DZHK
DEUTSCHES ZENTRUM FÜR
HERZ-KREISLAUF-FORSCHUNG E.V.

DZHK-SOP-K-03

12-Kanal Oberflächen Elektrokardiographie in Ruhe (EKG)

Version: V1.0 Gültig ab: 01.09.2014

Ersetzte Version: - Vom: -

Änderungshinweis: -

	Fachlicher Autor	**Fachlicher Review**	**Zustimmung Bereichsleitung**	**Freigabe DZHK**
Name	Renate B. Schnabel (Hamburg) Annika Jagodzinski (Hamburg)	Rolf Wachter (Göttingen) Marcus Dörr (Greifswald)	Matthias Nauck	Thomas Eschenhagen
Datum	26.08.2014	26.08.2014	26.08.2014	26.08.2014
Unterschrift				

INHALTSVERZEICHNIS

1 Einleitung ... 3
1.1 Abkürzungsverzeichnis ... 3
1.2 Zielsetzung ... 4
1.3 Zielgruppe ... 4
1.3.1 Einschlusskriterien ... 4
1.3.2 Ausschlusskriterien ... 4
1.4 Anwendung und Aufgaben ... 4
1.5 Begriffe und Definitionen ... 5
1.6 Beziehungen zu anderen Untersuchungen ... 6
1.7 Qualitätslevel ... 6
2 Voraussetzung der Untersuchung ... 7
2.1 Anforderungen an Räumlichkeiten/Raumausstattung ... 7
2.2 Geräte/ Hardware ... 7
2.3 Spezielle klinische Verbrauchsmaterialien ... 7
2.4 Benötigte Dokumente ... 8
2.5 Benötigte Informationen ... 8
2.6 Personal ... 8
3 Prozess der Durchführung/Arbeitsprozess/Arbeitsschritte ... 9
3.1 Flow-Chart des Verfahrensprozesses ... 9
3.2 Vorbereitungen der Untersuchung ... 10
3.2.1 Vorbereitung des Arbeitsplatz ... 10
3.2.2 Vorbereitung der Geräte ... 10
3.2.3 Prinzipen der Vorbereitung des zu Untersuchenden ... 10
3.3 Durchführung der Untersuchung ... 11
3.4 Nachbereitung und Erfassen der Daten ... 14
3.5 Verhalten bei Abweichung ... 16
4 Literatur und Referenzen ... 19
5 Änderung ... 19
6 Beteiligte Personen ... 19
7 Anlangen ... 20
7.1 Abbildungsverzeichnis ... 20
7.2 eCRF Modul ... 21

1 EINLEITUNG

1.1 ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

Abkürzung	Klartext
aVF	linker Fuß Þ linker Arm + rechter Arm(senkrecht auf I)
aVL	linker Arm Þ rechter Arm + linker Fuß(senkrecht auf II)
aVR	rechter Arm Þ linker Arm + linker Fuß(senkrecht auf III)
DDD	Siehe 1.5 Herzschrittmacher
eCRF	elektronisches Case Report Form
EKG	Elektrokardiogramm
ICR	Intercostalraum
LAH	Linksanteriorer Hemiblock
LPH	Linksposteriorer Hemiblock
LSB	Linksschenkelblock
RSB	Rechtsschenkelblock
SDNN	Standardabweichung aller NN-Intervalle globaler Index der Herzfrequenzvariabilität
SVES	Supraventrikuläre Extrasystolen
VES	Ventrikuläre Extrasystolen
VT	Ventrikuläre Tachykardie
VVI	Siehe 1.5 Herzschrittmacher

1.2 ZIELSETZUNG

Ziel der elektrokardiografischen Untersuchung ist einerseits die Dokumentation von Herzerkrankungen wie der ischämischen Herzkrankheit (z. B. abgelaufener Myokardinfarkt) oder von Rhythmusstörungen (z.B. Extrasystolen, Vorhofflimmern). Andererseits kann die Herzfrequenzvariabilität (HRV) als Indikator der sympathovagalen Balance bzw. der autonomen Dysfunktion im Falle einer reduzierten HRV untersucht werden.

1.3 ZIELGRUPPE

Grundsätzlich wäre es erstrebenswert, ein 12-Kanal Ruhe EKG bei allen im DZHK behandelten Patienten vorliegen zu haben, ggf. auch wiederholte EKG-Aufzeichnungen. Die Durchführung und Häufigkeit der EKG-Registrierung hängt vom jeweiligen Prüfprotokoll ab.

1.3.1 Einschlusskriterien

Es gibt keine allgemeinen Einschlusskriterien (abhängig vom jeweiligen Prüfprotokoll).

1.3.2 Ausschlusskriterien

Prinzipiell lässt sich bei jedem Teilnehmer ein 12-Kanal-EKG aufzeichnen. Die Untersuchung selbst beinhaltet bis auf eventuelle Hautirritationen im Bereich der Elektrodenkleber kein relevantes Risiko.

1.4 ANWENDUNG UND AUFGABEN

Die Elektrokardiographie ist ein Standardverfahren der kardialen Diagnostik. Die während der Herzaktion auftretenden Spannungsdifferenzen lassen im Organismus ein elektrisches Feld entstehen. Die Veränderung des elektrischen Feldes kann in Form von Potentialdifferenzen erfasst werden. Aus diesen Potentialdifferenzen entstehen Aktionsströme, die sich an der Körperoberfläche ableiten lassen. Da es sich um ein relativ einfaches und nichtinvasives diagnostisches Verfahren handelt, hat die Elektrokardiographie weite Verbreitung in ärztlicher Praxis und klinischer Routine gefunden.

Es werden die Standardableitungen nach Einthoven (Ableitung: I, II, III), die Extremitätenableitungen nach Goldberger (Ableitung: aVR, aVL, aVF) und die unipolaren Brustwandableitungen nach Wilson (Ableitung: V1, V2, V3, V4, V5, V6) registriert.

