

Aus der Abteilung für Kardiologie
Chefarzt Dr. med. D. Müller
des Klinikums Bremerhaven Reinkenheide

Treffsicherheit der Notarzt-EKG-Diagnose bei STEMI-Patienten und Ihre Auswirkungen auf den klinischen Verlauf

INAUGURAL – DISSERTATION

zur Erlangung des Doktorgrades
der medizinischen Fakultät der
Georg-August-Universität Göttingen

vorgelegt von

Sabri Mohamad

aus Alhasaka/ Syrien

Göttingen 2024

Dekan: Prof. Dr. W. Brück

Betreuungsausschuss

Betreuer*in: Prof. Dr. med. R. Dißmann

Ko-Betreuer*in: Prof. Dr. med. M. Roessler

Prüfungskommission

Referent*in: Prof. Dr. med. R. Dißmann

Ko-Referent*in:

Drittreferent*in:

Datum der mündlichen Prüfung:

Hiermit erkläre ich, die Dissertation mit dem Titel „Treffsicherheit der Notarzt-EKG-Diagnose bei STEMI-Patienten und Ihre Auswirkungen auf den klinischen Verlauf“ eigenständig angefertigt und keine anderen als die von mir angegebenen Quellen und Hilfsmittel verwendet zu haben.

Göttingen, den

(Unterschrift)

INHALTSVERZEICHNIS

Abbildungsverzeichnis	IV
Tabellenverzeichnis.....	V
Abkürzungsverzeichnis.....	VI
1 Einleitung	1
1.1 Akuter Myokardinfarkt und akutes Koronarsyndrom (ACS).....	1
1.1.1 Definition.....	1
1.1.2 Pathophysiologie	3
1.2 Epidemiologie des ST-Streckenhebungsinfarkts (STEMI)	3
1.3 Diagnose des akuten Herzinfarkts und initiale Diagnose des STEMIs	4
1.3.1 Erschwerte EKG-Diagnostik bei STEMI	6
1.4 Reperfusionstherapie	7
1.4.1 Auswahl von Reperusionsstrategien	7
1.4.2 Zeitziele der Reperfusionstherapie	9
1.4.3 Primäre perkutane Koronarintervention	10
1.4.4 Periprozedurale Pharmakotherapie.....	11
1.4.5 Fibrinolyse und pharmakoinvasive Strategie	13
1.4.6 Koronararterien-Bypass-Operation	15
1.4.7 Management während des Krankenhausaufenthaltes und bei der Entlassung	16
1.5 Prähospitaler Logistik der Versorgung	17
1.5.1 Verzögerungen	17
1.5.2 Emergency medical system (Rettungsdienst).....	19
1.5.3 Organisation von ST-Hebungs-Myokardinfarkt-Behandlung in Netzwerken	20
1.6 Fragestellung	21

2	Material und Methoden.....	22
2.1	Patienten und Methoden.....	22
2.1.1	Das Patientenkollektiv.....	22
2.1.2	Patienten, die nicht in die Auswertung einbezogen wurden.....	22
2.2	Datenerhebung.....	23
2.3	Validierung des verblindeten EKGs.....	25
2.4	EKG-Einschlusskriterien.....	26
2.5	EKG-Überprüfung-Patientengruppen.....	26
2.6	Erfassung zeitlicher Abläufe.....	27
2.7	Statistik.....	27
3	Ergebnisse.....	27
3.1	Eingeschlossene Patienten.....	27
3.2	Beschreibung des gesamten Studien-Kollektivs.....	29
3.3	Übereinstimmung des Notarzt und KBR-CoreLab-EKGs.....	29
3.4	Beispiele zu falsch positiven und falsch negativen Fällen.....	31
3.4.1	Falsch positiv-Fall 1.....	31
3.4.2	Falsch positiv-Fall 2.....	32
3.4.3	Falsch positiv-Fall 3.....	34
3.4.4	Falsch negativ-Fall 1.....	35
3.4.5	Falsch negativ-Fall 2.....	36
3.4.6	Falsch negativ-Fall 3.....	38
3.4.7	Falsch negativ-Fall 4.....	39
3.4.8	Falsch negativ-Fall 5.....	40
3.5	Assoziation der notärztlichen EKG-Befundung mit Versorgungszeiten.....	42

4	Diskussion.....	45
4.1	Treffsicherheit der STEMI-Diagnose vom Notarzt.....	45
4.1.1	Welche Faktoren können Fehler in der EKG-Auswertung durch den Notarzt begünstigen? (EKG-abhängige Faktoren).....	45
4.1.2	Vergleich der Ergebnisse unserer Studie mit der First-Medical-Contact-Studie in Treffsicherheit der STEMI-Diagnose vom Notarzt.....	45
4.2	Welche Auswirkung auf den klinischen Verlauf hat die EKG-Diagnose durch den Notarzt?	46
4.2.1	Vergleich der Ergebnisse unserer Studie mit der First-Medical-Contact-Studie in Assoziation der notärztlichen EKG-Befundung mit Versorgungszeiten der First-Medical-Contact-Studie	47
4.3	Unterschied zwischen unserer Studie und First-Medical-Contact-Studie.....	48
4.4	Verbesserungsoptionen.....	48
4.4.1	Telemedizinische Übertragung der präklinischer EKGs zur Optimierung der prähospitalen EKG-Diagnostik.....	48
5	Zusammenfassung des Projekts	50
6	Literaturverzeichnis	51

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Definition und Einteilung des akuten Koronarsyndrom.....	2
Abbildung 2: Modus der Patientenpräsentation, Komponenten der Ischämiezeit und Verlaufsdiagramm zur Reperfusionstrategie-Auswahl	19
Abbildung 3: Maximale Zielzeiten gemäß der Auswahl der Reperfusionstrategie bei Patienten, die sich über EMS oder in einem Nicht-PCI-Zentrum präsentieren	21
Abbildung 4: Patientengruppen nach Art der Einweisung	28
Abbildung 5: Übereinstimmung des Notarzt und KBR-CoreLab-EKGs	30
Abbildung 6: Falsch Positiv-Fall 1 (Notarzt-EKG).....	31
Abbildung 7: Falsch Positiv-Fall 1 (Notarzt-Protokoll)	32
Abbildung 8: Falsch Positiv-Fall 2 (Notarzt-Protokoll)	33
Abbildung 9: Falsch Positiv-Fall 2 (Notarzt-EKG).....	34
Abbildung 10: Falsch Positiv-Fall 3 (Notarzt-EKG).....	34
Abbildung 11: Falsch Positiv-Fall 3 (Notarzt-Protokoll)	35
Abbildung 12: Falsch Negativ-Fall 1 (Notarzt-EKG).....	36
Abbildung 13: Falsch Negativ-Fall 1 (Notarzt-Protokoll).....	36
Abbildung 14: Falsch Negativ-Fall 2 (Notarzt-EKG)	37
Abbildung 15: Falsch-Negativ-Fall 2 (Notarzt-Protokoll)	37
Abbildung 16: Falsch Negativ-Fall 3 (Notarzt-EKG)	38
Abbildung 17: Falsch Negativ-Fall 3 (Notarzt-Protokoll).....	39
Abbildung 18: Falsch Negativ-Fall 4 (Notarzt-EKG)	40
Abbildung 19: Falsch Negativ-Fall 4 (Notarzt-Protokoll).....	40
Abbildung 20: Falsch Negativ-Fall 5 (Notarzt-EKG)	41
Abbildung 21: Falsch Negativ-Fall 5 (Notarzt-Protokoll).....	41
Abbildung 22: Assoziation der notärztlichen EKG-Befundung mit Versorgungszeiten.....	42
Abbildung 23: Assoziation der notärztlichen EKG-Befundung mit Versorgungszeiten und Aufnahmedienst bei Patienten mit STEMI.....	44

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Empfehlung zur initialen Diagnose des STEMIs	6
Tabelle 2: Sonderfälle des STEMIs	7
Tabelle 3: Die Definitionen von Begriffen im Zusammenhang mit der Reperfusionstherapie	9
Tabelle 4: Verfahrensaspekte der primären perkutanen Koronarangiographie	11
Tabelle 5: Periprozedurale antithrombotische Therapie bei primärer PCI	12
Tabelle 6: Periprozedurale Antikoagulationstherapie bei primärer PCI	13
Tabelle 7: Absolute Kontraindikation für eine fibrinolytische Therapie	15
Tabelle 8: Relative Kontraindikation für eine fibrinolytische Therapie	15
Tabelle 9: Dokumentationsbogen der STEMI-Aufnahme	24
Tabelle 10: Tabellenbasierte KBR-CoreLab-Befundung	25
Tabelle 11: EKG-Überprüfung-Patientengruppen	26
Tabelle 12: Studiengruppen	28
Tabelle 13: Beschreibung des gesamten Patienten-Kollektivs	29
Tabelle 14: Übereinstimmung der STEMI-Diagnose Notarzt versus KBR-CoreLab-EKGs	30
Tabelle 15: Assoziation der notärztlichen EKG-Befundung mit Versorgungszeiten	42
Tabelle 16: Assoziation der notärztlichen EKG-Befundung mit Versorgungszeiten und Aufnahmedienst bei Patienten mit STEMI (N=116)	43
Tabelle 17: Demografischen Daten der CoreLab-definierten STEMI-Patienten und der anhand der notärztlichen EKG-Befundung der First-Medical-Contact-Studie	46

Abkürzungsverzeichnis

ACB-OP	Aorto-coronare-Bypassoperation
ACC	American College of Cardiology
ACS	Akutes Koronarsyndrom
BMS	Bare-Metal-Stent
DAPT	Dual Antiplatelet Therapy
DES	Drug Eluting Stent
EKG	Elektrokardiogramm
EMK	Erster medizinischer Kontakt
EMS	Emergency medical services
ESC	European Society of Cardiology
FMC	First medical contact
IAP	Instabile Angina pectoris
IRA	Infarct related artery
KBR	Klinikum Bremerhaven-Coronarangiographie-Labor
KHK	Koronare Herzerkrankung
LBBS	Linksschenkelblock
LVEF	Linksventrikuläre Auswurffraktion
MI	Myokardinfarkt
NSTEMI	Nicht-ST-Hebungsinfarkt
PCI	Primäre perkutane Koronarintervention
RBBS	Rechtsschenkelblock
STEMI	ST-Hebungsinfarkt
UFH	Unfraktioniertes Heparin

1 Einleitung

Nach Angaben der Weltgesundheitsorganisation (WHO) ist die ischämische Herzkrankheit (KHK) die häufigste Todesursache weltweit und macht 13,2% aller Todesfälle aus (WHO 2014). Die Sterblichkeitsrate durch koronare Herzkrankheit in Deutschland wurde im Jahr 2013 auf 125.220 Fälle geschätzt. Diese Zahl entspricht 14% der Todesfälle und liegt damit in vergleichbarer Größenordnung (Statistisches Bundesamt 2013). Bei der Behandlung eines akuten ST-Hebungs-Myokardinfarkts spielt neben der Qualität der Behandlung die Zeit eine entscheidende Rolle für das Patientenergebnis „Zeit ist Muskel“. Um diese Schlussfolgerung zu untermauern, haben nationale und internationale kardiovaskuläre Fachgesellschaften, nämlich die Deutsche Herzgesellschaft (DGK), die European Society of Cardiology (ESC) und die American Heart Association (AHA), Behandlungsleitlinien für den Myokardinfarkt mit ST-Strecken-Hebung entwickelt. Der Herzmuskel kann Ischämie nur kurz tolerieren. Aus diesem Grund sind eine schnelle Diagnose und eine schnelle Reperfusion von zentraler Bedeutung für die Begrenzung der frühinfarktbedingten Mortalität (De Luca et al. 2004a). Maßnahmen zur raschen Reperfusion (Bradley et al. 2006) tragen auch zur langfristigen Verbesserung der Myokardfunktion bei und tragen dazu bei, eine systolische Herzinsuffizienz und eine langfristig signifikant erhöhte Mortalität zu verhindern (Meta-analysis Global Group in Chronic Heart Failure 2012). In den europäischen Leitlinien wird für die Diagnose und Behandlung des akuten ST-Hebungsinfarktes (STEMI) eine Zeitspanne von weniger als 60 Minuten empfohlen (Steg et al. 2012; Roffi et al. 2016).

Die Erfahrungen des klinischen Alltags weisen darauf hin, dass die korrekte Diagnose eines STEMI durch den Notarzt entscheidend die Qualität der Versorgung und die Versorgungszeit beeinflusst. Aus diesem Grund ist es von großem Interesse, die Diagnosestellung als entscheidenden Schlüsselprozess in der prähospitalen Phase eingehender zu untersuchen.

Durch die Optimierung der Kette der medizinischen Notfallversorgung könnten die Behandlungszeiten für Patienten mit ST-Hebungs-Myokardinfarkt (STEMI) verkürzt werden. Hierbei ist die erste medizinische Versorgung und insbesondere die korrekte EKG-Diagnose von zentraler Bedeutung.

1.1 Akuter Myokardinfarkt und akutes Koronarsyndrom (ACS)

1.1.1 Definition

Myokardinfarkt ist der allgemeine Begriff, der verwendet wird, um die Zerstörung von Herzgewebe zu beschreiben, die durch ein Missverhältnis zwischen dem Bedarf an und der

Zufuhr von Sauerstoff im Herzmuskel verursacht wird. Er ist eine klinische Erscheinungsform der koronaren Herzkrankheit, die auf einer Verengung der Herzkranzgefäße durch Atherosklerose beruht (Bassand et al. 2007). Die Diagnose eines MI basiert heute auf einer typischen Erhöhung der biochemischen Marker Troponin T/I und/oder CK-MB, die mit klinischen Beschwerden, EKG-Veränderungen oder angiografischen Nachweisen einhergeht, wie von der ESC und dem ACC festgelegt (Alpert et al. 2000; Hamm 2004). Da es sich bei MI um eine potenziell tödliche Form der KHK handelt, wird sie als akutes Koronarsyndrom (ACS) klassifiziert, das alle lebensbedrohlichen Verläufe der KHK umfasst und sich durch akuten Brustschmerz als Hauptsymptom äußert (Hamm 2004). Zu den drei Arten von ACS gehören der ST-Hebungs-Myokardinfarkt (STE-ACS), der Nicht-ST-Hebungs-Myokardinfarkt (NSTEMI-ACS) und die instabile Angina pectoris (IAP), für die es jeweils eigene Behandlungsmöglichkeiten gibt. Die ST-Streckenhebung im EKG ermöglicht eine Unterscheidung zwischen STE-ACS und NSTEMI/instabiler AP ohne ST-Hebung (Hamm 2009). Anhand eines späteren laborchemischen Anstiegs der herzmuskelspezifischen Enzyme, kann ein NSTEMI von einer instabilen AP unterschieden werden (Hamm 2009). Die Unterscheidung zwischen NSTEMI und AP ist daher für die Erstbehandlung von Personen mit ACS nicht von Bedeutung.

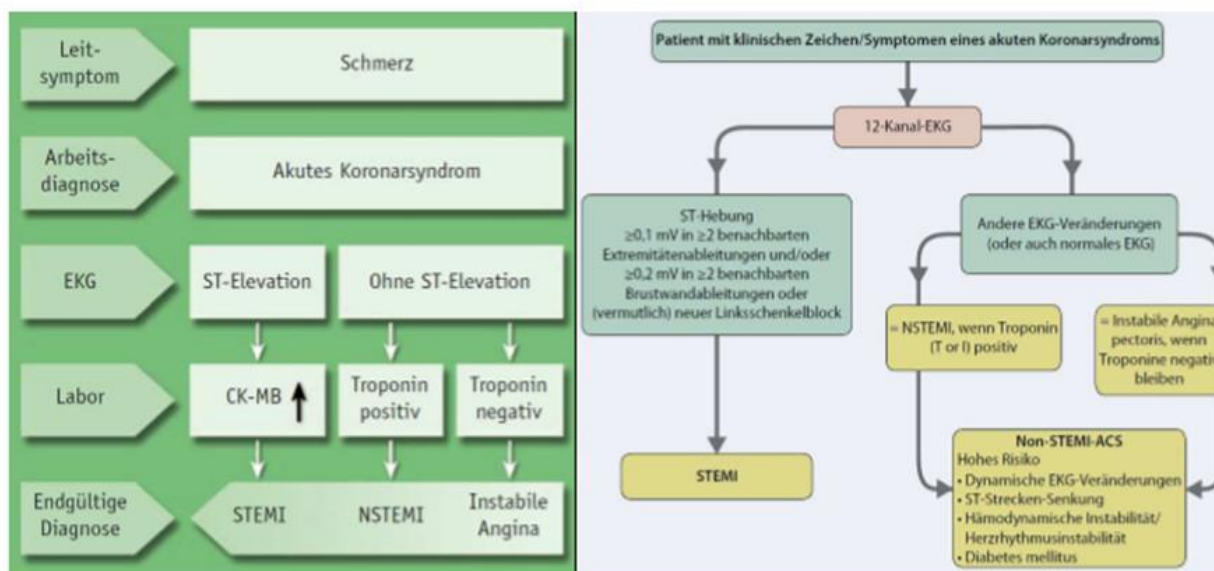


Abbildung 1: Definition und Einteilung des akuten Koronarsyndrom (Hamm 2004; Hamm 2009) `mit freundlicher Genehmigung von deutscher Gesellschaft für Kardiologie´

1.1.2 Pathophysiologie

Eine durch Atherosklerose entstandene Plaque in den Herzkranzgefäßen reißt auf und setzt Plaquebestandteile frei. Dadurch wird die Blutplättchenaggregation im vorbeiströmenden Blut aufgelöst. Rezidivierende Embolisationen oder vorübergehende kurzfristige Verschlüsse können zu den Symptomen einer instabilen Angina pectoris oder eines Myokardinfarkts ohne ST-Strecken-Hebung führen. Führt ein Thrombus zu einem vollständigen Verschluss eines Herzkranzgefäßes, liegt ein ST-Strecken-Hebungs-Myokardinfarkt vor.

1.2 Epidemiologie des ST-Streckenhebungsinfarkts (STEMI)

Ischämische Herzerkrankungen sind die häufigste Todesursache in der Welt mit steigender Inzidenz. In Europa hat sich jedoch in den letzten drei Jahrzehnten insgesamt ein Trend zur Senkung der Sterblichkeitsrate von ischämischen Herzerkrankungen gezeigt (Hartley et al. 2016). Ischämische Herzkrankheiten verursachen heute fast 1,8 Millionen Todesfälle pro Jahr oder 20% aller Todesfälle in Europa, wenn auch mit großen Unterschieden zwischen den Ländern (Townsend et al. 2016).

Die relative Inzidenz des STEMI nimmt ab, während die Inzidenz des NSTEMI steigt (McManus et al. 2011; Sugiyama et al. 2015). Das wohl umfassendste europäische STEMI-Register befindet sich in Schweden, wo die Inzidenz von STEMI im Jahr 2015 bei 58 pro 100 000 pro Jahr lag (Jernberg 2016). In anderen europäischen Ländern betrug die Inzidenz zwischen 43 und 144 pro 100 000 pro Jahr (Widimsky et al. 2010). Auch die berichteten angepassten Inzidenzraten für STEMI aus den USA gingen von 133 pro 100 000 im Jahr 1999 auf 50 pro 100 000 im Jahr 2008 zurück, während die Inzidenz von NSTEMI konstant blieb oder leicht zunahm (Mozaffarian et al. 2015). Männer und junge Menschen sind häufiger betroffen (Khera et al. 2015; Jernberg 2016).

Die Sterblichkeit bei STEMI-Patienten wird von vielen Faktoren beeinflusst, darunter fortgeschrittenes Alter, Killip-Klasse, Zeitverzögerung bis zur Behandlung, Vorhandensein von EMS-basierten STEMI-Netzwerken, Behandlungsstrategie, Anzahl der erkrankten Koronararterien und linksventrikuläre Auswurfraction (LVEF). Mehrere neuere Studien haben gezeigt, dass die akute Mortalität und die Langzeitmortalität nach STEMI mit zunehmender Reperfusionstherapie, primärer perkutaner Koronarintervention (PCI), moderner antithrombotischer Therapie und Sekundärprävention abnehmen (Gale et al. 2014; Puymirat et al. 2012; Townsend et al. 2016). Dennoch bleibt die Sterblichkeit im Wesentlichen konstant in den letzten 10 Jahren (Swedish Coronary Angiography and Angioplasty Registry). Die

Krankenhausmortalität von nicht ausgewählten STEMI-Patienten in nationalen Registern der ESC-Länder liegt zwischen 4 und 12% (Kristensen et al. 2014), während die gemeldete 1-Jahressterblichkeit von STEMI-Patienten in Angiografieregistern etwa 10% beträgt (Fokkema et al. 2013; Pedersen et al. 2014).

Der Myokardinfarkt ist nach wie vor eine der Haupttodesursachen bei Frauen, obwohl ischämische Herzerkrankungen bei Frauen durchschnittlich 7 bis 10 Jahre später auftreten als bei Männern. Nach dem Alter von 75 Jahren machen Frauen die Mehrheit der Patienten mit akutem Koronarsyndrom aus, obwohl die Inzidenz des akuten Koronarsyndroms deutlich höher bei Männern unter 60 Jahren ist (Regitz-Zagrosek et al. 2016). Frauen neigen häufiger zu atypischen Symptomen (je nach Register bis zu 30%) (Brieger et al. 2004) und erscheinen eher später als Männer (Diercks et al. 2010; Kaul et al. 2011). Es ist daher wichtig, bei Frauen mit möglichen Ischämiesymptomen, ein hohes Maß an Bewusstsein für den Myokardinfarkt aufrechtzuerhalten.

1.3 Diagnose des akuten Herzinfarkts und initiale Diagnose des STEMIs

Die Diagnose eines akuten Myokardinfarkts beruht auf dem Anstieg und/oder Abfall der Herzenzyme (vor allem Troponin) mit mindestens einem Wert über dem 99-Perzentil des oberen Referenzbereiches und mindestens einem der kommenden Kriterien:

- Typische Beschwerden eines Myokardinfarkts
- Neu aufgetretene relevante ST-Strecken-Veränderungen oder neu aufgetretener Linksschenkelblock
- Nachweis von neuen pathologischen Q-Zacken
- Neue Beweise einer Schädigung des vitalen Myokards in der Bildgebung
- Angiografischer oder autoptischer Nachweis eines intrakoronaren Thrombus

Zunächst muss eine sichere Diagnose des STEMIs gestellt werden. Diese beruht auf Symptomen bei typischer AP und typischen Veränderungen im 12-Kanal-EKG mit ST-Hebungen, die mit einer Myokardischämie einhergehen. Wichtige zusätzliche Hinweise in der Anamnese sind eine KHK und die Ausstrahlung von Schmerzen in den Nacken, Unterkiefer oder linken Arm. Einige Patienten weisen weniger typische Symptome wie Kurzatmigkeit, Übelkeit/Erbrechen, Müdigkeit, Herzklopfen oder Synkopen auf (de Torbal et al. 2006). Eine Verbesserung der Symptome nach Gabe von Nitroglycerin ist kein diagnostisches Kriterium (Henrikson et al. 2003). Bei Symptomlinderung nach Gabe von Nitroglycerin muss ein weiteres 12-Kanal-EKG erstellt werden. Ein kompletter Rückgang der ST-Strecken-Hebung nach Gabe von

Nitroglycerin in Verbindung mit einer kompletten Verringerung der Brustschmerzen weist auf einen Koronarspasmus mit oder ohne begleitenden Myokardinfarkt hin. Empfohlen wird eine schnellstmögliche Einleitung einer EKG-Überwachung bei allen Patienten mit Verdacht auf STEMI, um lebensbedrohliche Arrhythmien zu erkennen und bei Bedarf eine sofortige Defibrillation zu ermöglichen. Bei Verdacht auf einen STEMI ist die Ableitung und Interpretation eines 12-Kanal-EKGs so früh wie möglich zum Zeitpunkt des Erstkontaktes (FMC) erforderlich, damit eine frühzeitige STEMI-Diagnose und Triage erfolgen kann (Diercks et al. 2006).

Wenn das EKG nicht eindeutig ist oder keine Evidenz für den klinischen Verdacht auf einen MI zeigt, sollten EKGs wiederholt und möglichst mit früheren Aufzeichnungen verglichen werden. Im richtigen klinischen Kontext wird eine ST-Streckenerhebung (gemessen am J-Punkt) in folgenden Fällen als anhaltender akuter Koronararterienverschluss angesehen: mindestens zwei zusammenhängenden Ableitungen mit einer ST-Strecken-Hebung $\geq 2,5$ mm bei Männern <40 Jahre, ≥ 2 mm bei Männern ≥ 40 Jahre oder $\geq 1,5$ mm bei Frauen in den Ableitungen V2-V3 und/oder ≥ 1 mm in den anderen Ableitungen [in Abwesenheit von linksventrikulärer Hypertrophie oder Linksschenkelblock (Thygesen et al. 2012)]. Bei Patienten mit inferiorem Myokardinfarkt wird zur Erkennung eines rechtsventrikulären Infarktes die Aufzeichnung der rechtsseitigen präkordialen Ableitungen (V3R und V4R) empfohlen (Lopez-Sendon et al. 1985; Thygesen et al. 2012). Ebenso deutet die ST-Streckensenkung in den Ableitungen V1- V3 auf Myokardischämie hin, insbesondere wenn die terminale T-Welle positiv ist, und eine Bestätigung durch eine ST-Strecken-Erhöhung $\geq 0,5$ mm in den Ableitungen V7-V9 sollte als Mittel zur Identifizierung des posterioren MI betrachtet werden (Thygesen et al. 2012).

