGs aufzeichnen. Nachdem der Patient einige Minuten lang an das EKG angeschlossen war, traten die ersten Anzeichen eines Herzinfarkts auf.

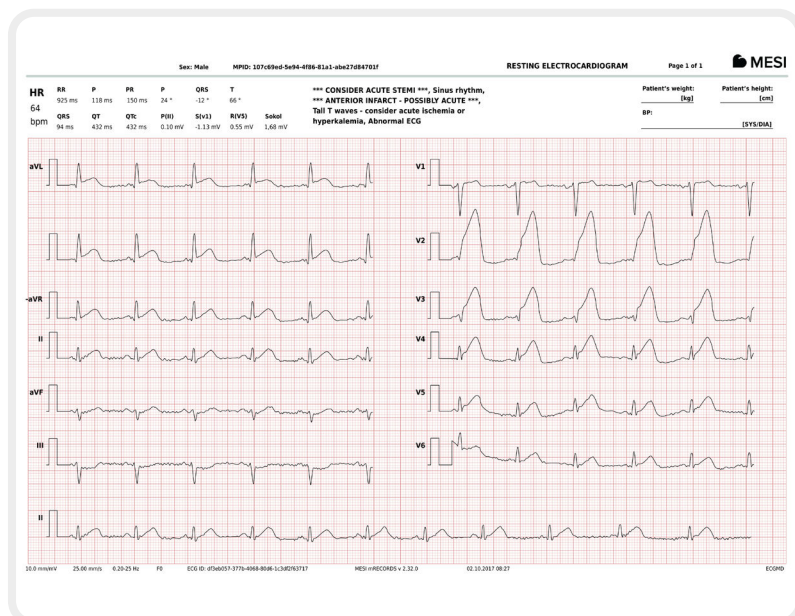


***** ZIEHEN SIE EINEN AKUTEN STEMI IN BETRACHT *****, Sinusrhythmus, ***** ANTERIOR-INFARKT - MÖGLICHERWEISE AKUT *****, Hohe T-Wellen - ziehen Sie eine akute Ischämie oder Hyperkaliämie in Betracht, Abnormales EKG

Das MESI mTABLET zeigte einen deutlichen **Herzinfarkt (STEMI)** – Erhöhungen in den vorderen und seitlichen Wandableitungen. Die Warnung wird automatisch in Form einer schriftlichen Mitteilung angezeigt.

Nach der sofortigen **Weiterleitung der digitalen MESI mTABLET ECG-Ergebnisse** und einer Konsultation mit der internistischen Intensivstation des Universitätsklinikums Ljubljana wurde der Patient in etwa 30 Minuten mit dem Hubschrauber in das Universitätsklinikum Ljubljana gebracht.

Während des Transports erhielt er 7500 IE Heparin, insgesamt 13 mg Morphin, 2 x 2 Sprühstöße Nitroglyzerin und 6,5 mg Thiethylperazin. Bei seiner Ankunft im Katheterlabor zeigte er Anzeichen eines **kardiogenen Schocks mit pulmonaler Stauung und marmorierter Haut**.



Der Patient **wurde erfolgreich notfallbehandelt**. Nach dem Krankenhausaufenthalt wurde er zur Rehabilitation in ein Naturheilbad überwiesen. Als Folge des Infarkts leidet er nun an einer chronischen ischämischen Herzkrankheit und hat Anzeichen von Herzinsuffizienz. Er wird regelmäßig bei Arcus Medici und von einem Kardiologen untersucht.

Das **MESI mTABLET-System** hilft nicht nur bei der **Erkennung von Erkrankungen und liefert sofortige schriftliche Warnungen**. Mit der Einsicht in **frühere Messungen** in den Patientendaten und einer einfachen **Share-Funktion für eine Zweitmeinung** ermöglicht es eine schnelle und effiziente Überweisung von Patienten als effektives Werkzeug in Notfällen.

Dr. med. Ivan Pecev ist Facharzt für Allgemeinmedizin in der **Praxis Arcus Medici in Žiri**, Slowenien. Er ist außerdem Mitautor des Handbuchs mit dem Titel **„Physical activity for better health and well-being“** (Körperliche Aktivität für mehr Gesundheit und Wohlbefinden).