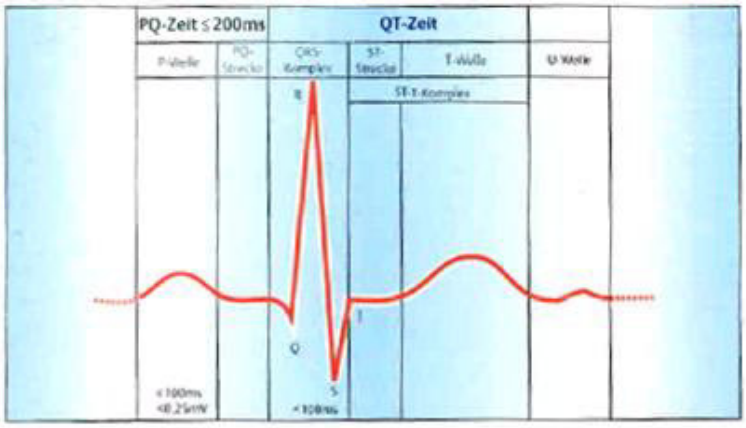


Abbildung 1 Anteile der EKG Kurve (Hamm, Willems 2007)

Automatisierte EKG Interpretation

Alle digitalisierten EKGs werden der weiteren Prozessierung und Rohdatenextraktion zugeführt (XML-Files). In einigen DZHK Kollektiven wird eine automatische EKG-Interpretation basierend auf dem MEANS-Programm durch das EKG-System geliefert (EKG-Vermessung und -Befundung). Hierzu werden .txt Dateien an das Erasmus University Medical Center, Rotterdam, The Netherlands transferiert.

Ergebnisse der EKG-Untersuchung

Die Ergebnisse der EKG-Schreibung sind sowohl für die untersuchten Probanden als auch für die Studie von Bedeutung:

- Die Studie untersucht die Beziehungen zwischen den EKG-Veränderungen und kardiovaskulären Risikofaktoren. In manchen Fällen sind auch Längsschnittfragestellungen mit wiederholter EKG-Registrierung von Bedeutung. Hier werden EKG-Veränderungen zwischen der Ausgangs- und der Folgeuntersuchung sowie deren mögliche Ursachen untersucht werden.

1.5 Begriffe und Definitionen

Kurzbeschreibung aller notwendigen Begrifflichkeiten die für das Verständnis der SOP notwendig sind.

Herzschrittmacher

Man kann verschiedene Typen unterscheiden. Zur Vereinfachung gibt es eine einheitliche Nomenklatur. Hier werden die Herzschrittmacher mit einem drei bis fünf Buchstaben langem Kürzel bezeichnet.

- Die erste Stelle gibt den Stimulationsort an. Hierbei steht V für Ventrikel (Kammer), A für Atrium (Vorhof), und D für beides.
- Die zweite Stelle gibt den Ort der Signalaufnahme an. Die Abkürzung entspricht der ersten Stelle.

- Die dritte Stelle gibt den Modus an. Hier gilt für inhibiert, das heißt unterdrückt, T für getriggert, das heißt auslösend und D für durch den Vorhof getriggert und die Kammer inhibiert

1.6 BEZIEHUNGEN ZU ANDEREN UNTERSUCHUNGEN

Zwingende Voruntersuchung (SOP …):	-
Empfohlene Voruntersuchung (SOP …):	-
Auszuschließende Voruntersuchung (SOP):	-
Beeinträchtigung anderer Untersuchungsteile:	Die SOP steht in Beziehung zur SOP zur Erfassung eines Langzeit-EKGs (Titel: Nr.). Es sollte gewährleistet sein, dass eine 10-minütige Ruhephase vor EKG-Aufzeichnung möglich ist. Damit besteht eine Beziehung zur SOP von Belastungsuntersuchungen wie dem 6-Minten-Gehtest (Titel: Nr.).

Zwingende Nachuntersuchung (SOP …):	-
Empfohlene Nachuntersuchung (SOP …):	-
Auszuschließende Nachuntersuchung (SOP):	-

1.7 QUALITÄTSLEVEL

Diese SOP entspricht dem Qualitätslevel 2-3, Level 3 enthält Zertifizierung.

DZHK-Qualitätslevel	
Durchführung	
Stufe 1	Durchführung der Untersuchung unter Berücksichtigung der Leitlinien der Fachgesellschaften.
Stufe 2	Durchführung der Untersuchung nach den Vorgaben des DZHK-SOP. Hierin werden Mindestanforderungen für die Qualität der Durchführung und der Untersucher definiert.
Stufe 3	Durchführung der Untersuchung nach den Vorgaben des DZHK-SOP und Zertifizierung der Untersucher: Bestimmung von Intra- und Interobservervariabilität (Standard epidemiologischer Studien).

2 VORAUSSETZUNG DER UNTERSUCHUNG

Die Elektrokardiographie ist Bestandteil des Untersuchungsprogramms in Beobachtungs- und klinischen Studien des DZHK. Bei entsprechenden Probanden sollen 12-Kanal-Ruhe-EKGs (10 Sekunden) mit dem geeigneten Ruhe-EKG-System (s.u.) registriert, exportiert und, sofern verfügbar, mit dem MEANS-Programm automatisch analysiert werden. Zudem kann ein Rhythmusstreifen aufgezeichnet werden. Die digitalisierten EKG-Dateien werden zudem gespeichert und exportiert für die spätere Rohdatenextraktion und Kodierung.

Qualität der EKG-Registrierung

Die Registrierung von EKGs erfolgt mit hoher Qualität und Standardisierung. Diese Qualität ist in besonderem Maße auch von den UntersucherInnen, die die EKG-Ableitung durchführen, abhängig. Zentrale Einflüsse auf die Qualität der EKG-Registrierung und Fehlerquellen werden im Folgenden ausgeführt.

2.1 ANFORDERUNGEN AN RÄUMLICHKEITEN/RAUMAUSSTATTUNG

PC mit Monitor, Tastatur, Maus, Drucker und Druckerpapier

Untersuchungsliege, mindestens 60 cm breit

2.2 GERÄTE/ HARDWARE

z.B.

- Cardio Perfect PRO Ruhe-EKG-System (WelchAllyn)
- EKG Software CardioPerfect® Workstation diagnostic module WS Resting ECG
- CARDIOVIT AT-10 plus (Schiller Medizintechnik GmbH)
- EKG Software SEMA3 Office
- MAC 1600 (GE Healthcare)
- EKG Software CardioSoft™ Diagnostic System Resting ECG

Ggf. andere, vor Ort verfügbare handelsübliche Geräte, idealerweise mit digitaler Aufzeichnungsmöglichkeit.