Tabelle 1: Empfehlung zur initialen Diagnose des STEMI (Ibanez et al. 2018) `mit freundlicher Genehmigung von deutscher Gesellschaft für Kardiologie´

Empfehlungen für die Erstdiagnose		
Empfehlungen	Empf.-grad	Evidenz-grad
EKG-Überwachung		
12-Kanal-EKG-Aufzeichnung inklusive Interpretation müssen – gemessen vom Zeitpunkt des EMK – so bald wie möglich erfolgen, mit einer maximal zulässigen Verzögerung von 10 Min.	I	B
EKG-Überwachung mit Defibrillatortoption ist unverzüglich bei allen Patienten mit vermutetem STEMI einzurichten.	I	B
Die Verwendung von zusätzlichen hinteren Brustwandableitungen (V ₇ -V ₉) bei Patienten mit hochgradigem Verdacht auf einen Hinterwandinfarkt (Ramus circumflexus-Verschluss) sollte in Betracht gezogen werden.	IIa	B
Die Verwendung von zusätzlichen rechten präkordialen Ableitungen (V ₃ R und V ₄ R) sollte bei Patienten mit inferiorem (zur Herzspitze gelegenem) Herzinfarkt in Betracht gezogen werden, um begleitende RV-Infarkte zu erfassen.	IIa	B
Blutentnahmen		
Blutentnahmen für Serummarker sind so früh wie möglich in der akuten Phase geboten, sollten aber nicht die Reperfusionstherapie verzögern.	I	C

1.3.1 Erschwerte EKG-Diagnostik bei STEMI

In einigen Fällen kann die EKG-Diagnose schwierig sein. Diese Fälle erfordern jedoch eine Triage und umgehende Versorgung (siehe Tabelle 2).

Schenkelblock: Beim LBBB ist die EKG-Diagnose des akuten Myokardinfarkts schwierig, aber oft möglich, wenn deutliche ST-Segmentveränderungen vorliegen. Es wurden einige Algorithmen zur Unterstützung der Diagnose angeboten (Sgarbossa et al. 1996; Wong et al. 2005), die jedoch keine diagnostische Sicherheit bieten (Shlipak et al. 1999). Das Vorhandensein einer konkordanten ST-Strecken-Hebung ist einer der besten Hinweise auf einen akuten Myokardinfarkt mit einer verschlossenen Infarktarterie zu sein (Lopes et al. 2011). Patienten mit einem klinischen Verdacht auf eine anhaltende Myokardischämie und einen

LBBB sollten ähnlich wie STEMI-Patienten behandelt werden, unabhängig davon, ob der Linksschenkelblock bereits bekannt ist.

Patienten mit MI und Rechtsschenkelblock (RBBB) haben eine schlechte Prognose (Lopes et al. 2011). Bei Patienten mit Thoraxschmerzen und RBBB kann es schwierig sein, eine transmurale Ischämie zu detektieren (Widimsky et al. 2012).

Ventrikuläre Stimulation: Der Schrittmacherrhythmus kann auch die Interpretation von ST-Segmentveränderungen verhindern. Eine Neuprogrammierung des Herzschrittmachers, die eine Bewertung der EKG-Veränderungen während des intrinsischen Herzrhythmus ermöglicht, kann bei Patienten in Betracht gezogen werden, die nicht SM-abhängig sind, ohne invasive Untersuchungen zu verzögern (Sgarbossa et al. 1996; Madias 2004).

Isolierter Hinterwandinfarkt: Bei AMI des unteren und basalen Teils des Herzens, oft entsprechend dem Ramus circumflexus-Gebiet, stellt die isolierte ST-Strecken-Senkung $\geq 0,5$ mm über die Ableitungen V₁-V₃ den dominanten Befund dar. Diese sollten als STEMI behandelt werden. Die Verwendung zusätzlicher posteriorer Thoraxwandleitungen [ST-Hebung V₇-V₉ $\geq 0,5$ mm (≥ 1 mm bei Männern unter 40 Jahre alt)] wird empfohlen, um eine ST-Strecken-Hebung zu erfassen.

Tabelle 2: Sonderfälle des STEMI (Ibanez et al. 2018) `mit freundlicher Genehmigung von deutscher Gesellschaft für Kardiologie´

<p>Schenkelblock (Bundle Branch Block) Kriterien, die zur Verbesserung der diagnostischen Genauigkeit von STEMI bei LSB genutzt werden können:</p> <ul style="list-style-type: none">› Konkordante ST-Streckenhebung ≥ 1 mm in Ableitungen mit positivem QRS-Komplex› Konkordante ST-Streckensenkung ≥ 1 mm in V₁-V₃› Abweichende ST-Streckenhebung ≥ 5 mm in Ableitungen mit einem negativen QRS-Komplex. <p>Die Anwesenheit eines RSB kann die Diagnose von STEMI erschweren.</p>
<p>Ventrikulärer Rhythmus Während der RV-Stimulation zeigt das EKG auch einen LSB und die oben genannten Regeln gelten auch für die Diagnose eines Herzinfarkts während der Stimulation, sie sind jedoch weniger spezifisch.</p>
<p>Isolierter Hinterwandinfarkt Isolierte ST-Streckensenkung $\geq 0,5$ mm in den Ableitungen V₁-V₃ und ST-Streckenhebung ($\geq 0,5$ mm) in den hinteren Brustwandableitungen V₇-V₉</p>

1.4 Reperfusionstherapie

1.4.1 Auswahl von Reperfuisionsstrategien

Als bevorzugte Reperfuisionsstrategie bei Patienten mit STEMI gilt eine primäre PCI innerhalb von 12 Stunden nach Symptombeginn, sofern sie durch ein erfahrenes Team schnell

durchgeführt werden kann (bis 120 Minuten nach der Stellung von STEMI-Diagnose vor Ort von EMS).

Neben interventionellen Kardiologen gehören zu einem erfahrenen Team ein kompetentes Support-Interventionsteam. Niedrigere Mortalitätsraten bei Patienten nach einer primären PCI werden in Zentren mit einer hohen Anzahl von PCI-Eingriffen beobachtet (Thiemann et al. 1999). Real-Life-Daten bestätigen, dass die primäre PCI schneller durchgeführt wird und zu niedrigerer Mortalität führt, wenn sie in großen Zentren durchgeführt wird (West et al. 2011). Randomisierte klinische Studien in erfahrenen und großen Zentren haben gezeigt, dass sogar bei einer Verzögerung der Behandlung die primäre PCI der Fibrinolyse bei der Verringerung von Mortalität, Reinfarkt oder Schlaganfall überlegen ist (Zijlstra et al. 1999; Andersen et al. 2003; Keeley et al. 2003; Widimsky et al. 2003).

Unter bestimmten Umständen (z.B. Reanimation, Instabilität, PCI-Zentrum >120 Minuten entfernt) ist die primäre PCI jedoch keine unmittelbare Option und eine Fibrinolyse könnte schnell eingeleitet werden. Wenn die Reperfusionstrategie eine Fibrinolyse ist, besteht das Ziel darin, den Bolus von Fibrinolytika innerhalb von 10 Minuten nach der Diagnosestellung von STEMI zu injizieren. Diese Zeit wird basierend auf der mittleren Zeit von der Randomisierung bis zum Bolus in der STREAM-Studie, die 9 Minuten betrug, ausgewählt (Armstrong et al. 2013). In früheren ESC- STEMI-Leitlinien betrug die Zielzeit 30 Minuten (Steg et al. 2012). Diese wurde aber aus dem FMC (First Medical Contact) berechnet (im Gegensatz zu STEMI-Diagnose). Um die Zeit der STEMI-Versorgung zu verkürzen, sollte die Fibrinolyse nach Möglichkeit in der prähospitalen Umgebung verabreicht werden. Vor allem Patienten, bei denen die Symptome erst kürzlich aufgetreten sind, profitieren von einer rasch einsetzenden Fibrinolyse mit einem Intervall von weniger als 3 Stunden. Und sollte bei älteren Patienten mit inferiorem Infarkt die Nutzen-Risiko-Abwägung in Betracht gezogen werden. Die Patienten sollten so bald wie möglich nach Bolusgabe der Thrombolyse in eine PCI-fähige Einrichtung gebracht werden. Eine PCI ist indiziert bei fehlgeschlagener Fibrinolyse (d.h. ST-Segment-Auflösung <50% innerhalb von 60-90 min nach fibrinolytischer Verabreichung) oder bei hämodynamischer oder elektrischer Instabilität, Verschlechterung der Ischämie oder persistierendem Brustschmerz (Gershlick et al. 2005; Steg et al. 2012; Armstrong et al. 2013). Es gibt eine allgemeine Übereinstimmung, dass eine primäre PCI-Strategie auch für Patienten mit Symptomen länger als 12 h beim Vorhandensein folgender Kriterien verfolgt werden sollte (Di Mario et al. 2008; Cantor et al. 2009; Bøhmer et al. 2010; Borgia et al. 2010; D'Souza et al. 2011; Madan et al. 2015): EKG-Anzeichen einer anhaltenden Ischämie, anhaltende oder

wiederkehrende Schmerzen und dynamische EKG-Veränderungen, anhaltende oder wiederkehrende Schmerzen, Symptome und Anzeichen von Herzinsuffizienz, Schock oder malignen Arrhythmien. Auch bei Patienten, die sich spät (12-48 Stunden) nach Beginn der Symptome vorstellen, sollte eine routinemäßige primäre PCI-Strategie erwogen werden (Schömig et al. 2005; Ndrepepa et al. 2009).

Tabelle 3: Die Definitionen von Begriffen im Zusammenhang mit der Reperfusionstherapie (Ibanez et al. 2018) `mit freundlicher Genehmigung von deutscher Gesellschaft für Kardiologie´

Begriff	Definition
EMK	Der Zeitpunkt, an dem der Patient erstmals von einem Arzt, einem Sanitäter, einer Krankenschwester oder von anderem ausgebildeten Rettungsdienst-Personal beurteilt wird, die ein EKG messen und interpretieren und erste Maßnahmen ergreifen können (z. B. Defibrillation). Der EMK kann sowohl in der prähospitalen Phase liegen, als auch die Patientenankunft im Krankenhaus (z. B. Notaufnahme) sein.
STEMI-Diagnose	Der Zeitpunkt, an dem das EKG eines Patienten mit ischämischen Symptomen als Darstellung der ST-Streckenhebung oder eines Äquivalents interpretiert wird.
Primäre PCI	PCI mit Ballon, Stent oder einem anderen zugelassenen Gerät, durchgeführt an der IRA ohne vorherige fibrinolytische Behandlung
Primäre PCI-Strategie	Notfall-Koronarangiographie und PCI der IRA, falls geboten
Rescue-PCI	Notfall-PCI so schnell wie möglich ausgeführt bei fehlgeschlagener fibrinolytischer Behandlung
Routinemäßige frühe PCI-Strategie nach Fibrinolyse	Koronare Angiographie, mit PCI der IRA, falls geboten, durchgeführt binnen 2 bis 24 Stunden nach erfolgreicher Fibrinolyse
Pharmakologisch-invasive Strategie	Fibrinolyse kombiniert mit Rescue-PCI (bei fehlgeschlagener Fibrinolyse) oder mit routinemäßiger früher PCI-Strategie (bei erfolgreicher Fibrinolyse)

1.4.2 Zeitziele der Reperfusionstherapie

Wenn der Pat. durch das überweisende Krankenhaus oder den Notfalldienst angemeldet wird, ist eine Door-to-Wire-Zeit von < 60 Minuten realistisch und stellt in Deutschland den am häufigsten verwendeten Parameter dar, der bei mehr als der Hälfte der Patienten erreicht wird (Ibanez et al. 2018). Die heutzutage benutzte Door-to-Wire-Zeit ist die Zeit vom Eintreffen des Patienten in dem Krankenhaus bis zur Drahteinbringung im Infarktgefäß (früher Door-to-Ballon-Zeit, vom Eintreffen des Patienten im Krankenhaus bis zu Ballondilatation im Infarktgefäß). Die Zeit zwischen dem ersten medizinischen Kontakt (EMK) und der primären PCI ist schwieriger abzuschätzen. Dies ist oft mehr als 90 Minuten, selbst in städtischen Gebieten. Vor allem bei kurzer Symptombdauer und bei großen Infarkten sind noch Verbesserungen notwendig, um die Vorteile einer frühzeitigen Reperfusionstherapie mit Hilfe

der PCI nutzen zu können. Aus diesem Grund sollte die maximale Zeit zwischen dem ersten Kontakt mit dem Patienten (EMK) und dem EKG und der Diagnose nicht mehr als 10 Minuten betragen. Sollte die Fibrinolyse die Reperfusionstherapie der Wahl sein, beträgt das Zeitintervall zwischen Diagnosestellung und Bolusinfusion maximal 10 Minuten, anschließend soll die Angiographie bei erfolgreicher Fibrinolyse innerhalb von 24 Stunden erfolgen (Ibanez et al. 2018).

1.4.3 Primäre perkutane Koronarintervention

Für die Durchführung der PCI bei STEMI wurden von der ESC-Empfehlungen veröffentlicht (siehe Tabelle 4)

1.4.3.1 Auswahl des Zugangswegs

In den letzten Jahren haben mehrere Studien Beweise für den radialen Zugang durch erfahrene Radialoperatoren als Standard-Zugang bei Patienten mit akutem Herzinfarkt, bei denen eine primäre PCI durchgeführt wird, erbracht (Jolly et al. 2011). Der radiale Zugang war mit einem geringeren Risiko für Blutungen an der Zugangsstelle, vaskulären Komplikationen und Transfusionsbedarf verbunden. Der primäre Zugang über die Art. radialis zeigte sogar einen Mortalitätsvorteil bei Patienten mit STEMI (Jolly et al. 2011, Romagnoli et al. 2012).

1.4.3.2 Stenting bei primärer perkutaner Koronarintervention

Koronares Stenting ist die Technik der Wahl während der primären PCI. Im Vergleich zur Ballonangioplastie allein ist das Stenting mit einem Bare-Metal-Stent (BMS) mit einem geringeren Risiko für Reinfarkt und Revaskularisierung der Zielgefäße assoziiert, jedoch nicht mit einer Verringerung der Mortalitätsrate (Stone et al. 2002; Nordmann et al. 2004). Bei primärer PCI reduzieren medikamentenbeschichtete Stents (DES) das Risiko einer wiederholten Gefäßrevaskularisierung (Restenose) im Vergleich zu BMS (Kastrati et al. 2007). Die DES der neuen Generation haben im Vergleich zu DES der ersten Generation eine höhere Sicherheit und verbesserte Wirksamkeit gezeigt, insbesondere im Hinblick auf das geringere Risiko einer Stentthrombose und eines rezidivierenden Myokardinfarkts (Räber et al. 2012; Sabate et al. 2012).

1.4.3.3 Koronare Mehrgefäßrevaskularisation

Bei der primären PCI sollte in der Regel nur das Infarktgefäß behandelt werden, jedoch sind die publizierten Ergebnisse der neuen Studien zur Behandlung von nicht infarktbezogenen hochgradigen Stenosen (COMPLETE-Studie) noch nicht in den Leitlinien aufgenommen.

Daher sollte eine routinemäßige Versorgung von Nicht-Infarktgefäß-Stenosen bei Patienten mit STEMI und Mehrgefäßkrankungen vor der Entlassung aus dem Krankenhaus berücksichtigt werden (Politi et al. 2010; Wald et al. 2013; Bangalore et al. 2015; Engström et al. 2015; Gershlick et al. 2015; Moreno and Mehta 2017; Smits et al. 2017).

Tabelle 4: Verfahrensaspekte der primären perkutanen Koronarangiographie (Ibanez et al. 2018) `mit freundlicher Genehmigung von deutscher Gesellschaft für Kardiologie´

Verfahrensaspekte der primären perkutanen Koronarinterventionsstrategie (PCI)		
Empfehlungen	Empf.-grad	Evidenz-grad
IRA-Strategie		
Primäre PCI der IRA ist indiziert.	I	A
Eine neue Koronarangiographie mit PCI, falls indiziert, wird bei Patienten mit Symptomen oder Anzeichen einer rezidivierenden oder verbleibenden Ischämie nach primärer PCI empfohlen.	I	C
IRA-Technik		
Stent-Implantation wird empfohlen (gegenüber der Ballonangioplastie) zur primären PCI.	I	A
Stent-Implantation mit DES der neuen Generation (gegenüber dem BMS) wird zur primären PCI empfohlen.	I	A
Der Radialzugang wird gegenüber dem femoralen Zugang empfohlen, wenn der Eingriff von einem erfahrenen Radialoperateur durchgeführt wird.	I	A
Die routinemäßige Thrombusabsaugung wird nicht empfohlen.	III	A
Das routinemäßige verzögerte Stenting wird nicht empfohlen.	III	B

1.4.4 Periprozedurale Pharmakotherapie

1.4.4.1 Thrombozytenhemmung

Patienten, die mit einer primären PCI versorgt werden, sollten DAPT, d.h. eine Kombination aus Aspirin und einem P2Y12-Inhibitor, und ein parenterales Antikoagulans erhalten. Die Empfehlungen zur Thrombozytenhemmung sind in der Tabelle 5 dargestellt. Aspirin kann oral oder i.v. gegeben werden, um eine vollständige Hemmung der Thromboxan-A2-abhängigen Plättchenaggregation sicherzustellen. Die orale Dosis von einfachem Aspirin sollte vorzugsweise 150-300 mg betragen. Es gibt nur wenige klinische Daten zur optimalen i.v. Dosierung. Eine kürzlich durchgeführte randomisierte Studie zeigte, dass eine Einzeldosis von 250 oder 500 mg Acetylsalicylsäure i.v. verglichen mit 300 mg oral mit einer schnelleren und vollständigeren Hemmung der Thromboxanbildung und der Thrombozytenaggregation nach 5

Minuten mit vergleichbaren Raten von Blutungskomplikationen assoziiert ist (Zeymer et al. 2017).

Tabelle 5: Periprozedurale antithrombotische Therapie bei primärer PCI (Ibanez et al. 2018) `mit freundlicher Genehmigung von deutscher Gesellschaft für Kardiologie´

Thrombozytenaggregationshemmer-Therapie		
Ein potenter P2Y ₁₂ -Inhibitor (Prasugrel oder Ticagrelor) oder Clopidogrel, falls diese nicht verfügbar oder kontraindiziert sind, wird vor (oder spätestens zum Zeitpunkt der) PCI empfohlen und über 12 Monate genommen, es sei denn, es bestehen Kontraindikationen wie ein übermäßiges Blutungsrisiko.	I	A
Die schnellstmögliche Verabreichung von ASS (oral oder intravenös bei Schluckproblemen) wird für alle Patienten ohne Kontraindikationen empfohlen.	I	B
GP-IIb/IIIa-Inhibitoren sollten in Betracht gezogen werden, wenn es Hinweise auf No-Reflow oder eine thrombotische Komplikation gibt.	IIa	C
Cangrelor kann bei den Patienten in Betracht gezogen werden, welche keine P2Y ₁₂ -Rezeptor-Inhibitoren erhalten haben.	IIb	A

1.4.4.2 Antikoagulation

Antikoagulansoptionen für die primäre PCI sind UFH, Enoxaparin und Bivalirudin (siehe Tabelle 6). Die Anwendung von Fondaparinux im Rahmen der primären PCI war mit einem potentiellen Schaden verbunden und wird nicht empfohlen. Im Gegensatz dazu war der Einsatz von Fondaparinux bei STEMI-Patienten ohne primäre perkutane Koronarintervention mit einer signifikanten Reduktion der Mortalität und des Reinfarkts assoziiert, ohne Verstärkung der Blutungen und Schlaganfälle (Yusuf et al. 2006).

Tabelle 6: Periprozedurale Antikoagulationstherapie bei primärer PCI (Ibanez et al. 2018) ´mit freundlicher Genehmigung von deutscher Gesellschaft für Kardiologie´

Antikoagulationstherapie		
Die Antikoagulation wird für alle Patienten zusätzlich zur Thrombozytenaggregationshemmer-Therapie während der primären PCI empfohlen.	I	C
Die routinemäßige Verwendung von unfraktioniertem Heparin wird empfohlen.	I	C
Bei Patienten mit Heparin-induzierter Thrombozytopenie (HIT) wird Bivalirudin als Antikoagulans während der primären PCI empfohlen.	I	C
Routinemäßige Anwendung von Enoxaparin i.v. sollte in Betracht gezogen werden.	IIa	A
Routinemäßige Anwendung von Bivalirudin sollte in Betracht gezogen werden.	IIa	A
Fondaparinux wird für die primäre PCI nicht empfohlen.	III	B

1.4.5 Fibrinolyse und pharmakoinvasive Strategie

1.4.5.1 Nutzen und Indikation der Fibrinolyse

Die fibrinolytische Therapie ist eine wichtige Reperfusionstrategie, bei der eine primäre PCI nicht rechtzeitig durchgeführt werden kann (siehe Tabelle 7). Der größte absolute Nutzen wird bei einer Behandlung < 2 h nach Symptombeginn und für Patienten mit dem höchsten Risiko beobachtet, darunter ältere Patienten (Boersma et al. 1996; White 2000). Eine fibrinolytische Therapie wird innerhalb von 12 h nach Symptombeginn empfohlen, wenn die primäre PCI nicht innerhalb von 120 min nach der STEMI-Diagnose durchgeführt werden kann und keine Kontraindikationen vorliegen. Je später sich der Patient vorstellt (Bonney et al. 2009; Pinto et al. 2011; Armstrong et al. 2013), desto mehr sollte der Transport zur primären PCI in Erwägung gezogen werden (im Gegensatz zur Verabreichung einer fibrinolytischen Therapie), da die Wirksamkeit und der klinische Nutzen der Fibrinolyse mit zunehmender Beschwerdedauer abnehmen (Pinto et al. 2011). Im Falle von Kontraindikationen für eine Fibrinolysetherapie ist eine Abwägung zwischen dem potenziell lebensrettenden Effekt der Fibrinolyse und den potenziell lebensbedrohlichen Nebenwirkungen wichtig, wobei alternative Behandlungsoptionen wie verzögerte primäre PCI in Betracht gezogen werden.

1.4.5.2 Angiographie und perkutane Koronarintervention nach Fibrinolyse (pharmakoinvasive Strategie)

Die Patienten, bei denen eine Fibrinolyse-therapie appliziert wurde, sollten in einem Zentrum mit 24h/7d verfügbarem Herzkatheterbereitschaftsdienst gebracht werden. Bei Patienten mit erfolgloser Lyse oder wenn nach initial erfolgreicher Lyse Anzeichen eines Wiederverschlusses oder eines erneuten Infarkts vorliegen, sollte bei dem Patienten eine sofortige Koronarangiographie mit PCI durchgeführt werden. Bei Patienten mit Lyseerfolg ist ebenfalls eine frühzeitige Koronarangiographie zu empfehlen. Basierend auf den Ergebnissen der letzten drei Studien, in denen die durchschnittliche Zeitspanne zwischen dem Beginn der Lyse und der Koronarangiographie 2 bis 3 Stunden betrug, wird empfohlen, nach erfolgreicher Lyse mit der Koronarangiographie innerhalb von 3 bis 24 Stunden zu beginnen. Die Patienten, die sich nach mehr als 24-Stunden mit einem abgelaufenen Herzinfarkt vorstellen, sollte eine Revaskularisation des verschlossenen Infarktgefäßes nur bei rezidivierender Angina pectoris oder bei dokumentierter Restischämie und Viabilität eines großen Myokardareals in der nichtinvasiven Bildgebung in Erwägung gezogen werden (Ibanez et al. 2018).

1.4.5.3 Zusatztherapie mit Thrombozytenaggregationshemmung und Antikoagulation

Eine frühe Studie zeigte, dass die Vorteile von Aspirin und Fibrinolytika additiv sind. Die erste Dosis von Aspirin sollte oral oder i.v. verabreicht werden, gefolgt von einer täglichen, niedrigeren Dosis von 75-100 mg. Clopidogrel, das zu Aspirin hinzugefügt wird, reduziert das Risiko von kardiovaskulären Ereignissen und die Gesamtmortalität bei Patienten, die mit Fibrinolyse behandelt werden. Es sollte mit Aspirin als Zusatz zur lytischen Therapie hinzugefügt werden (Chen et al. 2005; Sabatine et al. 2005). Prasugrel und Ticagrelor wurden nicht als Zusatz zur Fibrinolyse untersucht. Es gibt keine Hinweise darauf, dass die Verabreichung von GP IIb/IIIa-Inhibitoren die Myokardperfusion oder das Outcome bei Patienten, die mit Fibrinolyse behandelt werden, verbessert. Vielmehr kann das Blutungsrisiko zunehmen (Sánchez et al. 2010).

Während und nach der Fibrinolyse war eine parenterale Antikoagulation üblich, vorzugsweise bis zur Revaskularisierung. Bei Patienten, bei denen keine Koronarangiographie durchgeführt wurde, sollte die Verabreichung mindestens 48 Stunden oder bis zu 8 Tage während des Krankenhausaufenthaltes erfolgen. Zusammen mit tPA, aber nicht mit Streptokinase hat UFH zu einer Verbesserung der Öffnung des Infarktgefäßes geführt (Ibanez et al. 2018).

1.4.5.4 Kontraindikationen für fibrinolytische Therapie

Eine kurze erfolgreiche Reanimation ist keine Kontraindikation für eine fibrinolytische Therapie. Bei Patienten mit refraktärem Herzstillstand ist die Lyse-therapie nicht wirksam,

erhöht sogar das Blutungsrisiko und wird daher nicht empfohlen. Eine verlängerte oder traumatische, aber erfolgreiche Reanimation erhöht das Blutungsrisiko und ist eine relative Kontraindikation für die Fibrinolyse (Böttiger et al. 2008). Die Tabelle listet die absoluten und relativen Kontraindikationen für die fibrinolytische Therapie auf.