Das Team von Arcus Medici konzentriert sich auf die Bereitstellung einer qualitativ hochwertigen Gesundheitsversorgung, einschließlich der Digitalisierung von Prozessen in der klinischen Arbeit, wodurch die Arbeit effizienter und für die Patienten besser zugänglich wird. Sie haben auch ein einzigartiges Modell der medizinischen Vorsorge entwickelt und dazu beigetragen, dass sie **2021 als gesündeste Gemeinde Sloweniens ausgezeichnet** wurden.

6. EIN VERGLEICH VON VERSCHIEDENEN RUHE-EKG-GERÄTEN

MESI mTABLET ECG, das erste vollständig digitale Elektrokardiogramm

Allgemeine Leistungsmerkmale

Die folgenden Vorteile machen das MESI mTABLET ECG zu einem **modernen 12-Kanal-EKG**:

- Das EKG wird mit einem **zertifizierten medizinischen Tablet** geliefert, mit dem der Messvorgang durchgeführt, das Messergebnis sofort angezeigt und bei Bedarf sofort für eine zweite Meinung freigegeben werden kann.
- Das Gerät verwendet den **Glasgow-Interpretationsalgorithmus**.
- **Ausdrucke** sind direkt vom Tablet möglich.
- **Hauptfilter** (Tiefpassfilter; Hochpassfilter (Basislinienfilter); Kerbenfilter (Netzfilter) und Myogrammfilter (Muskelfilter)), **verschiedene Ableitungsansichten** (6:6 II; 6:6; 3:3 Main; 3:3 Aux; 6 Main; 6 Aux; 3 x 4; und 3 x 4 II) sowie erweiterte Analysemöglichkeiten (einfaches Zoom-in und präzise Messwerkzeuge).



Digitale Vorteile des Systems

Hier sind die Möglichkeiten, wie das MESI mTABLET ECG dazu beitragen kann, **Ihren Arbeitsprozess zu verkürzen und Ihren Papierberg zu verkleinern**.

- Alle Daten werden direkt in den **digitalen Patientendaten** gespeichert. Das bedeutet, dass das EKG-Ergebnis **nicht ausgedruckt** werden muss. Und dadurch haben Sie weniger Arbeit und die Belastung für die Umwelt ist geringer.
- Sie können die digitale EKG-Ergebnisdatei **sofort** mit einem Haus- oder Facharzt teilen. Diese müssen nicht über ein MESI mTABLET verfügen.
- Sie können die Patientendaten und die EKG-Messungen **auf jedem elektronischen Gerät Ihrer Wahl abrufen**.
- Sie erhalten alle **System-Updates sofort und über das Internet**.
- Das ist möglich dank **MESI mRECORDS**, das **kostenlos** mit jedem MESI mTABLET verfügbar ist. Seine **Speicherung ist nicht gerätebasiert**, sondern kann von jedem internetfähigen Gerät aus aufgerufen werden. Damit haben Sie auch Zugriff auf frühere EKG-Messungen des Patienten und können dessen Gesundheitszustand eingehend und detailliert analysieren.
- **Integrationen mit Ihrem aktuellen PVS** sind möglich. Das bedeutet, dass Sie eine EKG-Messung von Ihrer Praxissoftware aus in Auftrag geben und das Diagnoseergebnis auch automatisch dort speichern können.

Besondere Highlights

So trägt das MESI mTABLET ECG sowohl zu einer **schnelleren Diagnose** als auch zur besseren **Organisation** Ihrer Arbeit bei – einschließlich hervorragender **Mobilität** und **umfassender technischer Unterstützung**.

- Das Gerät **passt sich an jede medizinische Umgebung an**. Es ist kabellos und tragbar, entweder auf einem Trolley oder in einer Tragetasche für Hausbesuche. Sie können das EKG zum Patienten bringen, nicht nur umgekehrt!
- Das MESI mTABLET ECG ist nur eines der verfügbaren Diagnosemodule. Sie können es ganz einfach mit **Spirometrie, Blutdruckmessgerät, Oximetrie, ABI, TBI oder der Protocol-App** (die App leitet Sie durch Vorsorgeuntersuchungen oder Untersuchungen von Patienten mit denselben Krankheiten) erweitern.
- **Höchste Standards beim Datenschutz**, immer in Übereinstimmung mit Ihrer lokalen Gesetzgebung.
- Die Software-Updates erfolgen **automatisch und kostenlos**.
- **3 Jahre Garantie** auf alle MESI-Produkte.
- **Ein einziger Anbieter** und damit eine Kontaktstelle für den gesamten Support.