Elektroden-Applikationssystem, Klebeelektroden (z.B. Blue Sensor Holter Elektrode Typ VL Ø 68mm), wenn keine Sauganlage verwendet werden kann.

2.3 SPEZIELLE KLINISCHE VERBRAUCHSMATERIALIEN

Elektrodenspray

Einmalrasierer

2.4 BENÖTIGTE DOKUMENTE

Barcode zum Einscannen, wenn von Studie verfügbar

2.5 BENÖTIGTE INFORMATIONEN

Untersucher

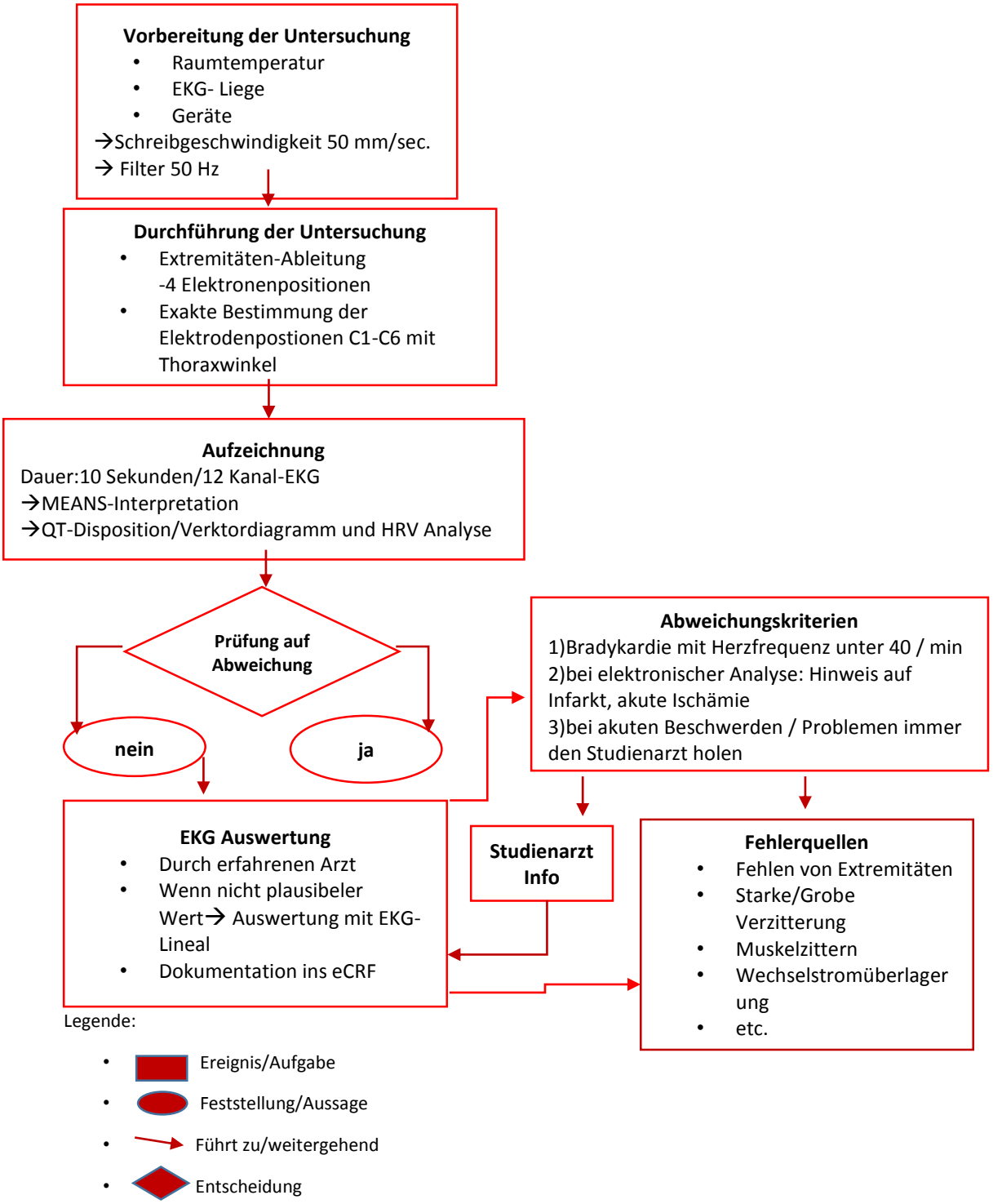
Probanden-Nummer

2.6 PERSONAL

Die Durchführung des Tests kann durch eine Study Nurse erfolgen, nachdem diese in die SOP eingewiesen wurde. Die durchführende Person sollte über Basiskenntnisse der EKG-Aufzeichnung und Auswertung haben, um die Qualität der Aufzeichnung und grobe Abweichungen von der Normalkurve (z.B. Kammerflattern, Tachykardie) feststellen zu können.

3 Prozess der Durchführung/Arbeitsprozess/Arbeitsschritte

3.1 Flow-Chart des Verfahrensprozesses



Legende:

- Ereignis/Aufgabe
- Feststellung/Aussage
- Führt zu/weitergehend
- Entscheidung

3.2 VORBEREITUNGEN DER UNTERSUCHUNG

Z.B Überprüfung von Dokumente etc.

3.2.1 Vorbereitung des Arbeitsplatz

Die Raumtemperatur sollte angenehm sein und bei EKG-Untersuchungen mindestens 22° C betragen.

Anordnung von EKG-Liege und EKG-Erfassungssystem

- Die EKG-Liege steht so, dass die Kabelführung zwischen EKG-Rekorder/Sauganlage und PC problemlos und stolperfrei möglich ist. Nur hinreichend breite Liege (mindestens 60 cm) für die EKG-Ableitung benutzen.
- Netzstromführende Kabel liegen so, dass sie möglichst weit von der EKG-Liege und den Elektrodenkabeln entfernt sind.
- Die EKG-Liege wird nicht direkt neben Steckdosen aufgestellt (Gefahr der Überlagerung des EKG-Signals durch Wechselstrom bei der Registrierung).