Tabelle 7: Absolute Kontraindikation für eine fibrinolytische Therapie (Ibanez et al. 2018) `mit freundlicher Genehmigung von deutscher Gesellschaft für Kardiologie´

Absolute
Vorherige intrakranielle Blutung oder Schlaganfall unbekannter Ursache und zu beliebigem Zeitpunkt
Ischämischer Schlaganfall in den vorangegangenen 6 Monaten
Verletzung des Zentralnervensystems oder Neoplasien oder arteriovenöse Missbildung
Kurz zurückliegendes Trauma/Chirurgie/Kopfverletzung (im Vormonat)
Magen-Darm-Blutung im letzten Monat
Bekannte Blutungsstörung (ausgenommen: Menses)
Aortendissektion
Nicht komprimierbare Punktion in den letzten 24 Stunden (z. B. Leberbiopsie, Lumbalpunktion)

Tabelle 8: Relative Kontraindikation für eine fibrinolytische Therapie (Ibanez et al. 2018) `mit freundlicher Genehmigung von deutscher Gesellschaft für Kardiologie´

Relative
Transitorische ischämische Attacke in den vorangegangenen 6 Monaten
Orale Antikoagulation
Schwangerschaft oder Entbindung innerhalb der letzten Woche
Refraktäre Hypertonie (SBP > 180 mmHg und/oder DBP > 110 mmHg)
Fortgeschrittene Lebererkrankung
Infektiöse Endokarditis
Aktives Magengeschwür
Langwierige oder traumatische Reanimation

1.4.6 Koronararterien-Bypass-Operation

Eine zeitnahe Bypass-Operation (ACVB-OP) sollte erwogen werden. Wenn das Infarktgefäß offen ist, jedoch anatomisch für eine PCI nicht geeignet ist, oder ein ausgedehntes vulnerables Myokardareal vorliegt oder die Patienten sich in einem kardiogenen Schock befinden (Hochman et al. 1999). Bei mechanischen Infarkt komplikationen (z.B. Ruptur, Mitralklappeninsuffizienz), deren Korrektur eine Koronarrevaskularisation notwendig macht, sollte diese gleichzeitig mit der operativen Korrektur der mechanischen Komplikationen des Myokardinfarktes durchgeführt werden. Bei hämodynamisch stabilen Patienten nach Myokardinfarkt sollte der optimale Zeitpunkt für eine nicht notfallmäßige ACVB-Operation individuell festgelegt werden.

Patienten mit einer hämodynamischen Verschlechterung oder einem hohen Risiko für rezidivierende Ischämie (Patienten mit einem großen Myokardareal, bei denen das Risiko einer kritischen Koronarstenose oder einer rezidivierenden Ischämie besteht), sollten so schnell wie möglich operiert werden, ohne abzuwarten, bis sich die Thrombozytenfunktion nach Absetzen von DAPT vollständig erholt hat. Der optimale Operationszeitpunkt muss jedoch von Fall zu Fall individuell bestimmt werden. Ein Abheilen des Infarktes in den ersten 3-7 Tagen ist in jedem Fall anzustreben.

1.4.7 Management während des Krankenhausaufenthaltes und bei der Entlassung

1.4.7.1 Chest pain Unit / Intensivstation

Nach der Reperfusion wird empfohlen, STEMI-Patienten auf einer CCU/ICCU oder einer gleichwertigen Einheit aufzunehmen, wo eine kontinuierliche Überwachung und spezialisierte Betreuung möglich ist. Das Personal sollte gründlich mit der Behandlung von ACS, Arrhythmien, Herzinsuffizienz, mechanischer Kreislaufunterstützung, invasiver und nicht-invasiver hämodynamischer Überwachung, Atemüberwachung, mechanischer Beatmung und gezieltem Temperaturmanagement vertraut sein. Die Station und das Personal sollten auch in der Lage sein, Patienten mit schweren Nieren- und Lungenerkrankungen zu behandeln. Die wünschenswerte Organisation, Struktur und Kriterien der CCU/ICCU wurden in einem Positionspapier der ESC-Acute Cardiovascular Care Association (ACCA) beschrieben (Hasin et al. 2005).

1.4.7.2 Monitoring

Ein 12-Kanal-EKG-Kontrolle wird nach 90 Minuten und 180 Minuten oder bei erneutem Auftreten von Beschwerden oder Rhythmusstörungen empfohlen. Die EKG-Überwachung wird bei allen STEMI-Patienten für mindestens 24 Stunden nach Auftreten der Symptome empfohlen. Eine längere Überwachung sollte bei Patienten mit mittlerem bis hohem Risiko für Herzrhythmusstörungen in Betracht gezogen werden. Hierzu zählen Patienten mit mehr als einem der folgenden Kriterien: hämodynamische Instabilität, Arrhythmien, LVEF < 40%, fehlgeschlagene Reperfusion, zusätzliche kritische Koronarstenosen der Hauptgefäße oder Komplikationen im Zusammenhang mit der PCI. Eine weitere Überwachung hängt vom geschätzten Risiko ab. Wenn ein Patient die CCU/ICCU verlässt, kann die Überwachung durch Telemetrie fortgesetzt werden. Es wird empfohlen, dass das Personal, das Patienten begleitet, für die Behandlung von lebensbedrohlichen Arrhythmien und Herzstillstand ausreichend ausgestattet und ausgebildet ist (Ibanez et al. 2018).

1.4.7.3 Mobilisation

Eine frühe Mobilisation (Tag 1) wird bei der Mehrheit der Patienten empfohlen und wird durch die Verwendung des radialen Zugangs für die PCI erleichtert. Patienten mit ausgedehnten Myokardschäden, Herzinsuffizienz, Hypotonie oder Arrhythmien benötigen zunächst eine Bettruhe, bis die Myokardfunktion beurteilt und die klinische Stabilisierung erreicht wird. Bei Patienten mit großen Infarkten oder mit schweren Komplikationen kann gelegentlich eine Verlängerung der Bettruhe und eine Einschränkung der körperlichen Aktivität erforderlich sein (Ibanez et al. 2018).

1.4.7.4 Dauer des Aufenthalts

Die optimale Aufenthaltsdauer in der CCU/ICCU und im Krankenhaus sollte individuell festgelegt werden, je nach kardialem Risiko, Komorbiditäten, Funktionsstatus und sozialer Unterstützung des Patienten. Die erfolgreiche Reperfusion und Kenntnis der Koronaranatomie führte zu einer progressiven Verkürzung der Aufenthaltsdauer nach STEMI, mit signifikanter Verringerung der 30-Tage-Mortalität, was darauf hindeutet, dass eine frühere Entlassung nicht mit einer späten Mortalität verbunden ist (Spencer et al. 2004; Berger et al. 2008). Mehrere Studien haben gezeigt, dass Low-Risk-Patienten bei erfolgreicher primärer PCI und kompletter Revaskularisation am 2. oder 3. Tag nach PCI sicher aus dem Krankenhaus entlassen werden können (Grines et al. 1998; De Luca et al. 2004b; Berger et al. 2008; Jones et al. 2012; Noman et al. 2013; Azzalini et al. 2015; Melberg et al. 2015). Kandidaten für eine frühzeitige Entlassung nach STEMI können anhand einfacher Kriterien [z.B. the Second Primary Angioplasty in Myocardial Infarction (PAMI-II) criteria, the Zwolle primary PCI-Index, or other Criteria] (Grines et al. 1998; De Luca et al. 2004b) ausgewählt werden. Die PAMI-II-Kriterien bezeichnen folgende Patienten als Low-Risk-Patienten: Alter < 70 Jahren, LVEF > 45%, Ein- oder Zwei-Gefäß-Krankheit, erfolgreiche PCI, keine persistierenden Arrhythmien. Die Patienten sollten sich frühzeitig nach der Entlassung bei einem Kardiologen oder einem Hausarzt vorstellen, und schnell in ein formales Rehabilitationsprogramm aufgenommen zu werden, entweder im Krankenhaus oder ambulant (Ibanez et al. 2018).

1.5 Prähospitale Logistik der Versorgung

1.5.1 Verzögerungen

Behandlungsverzögerungen sind der am leichtesten zu überprüfende Index für die Qualität der Versorgung des STEMIs. Sie sollten in jedem System, in dem STEMI Patienten behandelt werden, erfasst und regelmäßig überprüft werden, um sicherzustellen, dass einfache Indikatoren

für die Versorgungsqualität eingehalten und im Laufe der Zeit aufrechterhalten werden. Wenn die Zielzeiten nicht erreicht werden, sind Optimierungsmaßnahmen erforderlich, um die Systemleistung zu verbessern. Komponenten der ischämischen Zeit, Verzögerungen der initialen Versorgung und Auswahl der Reperfusionstrategie sind in der Abbildung gezeigt. Um die Zeit bis zum Eintreffen des Patienten so kurz wie möglich zu halten, empfiehlt es sich, die Öffentlichkeit darüber zu informieren, wie häufige Symptome eines akuten Herzinfarkts zu erkennen sind und wie man den Rettungsdienst alarmiert. Alle Komponenten der Systemverzögerung stellen die Qualität der Versorgung dar und es wird empfohlen, sie als Qualitätsindikatoren zu messen. Im Rettungswesen (EMS) und in den Krankenhäusern, die an der STEMI-Versorgung teilnehmen, ist es das Ziel, die Zeitspanne zwischen dem ersten Patientenkontakt (FMC) und der Diagnose eines STEMI auf weniger als 10 Minuten zu verkürzen. Die STEMI-Diagnose bezieht sich auf den Zeitpunkt, an dem das EKG als ST-Streckenhebung oder gleichwertig interpretiert wird, und es ist die Zeit Null, um eine geeignete Therapie einzuleiten. Die Systemverzögerung ist durch organisatorische Maßnahmen leichter modifizierbar als die Verzögerung durch den Patienten und ist ein Prädiktor für die Ergebnisse (Terkelsen et al. 2010). Die sofortige Alarmierung des Herzkatheterteams bei STEMI-Diagnose in der präklinischen Notfallversorgung (EMS) verkürzt nicht nur die Behandlungszeit, sondern kann auch die Sterblichkeit der Patienten verringern (Squire et al. 2014; Nallamothu et al. 2015; Stowens et al. 2015; Fordyce et al. 2017). Wenn eine STEMI-Diagnose vom EMS gestellt und der Patient für eine primäre PCI -Strategie ausgewählt wird, ist der Notarzt angewiesen, den Weg über die Notaufnahme zu vermeiden und den Patienten direkt in das Katheterlabor zu transportieren. Die Umgehung der Notaufnahme ist mit einer 20-minütigen Einsparung in der Zeit von der FMC bis zur Leitungsüberquerung verbunden (Bagai et al. 2013). Für Patienten, die sich in einem Nicht-PCI-Zentrum aufhalten, ist die door-in zu door-out Zeit definiert als die Dauer zwischen der Ankunft des Patienten im Krankenhaus bis zur Entlassung des Patienten in

einem Krankenwagen auf dem Weg zum PCI-Zentrum. Diese Zeit sollte möglichst ≤ 30 min betragen, um die Reperfusionversorgung zu beschleunigen (Wang, Nallamothu et al. 2011).

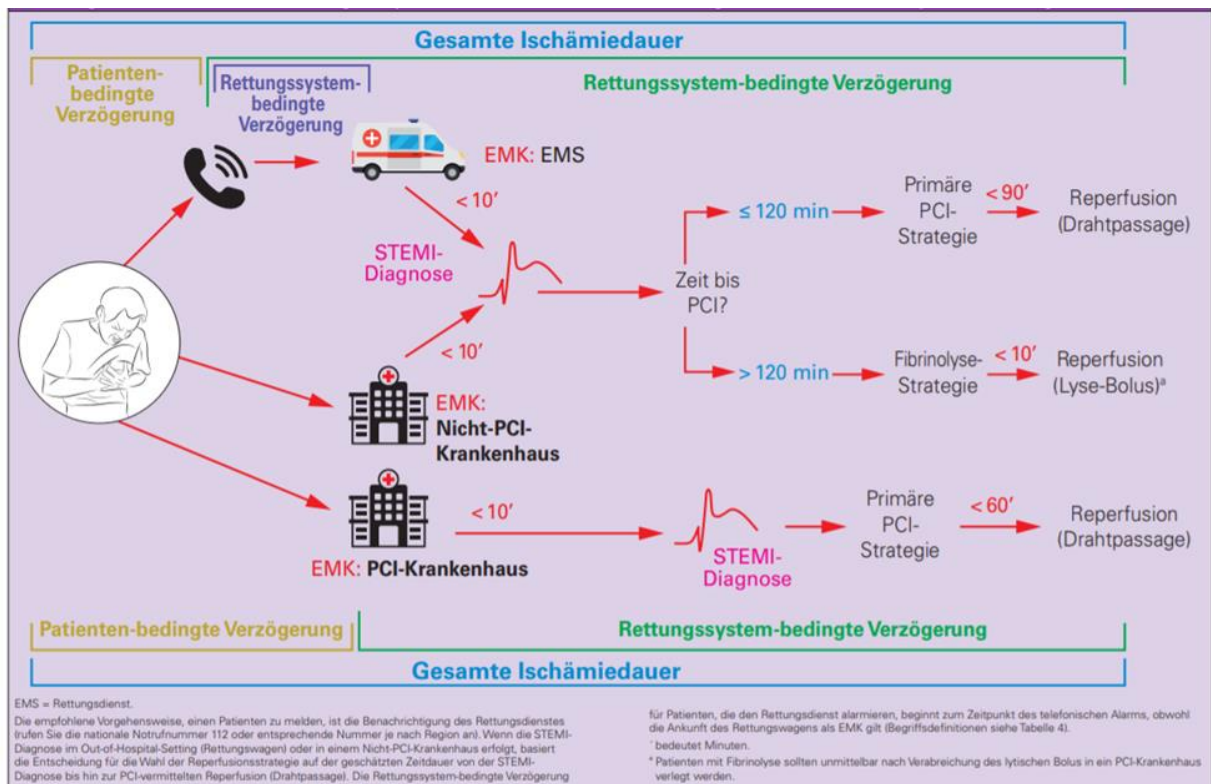


Abbildung 2: Modus der Patientenpräsentation, Komponenten der Ischämiezeit und Verlaufsdiagramm zur Reperfusionstrategie-Auswahl (Ibanez et al. 2018) `mit freundlicher Genehmigung von deutscher Gesellschaft für Kardiologie`

1.5.2 Emergency medical system (Rettungsdienst)

Ein EMS mit einer einfachen medizinischen Notfallnummer (112 für die meisten medizinischen Notfälle in ganz Europa) ist wichtig, um die Alarmierung zu beschleunigen. Das Erstversorgungsteam spielt eine entscheidende Rolle bei der Frühbehandlung von Patienten mit STEMI und ist ein System, das die Früherkennung, Triagierung und Behandlung verbessert (Huber et al. 2005; Terkelsen et al. 2010).

Es wird darauf hingewiesen, dass alle Rettungswagen und arztbesetzte Rettungsmittel mit 12-Kanal-EKG-Rekordern, Defibrillatoren und mindestens einer Person ausgestattet sind, die in fortgeschrittenen lebenserhaltenden Maßnahmen ausgebildet ist. Die Qualität der Versorgung hängt von der Ausbildung der beteiligten Mitarbeiter ab. Es ist anzumerken, dass das gesamte Rettungsdienstpersonal geschult ist, die Symptome eines AMI zu erkennen, gegebenenfalls Sauerstoff zu verabreichen, Schmerzen zu lindern und die Basis- und erweiterten Maßnahmen zur Stabilisierung der Vitalfunktion und ggf. der Wiederbelebung durchzuführen (Welsh et al. 2005). Rettungsdienstpersonal sollte in der Lage sein, ein EKG für diagnostische Zwecke

aufzunehmen und es entweder zu interpretieren oder zu übertragen, sodass es von erfahrenem Personal in einer Koronarbehandlungseinheit überprüft und eine STEMI-Diagnose gestellt werden kann. Nichtärztliches Rettungsdienstpersonal, das darauf geschult ist, Fibrinolytika zu verabreichen, tut dies sicher und effektiv (Björklund et al. 2006). Da die prähospitalen Fibrinolyse bei Patienten mit STEMI und zu erwartender PCI-vermittelter Reperfusionzeit > 120 min indiziert ist, werden Fortbildungen von Sanitätern zur Durchführung der Fibrinolyse empfohlen (Steg et al. 2003; Danchin et al. 2008; Bonnefoy et al. 2009).

1.5.3 Organisation von ST-Hebungs-Myokardinfarkt-Behandlung in Netzwerken

Die optimale Behandlung des STEMI sollte auf der Implementierung von Netzwerken zwischen Krankenhäusern mit verschiedenen Technologieebenen beruhen, die durch einen priorisierten und effizienten Rettungsdienst verbunden sind. Diese Netzwerke sollen eine optimale Versorgung bei minimalen Wartezeiten gewährleisten und damit ein besseres klinisches Ergebnis ermöglichen. Die Kardiologen sollten beim Aufbau solcher Netzwerke aktiv mit allen Beteiligten, insbesondere mit Notärzten, zusammenarbeiten. Die wichtigsten Merkmale eines solchen Netzwerks sind folgende:

- Klare geographische Verantwortungsbereiche definieren
- Gemeinsame schriftliche Protokolle, basierend auf Risikostratifizierung und Transport durch einen geschulten Arzt, Krankenschwester oder Sanitäter in entsprechend ausgerüsteten Krankenwagen oder Helikoptern.
- Prähospitalen Triage von Patienten mit STEMI in die geeignete Einrichtung, wobei Nicht-PCI-Krankenhäuser oder Krankenhäuser ohne 24-Stunden-PCI-Programm (24/7) zu vermeiden.
- Wenn der Patient in dem entsprechenden Krankenhaus eintrifft, sollte er sofort in das Katheterlabor transportiert werden, ohne die Notaufnahme passieren zu müssen.
- Wenn die Patienten sich in einem Krankenhaus ohne PCI-Einrichtungen vorstellen und auf den Transport in eine Klinik mit Primär- oder Notfall-PCI warten, müssen in einem entsprechend überwachten und personell besetzten Bereich versorgt werden.
- Wenn der Rettungsdienst die Diagnose „STEMI“ nicht gestellt hat und der Patient in ein Krankenhaus eingeliefert wird, das nicht für die Durchführung einer PCI ausgestattet ist, sollte der Rettungsdienst die Diagnose abwarten und, wenn ein STEMI vorliegt, den Patienten in ein Krankenhaus transportieren, das für die Durchführung einer PCI ausgestattet ist (Ibanez et al. 2018).

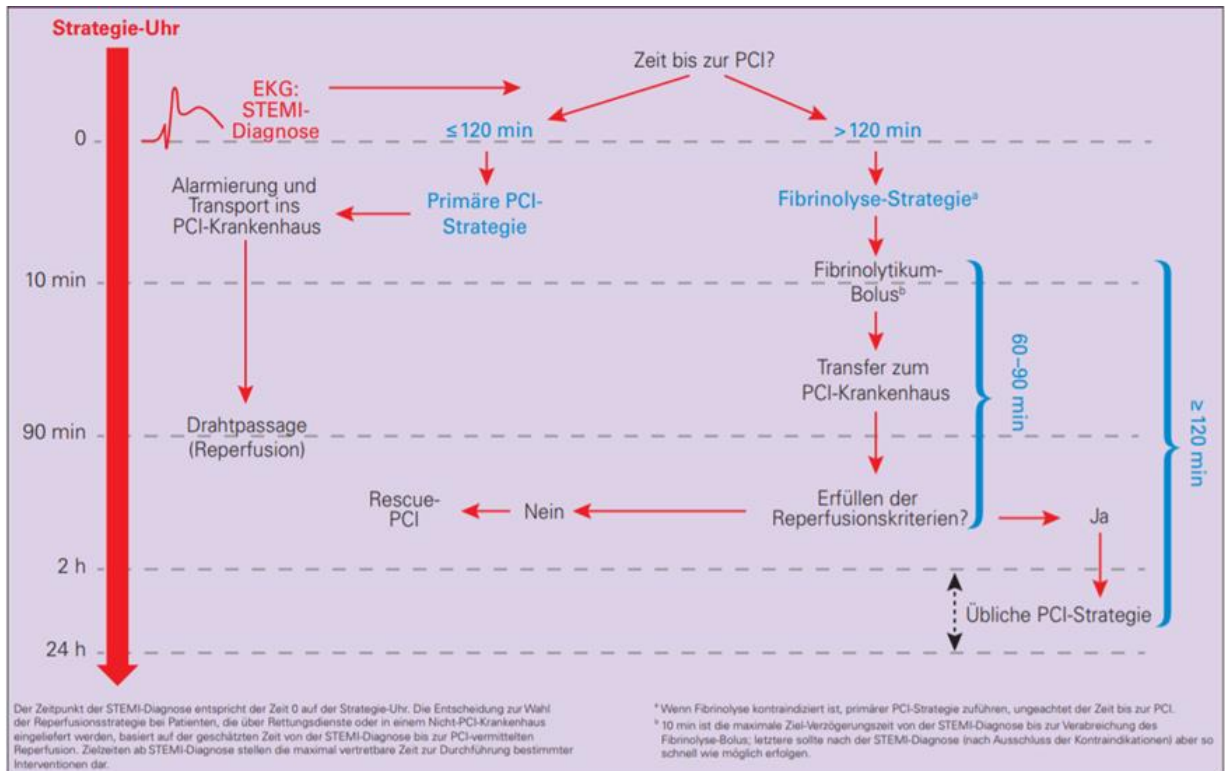


Abbildung 3: Maximale Zielzeiten gemäß der Auswahl der Reperfusionstrategie bei Patienten, die sich über EMS oder in einem Nicht-PCI-Zentrum präsentieren (Ibanez et al. 2018) `mit freundlicher Genehmigung von deutscher Gesellschaft für Kardiologie´

1.6 Fragestellung

Im Klinikum Bremerhaven wurden bisher Patienten mit ST-Streckenhebungsinfarkt erst nach EKG-Übermittlung per Mobiltelefon und Rücksprache mit dem Katheterarzt vom Notarzt in das Herzkatheterlabor gebracht. Diese Strategie wurde ab dem 01.12.2016 geändert, sodass der Notarzt aus eigener Entscheidung den Patienten direkt ins Katheterlabor brachte und das Katheterteam ohne Rücksprache alarmiert wurde. Im Klinikum Bremerhaven wurden vom 01.12.2016 bis zum 01.12.2017 alle STEMI-Patienten prospektiv erfasst. Zusätzlich wurden alle Patientinnen und Patienten, die vom Notarzt als STEMI direkt in das Herzkatheterlabor eingeliefert wurden, in die Erfassung mit einbezogen.

Anhand der vorliegenden prospektiven Erhebung sollen zur Qualitätskontrolle der neuen Alarmierungsstrategie folgende Fragestellungen über ein Jahr untersucht werden:

1. Ist die Notarzt-EKG-Diagnose treffsicher genug für die Alarmierung des Herzkatheterteams?
2. Welche Auswirkungen bestehen für den klinischen Verlauf?

2 Material und Methoden

2.1 Patienten und Methoden

2.1.1 Das Patientenkollektiv

Alle Patienten, die zwischen dem 01.12.2016 und dem 01.12.2017 im Klinikum Bremerhaven aufgenommen und behandelt wurden und bei denen die Diagnose STEMI als Primär- oder Sekundärdiagnose gestellt wurde und bei denen die Dauer des STEMI < 12 Stunden betrug, wurden eingeschlossen. Nur vom Notarzt eingelieferte Patienten wurden analysiert. Die Einteilung der Patienten erfolgte in 2 Gruppen:

- Die erste Gruppe erfasste alle Patienten, die eine STEMI-Diagnose vom Notarzt bekamen und in unsere Klinik gebracht wurden (primäre STEMI-Diagnose).
- Die zweite Gruppe erfasste alle Patienten, die vom Notarzt primär ohne STEMI-Diagnose gebracht wurden, bei denen dann die STEMI-Diagnose erst im Krankenhaus vom Notaufnahmearzt oder Kardiologen gestellt wurde (sekundäre STEMI-Diagnose).

2.1.2 Patienten, die nicht in die Auswertung einbezogen wurden

2.1.2.1 Dauer der Symptome länger als 12 Stunden

Für die im Klinikum Bremerhaven behandelten Patienten mit einem STEMI, deren Symptombdauer bis zum ersten medizinischen Kontakt jedoch 12 Stunden überschritt, wurden

die Einsatz- und Behandlungszeiten gemäß dem Studienprotokoll aufgezeichnet. Diese Patienten wurden jedoch nicht in die Gesamtbewertung einbezogen.

2.1.2.2 Intrahospitaler Infarkt

Da für die Patienten, die bei Symptombeginn im Krankenhaus waren, keine vergleichbaren Transportdauern und Behandlungsdauern (insbesondere keine „Door-to-Wire“) zu ermitteln waren, sind diese Patienten nicht erfasst und in der Auswertung nicht berücksichtigt worden.

2.1.2.3 Infarkt Sekundärtransport-Gruppe und Selbstvorsteller-Gruppe

Bei Patienten, die aus einer Nicht-PCI-Klinik, nachdem sie dort aufgenommen und diagnostiziert wurden und dann vom Notarzt in das Klinikum transportiert wurden sowie bei selbst vorstellenden Patienten wurden die Behandlungszeiten protokollgemäß dokumentiert. In der Gesamtauswertung wurden diese Patienten jedoch nicht berücksichtigt.

2.2 Datenerhebung

Schon bei der Aufnahme der Patienten wurden der initiale EKG-Befund vom Notarzt, die gestellte Diagnose vom Notarzt, der Aufnahmedienst (Regeldienst oder Bereitschaftsdienst) und der Erstaufnahmeort im Krankenhaus (Notaufnahme, Intensivstation oder Herzkatheterlabor) von dem diensthabenden Arzt auf einem standardisierten Dokumentationsbogen (siehe Tabelle 9) dokumentiert. Ebenfalls wurden der minutengenaue Zeitpunkt der Klinikaufnahme und der Drahtpassage in das Infarktgefäß von dem diensthabenden Medizinisch-Technischen-Assistenten des Herzkatheterlabors erhoben. Die Daten wurden standardisiert papierbasiert dokumentiert. Nach der Aufnahme der Patienten in die Klinik wurde zeitnah ein standardisiertes Patientengespräch zur Klärung bzw. Vervollständigung fehlender Schlüsseldaten und des zeitlichen Ablaufs durchgeführt. Zusätzlich wurde das exakte Eintreffen der Patienten in der Notfallambulanz in der digitalen Patientenzentraldatenbank des Krankenhauses Bremerhaven erfasst. Schließlich wurden alle relevanten Dokumente wie Einweisungsunterlagen, Erst-EKG bzw. Notarzt-EKG, Notarztprotokolle, Herzkatheter- und Befundprotokolle sowie Überweisungsunterlagen von Kliniken außerhalb des PCI kopiert und zusammen mit dem Dokumentationsbogen archiviert.