Das MESI mTABLET ECG im Vergleich zu Desktop-EKGs



Desktop-EKGs sind in der Regel eine Kombination aus einem Bildschirm, dem EKG-Messgerät und einem Drucker in einem Gerät. Sie sind in der Regel nicht drahtlos und eine Ergebnisspeicherung ist nicht möglich; das Ergebnis muss ausgedruckt werden.

Im Folgenden finden Sie einen Vergleich der MESI mTABLET ECG-Software, der Einrichtung, der Software-Updates, der Anzeige der Patiententrends, der Erweiterungen der Messungen und der Möglichkeit, verschiedene EKGs miteinander zu vergleichen.

MESI mTABLET ECG

DESKTOP-EKG

Software

Bedienung über ein medizinisches Tablet mit dem speziell für EKG-Hardware entwickelten MESI OS. Alle Software-Updates werden über das Internet durchgeführt. Kostenlose, sofort einsatzbereite, cloudbasierte MESI mRECORDS.

In der Regel lizenzbasiert und mit einer Installationsgebühr verbunden. Der Kunde muss möglicherweise seinen eigenen IT-Support und seine eigene Datensicherung bereitstellen.

Einrichtung

Einmalige Kopplung des EKG-Moduls, sofortige Speicherung von Berichten, Zugriff von jedem webfähigen Gerät aus, einfache Integration.

Lizenzbasiert. Muss mit dem Link oder Server des Anbieters integriert werden. Ohne diese Integration ist kein automatisches Daten-Backup möglich. Ein zertifizierter Techniker des Anbieters kann für die Aktivierung erforderlich sein.

Software-Updates

Automatisch, kostenlos, kein Techniker erforderlich.

Über eine USB-Verbindung oder die Software des Anbieters (im Falle von Updates muss eine zusätzliche Software bereitgestellt werden).

Sofortige Anzeige der Patiententrends

Grafisches Format in jedem Bericht

Nicht möglich

Erweiterungen der Messung

Vollständiges MESI mTABLET-System (Hardware und Software).

Begrenzte Erweiterungen

Möglichkeit, mehrere EKGs miteinander zu vergleichen

Ja (mRECORDS, kostenlos)

In der Regel durch erweiterte Einrichtung, Lizenzen sind in der Regel kostenpflichtig.

Desktop-EKGs mit LCD-Bildschirm



Desktop-EKGs mit LCD-Bildschirm haben die Form eines Tablets. Sie enthalten einen Drucker oder sind an einen solchen angeschlossen. Wenn diese EKGs nicht drahtlos sind, treten die gleichen Mobilitätsprobleme auf wie bei Desktop-EKGs ohne LCD-Bildschirme. Sie können Software zum Importieren von Patientendaten aus dem System und zum Exportieren individueller PDF-Berichte direkt auf den PC des Kunden anbieten. Die Erweiterbarkeit mit anderen Messungen kann begrenzt sein und der Prozess der Softwareaktualisierung ist komplex.

Im Folgenden finden Sie einen Vergleich der MESI mTABLET ECG-Software, der Einrichtung, der Software-Updates, der Anzeige der Patiententrends, der Erweiterungen der Messungen und der Möglichkeit, verschiedene EKGs miteinander zu vergleichen.

MESI mTABLET ECG

DESKTOP-EKG MIT LCD-BILDSCHIRM

Software

Bedienung über ein medizinisches Tablet mit dem speziell für EKG-Hardware entwickelten MESI OS. Alle Software-Updates werden über das Internet durchgeführt. Kostenlose, sofort einsatzbereite, cloudbasierte MESI mRECORDS. Alle Software-Updates werden über das Internet durchgeführt.

In der Regel lizenziert und mit einer Installationsgebühr verbunden. Der Kunde muss möglicherweise seinen eigenen IT-Support und seine eigene Datensicherung bereitstellen.