3.2.2 Vorbereitung der Geräte

1. Alle Geräte (PC/Laptop, Saugelektrodenanlage, Drucker) werden eingeschaltet und müssen betriebsbereit sein.
2. Das Erfassungsgerät muss am PC angeschlossen sein, bevor das Programm gestartet wird.
3. Die Workstation wird gestartet.
4. Die EKG-Liege wird mit frischem Papier/Laken abgedeckt.
5. Die Elektroden müssen in einem hygienisch einwandfreien Zustand sein.
6. Die Schreibgeschwindigkeit sollte auf 50 mm/sec, der Filter auf 50 Hz eingestellt werden. Bei Abweichung wird die Schreibgeschwindigkeit im eCRF dokumentiert.
7. Weitere Filtereinstellungen (Muskel) werden nach verfügbarem Gerät eingestellt.
8. Die Höhe des Ausschlags sollte auf 10 mV eingestellt sein.

3.2.3 Prinzipen der Vorbereitung des zu Untersuchenden

Die Vorbereitung des Probanden und das Anlegen der Elektroden sind ausschlaggebend für die Güte der registrierten Elektrokardiogramme. Der Untersuchungsraum soll gut temperiert sein (mindestens 22°C), damit das Elektrokardiogramm nicht durch Muskelzittern des frierenden Patienten gestört wird. Der Oberkörper des Patienten muss entkleidet sein; ggf. Schmuck und Armbanduhr ablegen. Des Weiteren müssen die Fußgelenke für die Elektrodenapplikation zugänglich sein (Schuhe und Strümpfe ausziehen, wenn nötig). Der Proband muss auf einer genügend breiten Liege bequem und völlig entspannt gelagert werden. Es empfiehlt sich, unter die Knie des Probanden eine Zwischenlage oder Knierolle zur Entlastung der unteren Extremitäten zu legen.

Steht die EKG-Liege an der Wand, so soll der Arm des Probanden nicht mit ihr in Berührung kommen. Während der EKG-Aufzeichnung soll der Proband möglichst flach atmen.

Der Proband sollte vor Beginn der EKG-Aufzeichnung mindestens 10 Minuten in Ruhe gelegen haben und sich auch nicht mehr mit dem Oberkörper aufgerichtet haben. Außerdem sollte für eine ruhige und störungsfreie Atmosphäre im Raum gesorgt werden. Dies ist erforderlich, um eine

Standardisierung der Umgebungsbedingungen und die Ausschaltung möglicher Einflussfaktoren auf die EKG-Aufzeichnungsqualität und Parameter wie die Herzfrequenzvariabilität zu erreichen. Psychischer Stress bzw. ein erhöhter Sympathikotonus, z.B. volle Blase, wirken sich durch eine Verschiebung der Balance zwischen autonomen und sympathischen Nervensystem auf die Messung der der EKG Parameter wie HRV aus und sind zu vermeiden.

3.3 DURCHFÜHRUNG DER UNTERSUCHUNG

Technische Vorgehensweise, EKG-Ableitungen

Extremitäten-Ableitungen

Es sind zunächst insgesamt 4 Elektroden an den Positionen, wie in Abbildung 3 dargestellt, anzubringen. Die Elektroden sollten jeweils an der Innenseite der Extremität platziert werden.

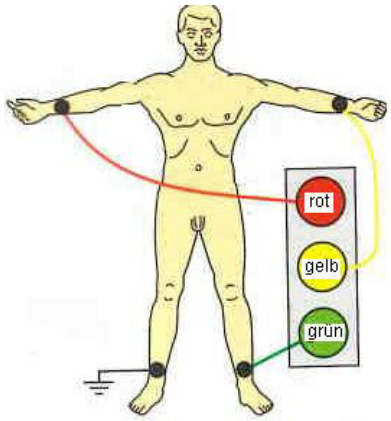


Abbildung 2: Abnahmestellen für die Extremitätenableitungen (Hamm, Willems 07)

Kabelfarbe und Ableitstellen für Ableitungen nach Einthoven und Goldberger:

Steckerfarbe entweder	**oder**	**Ableitstellen Extremitäten**
grau/rot	rot	R rechter Arm
grau/gelb	gelb	L linker Arm
grau/grün	grün	F linkes Bein
grau/schwarz	schwarz	N rechtes Bein, neutral

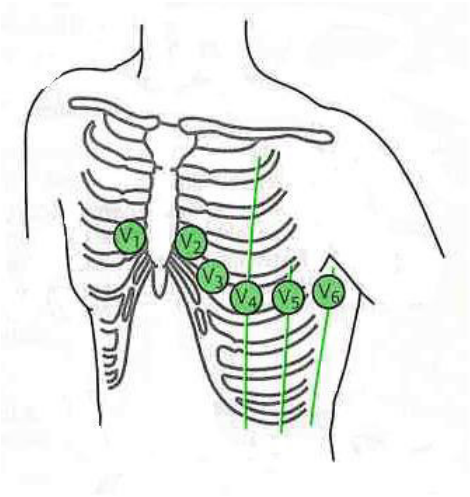


Abbildung 3: Abnahmestellen für die Brustwandableitungen C1 – C6 (Hamm, Willems 07)

Elektrode	Kennfarbe	Elektrodenposition
C1	weiß/rot	4. ICR, rechter Sternalrand
C2	weiß/gelb	4. ICR, linker Sternalrand
C3	weiß/grün	zwischen C2 und C4
C4	weiß/braun	5. ICR, linke Medioclavikularlinie
C5	weiß/schwarz	linke, vordere Axillarlinie
C6	weiß/violett	linke, mittlere Axillarliniein Höhe von C4

Exakte Bestimmung der Elektrodenpositionen C1-C6

Für die richtige diagnostische Bewertung des EKG ist eine korrekte Positionierung der Brustwandableitungen von großer Bedeutung. Abweichungen von nur wenigen Zentimetern an der Thoraxoberfläche führen zu starken Veränderungen der EKG-Kurve. Zur genauen Bestimmung der Elektrodenpositionen C1 – C6 kann deshalb der sog. „Thorax-Winkel“ (siehe **In Abbildung 4** benutzt werden. Dieser wir nur in wenigen Studien verfügbar sein. Eine Dokumentation erfolgt im eCRF.