Sämtliche Eingaben wurden auf Fehler überprüft. Fehlende Informationen wurden ergänzt. Im Projekt wurden alle Patienten anonymisiert, ohne Erhebung persönlicher Daten. Für die Begutachtung wurden die Patienten mit Nummern verzeichnet. Darüber hinaus wurde eine

Pseudonymisierung vorgenommen, bei der der Name und andere identifizierende Merkmale durch eine Kennung ersetzt wurden, sodass eine Identifizierung der betroffenen Person nicht mehr möglich ist. Die Daten wurden in einer Verschlüsselungsdatei im kardiologischen Sekretariat hinterlegt. Es erfolgte weder eine namentliche Erfassung der Notärzte noch eine personenbezogene Qualitätsprüfung der notärztlichen EKG-Diagnose. Grundsätzlich wurden nur die EKG-Befunde, die Notarzt diagnose sowie die Eintreffzeit („Doortime“) und die Drahtpassage („Wiretime“) erfasst.

Tabelle 9: Dokumentationsbogen der STEMI-Aufnahme

Dokumentationsbogen der STEMI-Aufnahmen	
Pat. Nummer	
Aufnahmestation	<input type="radio"/> HKL <input type="radio"/> Intensivstation <input type="radio"/> Notaufnahme
Aufnahmedienst	<input type="radio"/> Regeldienst <input type="radio"/> Bereitschaftsdienst
Notarzt diagnose	<input type="radio"/> STEMI eindeutig <input type="radio"/> Unsicherer STEMI <input type="radio"/> Kein STEMI <input type="radio"/> LSB <input type="radio"/> Kammerflimmern / VT
Pat. Zustand	<input type="radio"/> Stabil <input type="radio"/> Instabil <input type="radio"/> Z.n CPR
Door Time	
Wire Time	
Door to Wire	
Koro. Befund	

2.3 Validierung des verblindeten EKGs

Zur Beurteilung der notärztlichen EKG-Befundinterpretation wurden die notärztlichen Erst-EKGs ohne notärztlichen EKG-Befund von zwei erfahrenen Kardiologen unabhängig voneinander auf standardisierten Dokumentationsbögen (siehe Tabelle 10) nachbefundet (im Folgenden als „KBR-CoreLab-Befund“ bezeichnet). Bei dieser Nachuntersuchung wurde festgestellt, ob es sich um ein EKG mit eindeutig diagnostiziertem STEMI handelte oder nicht. Bei Nichtübereinstimmung zwischen den Kardiologen erfolgte eine gemeinsame Evaluierung des EKGs. Neben der Entscheidung STEMI ja oder nein war auch die Einteilung in „unsichere Diagnose“ möglich. Die Kriterien für die Definition eines STEMI, die in den Leitlinien der European Society of Cardiology for the Management of Acute STEMI (ESMTC) enthalten sind, wurden in Anlehnung an die alters- und geschlechtsabhängigen Kriterien für die Definition eines STEMI verwendet.

Tabelle 10: Tabellenbasierte KBR-CoreLab-Befundung

Pat. Nummer	
Rhythmus	
Herztyp	
QRS-Komplex	RBBB
	LBBB
	Normal
	Andere
ST-Strecken	ST-Hebung
	ST-Senkung
	Normal
T Wellen	Terminale Negativierung
	Präterminale Negativierung
	Normal

	Andere
STEMI Diagnose	Eindeutiger STEMI
	Kein STEMI
	Unsichere Diagnose
Bemerkung	

2.4 EKG-Einschlusskriterien

Neben einer leitliniengerechten Zeitspanne von max. 12 Stunden zwischen dem Einsetzen der Symptome und dem Kontakt mit dem Myokardinfarktnetzwerk waren die folgenden aktuellen leitlinienkonformen elektrokardiographischen Kriterien für einen ST- Streckenhebungsinfarktes für den Patienteneinschluss relevant:

- ST-Streckenhebung von $\geq 0,1\text{mV}$ in mindestens zwei zusammenhängenden Extremitäten-Ableitungen oder
- ST-Strecken-Hebung $\geq 2,5\text{ mm}$ bei Männern <40 Jahre, $\geq 2\text{ mm}$ bei Männern ≥ 40 Jahren oder $\geq 1,5\text{ mm}$ bei Frauen in den Ableitungen V2-V3 und/ oder $\geq 1\text{ mm}$ in den anderen Ableitungen oder
- ein neu aufgetretener Linksschenkelblock bei infarkttypischer Schmerzsymptomatik

2.5 EKG-Überprüfung-Patientengruppen

Je nach dem gestellten EKG-Befund von unserem KBR-CoreLab gegen den gestellten EKG-Befund von dem Notarzt sind die Patienten in 4 Gruppen eingeteilt. Die STEMI-Patienten (nach der primären EKG-Diagnostik, Gruppe 1 und 2) bildeten die Basis für die weitere Analyse, bei der die validierte STEMI-Diagnose mit der EKG-Diagnose des Notarztes verglichen wurde.

Tabelle 11: EKG-Überprüfung-Patientengruppen

Gruppe 1 (richtig erkannt)	Notarzt STEMI ✓
	CoreLab STEMI ✓
Gruppe 2 (falsch negativ oder nicht erkannt)	Notarzt kein STEMI ✗
	CoreLab STEMI ✓
Gruppe 3 (falsch positiv)	Notarzt STEMI ✓
	CoreLab kein STEMI ✗
Gruppe 4 (unsichere STEMI-Diagnose)	Notarzt unklare STEMI-Diagnose?

2.6 Erfassung zeitlicher Abläufe

Die Klinikankunft- und behandlungsrelevanten Zeiten konnten mithilfe der Klinikaufnahme- und des Herzkatheterprotokolls erfasst und auf standardisierte Weise auf dem Dokumentationsbogen aufgezeichnet werden. Aus diesen Zeiten wurde die international verwendete Reperfusionzeit („Door-to-Wire“) berechnet, die für die Analyse verwendet wird.

2.7 Statistik

Die statistische Auswertung erfolgt nach Übertragung in eine geeignete SPSS- und Excel-Datei. Daten wurden als Prozentwert und absolute Zahlen als Median dargestellt. Für den Vergleich von Variablen, die nominal skaliert sind, wird der χ^2 -Test verwendet. Nichtnominale Daten werden mit dem Anova-Test (zweifaktorielle Varianzanalyse) verglichen. Als signifikant gilt ein p-Wert $< 0,05$.

3 Ergebnisse

3.1 Eingeschlossene Patienten

Insgesamt wurden im Untersuchungszeitraum 160 Patienten im Klinikum Bremerhaven in die Untersuchung aufgenommen (siehe Abbildung 4). Davon sind 137 Patienten (85,6%) durch den Notarzt vom Einsatzort primärtransportiert und 20 STEMI-Patienten (12,5%) als Verlegung aus Nicht-PCI-Interventionskliniken sekundärtransportiert worden. Drei Patienten (1,9%) stellten sich selbst in der Notaufnahme vor.

Die vorliegende Untersuchung basiert auf den 137 Patienten, die vom Notarzt erstversorgt und ins Klinikum Bremerhaven gebracht worden waren.

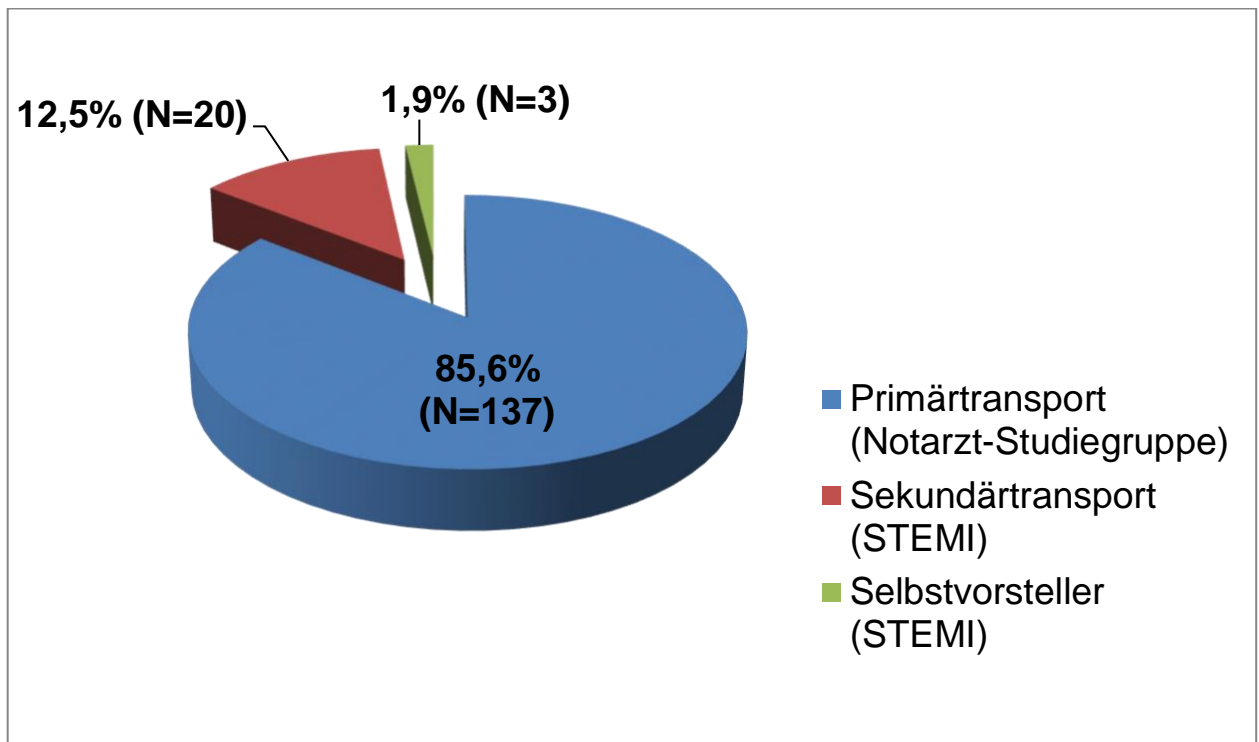


Abbildung 4: Patientengruppen nach Art der Einweisung (N=160)

Während des 12-monatigen Untersuchungszeitraumes vom 01.12.2016 bis zum 01.12.2017 wurden insgesamt 137 vom Notarzt transportierte Patienten des Klinikums Bremerhaven mit primär oder sekundär gestellter STEMI-Diagnose (Symptome weniger als 12 Stunden) in die Untersuchung eingeschlossen.

Die primär gestellte STEMI-Diagnose erfasste alle Patienten (N=101), die eine STEMI-Diagnose vom Notarzt bekamen und die Symptome seit weniger als 12 Stunden hatten (erste Gruppe). Die sekundär gestellte STEMI-Diagnose erfasste alle Patienten (n=36), die vom Notarzt ohne STEMI-Diagnose gebracht wurden und bei denen die STEMI-Diagnose im Verlauf vom Notaufnahmearzt oder Kardiologen gestellt wurde (zweite Gruppe).

Tabelle 12: Studiengruppen

Patientengruppe	Absolute Patientenzahl	Prozentwert
Gruppe 1 (Primäre STEMI-Diagnose)	101	73,7
Gruppe 2 (Sekundär STEMI-Diagnose)	36	26,3

3.2 Beschreibung des gesamten Studien-Kollektivs

Die 137 eingeschlossenen Patienten waren im Durchschnitt 65,9 Jahre. Dabei waren 78,4% der Patienten Männer und 21,6% Frauen. Die meisten Patienten (85%) waren in hämodynamisch stabilem Zustand, 15% der Pat. wurden in hämodynamisch instabilem Zustand eingeliefert. Der größte Teil von Patienten wurde während des Bereitschaftsdienstes von 16:00 bis 08:00 Uhr aufgenommen. Da zu diesem Zeitraum kein HKL-Team vor Ort war, sind die meisten Patienten zunächst entweder in der Notaufnahme oder auf die Intensivstation aufgenommen worden.

Tabelle 13: Beschreibung des gesamten Patienten-Kollektivs

N	137 Patient	
Alter	Mean	65,99
	Minimum	35
	Maximum	102
Geschlecht	M	78,8% (108)
	W	21,2% (29)
Pat. Zustand	Stabil	83,2% (114)
	Instabil	16,8% (23)
Dienst	Bereitschaftsdienst	69,3% (95)
	Regeldienst	30,7% (42)
Aufnahmestation	Intensivstation	29,9% (41)
	HKL	32,1% (44)
	Notaufnahme	38% (52)

3.3 Übereinstimmung des Notarzt- und KBR-CoreLab-EKGs

Die vorliegende Studie untersucht die prähospitalen Versorgung von 137 Patienten, die zwischen dem 01.12.2016 und dem 01.12.2017 vom Notarzt erstversorgt wurden und im Klinikum Bremerhaven eingeliefert wurden. Die EKGs dieser Patienten wurden verblindet von einem unabhängigen KBR-CoreLab ausgewertet (siehe Tabelle 14). Laut KBR-CoreLab wiesen 116 Patienten (84,67%) ein EKG mit signifikanter ST-Hebung auf, was auf einen akuten STEMI hinweist. Von diesen Patienten erkannten die Notärzte bei 86 (62,77%) eine ST-Hebung und stellten die korrekte STEMI-Diagnose. Bei 30 Patienten (21,9%) wurde jedoch die ST-Hebung vom Notarzt übersehen und somit eine falsch negative STEMI-Diagnose gestellt.

Weitere 14 Patienten (10,4%) zeigten keine signifikante ST-Hebung im EKG, obwohl sie vom Notarzt als STEMI-Patienten diagnostiziert und direkt ins Herzkatheterlabor gebracht wurden. Dies entspricht einer falsch positiven STEMI-Diagnose. Eine kleine Subgruppe von 7 Patienten (5,11%) hatte eine unsichere ST-Hebung im prähospitalen EKG.

Tabelle 14: Übereinstimmung der STEMI-Diagnose Notarzt versus KBR-CoreLab-EKGs

Übereinstimmung des Notarzt- und KBR-CoreLab-EKGs	Absolute Patientenzahl	Prozentwert
Richtig positive	86	62,8
Falsch positive	14	10,2
Falsch negative	30	21,9
Unsichere STEMI Diagnose	7	5,1
Total	137	100,0

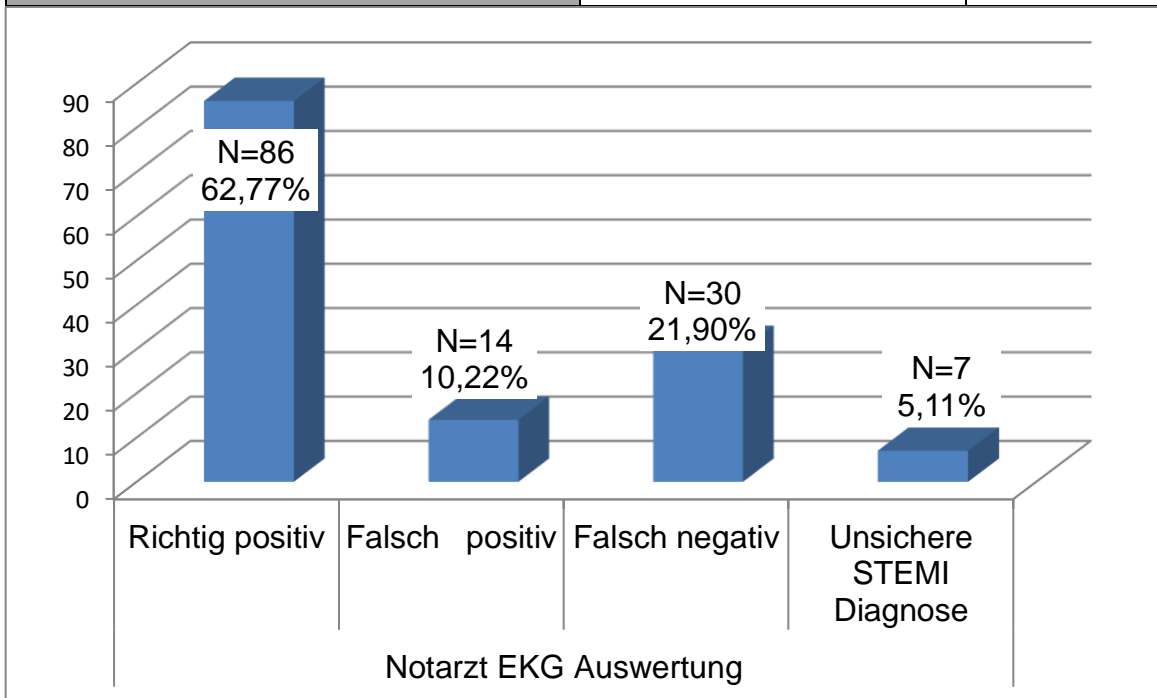


Abbildung 5: Übereinstimmung des Notarzt- und KBR-CoreLab-EKGs

3.4 Beispiele zu falsch positiven und falsch negativen Fällen

3.4.1 Falsch positiv-Fall 1

Der Pat. wurde als akuter STEMI der Vorderwand angemeldet und es erfolgte der direkte Transport ins Herzkatheterlabor mit Alarmierung des Herzkatheterteams, obwohl im EKG keine ST-Hebung zu sehen war. Der Pat. erhielt keine akute Koronarangiographie.

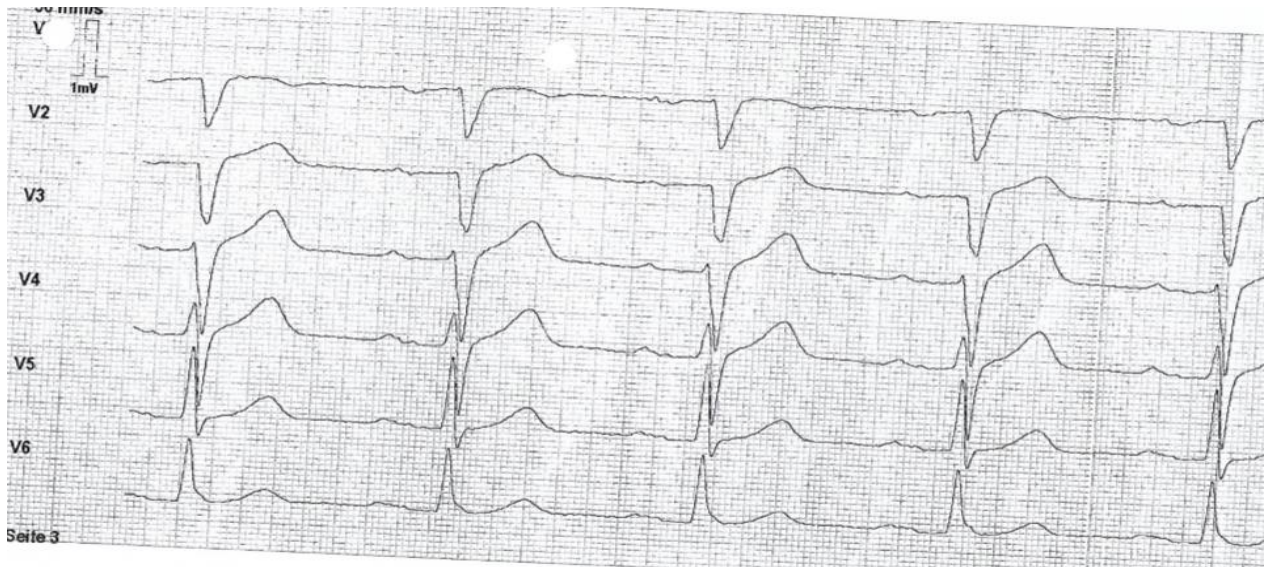
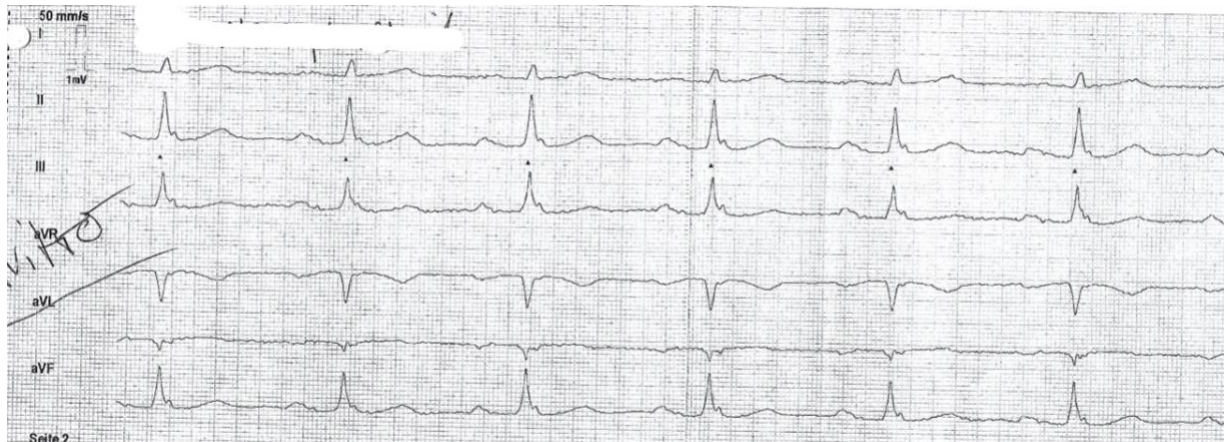


Abbildung 6: Falsch Positiv-Fall 1 (Notarzt-EKG)

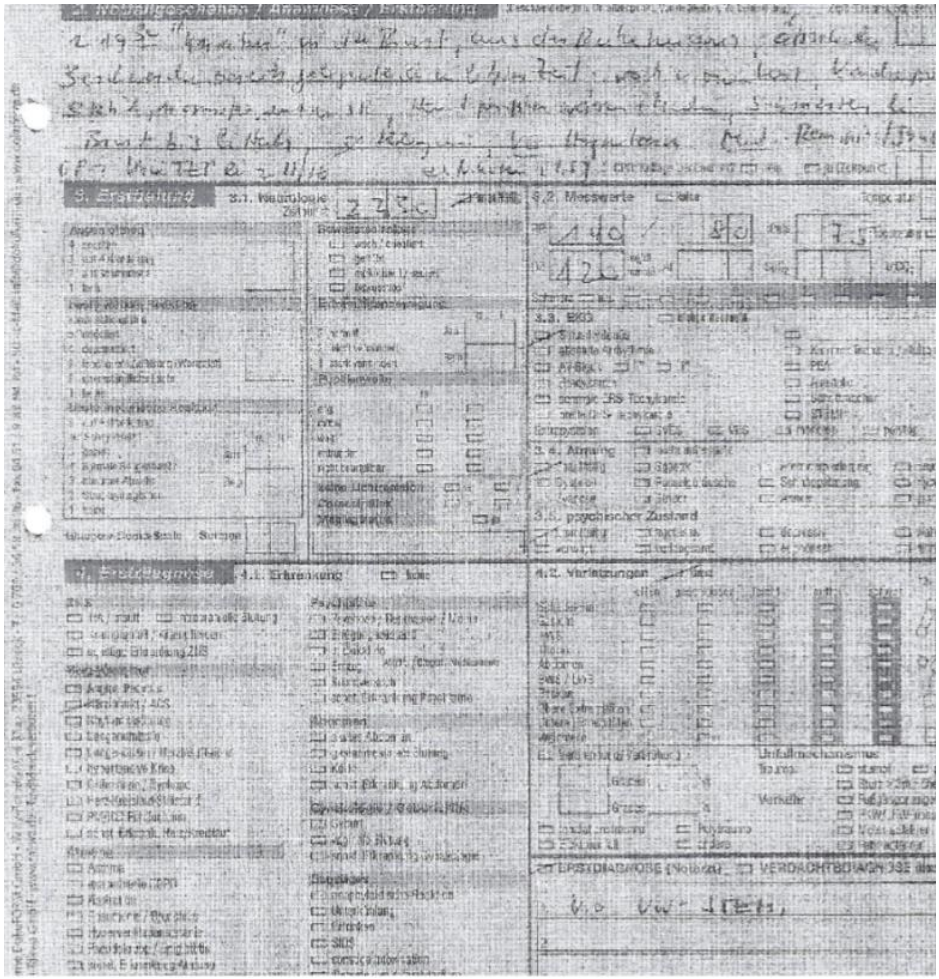


Abbildung 7: Falsch Positiv-Fall 1 (Notarzt-Protokoll)

3.4.2 Falsch positiv-Fall 2

Der Pat. wurde mit instabiler Angina pectoris und ST-Hebung aVR mit ST-Senkung II, III, aVF als STEMI angemeldet und es erfolgte der direkte Transport ins Herzkatheterlabor mit Alarmierung des Herzkatheterteams, obwohl im EKG keine ST-Hebung zu sehen war. Der Pat. erhielt keine akute Koronarangiographie.

- Nachfolgende EKG bei einem Verdacht auf ein SVT aus der Klinik
 kommt mit der Ausstrahlung in beide Arme + diese typischer, abgeleitet
 - bei Einleitung der Rhythmusstörung durch die Rhythmusstörung, EKG nach 10 min
 abgeleitet

DR. MED. ...