Einrichtung

Einmalige Kopplung des EKG-Moduls, sofortige Speicherung von Berichten, Zugriff von jedem webfähigen Gerät aus, einfache Integration.

Lizenziert. Muss mit dem Link oder Server des Anbieters integriert werden. Ohne diese Integration ist kein automatisches Daten-Backup möglich. Ein zertifizierter Techniker des Anbieters kann für die Aktivierung erforderlich sein.

Software-Updates

Automatisch, kostenlos, kein Techniker erforderlich.

Über eine USB-Verbindung oder die Software des Anbieters (im Falle von Updates muss eine zusätzliche Software bereitgestellt werden).

Sofortige Anzeige der Patiententrends

Grafisches Format in jedem Bericht

Nicht möglich

Erweiterungen der Messungen

Vollständiges MESI mTABLET-System (Hardware und Software).

Begrenzte Erweiterungen

Möglichkeit, mehrere EKGs miteinander zu vergleichen

Ja (mRECORDS, kostenlos)

In der Regel durch erweiterte Einrichtung, Lizenzen sind in der Regel kostenpflichtig.

PC-basierte EKGs



PC-basierte EKGs bestehen aus dem EKG-Messgerät in Form eines Tablets oder einer anderen Konfiguration und der Software auf einem PC-Gerät. Die Software ist jedoch in der Regel nicht auf andere PC-Geräte übertragbar. Sie wird in der Regel nur auf einem Computer installiert und Software-Updates erfolgen gewöhnlich nicht automatisch.

Im Folgenden finden Sie einen Vergleich der MESI mTABLET ECG-Software, der Einrichtung, der Software-Updates, der Anzeige der Patiententrends, der Erweiterungen der Messungen und der Möglichkeit, verschiedene EKGs miteinander zu vergleichen.

MESI MTABLET ECG

PC-BASIERTES EKG

Software

Bedienung über ein medizinisches Tablet mit dem speziell für EKG-Hardware entwickelten MESI OS. Alle Software-Updates werden über das Internet durchgeführt. Kostenlose, sofort einsatzbereite, cloudbasierte MESI mRECORDS. Alle Software-Updates werden über das Internet durchgeführt.

Eine PC-Software ist erforderlich, die separat auf jedes angeschlossene Gerät heruntergeladen werden muss. Das Gerät des Kunden (PC) ist kein medizinisches Gerät. Dies kann die Lebensdauer, Sicherheit und Reaktionsfähigkeit des Systems beeinträchtigen.

Einrichtung

Einmalige Kopplung des EKG-Moduls, sofortige Speicherung von Berichten, Zugriff von jedem webfähigen Gerät aus, einfache Integration.

Wenn ein Dongle als Empfänger verwendet wird, muss der Dongle bei jeder Messung im PC stecken. Es kann zu Problemen kommen, wenn mehrere Computer verwendet werden.

Software-Updates

Automatisch, kostenlos, kein Techniker erforderlich.

Per USB-Verbindung

Sofortige Anzeige der Patiententrends

Grafisches Format in jedem Bericht

Nicht möglich

Erweiterungen der Messungen

Vollständiges MESI mTABLET-System (Hardware und Software).

Nicht möglich

Möglichkeit, mehrere EKGs miteinander zu vergleichen

Ja (mRECORDS, kostenlos)

Nein

7. TECHNISCHE SPEZIFIKATIONEN DES MESI mTABLET ECG

Messspezifikationen

Erkennung der Elektrodenplatzierung
Schrittmachererkennung: $> \pm 2 \text{ mV}/0,1 \text{ ms}$
Patienteneingangsschaltung: Vollständig potentialfrei und isoliert, defibrillationsgeschützt (nur mit original MESI oder zugelassenem Patienten-kabel)

Genauigkeit

CMRR: $>110 \text{ dB}$
Abtastgeschwindigkeit: 32 K Abtastungen/Sekunde/Kanal (Messfrequenz erfolgt intern, Ausgangsabtastfrequenz vom Modul zum Tablet beträgt 1 kHz)
Auflösung: $2,5 \text{ uV}/19 \text{ bit}$
EKG-Analysehäufigkeit: 1000 Abtastungen/Sekunde
Schrittmachererkennung: $\pm 2 \text{ mV} / \pm 0,1 \text{ ms}$
Herzfrequenzbereich: 30-300 bpm