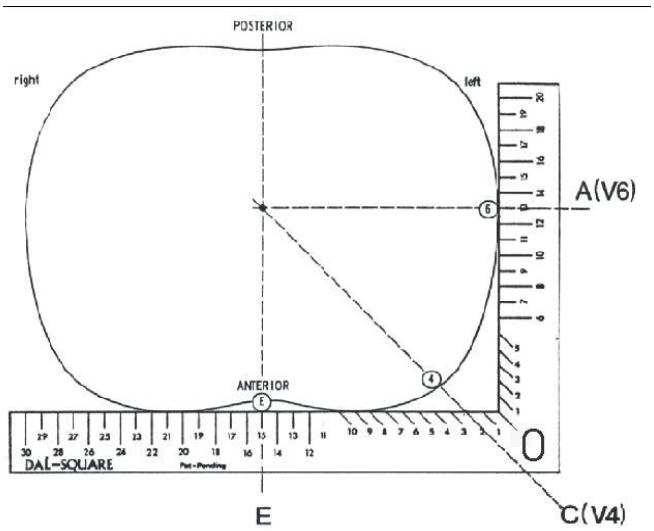


Abbildung 4: Thorax Winkel

Die Elektrodenpositionen können vor dem Anlegen der Elektroden auf dem Thorax des Probanden mit einem Fettstift markiert werden. Der Proband liegt auf dem Rücken. Im Einzelnen ist wie folgt vorzugehen.

(1) Ertasten Sie den 1. Intercostalraum am linken Sternalrand mit dem Mittelfinger der rechten Hand.
(2) Zählen Sie bei sukzessivem Ertasten der folgenden Intercostalräume bis zum 4. Intercostalraum.
(3) Legen Sie am linken Sternalrand des 4. Intercostalraums die Elektrode Position C2 an,
(4) am rechten Sternalrand des 4. Intercostalraums die Elektrode in Position C1.
(5) Legen Sie die Elektroden C5 und C6 entsprechend Abbildung nach Augenmaß an.

Bei Frauen mit großen Mammae empfiehlt sich die Elektrodenanlage auf der Haut unter den Brüsten.

Das EKG-Gerät wird an einen PC/Laptop angeschlossen. Die Aufzeichnung der EKGs erfolgt menügesteuert über ein voreingestelltes Programm am Computerbildschirm. Es wird über 10 Sekunden ein 12-Kanal-EKG Streifen aufgezeichnet, zusätzlich nach Möglichkeit ein Rhythmusstreifen. Bei unzureichender EKG-Qualität, wird die Geräte- und Probandensituation überprüft (siehe Kapitel Technische Probleme, suboptimale Aufzeichnungsqualität) und das EKG nach Optimierung erneut aufgezeichnet. Bei Fortbestehen der schlechten Aufzeichnungsqualität wird der Studienarzt informiert. Für die Auswertung der EKGs steht Analysesoftware zur Verfügung (s.o. 1.4.), die die diagnostische MEANS-Interpretation, die Analyse der QT-Dispersion, das Vektorkardiogramm und die Analyse der Herzfrequenzvariabilität (HRV) umfasst. Die in den Geräten implementierte MEANS-Software

beruht auf der Entwicklung der Abteilung Medizininformatik der Erasmus-Universität Rotterdam.

Teilnehmerinformation

Für den Probanden kann eine zusätzliche Kopie des 12-Kanal-EKG-Ausdrucks auf Wunsch angefertigt werden, studienspezifisch. Machen Sie selbst keine Mitteilung über den aktuellen Computer-Befund.

3.4 Nachbereitung und Erfassen der Daten

EKG-Auswertung durch einen in der EKG-Interpretation erfahrenen Arzt

Generell werden die elektronisch vom EKG-Gerät ermittelten Daten in das eCRF übertragen. Im Falle von klinisch nicht plausiblen Werten wird eine manuelle Nachauswertung anhand eines handelsüblichen EKG-Lineals durchgeführt und diese Werte in das eCRF eingetragen. Wenn die EKG-Qualität nicht ausreichend ist zur Erhebung der studienspezifischen EKG-Parameter, wird dies im eCRF dokumentiert. Im Kommentarfeld besteht die Möglichkeit, als relevant empfundene EKG-Besonderheiten festzuhalten. Eine systematische Auswertung ist eingeschränkt möglich.

Überprüfen der Schreibgeschwindigkeit und Filter vor EKG-Analyse. Bei Abweichungen erfolgt die Dokumentation im eCRF.

Hinweise zur Messung und Definition der Begrifflichkeiten im eCRF

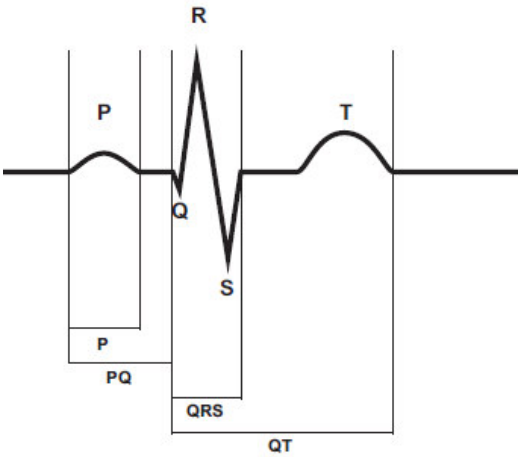


Abbildung 5: Darstellung der Zeiten, die für die EKG-Auswertung benötigt werden

PQ-Zeit

Beginn: P verlässt die isoelektrische Line; Ende: Beginn der Q-Zacke. Bei fehlender Q-Zacke endet die Messung am Beginn des R-Aufstrichs.

Messung in Ableitung II, ansonsten in Ableitung mit optimaler Darstellung.

QRS-Dauer

Beginn: Q verlässt die isoelektrische Linie; Ende: S trifft auf die isoelektrische Linie. Bei fehlender Q-Zacke Beginn der Messung bei R-Aufstrich.

Messung in Ableitung II, ansonsten in Ableitung mit optimaler Darstellung.

QT-Zeit

Beginn: Q verlässt die isoelektrische Linie; Ende: T trifft auf die isoelektrische Linie.