S. 1. Anamnese

S. 2. Neurologie

S. 3. Herz-Kreisläufsystem

S. 4. Blutdruck

S. 5. Röntgen

S. 6. Labor

S. 7. Sonstige

S. 8. Diagnose

S. 9. Therapie

S. 10. Prognose

S. 11. Anmerkungen

S. 12. Unterschrift

S. 13. Datum

S. 14. Unterschrift

S. 15. Datum

S. 16. Unterschrift

S. 17. Datum

S. 18. Unterschrift

S. 19. Datum

S. 20. Unterschrift

S. 21. Datum

S. 22. Unterschrift

S. 23. Datum

S. 24. Unterschrift

S. 25. Datum

S. 26. Unterschrift

S. 27. Datum

S. 28. Unterschrift

S. 29. Datum

S. 30. Unterschrift

S. 31. Datum

S. 32. Unterschrift

S. 33. Datum

S. 34. Unterschrift

S. 35. Datum

S. 36. Unterschrift

S. 37. Datum

S. 38. Unterschrift

S. 39. Datum

S. 40. Unterschrift

S. 41. Datum

S. 42. Unterschrift

S. 43. Datum

S. 44. Unterschrift

S. 45. Datum

S. 46. Unterschrift

S. 47. Datum

S. 48. Unterschrift

S. 49. Datum

S. 50. Unterschrift

S. 51. Datum

S. 52. Unterschrift

S. 53. Datum

S. 54. Unterschrift

S. 55. Datum

S. 56. Unterschrift

S. 57. Datum

S. 58. Unterschrift

S. 59. Datum

S. 60. Unterschrift

S. 61. Datum

S. 62. Unterschrift

S. 63. Datum

S. 64. Unterschrift

S. 65. Datum

S. 66. Unterschrift

S. 67. Datum

S. 68. Unterschrift

S. 69. Datum

S. 70. Unterschrift

S. 71. Datum

S. 72. Unterschrift

S. 73. Datum

S. 74. Unterschrift

S. 75. Datum

S. 76. Unterschrift

S. 77. Datum

S. 78. Unterschrift

S. 79. Datum

S. 80. Unterschrift

S. 81. Datum

S. 82. Unterschrift

S. 83. Datum

S. 84. Unterschrift

S. 85. Datum

S. 86. Unterschrift

S. 87. Datum

S. 88. Unterschrift

S. 89. Datum

S. 90. Unterschrift

S. 91. Datum

S. 92. Unterschrift

S. 93. Datum

S. 94. Unterschrift

S. 95. Datum

S. 96. Unterschrift

S. 97. Datum

S. 98. Unterschrift

S. 99. Datum

S. 100. Unterschrift

S. 101. Datum

S. 102. Unterschrift

S. 103. Datum

S. 104. Unterschrift

S. 105. Datum

S. 106. Unterschrift

S. 107. Datum

S. 108. Unterschrift

S. 109. Datum

S. 110. Unterschrift

S. 111. Datum

S. 112. Unterschrift

S. 113. Datum

S. 114. Unterschrift

S. 115. Datum

S. 116. Unterschrift

S. 117. Datum

S. 118. Unterschrift

S. 119. Datum

S. 120. Unterschrift

S. 121. Datum

S. 122. Unterschrift

S. 123. Datum

S. 124. Unterschrift

S. 125. Datum

S. 126. Unterschrift

S. 127. Datum

S. 128. Unterschrift

S. 129. Datum

S. 130. Unterschrift

S. 131. Datum

S. 132. Unterschrift

S. 133. Datum

S. 134. Unterschrift

S. 135. Datum

S. 136. Unterschrift

S. 137. Datum

S. 138. Unterschrift

S. 139. Datum

S. 140. Unterschrift

S. 141. Datum

S. 142. Unterschrift

S. 143. Datum

S. 144. Unterschrift

S. 145. Datum

S. 146. Unterschrift

S. 147. Datum

S. 148. Unterschrift

S. 149. Datum

S. 150. Unterschrift

S. 151. Datum

S. 152. Unterschrift

S. 153. Datum

S. 154. Unterschrift

S. 155. Datum

S. 156. Unterschrift

S. 157. Datum

S. 158. Unterschrift

S. 159. Datum

S. 160. Unterschrift

S. 161. Datum

S. 162. Unterschrift

S. 163. Datum

S. 164. Unterschrift

S. 165. Datum

S. 166. Unterschrift

S. 167. Datum

S. 168. Unterschrift

S. 169. Datum

S. 170. Unterschrift

S. 171. Datum

S. 172. Unterschrift

S. 173. Datum

S. 174. Unterschrift

S. 175. Datum

S. 176. Unterschrift

S. 177. Datum

S. 178. Unterschrift

S. 179. Datum

S. 180. Unterschrift

S. 181. Datum

S. 182. Unterschrift

S. 183. Datum

S. 184. Unterschrift

S. 185. Datum

S. 186. Unterschrift

S. 187. Datum

S. 188. Unterschrift

S. 189. Datum

S. 190. Unterschrift

S. 191. Datum

S. 192. Unterschrift

S. 193. Datum

S. 194. Unterschrift

S. 195. Datum

S. 196. Unterschrift

S. 197. Datum

S. 198. Unterschrift

S. 199. Datum

S. 200. Unterschrift

Abbildung 8: Falsch Positiv-Fall 2 (Notarzt-Protokoll)

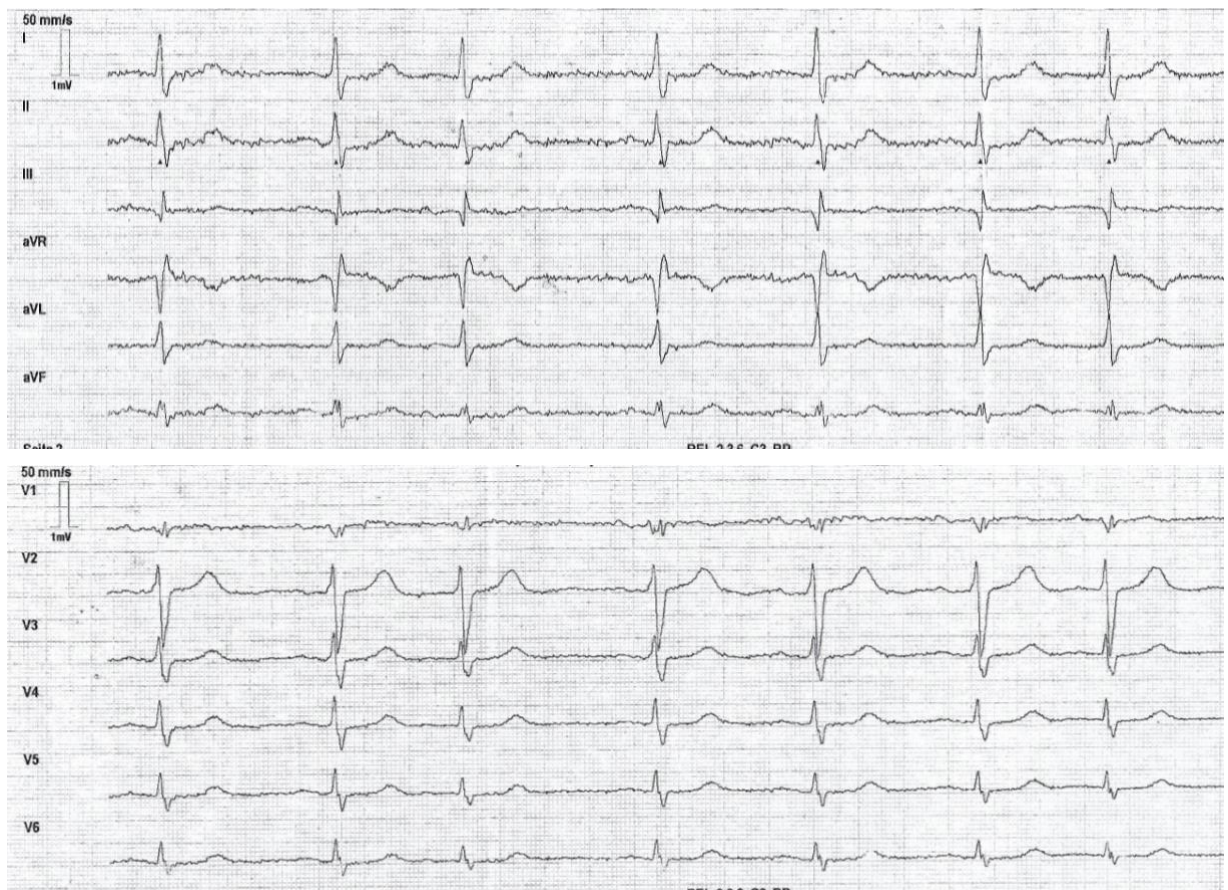


Abbildung 9: Falsch Positiv-Fall 2 (Notarzt-EKG)

3.4.3 Falsch positiv-Fall 3

Der Pat. wurde als akuter STEMI angemeldet und es erfolgte der direkte Transport ins Herzkatheterlabor mit Alarmierung des Herzkatheterteams, obwohl im EKG keine ST-Hebung zu sehen war. Der Pat. erhielt keine akute Koronarangiographie

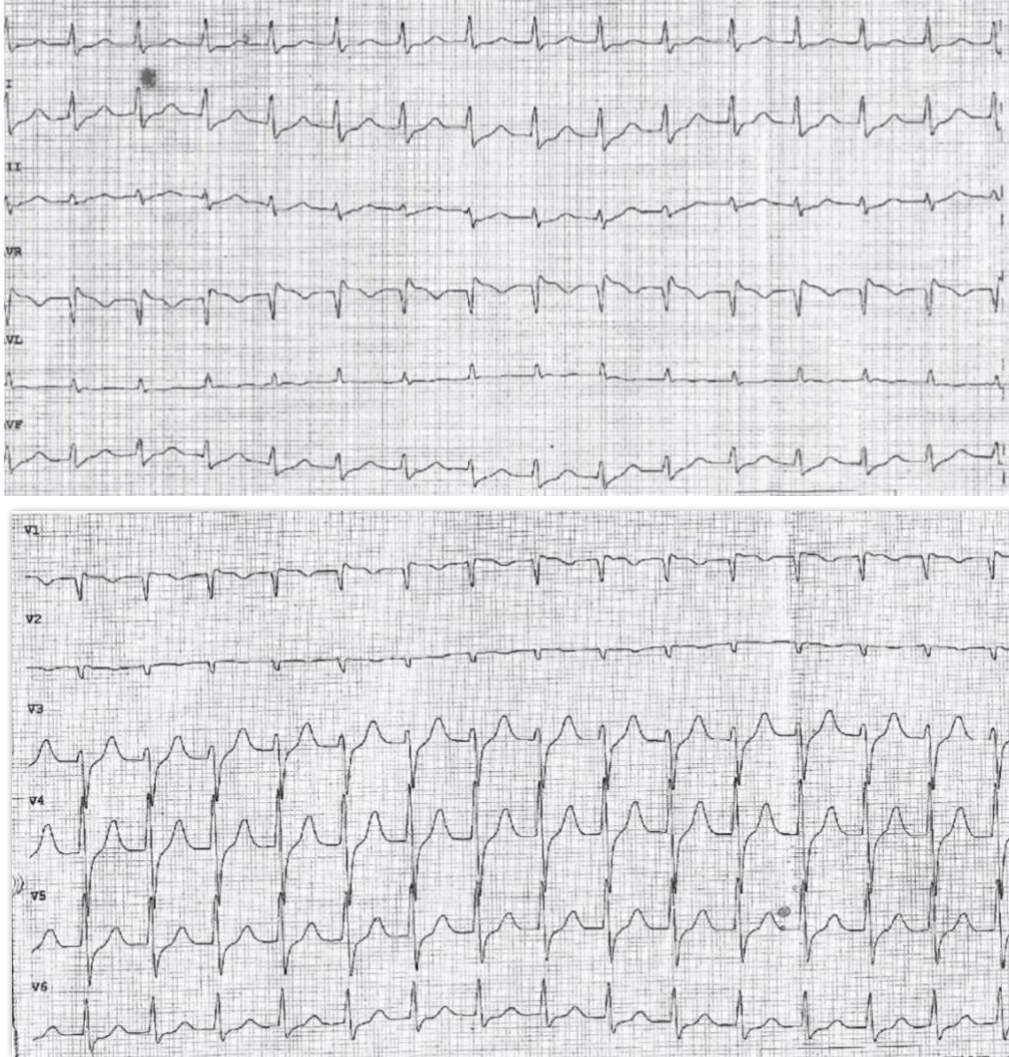


Abbildung 10: Falsch Positiv-Fall 3 (Notarzt-EKG)

2. Notfallgeschehen / Anamnese / Erstbefund (Beschwerde/ber. in Unfallort/ambul./Vordienst/Verkehrspolizei, Vorbehandlung) Zeit: (Eingangs, Schaden, Eintak, Summe)

Bei Herzstillstand im KBR-Protokoll auf Transport in Notaufnahme
 keine weitere Vitalfunktionen, ausserhalb, klinisch, kein Atempuls

3. Erstbefund CPR-Kollaps beobachtet nein ja (Zeitpunkt)

3.1. Neurologie Zeitpunkt: 2 | 3 | 2 | 2 unklar/bilig

Augen öffnen: spontan auf Aufforderung auf Schmerzreiz kein

Verbale Reaktion: orientiert orientiert + orientiert + unvollständige Antworten unvollständige Laute keine

Motorische Reaktion: auf Aufforderung auf Schmerzreiz

Diffusionsreflex: gewill normale Augenwehr abnorme Abwehr keine

Glasgow-Coma-Scale Summe: 1 | 1

Bewusstseinslage: erdebt comat reaktiv/teilw. lauwach

Extremitätenbewegung: normal nicht verändert stark verändert

Pupillenweite: normal erweitert verengt

keine Lichtreaktion: ja nein m

Cornealreflex: ja nein m

Meningismus: ja nein m

3.2. Messwerte keine keine

BR: 135 / 84 / 14 P: 148 T: 36.5

BZ: 100 / 70 / 10 SpO₂: 98 eCO₂: 35

Schmerzen: 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

3.3. EKG Sinusritmus absolute Arrhythmie AV-Block I° II° III° Bradykardie isolierte QRS-Tachykardie breite QRS-Tachykardie Extrasystolen

Koronarinfarkt / Ischemie elektromechanische Dissociation Asystolie Sprechstomat Infarkt-EKG

3.4. Atmung unaufrichtig Dyspnoe Zyanose Atemwegverengung Schnappatmung Apnoe

3.5. psychischer Zustand unruhig verwirrt aggressiv hysterisch depressiv apathisch nicht beurteilbar Beiruhung Hyperventilation nicht beurteilbar

4.2. Verletzungen nicht leicht mittel schwer

Schädel-Hirn Gesicht Hals Thorax Abdomen BWS / LWS Becken Obere Extremitäten Untere Extremitäten Weichteile

Verbrennung/
Verbrühung Gradus: % Polytrauma

Unfallmechanismus:
Trauma: stumpf penetrierend
 Sturz > 3er Höhe Fallgitter eingetretten
 Kollisions-/Stoß Unterwasser Fallschirm

4.1. Erkrankung Ischämie

ZNS: TIA/Insult/Transitorische Ischämie Krampfanfall / Krampfselbstanfall sonstige Erkrankung ZNS

Herz-Kreislauf: Angina Pectoris Herzinfarkt Myokardinfarkt Lungenerkrankung Lungenembolie Herzrhythmusstörungen Hypertonie/Koronararteriosklerose Diabetes Herz-Kreislaufstillstand PM/ICD-Fehlfunktion sonst. Erkrankung Herz/Kreislauf

Atmung: Asthma exspiratorische COPD Aspiration Pneumonie / Bronchitis Hypoxämie/Sauerstoffmangel sonst. Erkrankung

Psychiatrie: Psychose / Depression / Manie Erregungszustand Intoxikation Alkoholvergiftung / Drogen / Medikamente Entzug Selbstschädigung sonstige Erkrankung Psychiatrie

Abdomen: akutes Abdomen gastrointestinale Blutung Kolik sonst. Erkrankung Abdomen

Gynäkologie / Geburtshilfe: Schwere vaginale Blutung sonst. Erkrankung Gynäkologie

Sonstige: anaphylaktische Reaktion Unklarheit Strahlenschaden

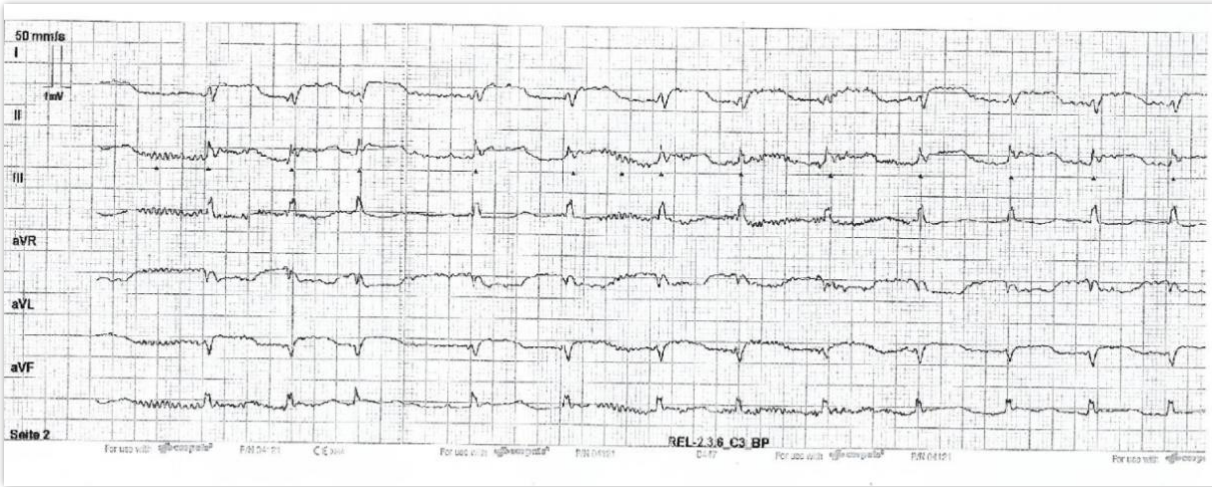
4.3. ERSTDIAGNOSE (Notarzt) VERDACHTSDIAGNOSE (Notarzt/Notarzt/Notarzt)

STEMI

Abbildung 11: Falsch Positiv-Fall 3 (Notarzt-Protokoll)

3.4.4 Falsch negativ-Fall 1

Notarzteinlieferung mit der Diagnose einer ventrikulären Tachykardie. Keine STEMI-Diagnose vom Notarzt, obwohl das EKG als eindeutiger STEMI der Vorderwand mit begleitendem Vorhofflimmern vom KBR-CoreLab ausgewertet wurde. Es erfolgte hier keine Alarmierung des Notfallkatheterteams und kein direkter Transport des Patienten ins Herzkatheterlabor.



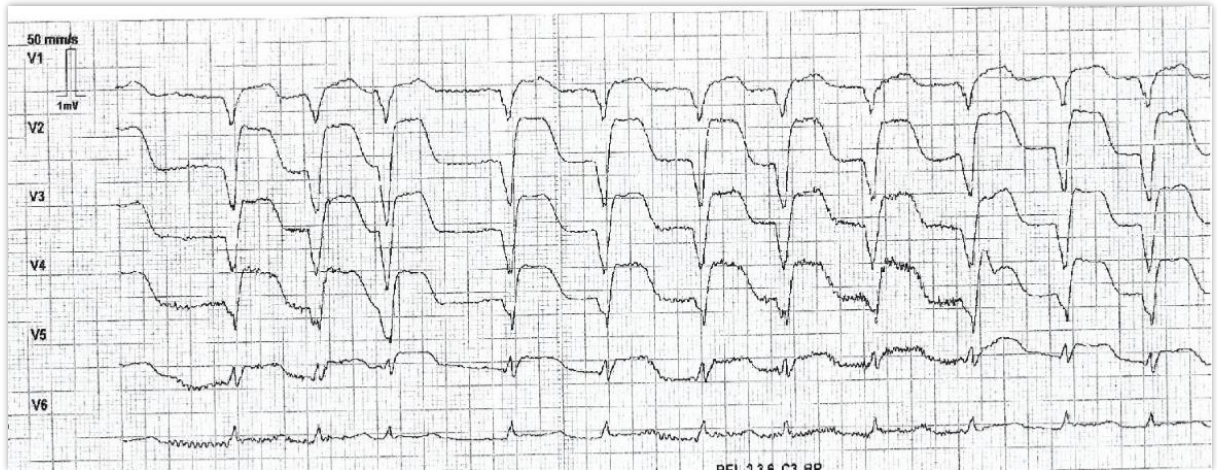


Abbildung 12: Falsch Negativ-Fall 1 (Notarzt-EKG)

2. Notfallgeschehen / Anamnese / Erstbefund							
seit ca einer Woche wechselnd thorakales Engegefühl, aktuell Schwäche Bek. Vorerkrankungen: Sonstiges: Diabetes mellitus im EKG ventrikuläre Tachycardie							
3. Erstbefund							
3.1 Neurologie	Zeitpunkt: --- Neurologie ist unauffällig						
Augen öffnen 1 spontan 2 auf Anrede 3 auf Schmerz 4 kein	4						
Bewusstseinslage --- --- --- Extremitätenbewegung 3 normal 2 leicht vermindert 1 nicht vorhanden	<table border="1"> <tr> <td>re</td> <td>li</td> </tr> <tr> <td>Arm</td> <td>---</td> </tr> <tr> <td>Bein</td> <td>---</td> </tr> </table>	re	li	Arm	---	Bein	---
re	li						
Arm	---						
Bein	---						
3.2 verbale Reaktion 1 klar 2 unklar 3 unverständlich 4 unverständlich 5 keine	5						
3.3 motorische Reaktion 6 top: Aufforderung 7 optische Abwehr 8 ungerichtete Abwehr 9 Schmerz 10 keine	<table border="1"> <tr> <td>re</td> <td>li</td> </tr> <tr> <td>Arm</td> <td>6</td> </tr> <tr> <td>Bein</td> <td>6</td> </tr> </table>	re	li	Arm	6	Bein	6
re	li						
Arm	6						
Bein	6						
Pupillenweite Rechts: --- Pupillenweite Links: --- Lichtreaktion: ---	<table border="1"> <tr> <td>re</td> <td>li</td> </tr> <tr> <td>-</td> <td>-</td> </tr> </table>	re	li	-	-		
re	li						
-	-						
Glasgow-Coma-Scale: 15							
3.5 psychischer Zustand	---						
3.6 Hautbefund	---						
3.7 Sonstiges	---						
3.2 Messwerte	RR Sys (mmHg) 109 RR Dia (mmHg) 71 Puls (1/min) 135 HF (1/min) 147 BZ (mg/dl) --- AF (1/min) --- etCO2 (mmHg) --- SpO2 (%) 97 Schmerz: --- Temperatur (°C) ---						
3.3 EKG	breite QRS-Tachykardie						
3.4 Atmung	unauffällig						

Abbildung 13: Falsch Negativ-Fall 1 (Notarzt-Protokoll)

3.4.5 Falsch negativ-Fall 2

Der Patient wurde vom Hausarzt mit STEMI lateral ins Krankenhaus eingewiesen. Trotzdem wurde der Patient vom Notarzt mit Cephalgien und Sehstörung neurologisch in unserer Notaufnahme vorgestellt. Keine STEMI-Diagnose vom Notarzt, obwohl das EKG als eindeutiger STEMI lateral vom KBR-CoreLab ausgewertet wurde. Es erfolgte hier keine

Alarmierung des Notfallkatheterteams und kein direkter Transport des Patienten ins Herzkatheterlabor.



Abbildung 14: Falsch Negativ-Fall 2 (Notarzt-EKG)

*... sagen, stärkere Kopfschmerzen mit Übelkeit ohne (Bewusst),
... Markt Schüttelfrost + Schweißausbrüche, wobei im 2. Symptom
... gastral, Arthrose Bronchien, HWS-Syndrom
... kündigt sich leicht Pul. auf Lunge, Atem - 2 Hl-stabil, 0 Thorax -
... werden, noch Kopf - 5 + tachykardie, CPR Kollaps beobachtet? Oria O la (Zellbank)*

tblfund
 logie Zellpunkt

3.2. Messwerte
 RR 123 / 85 Puls 135 Temperatur 37.4
 BZ mch AP SpO₂ 100% wCO₂

3.3. EKG
 Sinusrhythmus
 absolute Arrhythmie
 AV-Block IP
 B-Block
 schmale QRS-Tachykardie
 breite QRS-Tachykardie
 Extrasystolie SVES VES
 Kammerflimmern / -flattern
 elektromechanische Dissociation
 Asystolie
 Schrittmacher
 Infarkt EKG

3.4. Atmung
 nicht untersucht
 Dyspnoe
 Zyanose
 Atemwegverlegung
 Spiessik
 Rasselgeräusche
 Stridor
 Atemwegsverengung
 Schnappatmung
 Apnoe
 Beckenlung
 Hyperventilation
 nicht beurteilbar

3.5. psychischer Zustand
 verwirrt aggressiv depressiv wachheit
 verlangsamt euphorisch nicht beurteilbar

4.2. Verletzungen
 Schädel-Hirn ofen geschlossen
 Gesicht
 HWS
 Thorax
 Abdomen
 BWS / LWS
 Becken
 Ober- Extremitäten
 Unter- Extremitäten
 Weichteile

Verbrunnung/Verbrühung

Unfallmechanismus
 Trauma: Sturz Sturz in 2m Höhe
 Verkehr: Fußgänger angefahren
 PKW/LKW-Insasse
 Sturz aus großer Höhe
 Fahrrad-Unfall

diagnose
 ERSTDIAGNOSE (Notarzt) VERDACHTSDIAGNOSE (RettAss/RS)
 - Cephalgie mit Schstörungen
 - S.A. AKS

Abbildung 15: Falsch-Negativ-Fall 2 (Notarzt-Protokoll)

3.4.6 Falsch negativ-Fall 3

Der Patient wurde vom Notarzt mit V.a. Kreislaufdysregulation in unsere Notaufnahme gebracht. Keine STEMI-Diagnose vom Notarzt, obwohl das EKG als eindeutiger STEMI der Vorderwand vom KBR-CoreLab ausgewertet wurde. Es erfolgte hier keine Alarmierung des Notfallkatheterteams und kein direkter Transport des Patienten ins Herzkatheterlabor.