Verarbeitung

Auswertung: Analyse-Software der Universität Glasgow
Patientendaten: Name, Geburtsdatum, Geschlecht
Die Messdaten sind immer die ersten 10 Sekunden der Daten bei 500 Hz pro Kanal (5000 Abtastungen)
Tiefpassfilter: 150 Hz, 250 Hz
Hochpassfilter (Basislinienfilter): 0,05 Hz, 0,2 Hz, 0,5 Hz
Myogrammfilter (Muskelzittern):
25 Hz (40 dB/Dekade) oder 35 Hz (20 dB/Dekade)
Netzfilter: Verzerrungsfreie Unterdrückung überlagerter sinusförmiger 50 oder 60 Hz-Interferenzen durch einen adaptiven Digitalfilter
Kanal-Anzeige: 6:6+1, 6:6, 3:3 main, 3:3 aux, 6 main, 6 aux, 3:4, 12, 3:4+II
Empfindlichkeit: 5 mm/mV, 10 mm/mV, 20 mm/mV
Aufzeichnungsgeschwindigkeit: 12,5 mm/s, 25 mm/s, 50 mm/s

Stromversorgung & Akku

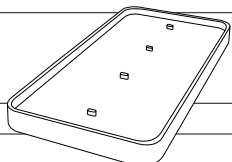
Hochleistungs-Lithium-Polymer-Akku
Akku-Kapazität: 1240 mAh
Untersuchungen pro Akkuladung: >2000
Dauerbetrieb: $>5,5$ Stunden
Ladedauer des leeren Akkus:
ca. 2 Stunden (minimale Ladezeit für 1 EKG im Automatikbetrieb: 10 Minuten)
Input: 100-240 V AC/50-60 Hz/350 mA
Output: 5 V DC/5,0 A

Ladestation

Ladestation zweifach verwendbar: sichere Aufbewahrung der Module zwischen den Messungen und jederzeit voll aufgeladene Module.

Breite: 400 mm
Tiefe: 200 mm
Höhe: 38 mm
Gewicht: 675 Gramm

Platzierung:
Tischaufbau, Wandmontage oder Beistellwagen



Maße der Module

Breite: 40 mm (1,57 Zoll)
Tiefe: 48 mm (1,89 Zoll)
Höhe: 135 mm (5,31 Zoll)
Gewicht: 220 Gramm



Intelligentes Datenmanagement

Sicherer Zugriff auf Berichte von der fertig eingerichteten Plattform MESI mRECORDS
MESI mPRINT für sichere Ausdrücke im internen Netzwerk, direkte Speicherung als .pdf auf einem lokalen Computer
Arbeitslisten integriert für: DICOM, HL7, XML, GDT, JSON
Vollständige benutzerdefinierte Integration auf Anfrage

Schutzart

Schutz gegen Stromschlag: Klasse II
Klassifizierung medizinischer Geräte: Klasse IIa
Anwendungsteile: CF
HF-Störaussendung (CISPR 11): Gruppe 1, Klasse B
IP-Schutzart: IP44

Angewandte Standards:

EN 60601-1 Allgemeine Festlegungen für die Sicherheit
EN 60601-1-2 Elektromagnetische Verträglichkeit – Anforderungen und Prüfungen
EN 60601-2-25 Besondere Festlegungen für die Sicherheit und wesentliche Leistungsmerkmale von Elektrokardiographen

Betriebsbedingungen

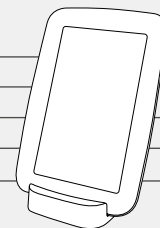
Betriebstemperatur: 10°C bis 40°C
Relative Luftfeuchtigkeit: 25 bis 85 % (keine Kondensation)
Betriebsdruck: 700 bis 1060 hPa

Transport- und Lagerbedingungen

Temperatur:
 -15° bis 50°C (<1 Monat)
 -15° bis 40°C (<3 Monate)
 -15° bis 25°C (<12 Monate)
Relative Luftfeuchtigkeit: 25 bis 85 % (keine Kondensation)
Betriebsdruck: 700 bis 1060 hPa