Messung in Ableitung II, ansonsten in Ableitung mit optimaler Darstellung. Die QT-Zeit ist die gemessene, nicht die korrigierte QT-Zeit.

AV-Block

Grad I: PQ-Zeit > 0,20 Sekunden

Grad II: Umfasst Typ I, Wenckebach und Typ II, Mobitz

Typ I, Wenckebach: bei jedem Zyklus verlängert sich die PQ-Zeit, bis ein QRS-Komplex ausfällt.

Typ II, Mobitz: intermittierender Ausfall eines QRS-Komplexes ohne vorherige Zunahme der PQ-Zeit.

Grad III: P-Wellen erscheinen unabhängig von den QRS-Komplexen, meistens mit höherer Frequenz als der Kammerersatzrhythmus.

Schenkelblock

Linksschenkelblock: Verlängerung QRS-Komplex bis zur endgültigen Negativitätsbewegung in v5 oder v6 oder linken Brustwandableitungen auf ≥0,06 sec.

Inkomplett: QRS-Breite ≤0,12 sec

Komplett: QRS-Breite >0,12 sec

Rechtsschenkelblock:

Verlängerung QRS-Komplex bis zur endgültigen Negativitätsbewegung in >30 sec.

Inkomplett: RSB-Morphologie mit QRS-Komplex ≤0,12 sec

Komplett: QRS-Komplex >0,12 sec, breite, gekerbte R-Zacken in v1-v2, S-Zacken in v5-v6

Hemiblock

Linksanteriorer Hemiblock: überdrehter Linkstyp in den Brustwandableitungen, tiefe S-Zacke v5-v6, QRS nicht verbreitert.

Linksposteriorer Hemiblock: Rechtstyp bis überdrehter Rechtstyp

Bei Vorhofhofflimmern oder unregelmäßigem Rhythmus auf dem EKG werden die Zeiten insgesamt dreimal gemessen bei jeweils unterschiedlichen Zyklen. Es wird der Mittelwert eingetragen.

3.5 VERHALTEN BEI ABWEICHUNG

Abweichungen werden im Kommentar/Notizen vermerkt.

Kriterien, wann ein EKG dem Studienarzt gezeigt wird

(1) Bradykardie mit Herzfrequenz unter 40 / min
(2) bei elektronischer Analyse: Hinweis auf Infarkt, akute Ischämie
(3) bei akuten Beschwerden / Problemen immer den Studienarzt holen

Fehlen von Extremitäten, verkürzte Extremitäten

Bei fehlenden oder verkürzten Extremitäten werden die Elektrodenpositionen der Extremitätenableitungen symmetrisch näher am Rumpf gewählt.

- ***Technische Probleme, suboptimale Aufzeichnungsqualität***
  - Verzitterung
  - Starke Verzitterung durch groben Tremor der linken Hand bei Elektrodenanbringung am Unterarm → Rumpfnahes Anlegen der Extremitätenelektroden.
  - Grobe Verzitterung der EKG-Kurven durch ungenügendes Haften der Saugelektroden → Beseitigung durch zuverlässige Befestigung der Elektrode.
  - Muskelzittern
  - Die unregelmäßigen Oszillationen der Aufnahme bei zitternden Probanden sind auf Muskelaktionsströme zurückzuführen → Während der Aufnahme des EKGs sollte man sich daher vergewissern, dass der Patient nicht infolge von Kälte oder Angst zittert, ggf. Untersuchungskittel oder dünne Decke überlegen.

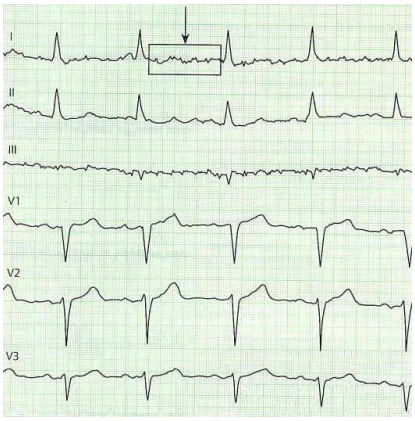


Abbildung 6: Muskelzittern bei Parkinsonpatient (Hamm, Willems 2007)

- ***Wechselstromüberlagerung***

Bei großem Übergangswiderstand zwischen Haut und Elektroden kann das Elektrokardiogramm von Wechselstromartefakten überlagert sein. Diese Störung ist gekennzeichnet durch völlig regelmäßig geformte kleine Zacken, die der Wechselstromfrequenz von 50 Perioden pro Sekunde entsprechen → Selten bleibt nach Verwendung von ausreichend Elektrodenspray eine Wechselstromüberlagerung bestehen, ggf. sollte die Untersuchungsliege im Raum anders positioniert werden.

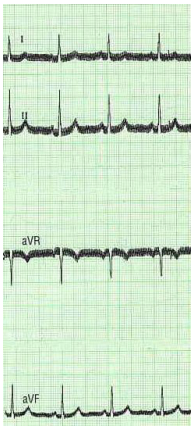


Abbildung 7: Wechselstromüberlagerung (Hamm, Willems 2007)

- Mangelhafte Kontakte, Schroffe Sprünge der Aufnahme können mangelhafte Kontakte als Ursache haben.
- Langsame Schwingungen der isoelektrischen Linie**.**
- Schwingungen der Isoelektrischen können Polarisierung der Elektroden, Verschieben der Elektroden durch Atmungsbewegungen oder eine schlechte Einstellung des Verstärkers als Ursache haben → Regulierung des Verstärkers.