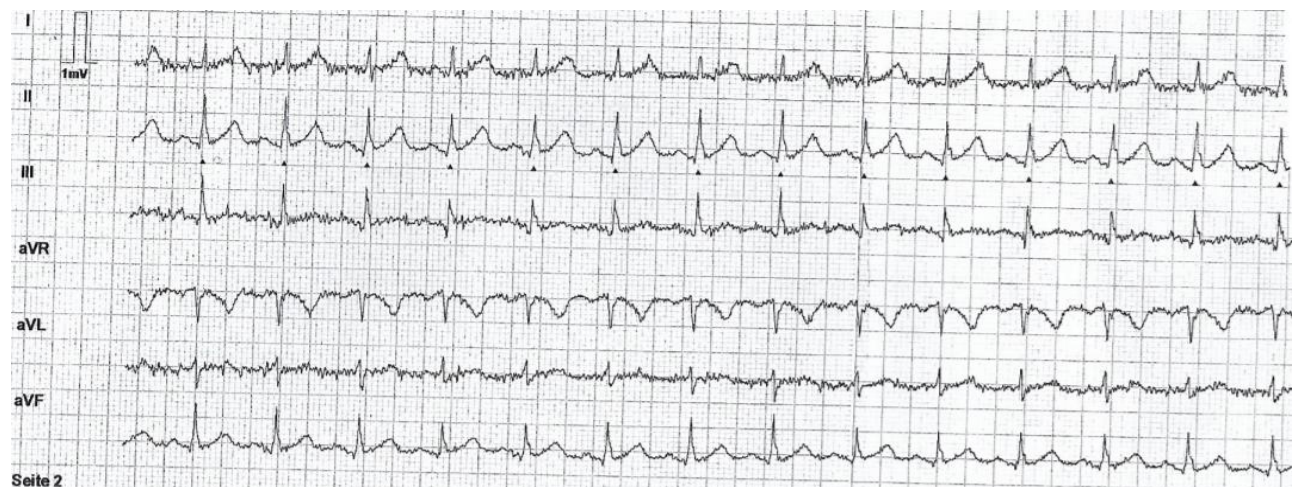


Abbildung 16: Falsch Negativ-Fall 3 (Notarzt-EKG)

2. Notfallgeschehen / Anamnese / Erstbefund (Zeitpunkt: 18:40 Uhr, Ort: Notaufnahme, Unterschrift: [unleserlich])

Zeit (Beginn, Ende, Unter, Spätk): [unleserlich]

Patient schlitzend in der Apotheke, keine Brustschmerzen oder
 Erregtheit oder Atemnot, EKG paroxysmal. Gut gibt an am Morgen eine
 leichte Symptomatik zu haben, was dann über selbstständig
 abgeklungen wäre.

3. Erstbefund

3.1. Neurologie Zeitpunkt: 18:40 8 unauffällig

3.2. Messwerte: RR 133/80, Puls 116, Temperatur [unleserlich], SpO2 97, Sättigung [unleserlich]

3.3. EKG: Sinusrythmus, keine ST-T-Veränderungen

3.4. Atmung: keine Atemnot, SpO2 97

3.5. psychischer Zustand: keine Auffälligkeiten

4.1. Erstdiagnose: keine

4.2. Verletzungen: keine

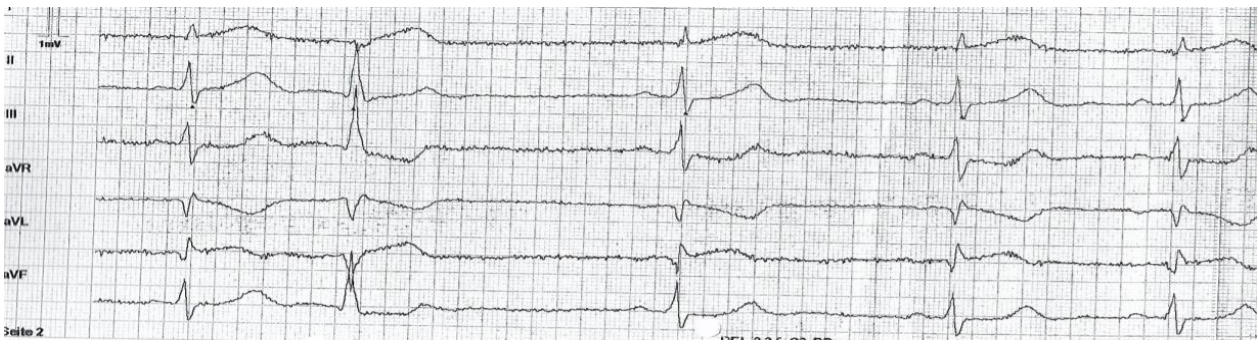
ERSTDIAGNOSE (Notarzt): Verdacht auf akutes Koronarsyndrom

VERDACHTSDIAGNOSE (Notarzt): Verdacht auf akutes Koronarsyndrom

Abbildung 17: Falsch Negativ-Fall 3 (Notarzt-Protokoll)

3.4.7 Falsch negativ-Fall 4

Der Patient wurde vom Notarzt bei Thoraxschmerzen mit V.a. akutes Koronarsyndrom in die Notaufnahme gebracht, jedoch ohne Voranmeldung als STEMI oder Alarmierung des Notfallkatheterteams. Der STEMI der Vorderwand wurde erst von dem diensthabenden Arzt in der Notaufnahme diagnostiziert. Das EKG wurde als eindeutiger STEMI der Vorderwand vom KBR-CoreLab ausgewertet.



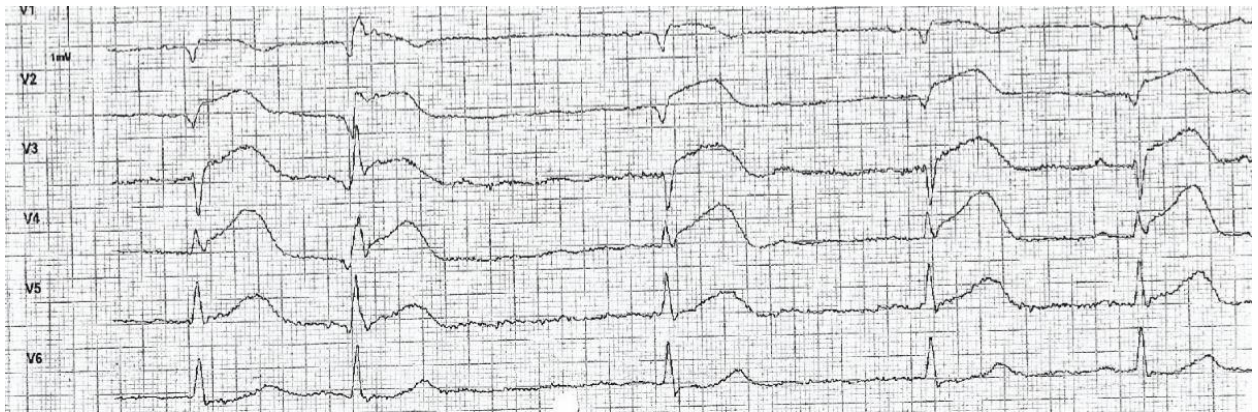


Abbildung 18: Falsch Negativ-Fall 4 (Notarzt-EKG)

N **allgeschehen / Anamnese / Erstbefund**

zeit 45min bx schmerzen links, insgesamt kardiopulmonal stabil, wach und orientiert, vorkrankung parkinson

Erstbefund

1 Neurologie Zeitpunkt: 21:55 3.2 Messwerte

<p>1.1 Bewusstseinslage</p> <p>orientiert</p> <p>bek. parkinson</p>	<p>3.2 Messwerte</p> <p>RR Sys (mmHg) 156</p> <p>RR Dia (mmHg) 84</p> <p>Puls (1/min) ---</p> <p>HF (1/min) 58</p> <p>BZ (mg/dl) 140</p> <p>AF (1/min) ---</p> <p>etCO2 (mmHg) ---</p> <p>SpO2 (%) 99</p> <p>Schmerz: 2</p> <p>Temperatur (°C) ---</p>
<p>1.2 Pupillenweite Rechts: mittel</p> <p>Pupillenweite Links: mittel</p> <p>1.3 Lichtreaktion: ro / li</p> <p>1.4 Pupillenweite: ro / li</p> <p>Glasgow-Coma-Scale: 15</p>	<p>3.3 EKG</p> <p>Sinusrhythmus, sVes: monomorph</p> <p>3.4 Atmung</p> <p>unauffällig</p>

1.5 psychischer Zustand

1.6 Hautbefund

Erstdiagnose

Diagnosen: Herz-Kreislauf: Vd.a. Akutes Coronarsyndrom(I 21)

Verletzung/Verbrennung/Verbrühung/Erfrörierung/Verätzung

Abbildung 19: Falsch Negativ-Fall 4 (Notarzt-Protokoll)

3.4.8 Falsch negativ-Fall 5

Der Notarzt stellte die Diagnose eines Vorderwandinfarkts bei hochwahrscheinlicher ST-Senkung in V1 und V2, obwohl im EKG eine eindeutige ST-Hebung über der Hinterwand zu sehen war. Es erfolgte keine Alarmierung des Notfallkatheterteams oder direkter Transport ins Herzkatheterlabor. Das EKG wurde als eindeutiger STEMI der Hinterwand vom KBR-CoreLab ausgewertet.

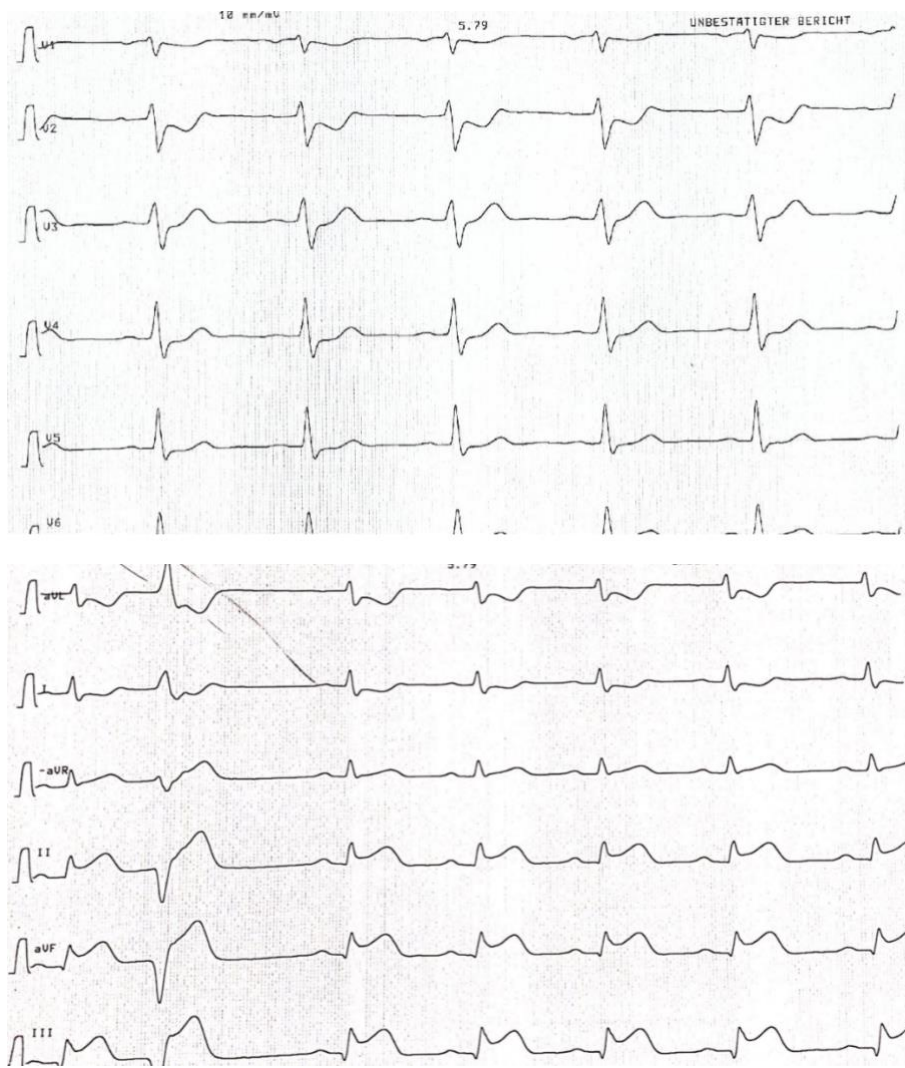


Abbildung 20: Falsch Negativ-Fall 5 (Notarzt-EKG)

Handwritten notes:
 Hypertonie, Schenck, Corona 10, Delta 5, Index 10
 ADH: Nach schwer körperlicher Belastung (Feuerwehrübung)
 vor 11⁰⁰ h erhebliche Schwindel, Übelkeit, Schweißausbruch und
 Kopfschmerzen

3. Erstbefund

3.1. Neurologie

3.2. Menstruatio

3.3. EKG

3.4. Atmung

3.5. psychischer Zustand

4. Erstdiagnose

4.1. Erkrankung

4.2. Verletzungen

4.3. Verunreinigung / Verbrühung

4.4. Unfallmechanismus

Handwritten notes on form:
 Vordr. versch. fehlt

Abbildung 21: Falsch Negativ-Fall 5 (Notarzt-Protokoll)

3.5 Assoziation der notärztlichen EKG-Befundung mit Versorgungszeiten

Patienten, bei denen der Notarzt einen STEMI eindeutig diagnostiziert hatte (N=86), wurden nach der Aufnahme ins Krankenhaus signifikant schneller einer Herzkatheteruntersuchung zugeführt als Patienten, bei denen der Notarzt keinen STEMI diagnostiziert hatte (N=30). Die Door-to-Wire-Zeit (Ankunft Interventionsklinik bis Drahtpassage des Infarktgefäßes) war signifikant länger bei Patienten mit vom Notarzt nicht erkannter STEMI-Diagnose (106,27 min) im Vergleich zu Patienten mit einem klar diagnostizierten und korrekt diagnostizierten STEMI (55,24 min; $p < 0,0001$).

Tabelle 15: Assoziation der notärztlichen EKG-Befundung mit Versorgungszeiten

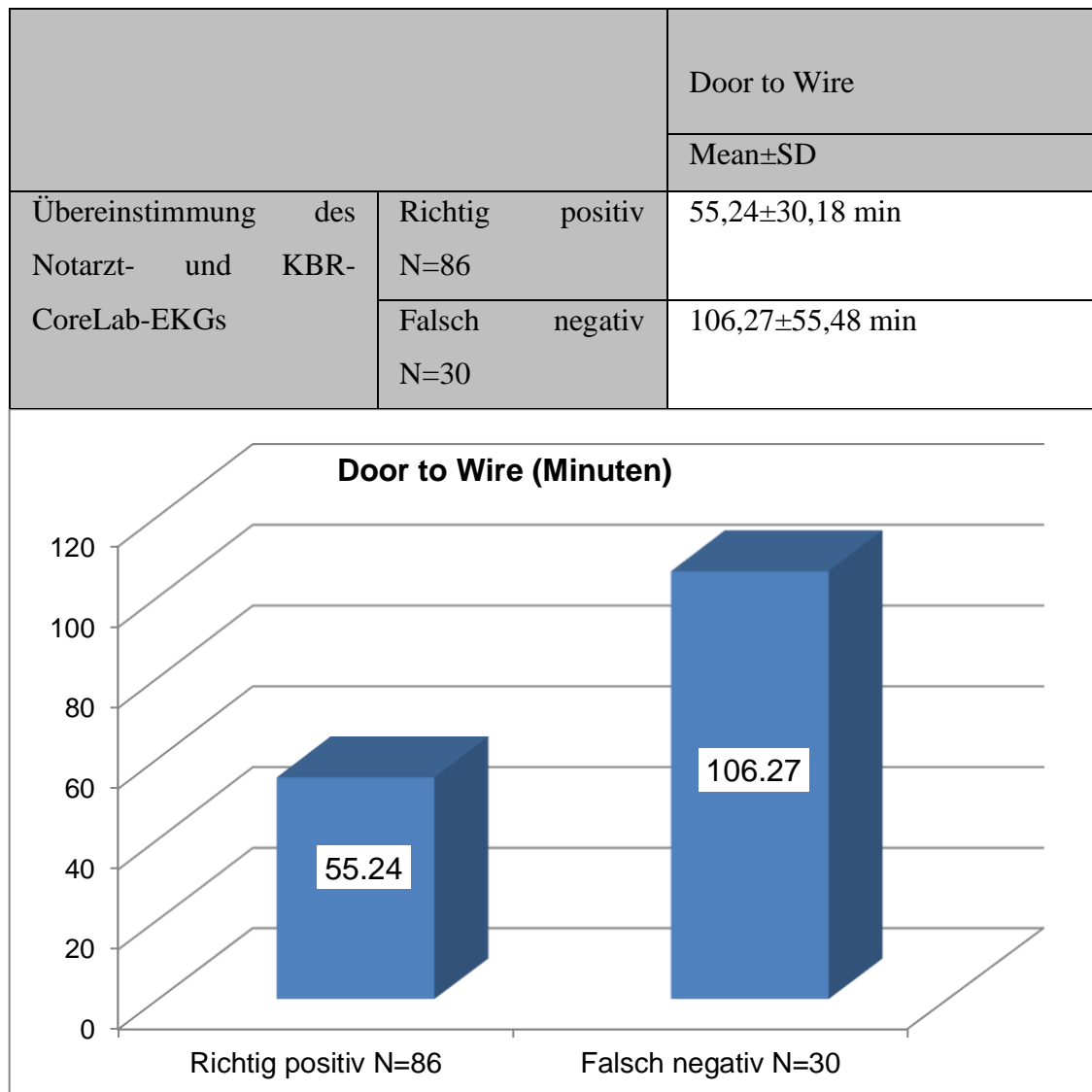


Abbildung 22: Assoziation der notärztlichen EKG-Befundung mit Versorgungszeiten

In einer Subgruppen-Analyse zeigte sich ein besonders großer Unterschied der Door-to-Wire-Zeit im Bereitschaftsdienst im Vergleich zum Normaldienst. Im Normaldienst war der Unterschied geringfügig und statistisch nicht relevant. Die Door-to-Wire-Zeit lag bei vom Notarzt nicht erkannter STEMI-Diagnose im Normaldienst bei 59 min., verglichen mit 42 min. bei Patienten mit eindeutiger STEMI-Diagnose und richtig STEMI-Diagnose vom Notarzt (P=0,191). Im Gegensatz war die Door-to-Wire-Zeit im Bereitschaftsdienst deutlich verlängert, wenn die STEMI-Diagnose nicht gestellt worden war. Sie lag hier bei vom Notarzt nicht erkannter STEMI-Diagnose bei 117 min., verglichen mit 62 min. bei richtiger STEMI-Diagnose (P=0,0001).

Tabelle 16: Assoziation der notärztlichen EKG-Befundung mit Versorgungszeiten und Aufnahmedienst bei Patienten mit STEMI (N=116)

				Door to Wire
				Mean±SD
Dienst	Bereitschaftsdienst	Übereinstimmung des Notarzt- und KBR-CoreLab-EKGs	Richtig positive (N=59)	62,04±31,65
			Falsch negative (N=23)	116,83±54,58
	Regeldienst	Übereinstimmung des Notarzt- und KBR-CoreLab-EKGs	Richtig positive (N=27)	41,92±22,07
			Falsch negative (N=7)	58,75±31,39

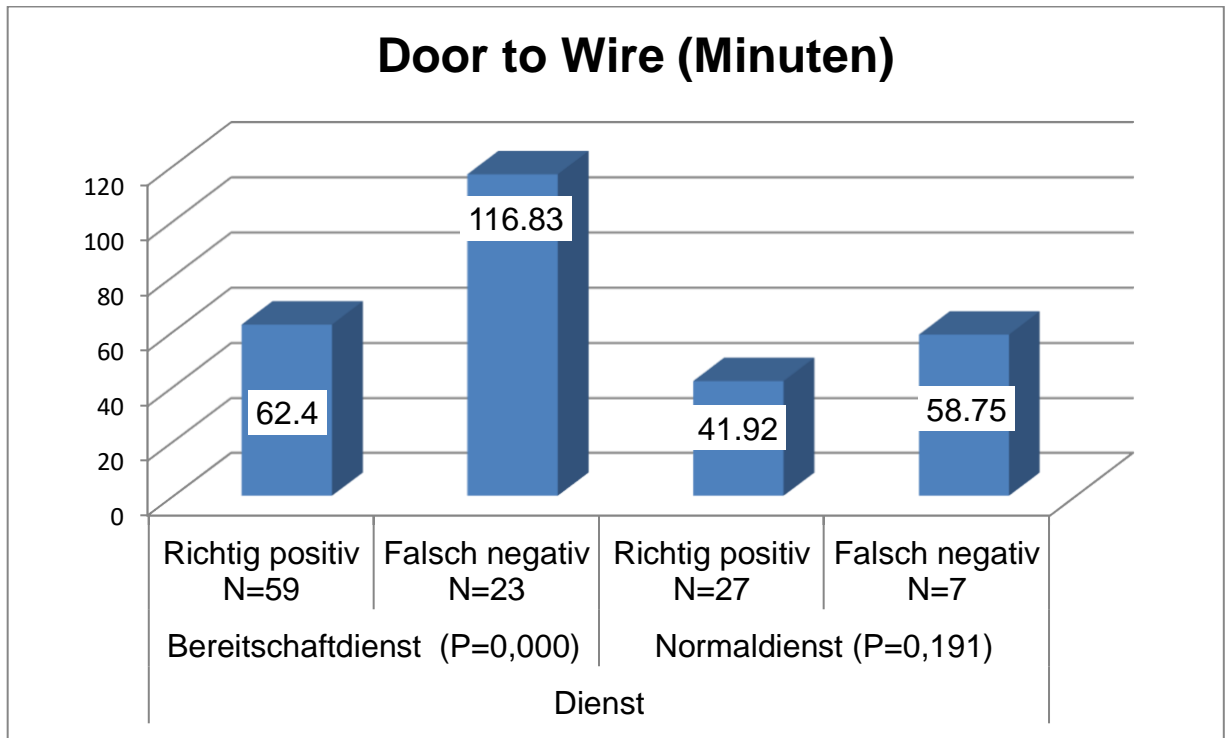


Abbildung 23: Assoziation der notärztlichen EKG-Befundung mit Versorgungszeiten und Aufnahmedienst bei Patienten mit STEMI

4 Diskussion

4.1 Treffsicherheit der STEMI-Diagnose vom Notarzt

Die Analyse zeigt, dass die Diagnose eines akuten STEMI durch den Notarzt mit einer hohen Fehldiagnoserate verbunden war. Der Vergleich der EKGs zwischen Notarzt und KBR-CoreLab ergab, dass in etwa 32% der Fälle eine falsche Diagnose vom Notarzt erfolgte, entweder als falsch positiv (10%) oder als falsch negativ (22%).

4.1.1 Welche Faktoren können Fehler in der EKG-Auswertung durch den Notarzt begünstigen? (EKG-abhängige Faktoren)

Die Diagnose eines STEMI im EKG ist in einem typischen Fall eine einfache Sache. Allerdings zeigen die hier vorgestellten Ergebnisse, dass ein STEMI manchmal übersehen wurde, obwohl die morphologischen Kriterien deutlich vorhanden waren. Zweifel können durch die oft geringen ST-Streckenhebungen in den Extremitätenleitungen entstehen. Auch die ST-Hebung der V2- und V3-Ableitungen könnten manche irritieren. Die ST-Hebung in diesen Ableitungen kann je nach Alter und Geschlecht variieren. Bei Männern unter 40 Jahren können sie bis zu 0,25 mV und bei Männern über 40 Jahren bis zu 0,2 mV und bei Frauen bis zu 0,15 mV betragen (Macfarlane 2001; Thygesen et al. 2012). In den anderen Ableitungen ist eine ST-Hebung von mehr als 0,1 mV jedoch nicht normal. Erschwerend für die EKG-Diagnostik können auch das Bild eines Schenkelblocks und das Vorhandensein einer frühen Repolarisation sein.

4.1.2 Vergleich der Ergebnisse unserer Studie mit der First-Medical-Contact-Studie in Treffsicherheit der STEMI-Diagnose vom Notarzt

Die First Medical Contact-Studie untersuchte Patienten mit Myokardinfarkt, die in 2012 im Berlin zunächst von einem Notarzt behandelt wurden und in ein Krankenhaus transportiert wurden und dort aufgenommen wurden (n=1038) (Stockburger et al. 2016). Die EKGs, die vor dem Krankenhausaufenthalt aufgenommen und von dem Notarzt interpretiert wurden, wurden verblindet und leitliniengemäß von erfahrenen Kardiologen überprüft (Stockburger et al. 2016). In unserer Studie lag die Zahl der falsch negativen STEMI-Diagnosen bei 21,9% im Vergleich zu 26,3% in der First-Medical-Contact-Studie. Somit zeigte sich hier ein vergleichbares Ergebnis in Hinblick auf die Sicherheit der notärztlichen Diagnosestellung. Die Analyse der demographischen Daten aus der First- Medical-Contact-Studie zeigt, dass die Patienten mit uneindeutiger Notarzt-EKG-Diagnose mehr Vorerkrankung, also möglicherweise komplexere

EKG-Morphologien durch Vorinfarkt, ACB-OP und so weiter aufwiesen (Stockburger et al. 2016) (siehe Tabelle 17).

In der First-Medical-Contact-Studie wurden nur Patienten mit sicherem Herzinfarkt erfasst, deswegen konnte nicht überprüft werden, ob falsch positive EKG-Diagnosen vorkamen.