MESI mTABLET technische Spezifikationen

Betriebssystem: MESI OS
Prozessor: CPU Quad ARM Cortex A53
@ bis zu 1.2G Hz pro Prozessorkern
Barcodeleser: 1D/2D Barcode-Imager
Bildschirm: 1280 x 800 px IPS
Speicherplatz: 8 GB
RAM: 1 GB
Vernetzung: Wi-Fi 802.11 b/g/n und 2.4 GHz Einzelband Bluetooth 4.1
Kamera: 5 MP
Schutzart: IP2x, hält Stürze bis 90 cm aus
Audio: Mono-Lautsprecher
Sicherheit: 2-Schritt-Authentifikation, Benutzerkennwort oder PIN
Batteriebetrieb: mehr als 8 Stunden Dauerbetrieb



REFERENZEN

- [1] NHS. 7.9.2021. Electrocardiogram (ECG). Accessed 10.4.2023. <https://www.nhs.uk/conditions/electrocardiogram/>
- [2] Quizlet. 2023. Electrical Events of the Cardiac Cycle. Accessed 12.4.2023. <https://quizlet.com/415636445/electrical-events-of-the-cardiac-cycle-diagram/>
- [3] Johns Hopkins Medicine. Electrocardiogram. Accessed 3.4.2023. <https://www.hopkinsmedicine.org/health/treatment-tests-and-therapies/electrocardiogram>
- [4] Hampton, J. and Hampton, J. 2019. *The ECG Made Easy*. Ninth edition. Accessed 10.4.2023. <https://pre-med.jumedicine.com/wp-content/uploads/sites/7/2020/10/The-ECG-Made-Easy-9th-Edition.pdf>
- [5] Kligfield, P. et al. 2007. Recommendations for the Standardization and Interpretation of the Electrocardiogram. Part I: The Electrocardiogram and Its Technology: A Scientific Statement From the American Heart Association Electrocardiography and Arrhythmias Committee, Council on Clinical Cardiology; the American College of Cardiology Foundation; and the Heart Rhythm Society. Endorsed by the International Society for Computerized Electrocardiology. *Circulation*. 2007;115:1306–1324. <https://www.ahajournals.org/doi/10.1161/circulationaha.106.180200>
- [6] Cadogan. M. and Buttner, R. 9.1.2022. *Life in the Fastlane*. ECG Rate Interpretation. Accessed 12.4.2023. <https://litfl.com/ecg-rate-interpretation/>
- [7] “Intro to EKG Interpretation – Waveforms, Segments, and Intervals” YouTube, uploaded by Strong Medicine 18.3.2013. <https://www.youtube.com/watch?v=gvtun7fYvI0&list=PLYojB5NEEakXhL1WoDvNPm1cG57pjE0d7&index=3>
- [8] Vandeput, S. 2023. Heart Rate Variability : Linear And Nonlinear Analysis With Applications In Human Physiology. Accessed 14.4.2023. https://www.researchgate.net/publication/267403305_HEART_RATE_VARIABILITY_LINEAR_AND_NONLINEAR_ANALYSIS_WITH_APPLICATIONS_IN_HUMAN_PHYSIOLOGY
- [9] ECGpedia. P wave morphology. Accessed 16.4.2023. https://en.ecgpedia.org/index.php?title=File:P_wave_morphology.png
- [10] Gibson, M. C. and Zorkun, C. (eds.). Wikidoc. 15.10.2012. QRS axis and voltage. Accessed on 17.4.2023. https://www.wikidoc.org/index.php/QRS_axis_and_voltage
- [11] ECGpedia. Accessed 24.5.2023. https://en.ecgpedia.org/index.php?title=Main_Page
- [12] Rawshani, A. Clinical ECG Interpretation. ECG & Echo Learning. Accessed 24.5.2023. <https://ecgwaves.com/product/clinical-ecg-interpretation/>
- [13] Ojha, N. and Dhamoon, A. S. Myocardial Infarction. [Updated 2022 Aug 8]. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2023 Jan-. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK537076/>
- [14] Daga, L. C., Kaul, U. and Mansoor, A. Approach to STEMI and NSTEMI. *J Assoc Physicians India*. 2011 Dec;59 Suppl:19-25. PMID: 22624277. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22624277/>
- [15] Akbar, H., Foth, C., Kahloon, R. A. and Mountfort, S. Acute ST Elevation Myocardial Infarction. 2022 Aug 1. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2023 Jan-. PMID: 30335314. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK532281/>
- [16] Goyal, A. and Zeltser, R. Unstable Angina. [Updated 2022 Sep 18]. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2023 Jan-. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK442000/>
- [17] Zimetbaum, P. Atrial Fibrillation. *Ann Intern Med*. 2017 Mar 7;166(5):ITC33-ITC48. doi: 10.7326/AITC201703070. Erratum in: *Ann Intern Med*. 2017 Jun 20;166(12):920. PMID: 28265666.
- [18] Gourraud, J. B., Barc, J., Thollet, A., Le Marec, H. and Probst, V. Brugada syndrome: Diagnosis, risk stratification and management. *Arch Cardiovasc Dis*. 2017 Mar;110(3):188-195. doi: 10.1016/j.acvd.2016.09.009. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1875213617300013>
- [19] Bhattacharya, P.T. and Ellison, M. B. Right Ventricular Hypertrophy. [Updated 2022 Aug 1]. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2023 Jan. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK499876/>
- [20] Yildiz, M., Oktay, A. A., Stewart, M. H., Milani, R. V., Ventura, H. O. and Lavie, C. J. Left ventricular hypertrophy and hypertension. *Prog Cardiovasc Dis*. 2020 Jan-Feb;63(1):10-21. doi: 10.1016/j.pcad.2019.11.009. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0033062019301434?via%3Dihub>
- [21] Samuel, M., Elsokkari, I. and Sapp, J. L. Ventricular Tachycardia Burden and Mortality: Association or Causality? *Can J Cardiol*. 2022 Apr;38(4):454-464. doi: 10.1016/j.cjca.2022.01.016. [https://www.onlinecjc.ca/article/S0828-282X\(22\)00061-7/fulltext](https://www.onlinecjc.ca/article/S0828-282X(22)00061-7/fulltext)
- [22] Kashou, A. H., Goyal, A., Nguyen, T. et al. Atrioventricular Block. [Updated 2023 Feb 24]. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2023 Jan-. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK459147/>