- ***Weitere Störmöglichkeiten***
  - Bei besonders großem Busen Elektroden nicht unterhalb, sondern auf die Brüste kleben.
  - Aufpassen, dass die Brüste beim Ausmessen mit dem Thoraxwinkel und beim Markieren nicht verschoben werden. Müssen in „natürlicher Liegehaltung“ markiert werden.
  - Bei starker Behaarung reicht meist „Scheitel ziehen“ und Erhöhungen der Saugleistung aus. Falls nicht, muss mit Einwilligung des Probanden rasiert werden.
  - Nicht nur auf den absoluten Störpegel achten, sondern auch, dass bei keiner der 12 Ableitungen die isoelektrische Linie verrutscht.
  - Kritisch beobachten, ob eine Ableitung schlechter ist, als die anderen (Wechselstrom oder höher Störpegel).
    - Akut: Sitz der Elektrode prüfen und noch einmal neu anbringen.
    - Bei mehreren EKGs hintereinander: Spricht für defekte Elektrode → Elektroden tauschen, Reinigungsbad.
- Wechselstromstörung auf allen Ableitungen: Im Raum nach elektrischen Störquellen suchen (z.B. Hallogenleuchten, Netzteile von z.B. Laptop/PC, Handy), evtl. Position der Liege im Raum verändern oder Untersuchungsraum verlegen, Erdung überprüfen.
- Einzelne Ableitungen werden nicht dargestellt und alle Elektroden sitzen korrekt/ bzw. sind nicht defekt → alle Verbindungen zwischen Laptop/PC und EKG-Gerät und Sauganlage überprüfen.
- Proband kann absolut nicht flach liegen wegen z.B. Atemnot, Schwindel oder Schmerzen. Hier darf das EKG auch bei erhöhtem Kopfteil bis zu sitzender Lage durchgeführt werden.
- Sehr starker Tremor, so dass EKG kaum zu beurteilen → Extremitäten während Ableitung festhalten.
- Bei Probanden mit extremen Übergewicht, bei denen die Breite der Liege nicht ausreicht →
- Stuhl zur Ablage der Arme beistellen

Generell

Besonderheiten werden immer im Kommentar/Notizen vermerkt.

4 LITERATUR UND REFERENZEN

1. Hawkins NM, Wang D, McMurray JJ, Pfeffer MA, Swedberg K, Granger CB, Yusuf S, Pocock SJ, Ostergren J, Michelson EL, Dunn FG. Prevalence and prognostic implications of electrocardiographic left ventricular hypertrophy in heart failure: evidence from the CHARM programme. Heart. 2006 Sep 4; [Epub ahead of print]
2. Massing MW, Simpson RJ Jr, Rautaharju PM, Schreiner PJ, Crow R, Heiss G. Usefulness of Ventricular Premature Complexes to Predict Coronary Heart Disease Events and Mortality (from the Atherosclerosis Risk In Communities Cohort). Am J Cardiol. 2006 Dec 15;98(12):1609-12. Epub 2006 Oct 18.
3. Sajadieh A, Nielsen OW, Rasmussen V, Ole Hein H, Hansen JF. Increased ventricular ectopic activity in relation to C-reactive protein, and NT-pro-brain natriuretic peptide in subjects with no apparent heart disease. Pacing Clin Electrophysiol. 2006 Nov;29(11):1188-94.
4. Hamm CW, Willems S. Checkliste EKG. 3. Auflage, 2007 Georg Thieme Verlag KG. ISBN 978 3 13 106363 2
5. Thygesen K, Alpert JS, Jaffe AS, Simoons ML, Chaitman BR, White HD, Katus HA, Lindahl B, Morrow DA, Clemmensen PM, Johanson P, Hod H, Underwood R, Bax JJ, Bonow RO, Pinto F, Gibbons RJ, Fox KA, Atar D, Newby LK, Galvani M, Hamm CW, Uretsky BF, Steg PG, Wijns W, Bassand JP, Menasche P, Ravkilde J, Ohman EM, Antman EM, Wallentin LC, Armstrong PW, Simoons ML, Januzzi JL, Nieminen MS, Gheorghiade M, Filippatos G, Luepker RV, Fortmann SP, Rosamond WD, Levy D, Wood D, Smith SC, Hu D, Lopez-Sendon JL, Robertson RM, Weaver D, Tendera M, Bove AA, Parkhomenko AN, Vasilieva EJ, Mendis S. Third universal definition of myocardial infarction. Circulation 2012;126:2020-2035.
6. Steg PG, James SK, Atar D, Badano LP, Blomstrom-Lundqvist C, Borger MA, Di MC, Dickstein K, Ducrocq G, Fernandez-Aviles F, Gershlick AH, Giannuzzi P, Halvorsen S, Huber K, Juni P, Kastrati A, Knuuti J, Lenzen MJ, Mahaffey KW, Valgimigli M, van 't HA, Widimsky P, Zahger D. ESC Guidelines for the management of acute myocardial infarction in patients presenting with ST-segment elevation. Eur Heart J 2012;33:2569-2619.

5 ÄNDERUNG

Änderung gegenüber der letzten Version.

Abschnitt	Beschreibung der Veränderung zur vorherigen Version
2.1	
….	

6 BETEILIGTE PERSONEN

Name	Funktion	Beteiligung
PD Dr. Renate B. Schnabel	Erstautor	Erstellung der SOP
Dr. Annika Jagodzinski	Autor	Erstellung der SOP
Prof. Dr. Marcus Dörr	Autor/ Reviewer	Erstellung der SOP/ Fachliche Prüfung
PD Dr. Rolf Wachter	Reviewer	Fachliche Prüfung

7 ANLANGEN

7.1 ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1 Anteile der EKG Kurve (Hamm, Willems 2007) 5
Abbildung 2: Abnahmestellen für die Extremitätenableitungen (Hamm, Willems 07) 11
Abbildung 3: Abnahmestellen für die Brustwandableitungen C1 – C6 (Hamm, Willems 07) 12
Abbildung 4: Thorax Winkel 13
Abbildung 5: Darstellung der Zeiten, die für die EKG-Auswertung benötigt werden 14
Abbildung 6: Muskelzittern bei Parkinsonpatient (Hamm, Willems 2007) 17
Abbildung 7: Wechselstromüberlagerung (Hamm, Willems 2007) 17

7.2 eCRF Modul

EKG

Angaben zur Untersuchung

I.	Wurde die EKG durchgeführt?*	ja nein unbekannt nicht erhoben	Kommentar Query
II.	Datum der Untersuchung*	- - tt.mm.jjj	Kommentar Query
III.	Qualitätslevel*	< Bitte auswählen >	Kommentar Query