Tabelle 17: Demografischen Daten der CoreLab-definierten STEMI-Patienten und der anhand der notärztlichen EKG-Befundung der First-Medical-Contact-Studie (Stockburger et al. 2016) 'mit freundlicher Genehmigung von deutscher Ärzteblatt'

TABELLE				
Basiskarakteristika der durch das EKG-CoreLab als STEMI-Patienten klassifizierten Patienten in % mit [95%-Konfidenzintervall] und IQR beim Median				
	alle mit ST-Hebung im CoreLab (n = 756)	uneindeutige notärztliche EKG-Befundung (n = 199)	notärztlich kongruent befundeter STEMI (n = 472)	notärztlicher Befund Kammerflimmern (n = 85)
Alter = 75 Jahre (%)	20,9 [18,0; 23,8]	28,6 [25,4; 31,8]	19,3 [16,5; 22,1]	11,8 [9,5; 14,1]
weibliches Geschlecht (%)	25,7 [22,6; 28,8]	29,1 [25,9; 32,3]	24,9 [21,8; 28,0]	21,2 [18,3; 24,1]
Diabetes mellitus (%)	23,6 [20,6; 26,6]	28,7 [25,5; 31,9]	22,1 [19,1; 25,1]	19,5 [16,7; 22,3]
Niereninsuffizienz (%)	11,0 [8,8; 13,2]	14,9 [12,4; 17,4]	8,8 [6,8; 10,8]	14,1 [11,6; 16,6]
bekannte Herzinsuffizienz (%)	10,5 [8,3; 12,7]	16,8 [14,1; 19,5]	7,8 [5,9; 9,7]	10,3 [8,1; 12,5]
früherer Myokardinfarkt (%)	14,0 [11,5; 16,5]	18,1 [15,4; 20,8]	13,3 [10,9; 15,7]	7,8 [5,9; 9,7]
frühere PCI (%)	16,3 [13,7; 18,9]	25,6 [22,5; 28,7]	14,1 [11,6; 16,6]	6,4 [4,7; 8,1]
frühere ACB-OP (%)	3,9 [2,5; 5,3]	6,2 [4,5; 7,9]	3,0 [1,8; 4,2]	3,8 [2,4; 5,2]
Symptombeginn bis Alarmzeit (Median [IQR])	46 Min. [13; 141]	56 Min. [16; 174]	51 Min. [21; 156]	5 Min. [0; 24]

ACB-OP, Aorto-koronare Bypass-Operation; PCI, Perkutane Koronarintervention; STEMI, ST-Hebungs-Myokardinfarkt

4.2 Welche Auswirkung auf den klinischen Verlauf hat die EKG-Diagnose durch den Notarzt?

Wenn der Notarzt eine falsch negative EKG-Diagnose stellt, kann das zu einer verzögerten Therapie und einer längeren Behandlungsdauer im Krankenhaus führen. Das war der Fall bei Patienten mit STEMI, die vom Notarzt prähospital falsch negativ diagnostiziert wurden, aber im KBR-CoreLab klar nachgewiesen wurden. Bei diesen Patienten dauerte es mehr als doppelt so lange von der Ankunft in der Klinik bis zur perkutanen Koronarintervention als bei den Patienten, die eindeutig als STEMI erkannt wurden. EKGs, die nicht richtig bewertet wurden, führten dazu, dass die Versorgungszeiten weit über den 90 Minuten lagen, die in den Leitlinien für die Zeit vom ersten medizinischen Kontakt bis zur perkutanen Koronarintervention empfohlen werden. Auch die Zeit von 60 Minuten zwischen der Einlieferung ins Krankenhaus und der Drahtpassage wurde deutlich überschritten. Unterschiede waren besonders deutlich im Bereitschaftsdienst, verglichen zum Regeldienst. Ein weiterer Unterschied, der von der EKG-

Interpretation abhing, zeigte, dass Patienten mit einem nicht erkannten STEMI häufiger in der Notaufnahme (und nicht auf der Intensivstation oder direkt im Herzkatheter) erstversorgt wurden. Die Notaufnahme als Aufnahmeort im Krankenhaus war wiederum mit deutlicher Verzögerung der invasiven Diagnostik verbunden. Früher erhobene Daten aus den USA legen nahe, dass sich das relative Risiko infarktbedingter Krankenhaussterblichkeit für jede dreißigminütige Verlängerung der Versorgungszeiten um 10% erhöht (De Luca et al. 2004a) und dass der Vorteil der perkutanen Koronarintervention im Vergleich zur Thrombolyse bei längeren Versorgungszeiten schwindet (Pinto et al. 2006). Mehrere Untersuchungen konnten belegen, dass die prähospital EKG-Diagnostik die Zeit bis zur Reperfusion mindern konnte (Curtis et al. 2006; Brown et al. 2008).

Ein weiterer Aspekt ist, dass der direkte Transport von Patienten mit falsch-positiver STEMI-Diagnose die Gefahr einer Überlastung des Herzkatheterlabors als zentrale Schlüsselstelle für die Versorgung der Patienten mit akutem Koronarsyndrom birgt. Da zur gleichen Zeit nur eine begrenzte Zahl an Patienten versorgt werden kann, besteht die Gefahr, dass andere Patienten, die tatsächlich ein akutes Koronarsyndrom haben, zeitverzögert therapiert werden. Gleichzeitig bedeutet eine falsche Diagnosestellung für den betroffenen Patienten eine Verzögerung der Behandlung, die je nach Befund (Aortendissektion, Lungenembolie, Lungenödem, Pneumothorax, ...) einen wesentlichen Einfluss auf das Outcome der Patienten haben kann.

4.2.1 Vergleich der Ergebnisse unserer Studie mit der First-Medical-Contact-Studie in Assoziation der notärztlichen EKG-Befundung mit Versorgungszeiten der First-Medical-Contact-Studie

Die First-Medical-Contact-Studie zeigte keinen Unterschied, in der Zeit von dem ersten medizinischen Kontakt bis zur Aufnahme in einem Krankenhaus, zwischen den Patienten mit einem zutreffenden STEMI-Befund und Patienten mit einem nicht zutreffenden STEMI-Befund.

Die innerklinische Versorgung zeigte jedoch signifikante Unterschiede. Patienten mit richtig diagnostiziertem STEMI wurden wesentlich schneller zu einer Herzkatheteruntersuchung geschickt als Patienten mit nicht richtig diagnostiziertem STEMI durch den Notarzt (36 versus 121 min; $p < 0,001$). Verglichen mit einer falsch-negativen Diagnose durch den Notarzt war die gesamte Door-to-Wire-time bei einer eindeutigen notärztlichen STEMI-Diagnose deutlich kürzer (53 versus 142 min; $p < 0,001$). In unserer Studie lag die Door-to-Wire-Zeit bei eindeutiger Diagnose bei 55,24 Minuten ($P < 0,001$) und somit in vergleichbarem Rahmen. Bei uneindeutiger Diagnose zeigte sich in unsere Studie eine durchschnittliche Door-to-Wire-Zeit

von 106,27 Minuten ($P < 0,001$). Die Zeit bis zur Therapie dauerte somit fast doppelt so lange, lag jedoch mit 106,27 Minuten immer noch 25% unter der Zeit von 142 Minuten in der First-Medical-Contact-Studie.

Sowohl die First-Medical-Contact-Studie als auch unsere Studie konnten zeigen, dass etwa 1 von 4 STEMIs vom Notarzt nicht erkannt wurde und dies mit einer signifikanten Verlängerung der Versorgungszeit im Krankenhaus verbunden war.

4.3 Unterschied zwischen unserer Studie und First-Medical-Contact-Studie

Im Gegensatz zu unserer Studie war die Inzidenz falsch-positiver EKG-Diagnosen in der First Medical Contact Studie nicht Gegenstand der Untersuchung, da nur Patienten mit STEMI berücksichtigt wurden. In der Qualifikation des Notarztes gab es auch einen wichtigen Unterschied, Während zwei Drittel der Notärzte in Berlin 2012 Anästhesisten waren, stellten die Internisten den Großteil der Notärzte in Bremen 2017. Da die regionale Myokardinfarktversorgung in Deutschland unterschiedlich organisiert ist und die Daten der First-Medical-Contact-Studie nicht einfach auf andere Regionen übertragen werden können, wurde ebenfalls eine Überprüfung der prähospitalen EKG-Befundung von den Notärzten in weiteren Regionen empfohlen.

4.4 Verbesserungsoptionen

Neben einer stärkeren Betonung der EKG-Kompetenz in der Notarztausbildung, jährlich aktualisierten EKG-Kursen für Notärzte sowie Feedback bei falsch positiven oder falsch negativen Befunden ist die telemedizinische Übertragung schwer einzuordnender EKGs der beste Weg zur Optimierung der prähospitalen EKG-Diagnostik.

4.4.1 Telemedizinische Übertragung der präklinischer EKGs zur Optimierung der prähospitalen EKG-Diagnostik

Mehrere Studien haben die Vorteile präklinischer EKGs bei Patienten mit STEMI zur Verkürzung der Door-to-Ballon-Zeit gezeigt (Canto et al. 1997; Brown et al. 2008). Die Richtung und das Ausmaß der Zeitersparnis sind klinisch relevant und führen zu einer Verkürzung der Door-to-Ballon-Zeit um 15 bis 20 Minuten (Canto et al. 1997; Pinto et al. 2006). Diese Zeitersparnis spiegelt jedoch möglicherweise nicht das volle Potenzial der präklinischen EKGs wider, Verzögerungen bei der Reperfusionstherapie zu verringern. Tatsächlich haben Studien gezeigt, dass die Door-to-Ballon-Zeit weiter reduziert werden kann, wenn vorklinische

EKGs zur Aktivierung des Katheterlabors verwendet werden, während sich der Patient auf dem Weg zum Krankenhaus befindet (Bradley et al. 2005).

Präklinische EKGs können vom FMC-Team zur Arztinterpretation übertragen werden, um die Entscheidungsfindung voranzutreiben. Zwei Studien haben gezeigt, dass die Übertragung von präklinischen EKGs möglich ist. In der TIME-NE wurde bei 24 Patienten mit STEMI die Übertragung präklinischer EKGs erfolgreich durchgeführt (Welsh et al. 2005). Die EKGs wurden an eine Empfangsstation eines Krankenhauses und das Smartphone des Bereitschaftskardiologen gefaxt. Der Bereitschaftskardiologe entschied daraufhin, die Alarmierung des Herzkatheterteams auf der Grundlage des präklinischen EKGs zu aktivieren. Die mittlere Door-to-Ballon-Zeit sank in dieser Studie auf 50 Minuten im Vergleich zu 101 Minuten für die normale Alarmierung ohne Übertragung präklinischer EKGs. In der STAT-MI-Studie wurden bei 80 Patienten präklinische EKGs über ein Mobilfunknetz an einen sicheren Krankenhaus-Zentralserver und an ein Kardiologen-Smartphone übertragen (Sanchez-Ross et al. 2011). Die mediane Zeit von der prähospitalen EKG-Erfassung bis zur Verfügbarkeit auf dem Remote-Server betrug 2 Minuten und auf dem Kardiologen-Smartphone 4 Minuten. Die Door-to-Ballon-Zeit betrug bei Verwendung präklinischer EKGs 80 Minuten, verglichen mit 146 Minuten bei historischen Kontrollen ohne Verwendung von Übertragung der präklinischen EKGs.

In unserer Studie waren die Notärzte freigestellt, bei Unsicherheit zur EKG-Diagnose ein EKG prästationär zum Krankenhaus zu faxen. Die Mitbeurteilung erfolgte durch den diensthabenden Internisten. Wie oft diese Möglichkeit eingesetzt wurde, ist nicht dokumentiert. Möglicherweise sollte dieser Weg bei jedem gewählt werden (Weiterleitung per Smartphone an den Kardiologen im Hintergrunddienst).

Zusammenfassend sind die Vorteile präklinischer EKGs bei Patienten mit STEMI zur Verkürzung der Door-to-Ballon-Zeit durch mehrere Studien gesichert. Vor dem Hintergrund der hohen Anzahl falsch gestellter STEMI-Diagnosen im Sinne von falsch negativen oder falsch positiven STEMI-Diagnosen durch Notärzte stellt die telemedizinische Übertragung präklinischer EKGs unter Berücksichtigung der aktuellen Datenlage den besten Weg zur Optimierung der prähospitalen EKG-Diagnostik und zur Beschleunigung der Reperfusionstherapie dar.

5 Zusammenfassung des Projekts

Die vorliegenden Daten zeigen, dass die EKG-Befundung durch den Notarzt weiter verbessert werden muss, denn bei etwa einem Drittel der STEMI-Patienten wurde eine falsche Diagnose gestellt. Auffällig war, dass in 22% der Fälle STEMI-Patienten nicht erkannt wurden. Umgekehrt wurden in 10% der Fälle falsche STEMI-Diagnosen vom Notarzt gestellt und die Patienten damit direkt ins Katheterlabor transportiert. Außerdem war ein vom Notarzt nicht erkannter STEMI mit einer signifikant verlängerten Behandlungszeit (Door-to-Wire) im Krankenhaus verbunden. Verzögerungen waren durch Fehldiagnosen im Bereitschaftsdienst deutlicher als in der Regelarbeitszeit. Bei Patienten mit STEMI, der prähospital nicht eindeutig vom Notarzt diagnostiziert wurde, aber im CoreLab eindeutig nachgewiesen wurde, war die Zeit vom Eintreffen im Krankenhaus bis zur Drahtpassage mehr als doppelt so lang wie bei Patienten mit eindeutiger STEMI-Diagnose.

Die Versorgung von Patienten mit STEMI kann weiter optimiert werden, indem die prähospital diagnostische Sicherheit erhöht und die notärztliche EKG-Befundung verbessert wird. Da die Myokardinfarktversorgung in Deutschland regional unterschiedlich organisiert ist, sind die Daten nicht ohne Weiteres auf andere Regionen anwendbar. Die Sicherstellung einer validen prähospitalen EKG-Befundung sollte jedoch auch andernorts angestrebt werden. Gemeinsam mit dem Krankenhaus und den präklinisch tätigen Notärzten wurden bereits Handlungskonsequenzen diskutiert, um das Herzinfarktmanagement zu verbessern. Die Fähigkeit, Notfall-EKGs zu diagnostizieren, ist bisher nur in den Weiterbildungsstandards der Ärztekammer explizit als Weiterbildungsinhalt zum Erwerb der Zusatzbezeichnung "Notfallmedizin" enthalten. Die Ausbildung von Notärzten sollte einen stärkeren Fokus auf die EKG-Kompetenz legen. Hierzu sollten effektive Ausbildungs- und Wiederholungsprogramme in Zusammenarbeit von Ärztekammer, Krankenhauskardiologen und Notärzten organisiert durchgeführt werden. Ein technisch machbarer Weg zur Optimierung der präklinischen EKG-Diagnostik und zur Beschleunigung der Reperfusionstherapie ist die telemedizinische Übertragung von schwer einzuordnenden EKGs.

6 Literaturverzeichnis

Alpert JS, Thygesen K, Antman E, Bassand JP (2000): Myocardial infarction redefined--a consensus document of The Joint European Society of Cardiology/American College of Cardiology Committee for the redefinition of myocardial infarction. *J Am Coll Cardiol* 36, 959-969

Andersen HR, Nielsen TT, Rasmussen K, Thuesen L, Kelbaek H, Thayssen P, Abildgaard U, Pedersen F, Madsen JK, Grande P et al. (2003): A comparison of coronary angioplasty with fibrinolytic therapy in acute myocardial infarction. *N Engl J Med* 349, 733-42

Armstrong PW, Gershlick AH, Goldstein P, Wilcox R, Danays T, Lambert Y, Sulimov V, Ortiz FR, Ostojic M, Welsh RC et al. (2013): Fibrinolysis or primary PCI in ST-segment elevation myocardial infarction. *N Engl J Med* 368, 1379-87

Azzalini L, Solé E, Sans J, Vila M, Durán A, Gil-Alonso D, Santaló M, Garcia-Moll X, Sionis A et al. (2015): Feasibility and safety of an early discharge strategy after low-risk acute myocardial infarction treated with primary percutaneous coronary intervention: the EDAMI pilot trial. *Cardiology* 130, 120-9

Bagai A, Jollis JG, Dauerman HL, S Peng SA, Rokos IC, Bates ER, French WJ, Granger CB, Roe MT (2013): Emergency department bypass for ST-Segment-elevation myocardial infarction patients identified with a prehospital electrocardiogram: a report from the American Heart Association Mission: Lifeline program. *Circulation* 128, 352-9

Bangalore S, Toklu B, Wetterslev J (2015): Complete versus culprit-only revascularization for ST-segment-elevation myocardial infarction and multivessel disease: a meta-analysis and trial sequential analysis of randomized trials. *Circ Cardiovasc Interv* 8, e002142

Bassand J, Hamm CW, Ardissino D, Boersma E, Budaj A, Fernández-Avilés F, Fox KAA, Hasdai D, Ohman EM, Wallentin L et al. (2007): Guidelines for the diagnosis and treatment of non-ST-segment elevation acute coronary syndromes. *Eur Heart J* 28, 1598-660

Berger AK, Duval S, Jacobs Jr DR, Barber C, Vazquez G, Lee S, Luepker RV (2008): Relation of length of hospital stay in acute myocardial infarction to postdischarge mortality. *Am J Cardiol* 101, 428-34

Björklund E, Ulf Stenestrand U, Lindbäck J, Svensson L, Wallentin L, Lindahl B (2006): Pre-hospital thrombolysis delivered by paramedics is associated with reduced time delay and mortality in ambulance-transported real-life patients with ST-elevation myocardial infarction. *Eur Heart J* 27, 1146-52

Boersma E, Maas AC, Deckers JW, Simoons ML (1996): Early thrombolytic treatment in acute myocardial infarction: reappraisal of the golden hour. *Lancet* 348, 771-5

Bøhmer E, Hoffmann P, Abdelnoor M, Arnesen H, Halvorsen S (2010): Efficacy and safety of immediate angioplasty versus ischemia-guided management after thrombolysis in acute myocardial infarction in areas with very long transfer distances results of the NORDISTEMI (NORwegian study on DIstrict treatment of ST-elevation myocardial infarction). *J Am Coll Cardiol* 55, 102-10

Bonnefoy E, Steg PG, Boutitie F, Dubien PY, Lapostolle F, Roncalli J, Dissait F, Vanzetto G, Leizorowicz A, Kirkorian G et al. (2009): Comparison of primary angioplasty and pre-hospital

- fibrinolysis in acute myocardial infarction (CAPTIM) trial: a 5-year follow-up. *Eur Heart J* 30, 1598-606
- Borgia F, Goodman SG, Halvorsen S, Cantor WJ, Piscione F, Le May MR, Fernández-Avilés F, Sánchez PL, Dimopoulos K, Scheller B et al. (2010): Early routine percutaneous coronary intervention after fibrinolysis vs. standard therapy in ST-segment elevation myocardial infarction: a meta-analysis. *Eur Heart J* 31, 2156-69
- Böttiger BW, Arntz H, Chamberlain DA, Bluhmki E, Belmans A, Danays T, Carli PA, Adgey JA, Bode C, Wenzel V et al. (2008): Thrombolysis during resuscitation for out-of-hospital cardiac arrest. *N Engl J Med* 359, 2651-62
- Bradley EH, Herrin J, Wang Y, Barton BA, Webster TR, Mattera JA, Roumanis SA, Curtis JP, Nallamothu BK, Magid DJ, McNamara RL et al. (2006): Strategies for reducing the door-to-balloon time in acute myocardial infarction. *N Engl J Med* 355, 2308–20
- Bradley EH, Roumanis SA, Radford MJ, Webster TR, McNamara RL, Mattera JA, Barton BA, Berg DN, Portnay EL, Moscovitz H et al. (2005): Achieving door-to-balloon times that meet quality guidelines: how do successful hospitals do it? *J Am Coll Cardiol* 46, 1236–1241
- Brieger D, Eagle KA, Goodman SG, Steg PG, Budaj A, White K, Montalescot G (2004): Acute coronary syndromes without chest pain, an underdiagnosed and undertreated high-risk group: insights from the Global Registry of Acute Coronary Events. *Chest* 126, 461–469
- Brown JP, Mahmud E, Dunford JV, Ben-Yehuda O (2008): Effect of prehospital 12-lead electrocardiogram on activation of the cardiac catheterization laboratory and door-to-balloon time in ST-segment elevation acute myocardial infarction. *Am J Cardiol* 101, 158–61
- Canto JG, Rogers WJ, Bowlby LJ, French WJ, Pearce DJ, Weaver WD (1997): The prehospital electrocardiogram in acute myocardial infarction: is its full potential being realized? National Registry of Myocardial Infarction 2 Investigators. *J Am Coll Cardiol* 29, 498–505
- Cantor WJ, Fitchett D, Borgundvaag B, Ducas J, Heffernan M, Cohen EA, Morrison LJ, Langer A, Dzavik V, Mehta SR et al. (2009): Routine early angioplasty after fibrinolysis for acute myocardial infarction. *N Engl J Med* 360, 2705-18
- Chen ZM, Jiang LX, Chen YP, Xie JX, Pan HC, Peto R, Collins R, Liu LS, group CC (2005): Addition of clopidogrel to aspirin in 45,852 patients with acute myocardial infarction: randomised placebo-controlled trial. *Lancet* 366, 1607-21
- Curtis JP, Portnay EL, Wang Y, McNamara RL, Herrin J, Bradley EH, Magid DJ, Blaney ME, Canto JG, Krumholz HM et al. (2006): The pre-hospital electrocardiogram and time to reperfusion in patients with acute myocardial infarction, 2000–2002: findings from the National Registry of Myocardial Infarction-4. *J Am Coll Cardiol* 47, 1544–52
- D'Souza SP, Mamas MA, Fraser DG, Fath-Ordoubadi F (2011): Routine early coronary angioplasty versus ischaemia-guided angioplasty after thrombolysis in acute ST-elevation myocardial infarction: a meta-analysis. *Eur Heart J* 32, 972-82

- Danchin N, Coste P, Ferrieres J, Steg PG, Cottin Y, Blanchard D, Belle L, Ritz B, Kirkorian G, Angioi M et al. (2008): Comparison of thrombolysis followed by broad use of percutaneous coronary intervention with primary percutaneous coronary intervention for ST-segment-elevation acute myocardial infarction: Data from the French registry on acute ST-elevation myocardial infarction (FAST-MI). *Circulation* 118, 268–276
- De Luca G, Suryapranat H, Ottervanger JP, Antman EM (2004): Time delay to treatment and mortality in primary angioplasty for acute myocardial infarction: every minute of delay counts. *Circulation* 109, 1223–1225
- De Luca G, Suryapranata H, van 't Hof AWJ, de Boer M, Hoorntje JCA, Dambrink JE, Gosselink ATM, Ottervanger JP, Zijlstra F (2004): Prognostic assessment of patients with acute myocardial infarction treated with primary angioplasty: implications for early discharge. *Circulation* 109, 2737-43
- de Torbal A, Boersma E, Kors JA, van Herpen G, Deckers JW, van der Kuip DAM, Stricker BH, Hofman A, Wittteman JCM (2006): Incidence of recognized and unrecognized myocardial infarction in men and women aged 55 and older: the Rotterdam Study. *Eur Heart J* 27, 729-36
- Di Mario C, Dudek D, Piscione F, Mielecki W, Savonitto S, Murena E, Dimopoulos K, Manari A, Gaspardone A, Ochala A et al. (2008): Immediate angioplasty versus standard therapy with rescue angioplasty after thrombolysis in the Combined Abciximab REteplase Stent Study in Acute Myocardial Infarction (CARESS-in-AMI): an open, prospective, randomised, multicentre trial. *Lancet* 371, 559-68
- Diercks DB, Owen KP, Kontos MC, Blomkalns A, Chen AY, Miller CH, Wiviott S, Peterson ED (2010): Gender differences in time to presentation for myocardial infarction before and after a national women's cardiovascular awareness campaign: a temporal analysis from the Can Rapid Risk Stratification of Unstable Angina Patients Suppress ADverse Outcomes with Early Implementation (CRUSADE) and the National Cardiovascular Data Registry Acute Coronary Treatment and Intervention Outcomes Network-Get with the Guidelines (NCDR ACTION Registry-GWTG). *Am Heart J* 160, 80-87
- Diercks DB, Peacock WF, Hiestand BC, Chen AY, Pollack CVJr, Kirk JD, Smith SCJr, Gibler WB, Ohman EM, Blomkalns AL et al. (2006): Frequency and consequences of recording an electrocardiogram >10 minutes after arrival in an emergency room in non-ST-segment elevation acute coronary syndromes (from the CRUSADE Initiative). *Am J Cardiol* 97, 437–442
- Engstrøm T, Kelbæk H, Helqvist S, Høfsten DE, Kløvgaard L, Holmvang L, Jørgensen E, Pedersen F, Saunamäki K, Clemmensen P et al. (2015): Complete revascularisation versus treatment of the culprit lesion only in patients with ST-segment elevation myocardial infarction and multivessel disease (DANAMI-3-PRIMULTI): an open-label, randomised controlled trial. *Lancet* 386, 665-71
- Fokkema ML, James SK, Albertsson P, Akerblom A, Calais F, Eriksson P, Jensen J, Nilsson T, de Smet BJ, Sjögren I et al. (2013): Population trends in percutaneous coronary intervention: 20-year results from the SCAAR (Swedish Coronary Angiography and Angioplasty Registry). *J Am Coll Cardiol* 61, 1222-30
- Fordyce CB, Al-Khalidi HR, Jollis JG, Roettig ML, Gu J, Bagai A, Berger PB, Corbett CC, Dauerman HL, Fox K et al. (2017): Association of Rapid Care Process Implementation on Reperfusion Times