- [23] Pérez-Riera, A. R., Barbosa-Barros, R., de Rezende Barbosa, M. P. C., Daminello-Raimundo, R., de Abreu, L. C. and Nikus, K. Left bundle branch block: Epidemiology, etiology, anatomic features, electrovectorcardiography, and classification proposal. *Ann Noninvasive Electrocardiol.* 2019 Mar;24(2):e12572. doi: 10.1111/anec.12572. Epub 2018 Jun 22. PMID: 29932265; PMCID: PMC6931474. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6931474/>
- [24] Scherbak, D. and Hicks, G. J. Left Bundle Branch Block. [Updated 2023 Feb 6]. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2023 Jan-. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK482167/>
- [25] Ikeda, T. Right Bundle Branch Block: Current Considerations. *Curr Cardiol Rev.* 2021;17(1):24-30. doi: 10.2174/1573403X16666200708111553. PMID: 32640959; PMCID: PMC8142372. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8142372/>
- [26] Olshansky, B. (author), Calkins, H. (section ed.) and Yeon, S. B. (deputy ed.). Patient education: Pacemakers (Beyond the Basics). [Updated 2022 Nov 29]. UpToDate. <https://www.uptodate.com/contents/pacemakers-beyond-the-basics/print>
- [27] *University of Glasgow*. Electrocardiology. Accessed 3.4.2023. <https://www.gla.ac.uk/schools/healthwellbeing/research/robertsoncentreforbiostatistics/electrocardiology/glasgowecgprogram/#d.en.34418>
- [28] Macfarlane, P. W., Devine, B. and Clark, E. 2005. The University of Glasgow (Uni-G) ECG Analysis Program. *Computers in Cardiology.* 2005;32:451-454 <https://cinc.org/archives/2005/pdf/0451.pdf>
- [29] University of Glasgow. 2008. *AUTM*. Software Program Gets to the Heart of Electrocardiogram (ECG) Results. Accessed 5.4.2023. <https://autm.net/about-tech-transfer/better-world-project/bwp-stories/ecg-interpretation-algorithm>