1. EKG

1.1.	EKG Aufzeichnungsqualität unzureichend*	ja nein unbekannt nicht erhoben	Kommentar Query
1.2.	Verwendung Thoraxwinkel*	ja nein unbekannt nicht erhoben	Kommentar Query
1.3.	Kommentar*		Hilfe Kommentar Query
1.4.	Herzfrequenz*	/min	Kommentar Query
1.5.	Rhythmus*	Sinusrhythmus Vorhofflimmern Vorhofflattern Anderer Rhythmus unbekannt nicht erhoben	Kommentar Query
	Bitte spezifizieren*		
1.6.	Schrittmacherstimulation*	ja nein unbekannt nicht erhoben	Kommentar Query
1.6.1.	Vorhoferregung durch Schrittmacher*	ja nein unbekannt nicht erhoben	
1.6.2.	Kammererregung durch Schrittmacher*	ja nein unbekannt nicht erhoben	
1.6.3.	Andere*	ja nein unbekannt nicht erhoben	
1.6.4.	Bitte spezifizieren*		
1.7.	PQ-Zeit*	ms	Hilfe Kommentar Query
1.8.	QRS-Dauer*	ms	Hilfe Kommentar Query
1.9.	QT-Zeit*	ms	Hilfe Kommentar Query
1.10.	AV-Block*	ja nein unbekannt nicht erhoben	Hilfe Kommentar Query
1.10.1	Grad:*	I II III unbekannt nicht erhoben	
1.11.	Schenkelblock*	LSB RSB keiner unbekannt nicht erhoben	Hilfe Kommentar Query
	Bitte spezifizieren*	komplett inkomplett unbekannt nicht erhoben	
1.12.	Hemiblock*	LAH LPH keiner unbekannt nicht erhoben	Hilfe Kommentar Query

1.13.	Diskordante T-Negativierungen*	ja nein unbekannt nicht erhoben	Kommentar Query
1.13.1	Mindestens zwei der Ableitungen I, aVL, V6*	ja nein unbekannt nicht erhoben	
1.13.2	Mindestens zwei der Ableitungen II, III, aVF*	ja nein unbekannt nicht erhoben	
1.13.3	Mindestens zwei der Ableitungen V2, V3, V4, V5*	ja nein unbekannt nicht erhoben	

1.14.	ST-Strecken pathologisch*	ja nein unbekannt nicht erhoben	Hilfe Kommentar Query
1.14.1	Mindestens zwei der Ableitungen I, aVL, V6*	ja nein unbekannt nicht erhoben	
1.14.2	Mindestens zwei der Ableitungen II, III, aVF*	ja nein unbekannt nicht erhoben	
1.14.3	Mindestens zwei der Ableitungen V2, V3, V4, V5*	ja nein unbekannt nicht erhoben	
1.14.4	Andere, bitte spezifizieren*		

1.15.	Q-Wellen als Hinweis auf abgelaufenen Infarkt*	ja nein unbekannt nicht erhoben	Kommentar Query
1.15.1	Q-Welle in Ableitungen v2-v3 ≥0.02 sec oder QS Komplex in Ableitungen v2 und v3*	ja nein unbekannt nicht erhoben	
1.15.2	Q-Welle ≥0.03 sec und ≥0.1 mV tief oder QS Komplex in Ableitungen I, II, aVL, aVF oder v4-v6 in mindestens 2 benachbarten Ableitungen (I, aVL; v1-v6; II, III, aVF)*	ja nein unbekannt nicht erhoben	

2. Langzeit-EKG

2.1.	Aufzeichnungsdauer*	☑ ___ - ___ hh:mm	Kommentar Query
2.2.	Mittlere Herzfrequenz*	☑ ___ /min	Kommentar Query
2.3.	Minimale Herzfrequenz*	☑ ___ /min	
2.4.	Maximale Herzfrequenz*	☑ ___ /min	
2.5.	Zahl der VES*	☑ ___	Hilfe Kommentar Query
2.6.	Zahl der SVES*	☑ ___	
2.7.	Dauer der längsten ventrikulären Tachykardie*	☑ ___ Sekunden	Kommentar Query
2.8.	Frequenz der längsten ventrikulären Tachykardie*	☑ ___ /min	
2.9.	Dauer der schnellsten ventrikulären Tachykardie*	☑ ___ Sekunden	
2.10.	Frequenz der schnellsten ventrikulären Tachykardie*	☑ ___ /min	
2.11.	SDNN*	☑ ___ ms	Hilfe Kommentar Query
2.12.	Pausen >3 Sekunden*	ja nein unbekannt nicht erhoben	Kommentar Query
2.12.1	Anzahl der Pausen >3 Sekunden*	☑ ___	
2.12.2	Dauer der längsten Pause >3 Sekunden*	☑ ___ Sekunden	
2.12.3	Uhrzeit der längsten Pause >3 Sekunden*	☑ ___ - ___ hh:mm	

DZHK
DEUTSCHES ZENTRUM FÜR
HERZ-KREISLAUF-FORSCHUNG E.V.

DZHK-SOP-K-03

12-Kanal Oberflächen Elektrokardiographie in Ruhe (EKG)

Version: V1.0 Gültig ab: 01.09.2014

Ersetzte Version: Vom:

Änderungshinweis:

	Fachlicher Autor	Fachlicher Review	Zustimmung Bereichsleitung	Freigabe DZHK
Name	Renate B. Schnabel (Hamburg) Annika Jagodzinski (Hamburg)	Rolf Wachter (Göttingen) Marcus Dörr (Greifswald)	Matthias Nauck	Thomas Eschenhagen
Datum	26.08.2014	26.08.2014	26.08.2014	26.08.2014
Unterschrift				

DZHK
DEUTSCHES ZENTRUM FÜR
HERZ-KREISLAUF-FORSCHUNG E.V.

DZHK-SOP-K-03

12-Kanal Oberflächen Elektrokardiographie in Ruhe (EKG)

Version: V1.0

Gültig ab: 01.09.2014

Ersetzte Version:

Vom:

Änderungshinweis:

	Fachlicher Autor	Fachlicher Review	Zustimmung Bereichsleitung	Freigabe DZHK
Name	Renate B. Schnabel (Hamburg) Annika Jagodzinski (Hamburg)	Rolf Wachter (Göttingen) Marcus Dörr (Greifswald)	Matthias Nauck	Thomas Eschenhagen
Datum	26.08.2014	26.08.2014	26.08.2014	26.08.2014
Unterschrift				