- Across Multiple ST-Segment-Elevation Myocardial Infarction Networks. *Circ Cardiovasc Interv* 10, e004061
- Gale CP, Allan V, Cattle BA, Hall AS, West RM, Timmis A, Gray HH, Deanfield J, Fox KAA, Feltbower R (2014): Trends in hospital treatments, including revascularisation, following acute myocardial infarction, 2003-2010: a multilevel and relative survival analysis for the National Institute for Cardiovascular Outcomes Research (NICOR). *Heart* 100, 582-9
- Gershlick AH, Khan JN, Kelly DJ, Greenwood JP, Sasikaran T, Curzen N, Blackman DJ, Dalby M, Fairbrother KL, Banya W et al. (2015): Randomized trial of complete versus lesion-only revascularization in patients undergoing primary percutaneous coronary intervention for STEMI and multivessel disease: the CvLPRIT trial. *J Am Coll Cardiol* 65, 963-72
- Gershlick AH, Stephens-Lloyd A, Hughes S, Abrams KR, Stevens SE, Uren NG, de Belder A, Davis J, Pitt M, Banning A et al. (2005): Rescue angioplasty after failed thrombolytic therapy for acute myocardial infarction. *N Engl J Med* 353, 2758-68
- Grines CL, Marsalese DL, Brodie B, Griffin J, Donohue B, Costantini CR, Balestrini C, Stone G, Wharton T, P Esente et al. (1998): Safety and cost-effectiveness of early discharge after primary angioplasty in low risk patients with acute myocardial infarction, PAMI-II Investigators: Primary Angioplasty in Myocardial Infarction. *J Am Coll Cardiol* 31, 967-72
- Hamm CW (2004): Guidelines: Acute coronary syndrome (ACS). II: Acute coronary syndrome with ST-elevation. *Z Kardiol* 93, 324-41
- Hamm CW (2009): Kommentar zu den Leitlinien der European Society of Cardiology (ESC) zur Diagnose und Therapie des akuten Koronarsyndroms ohne ST-Strecken-Hebung (NSTEMI-ACS). *Der Kardiologe* 3, 81-100
- Hartley A, Marshall DC, Saliccioli JD, Sikkil MB, Mahiben Maruthappu M, Shalhoub J (2016): Trends in Mortality from Ischemic Heart Disease and Cerebrovascular Disease in Europe: 1980 to 2009. *Circulation* 133, 1916-1926
- Hasin Y, Danchin N, Filippatos GS, Heras M, Janssens U, Leor J, Nahir M, Parkhomenko A, Thygesen K, Tubaro M et al. (2005): Recommendations for the structure, organization, and operation of intensive cardiac care units. *Eur Heart J* 26, 1676-82
- Henrikson CA, Howell EE, Bush DE, Miles JS, Meininger GR, Friedlander T, Bushnell AC, Chandra-Strobos N (2003): Chest pain relief by nitroglycerin does not predict active coronary artery disease. *Ann Intern Med* 139, 979-86
- Hochman JS, Sleeper LA, Webb JG, Sanborn TA, White HD, Talley JD, Buller CE, Jacobs AK, Slater JN, Col J et al. (1999): Early revascularization in acute myocardial infarction complicated by cardiogenic shock. SHOCK Investigators. Should We Emergently Revascularize Occluded Coronaries for Cardiogenic Shock. *N Engl J Med* 341, 625-34
- Huber K, De Caterina R, Kristensen SD, Verheugt FWA, Montalescot G, Maestri LB, de Werf FV (2005): Pre-hospital reperfusion therapy: a strategy to improve therapeutic outcome in patients with ST-elevation myocardial infarction. *Eur Heart J* 26, 2063-74

Ibanez B, James S, Agewall S, Antunes MJ, Bucciarelli-Ducci C, Bueno H, Caforio ALP, Crea F, Goudevenos JA, Sigrun Halvorsen S et al. (2018): 2017 ESC Guidelines for the management of acute myocardial infarction in patients presenting with ST-segment elevation: The Task Force for the management of acute myocardial infarction in patients presenting with ST-segment elevation of the European Society of Cardiology (ESC). *Eur Heart J* 39, 119-177

Jernberg T (2016): Swedeheart Annual Report 2015. In: Karolinska University Hospital, Huddinge, 14186 Stockholm

Jolly SS, Yusuf S, Cairns J, Niemelä K, Xavier D, Widimsky P, Budaj A, Niemelä M, Valentin V, Lewis BS et al. (2011): Radial versus femoral access for coronary angiography and intervention in patients with acute coronary syndromes (RIVAL): a randomised, parallel group, multicentre trial. *Lancet* 377, 1409-20

Jones DA, Rathod KS, Howard JP, Gallagher S, Antoniou S, De Palma R, Guttmann O, Cliffe S, Colley J, Butler J et al. (2012): Safety and feasibility of hospital discharge 2 days following primary percutaneous intervention for ST-segment elevation myocardial infarction. *Heart* 98, 1722-7

Kastrati A, Dibra A, Spaulding C, Laarman GJ, Menichelli M, Valgimigli M, Di Lorenzo E, Kaiser C, Tieraia I, Mehilli J et al. (2007): Meta-analysis of randomized trials on drug-eluting stents vs. bare-metal stents in patients with acute myocardial infarction. *Eur Heart J* 28, 2706-13

Kaul P, Armstrong PW, Sookram S, Leung BK, Brass N, Welsh RC (2011): Temporal trends in patient and treatment delay among men and women presenting with ST-elevation myocardial infarction. *Am Heart J* 161, 91-97

Keeley EC, Boura JA, Grines CL (2003): Primary angioplasty versus intravenous thrombolytic therapy for acute myocardial infarction: a quantitative review of 23 randomised trials. *Lancet* 361, 13-20

Khera S, Kolte D, Gupta T, Subramanian KS, Khanna N, Aronow WS, Ahn C, Timmermans RJ, Cooper HA, Fonarow GC et al. (2015): Temporal Trends and Sex Differences in Revascularization and Outcomes of ST-Segment Elevation Myocardial Infarction in Younger Adults in the United States. *J Am Coll Cardiol* 66, 1961-1972

Kristensen SD, Laut KG, Fajadet J, Kaifoszova Z, Kala P, Di Mario C, Wijns W, Clemmensen P, Agladze V, Antoniades L et al. (2014): Reperfusion therapy for ST elevation acute myocardial infarction 2010/2011: current status in 37 ESC countries. *Eur Heart J* 35, 1957-70

Lopes RD, Siha H, Fu Y, Mehta RH, Patel MR, Armstrong PW, Granger CB (2011): Diagnosing acute myocardial infarction in patients with left bundle branch block. *Am J Cardiol* 108, 782-8

Lopez-Sendon J, Coma-Canella I, Alcasena S, Seoane J, Gamallo C (1985): Electrocardiographic findings in acute right ventricular infarction: sensitivity and specificity of electrocardiographic alterations in right precordial leads V4R, V3R, V1, V2, and V3. *J Am Coll Cardiol* 6, 1273-9

Mcfarlane PW (2001): Age, sex, and the ST amplitude in health and disease. *J Electrocardiol* 34, 35-41

Madan M, Halvorsen S, Di Mario C, Tan M, Westerhout CM, Cantor WJ, Le May MR, Borgia F, Piscione F, Scheller B et al. (2015): Relationship between time to invasive assessment and clinical

outcomes of patients undergoing an early invasive strategy after fibrinolysis for ST-segment elevation myocardial infarction: a patient-level analysis of the randomized early routine invasive clinical trials. *JACC Cardiovasc Interv* 8, 166–174

Madias JE (2004): The nonspecificity of ST-segment elevation ≥ 5.0 mm in V1-V3 in the diagnosis of acute myocardial infarction in the presence of ventricular paced rhythm. *J Electrocardiol* 37, 135-9

McManus DD, Gore J, Yarzebski J, Spencer F, Lessard D, Goldberg RJ (2011): Recent trends in the incidence, treatment, and outcomes of patients with STEMI and NSTEMI. *Am J Med* 124, 40-47

Melberg T, Jørgensen M, Ørn S, Solli T, Edland U, Dickstein K (2015): Safety and health status following early discharge in patients with acute myocardial infarction treated with primary PCI: a randomized trial. *Eur J Prev Cardiol* 22, 1427-34

Meta-analysis Global Group in Chronic Heart Failure (MAGGIC) (2012): The survival of patients with heart failure with preserved or reduced left ventricular ejection fraction: an individual patient data meta-analysis. *Eur Heart J* 33, 1750–7

Moreno R, Mehta SR (2017): Nonculprit Vessel Intervention: Let's COMPLETE the Evidence. *Rev Esp Cardiol (Engl Ed)* 70, 418-420

Mozaffarian D, Benjamin EJ, Go AS, Arnett DK, Blaha MJ, Cushman M, Ferranti DS, Despres JP, Fullerton HJ, Howard VJ et al. (2015): heart disease and stroke statistics—2015 update: a report from the American Heart Association. *Circulation* 131, e29–322

Nallamothu BK, Normand ST, Wang Y, Hofer TP, Brush Jr JE, Messenger JC, Bradley EH, Rumsfeld JS, Krumholz HM (2015): Relation between door-to-balloon times and mortality after primary percutaneous coronary intervention over time: a retrospective study. *Lancet* 385, 1114–1122

Ndrepepa G, Kastrati A, Mehilli J, Antoniucci D, Schomig A (2009): Mechanical reperfusion and long-term mortality in patients with acute myocardial infarction presenting 12 to 48 hours from onset of symptoms. *JAMA* 301, 487–488

Noman A, Zaman AG, corresponding author 1, Schechter C, Balasubramaniam K, Das R (2013): Early discharge after primary percutaneous coronary intervention for ST-elevation myocardial infarction. *Eur Heart J Acute Cardiovasc Care* 2, 262-9

Nordmann AJ, Hengstler P, Harr T, Young J, Bucher HC (2004): Clinical outcomes of primary stenting versus balloon angioplasty in patients with myocardial infarction: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Am J Med* 116, 253-62

Pedersen F, Butrymovich V, Kelbæk H, Wachtell K, Helqvist S, Kastrup J, Holmvang L, Clemmensen P, Engstrøm Th, Grande P et al. (2014): Short- and long-term cause of death in patients treated with primary PCI for STEMI. *J Am Coll Cardiol* 64, 2101-8

Pinto DS, Frederick PD, Chakrabarti AK, Kirtane AJ, Ullman E, Dejam A, Miller DP, Henry TD, Gibson CM et al. (2011): Benefit of transferring ST-segment-elevation myocardial infarction patients for percutaneous coronary intervention compared with administration of onsite fibrinolytic declines as delays increase. *Circulation* 124, 2512-21

- Pinto DS, Kirtane AJ, Nallamothu BK, Duane, Murphy SA, Cohen DJ, Laham RJ, Cutlip DE, Bates ER, Frederick PD, Miller DP et al. (2006): Hospital delays in reperfusion for ST-elevation myocardial infarction: implications when selecting a reperfusion strategy. *Circulation* 114, 2019–25
- Politi L, Sgura F, Rossi R, Monopoli D, Guerri E, Leuzzi L, Bursi F, Sangiorgi GM, Modena MG (2010): A randomised trial of target-vessel versus multi-vessel revascularisation in ST-elevation myocardial infarction: major adverse cardiac events during long-term follow-up. *Heart* 96, 662-7
- Puymirat E, Simon T, Steg PG, Schiele F, Gueret P, Blanchard D, Khalife K, Goldstein P, Cattan S, Vaur L et al. (2012): Association of changes in clinical characteristics and management with improvement in survival among patients with ST-elevation myocardial infarction. *JAMA* 308, 998–1006
- Räber L, Kelbæk H, Ostojic M, Baumbach A, Heg D, Tüller D, von Birgelen C, Roffi M, Moschovitis A, Khattab AA et al. (2012): Effect of biolimus-eluting stents with biodegradable polymer vs bare-metal stents on cardiovascular events among patients with acute myocardial infarction: the COMFORTABLE AMI randomized trial. *JAMA* 308, 777-87
- Regitz-Zagrosek V, Oertelt-Prigione S, Prescott E, Franconi F, Gerds E, Foryst-Ludwig A, Maas AHEM, Kautzky-Willer A, Knappe-Wegner D, Kintscher U et al. (2016): Gender in cardiovascular diseases: impact on clinical manifestations, management, and outcomes. *Eur Heart J* 37, 24-34
- Roffi M, Patrono C, Collet J, Mueller C, Valgimigli M, Andreotti F, Bax J, Borger M, Brotons C, Chew D et al. (2016): 2015 ESC Guidelines for the management of acute coronary syndromes in patients presenting without persistent ST-segment elevation: Task Force for the Management of Acute Coronary Syndromes in Patients Presenting without Persistent ST-Segment Elevation of the European Society of Cardiology (ESC). *Eur Heart J* 37, 267–315
- Romagnoli E, Biondi-Zoccai G, Sciahbasi A, Politi L, Rigattieri S, Pendenza G, Summaria F, Patrizi R, Borghi A, Di Russo C et al. (2012): Radial versus femoral randomized investigation in ST-segment elevation acute coronary syndrome: the RIFLE-STEACS (Radial Versus Femoral Randomized Investigation in ST-Elevation Acute Coronary Syndrome) study. *J Am Coll Cardiol* 60, 2481-9
- Sabate M, Cequier A, Iñiguez A, Serra A, Hernandez-Antolin R, Mainar V, Valgimigli M, Tsepili M, den Heijer P, Bethencourt A et al. (2012): Everolimus-eluting stent versus bare-metal stent in ST-segment elevation myocardial infarction (EXAMINATION): 1year results of a randomised controlled trial. *Lancet* 380, 1482-90
- Sabatine MS, Cannon CP, Gibson CM, López-Sendón JL, Montalescot G, Theroux P, Claeys MJ, Cools F, Hill KA, Skene AM et al. (2005): Addition of clopidogrel to aspirin and fibrinolytic therapy for myocardial infarction with ST-segment elevation. *N Engl J Med* 352, 1179-89
- Sanchez-Ross M, Oghlakan G, Maher J, Patel B, Mazza V, Hom D, Dhruva V, Langley D, Palmaro J, Ahmed S et al. (2011): The STAT-MI (ST-Segment Analysis Using Wireless Technology in Acute Myocardial Infarction) trial improves outcomes. *JACC Cardiovasc Interv* 4, 222–7
- Sanchez PL, Gimeno F, Ancillo P, Sanz JJ, Alonso-Briales JH, Bosa F, Santos I, Sanchis J, Bethencourt A, López-Messa J et al. (2010): Role of the paclitaxel-eluting stent and tirofiban in patients with ST-elevation myocardial infarction undergoing postfibrinolysis angioplasty: the GRACIA-3 randomized clinical trial. *Circ Cardiovasc Interv* 3, 297-307

Schömig A, Mehilli J, Antoniucci D, Ndrepepa G, Markwardt C, Di Pede F, Nekolla SG, Schlotterbeck K, Schuhlen H, Pache J et al. (2005): Mechanical reperfusion in patients with acute myocardial infarction presenting more than 12 hours from symptom onset: a randomized controlled trial. *JAMA* 293, 2865-72

Sgarbossa EB, Pinski SL, Barbagelata A, Underwood DA, Gates KB, Topol EJ, Califf RM, Wagneret GS (1996): Electrocardiographic diagnosis of evolving acute myocardial infarction in the presence of left bundle-branch block. GUSTO-1 (Global Utilization of Streptokinase and Tissue Plasminogen Activator for Occluded Coronary Arteries) Investigators. *N Engl J Med* 334, 481-7

Sgarbossa EB, Pinski SL, Gates KB, Wagner GS (1996): Early electrocardiographic diagnosis of acute myocardial infarction in the presence of ventricular paced rhythm. GUSTO-I investigators. *Am J Cardiol* 77, 423-4

Shlipak MG, Lyons WL, Go AS, Chou TM, Evans GT, Browner WS (1999): Should the electrocardiogram be used to guide therapy for patients with left bundle-branch block and suspected myocardial infarction? *JAMA* 281, 714–719

Smits PC, Laforgia PL, Abdel-Wahab M, Neumann FJ, Richardt G, Klerk BB, Lunde K, Schotborgh CE, Piroth Z, Horak D, Wlodarczak A et al. (2017): Fractional Flow Reserve-Guided Multivessel Angioplasty in Myocardial Infarction. *N Engl J Med* 376, 1234-1244

Spencer FA, Lessard D, Gore JM, Yarzebski J, Goldberg RJ (2004): Declining length of hospital stay for acute myocardial infarction and postdischarge outcomes: a community-wide perspective. *Arch Intern Med* 164, 733-40

Squire BT, Benjamin, Tamayo-Sarver JH, Rashi P, Koenig W, Niemann JT (2014): Effect of prehospital cardiac catheterization lab activation on door-to-balloon time, mortality, and false-positive activation. *Prehosp Emerg Care* 18, 1-8

Statistisches Bundesamt (2013): Zahlen und Fakten, [www.destatis.de/ DE/ ZahlenFakten/ GesellschaftStaat/ Gesundheit/ Todesursachen/ Tabellen/ HaeufigsteTodesursachen.html](http://www.destatis.de/DE/ZahlenFakten/GesellschaftStaat/Gesundheit/Todesursachen/Tabellen/HaeufigsteTodesursachen.html) (last accessed on 10 October 2016).

Steg PG, Bonnefoy E, Chabaud S, Lapostolle F, Dubien PY, Cristofini P, Leizorovicz A, Touboul P, CAPTIM Investigators (2003): Impact of time to treatment on mortality after prehospital fibrinolysis or primary angioplasty: data from the CAPTIM randomized clinical trial. *Circulation* 108, 2851-6

Steg G, James SK, Atar D, Badano LP, Lundqvist CB, Borger MA, CDi Mario C, Dickstein K, Ducrocq G, Fernandez-Aviles F et al. (2012): ESC Guidelines for the management of acute myocardial infarction in patients presenting with ST-segment elevation: The Task Force on the management of ST-segment elevation acute myocardial infarction of the European Society of Cardiology (ESC). *Eur Heart J* 33, 2569-619

Stockburger M, Maier B, Fröhlich G, Rutsch W, Behrens S, Schoeller R, Theres H, Poloczek S, Plock G, Schühlen H (2016): Notärztliche Erstversorgung von Patienten mit Herzinfarkt: Daten der First-Medical-Contact-Studie im Rahmen des Berliner Herzinfarktregisters. *Dtsch Arztebl Int* 113, 497–502

- Stone GW, Grines CL, Cox DA, Garcia E, Tcheng JE, Griffin JJ, Guagliumi G, Stuckey T, Turco M, Carroll JD et al. (2002): Comparison of angioplasty with stenting, with or without abciximab, in acute myocardial infarction. *N Engl J Med* 346, 957-66
- Stowens JC, Sonnad SS, Rosenbaum RA (2015): Using EMS dispatch to trigger STEMI alerts decreases door-to-balloon times. *West J Emerg Med* 16, 472–480
- Sugiyama T, Hasegawa K, Kobayashi Y, Takahashi O, Fukui T, Tsugawa Y (2015): Differential time trends of outcomes and costs of care for acute myocardial infarction hospitalizations by ST elevation and type of intervention in the United States, 2001-2011. *J Am Heart Assoc* 4, e001445
- Terkelsen CJ, Sørensen JT, Maeng M, Jensen LO, Tilsted H, Trautner S, Vach W, Johnsen SP, Thuesen L, Lassen JF (2010): System delay and mortality among patients with STEMI treated with primary percutaneous coronary intervention. *JAMA* 304, 763-71
- Thiemann DR, Coresh J, Oetgen WJ, Powe NR (1999): The association between hospital volume and survival after acute myocardial infarction in elderly patients. *N Engl J Med* 340, 1640–1648
- Thygesen K, Alpert JS, Jaffe AS, Simoons ML, Chaitman BR, White HD, Katus HA, Apple FS, Lindahl B, Morrow DA et al. (2012): Third universal definition of myocardial infarction. *Eur Heart J* 33, 2551–2567
- Townsend N, Wilson L, Bhatnagar P, Wickramasinghe K, Rayner M, Nichols M (2016): cardiovascular disease in Europe 2016: an epidemiological update. *Eur Heart J* 37, 3182-3183
- Wald DS, Morris JK, Wald NJ, Chase AJ, Edwards RJ, Hughes LO, Berry C, Oldroyd KG, PRAMI Investigators (2013): Randomized trial of preventive angioplasty in myocardial infarction. *N Engl J Med* 369, 1115-23
- Wang TY, Nallamothu BK, Krumholz HM, Li S, Roe MT, Jollis JG, Jacobs AK, Holmes DR, Peterson ED, Ting HH (2011): Association of door-in to door-out time with reperfusion delays and outcomes among patients transferred for primary percutaneous coronary intervention. *JAMA* 305, 2540-7
- Welsh RC, Chang W, Goldstein P, Adgey J, Granger CB, Verheugt FWA, Wallentin L, Van de Werf F, Armstrong PW, ASSENT-3 PLUS Investigators (2005): Time to treatment and the impact of a physician on prehospital management of acute ST elevation myocardial infarction: insights from the ASSENT-3 PLUS trial. *Heart* 91, 1400-6
- West RM, Cattle BA, Bouyssie M, Squire I, de Belder M, Fox KAA, Boyle R, McLenachan JM, Batin PD, Greenwood DC et al. (2011): Impact of hospital proportion and volume on primary percutaneous coronary intervention performance in England and Wales. *Eur Heart J* 32, 706-11
- White HD (2000): Debate: Should the elderly receive thrombolytic therapy or primary angioplasty? *Curr Control Trials Cardiovasc Med* 1, 150-154
- WHO (2014): www.who.int/mediacentre/factsheets/fs310/en/index.html (last accessed on 10 October 2016)

Widimsky P, Budesínský T, Vorác D, Groch L, Zelízko M, Aschermann M, Branny M, St'ásek J, Formánek P 'PRAGUE' Study Group Investigatorset (2003): Long distance transport for primary angioplasty vs immediate thrombolysis in acute myocardial infarction: Final results of the randomized national multicentre trial--PRAGUE-2. *Eur Heart J* 24, 94-104

Widimsky P, Rohác F, Stásek J, Kala P, Rokyta R, Kuzmanov B, Jakl M, Poloczek M, Kanovsky J, Bernat I et al. (2012): Primary angioplasty in acute myocardial infarction with right bundle branch block: should new onset right bundle branch block be added to future guidelines as an indication for reperfusion therapy? *Eur Heart J* 33, 86-95

Widimsky P, Wijns W, Fajadet J, Belder M, Knot J, Aaberge L, Andrikopoulos G, Baz JA, Betriu A, Claeys M et al. (2010): Reperfusion therapy for ST elevation acute myocardial infarction in Europe: description of the current situation in 30 countries. *Eur Heart J* 31, 943-57.

Wong CK, French JK, Aylward PEG, Stewart RAH, Gao W, Armstrong PW, Van De Werf FJJ, Simes RJ, Raffel OC, Granger CB et al. (2005): Patients with prolonged ischemic chest pain and presumed-new left bundle branch block have heterogeneous outcomes depending on the presence of ST-segment changes. *J Am Coll Cardiol* 46, 29-38

Yusuf S, Mehta SR, Chrolavicius S, Afzal R, Pogue J, Granger CB, Budaj A, Peters RJG, Bassand JP, Wallentin L et al. (2006): Effects of fondaparinux on mortality and reinfarction in patients with acute ST-segment elevation myocardial infarction: the OASIS-6 randomized trial. *JAMA* 295, 1519-30

Zeymer U, Hohlfeld T, Vom Dahl J, Erbel R, Münzel T, Zahn R, Roitenberg A, Breitenstein S, Pap AF, Trenk D (2017): Prospective, randomised trial of the time dependent antiplatelet effects of 500 mg and 250 mg acetylsalicylic acid i. v. and 300 mg p. o. in ACS (ACUTE). *Thromb Haemost* 117, 625-635

Zijlstra F, Hoorntje JC, de Boer MJ, Reiffers S, Miedema K, Ottervanger JP, van 't Hof AW, Suryapranata H (1999): Long-term benefit of primary angioplasty as compared with thrombolytic therapy for acute myocardial infarction. *N Engl J Med* 341, 1413-9

Danksagen

An dieser Stelle möchte ich meinen aufrichtigen Dank an all jene richten, die mich auf meinem Weg zur Erlangung meines Dokortitels unterstützt und begleitet haben.

Zuallererst danke ich meinem Doktorvater, Prof. Dr. med. Rüdiger Dißmann, für die ausgezeichnete Betreuung und die enorme Unterstützung bei der Durchführung der gesamten Arbeit und der mich mit unermüdlichem Engagment, fachlicher Expertise und wertvollen Ratschlägen durch meine Doktorarbeit geführt hat.

Ein herzlicher Dank gilt auch Prof. Dr. Markus Roessler, der mir mit inspirierenden Diskussionen und konstruktivem Feedback zur Seite stand. Die wertvollen Einblicke und Anregungen haben meine Arbeit maßgeblich bereichert.

Lebenslauf

Mein Name ist Sabri Mohamad. Ich wurde am 10.07.1986 als fünftes Kind meiner Eltern Rudaina Mohamad und Amina Khalaf, in Syrien geboren. Ich habe am 10.07.2019 mit meiner Frau Lilav Hussein geheiratet.

Von 2001 bis 2005 besuchte ich das Gymnasium in Alhasaka/Syrien. Das Studium an der medizinischen Fakultät der Universität Aleppo/Syrien absolvierte ich von 2005 bis 2011 mit Abschlussnote von 83,95%.

Im Rahmen meiner Assistenzarztweiterbildung war ich vom 03.01.2012 bis zum 30.06.2013 in den Al Assad- und Al Mouassat-Universitätskliniken der Stadt Damaskus in der Inneren Medizin tätig. Danach zog ich 2013 nach Deutschland und war zunächst 7 Monate im Bürgerpark Krankenhaus Bremerhaven tätig. Vom 01.12.2014 bis zum 09.07.2019 war ich am Klinikum Bremerhaven Reinkenheide als Assistenzarzt der Kardiologie tätig. Am 09.07.2019 habe ich die Facharztbezeichnung Innere Medizin und Kardiologie von der Ärztekammer Bremen erhalten.

Als Oberarzt für Innere Medizin und Kardiologie arbeitete ich vom 01.12.2019 bis zum 30.09.2020 am Klinikum Bremerhaven Reinkenheide. In der Zeit von 01.10.2020 bis zum 31.12.2022 war ich leitender Oberarzt für Innere Medizin und Kardiologie am Klinikum Bremerhaven Reinkenheide. Ich bin zurzeit als Kardiologe bei der kardiologischen Gemeinschaftspraxis Nienburg/Walsrode tätig.