Echokardiographie

Leitlinienempfehlungen und Möglichkeiten zur Identifikation von unangemessener Nutzung sowie Nutzungsverhalten in Österreich

Endbericht

Ludwig Boltzmann Institut
Health Technology Assessment

LBI-HTA Projektbericht Nr.: 98
ISSN: 1992-0488
ISSN-online: 1992-0496

Echokardiographie

Leitlinienempfehlungen und Möglichkeiten zur Identifikation von unangemessener Nutzung sowie Nutzungsverhalten in Österreich

Endbericht

Ludwig Boltzmann Institut
Health Technology Assessment

Wien, März 2018

Projektteam

Projektleitung: Mag. rer. nat. Robert Emprechtinger

Projektbearbeitung: Mag. rer. nat. Robert Emprechtinger

Projektbeteiligung

Leitlinienextraktion American College of Radiology: Mag. (FH) Martin Robausch, MPH

Externe Begutachtung: Dr. Ulrich Siering
Dr. Wolfgang Weihs
MMag. Michael Kossmeier, BSc

Interne Begutachtung: Priv.-Doz. Dr. phil. Claudia Wild
Mag. (FH) Martin Robausch, MPH

Korrespondenz: Robert Emprechtinger, robert.emprechtinger@hta.lbg.ac.at

Dieser Bericht soll folgendermaßen zitiert werden/This report should be referenced as follows:

Emprechtinger R. Echokardiographie: Leitlinienempfehlungen und Möglichkeiten zur Identifikation von unangemessener Nutzung sowie Nutzungsverhalten in Österreich. HTA-Projektbericht Nr.: 98, 2018. Wien: Ludwig Boltzmann Institut für Health Technology Assessment.

Interessenskonflikt

Alle beteiligten AutorInnen erklären, dass keine Interessenskonflikte im Sinne der Uniform Requirements of Manuscripts Statement of Medical Journal Editors (www.icmje.org) bestehen.

IMPRESSUM

Medieninhaber und Herausgeber:

Ludwig Boltzmann Gesellschaft GmbH
Nußdorferstr. 64, 6 Stock, A-1090 Wien
http://hta.lbg.ac.at/page/imprint

Für den Inhalt verantwortlich:

Ludwig Boltzmann Institut für Health Technology Assessment (LBI-HTA)
Garnisongasse 7/20, A-1090 Wien
http://hta.lbg.ac.at/

Die HTA-Projektberichte erscheinen unregelmäßig und dienen der Veröffentlichung der Forschungsergebnisse des Ludwig Boltzmann Instituts für Health Technology Assessment.

Die HTA-Projektberichte erscheinen in geringer Auflage im Druck und werden über den Dokumentenserver „http://eprints.hta.lbg.ac.at„ der Öffentlichkeit zur Verfügung gestellt.

LBI-HTA Projektbericht Nr.: 98

ISSN: 1992-0488
ISSN-online: 1992-0496

© 2018 LBI-HTA – Alle Rechte vorbehalten

Inhalt

Zusammenfassung ... 7

Summary ... 9

1 Einleitung ... 11
1.1 Echokardiographie Begriffsbestimmung ... 11
1.2 Geräte ... 12
1.3 Unangemessene Nutzung ... 13
1.4 Fragestellungen ... 13

2 Leitlinienempfehlungen zur Echokardiographie ... 15
2.1 Einleitung ... 15
2.2 Methode ... 15
2.3 Ergebnisse ... 15
2.3.1 Akuter Brustschmerz ... 16
2.3.2 Erkrankungen des Herzmuskels und Herzinsuffizienz ... 19
2.3.3 Echokardiographie in Verbindung mit chirurgischen Eingriffen ... 21
2.3.4 Angeborene Herzerkrankungen ... 22
2.3.5 Sonstige Indikationen ... 23
2.4 Zusammenfassung und Diskussion ... 25

3 Methoden zur Erhebung der Angemessenheit der transthorakalen Echokardiographie ... 27
3.1 Einleitung ... 27
3.2 Methode ... 27
3.3 Ergebnisse ... 29
3.3.1 Angewendete Methoden zur Feststellung (un)angemessener Echokardiographie ... 30
3.3.2 Faktoren, die mit Angemessenheit in Verbindung stehen sowie die häufigsten unangemessenen Indikationen ... 32
3.4 Zusammenfassung und Diskussion ... 37
3.4.1 Möglichkeiten zur Prüfung auf unangemessene Echokardiographie Nutzung ... 38
3.4.2 PatientInnengruppen mit besonderer Gefährdung für unangemessene Echokardiographie ... 39

4 Regionale Unterschiede der Echokardiographie Nutzung in Österreich ... 41
4.1 Einleitung ... 41
4.2 Methode ... 41
4.2.1 Anpassungen der Methode ... 41
4.2.2 Datenbeschreibung ... 43
4.2.3 Darstellung der Echokardiographie Nutzungsraten ... 43
4.2.4 Zusammenhang zwischen Untersuchungsanzahl und Wiederholungsuntersuchungen ... 44
4.3 Ergebnisse ... 44
4.3.1 Echokardiographie Nutzungsraten in Österreich ... 44
4.3.2 Echokardiographie Wiederholungsuntersuchungen in Österreich ... 47
4.3.3 Zusammenhang zwischen Untersuchungen insgesamt und Wiederholungsuntersuchungen ... 48
4.3.4 Zusammenhang zwischen Kontakten und verrechneten Leistungen ... 49
4.4 Zusammenfassung und Diskussion ... 50
4.4.1 Echokardiographie Nutzungsraten in Österreich ... 51
4.4.2 Echokardiographie Wiederholungsuntersuchungen in Österreich ... 52
4.4.3 Zusammenhang zwischen Wiederholungsuntersuchungen und Untersuchungen insgesamt ... 52

5 Zusammenfassung und Diskussion ... 55
5.1 Leitlinienempfehlungen ... 55
5.2 Studien zur Angemessenheit der Echokardiographie ... 55
5.3 Regionale Unterschiede der Echokardiographie Nutzung in Österreich ... 56
5.4 Schlussfolgerungen und Ausblick/Empfehlungen ... 58
5.4.1 Update mit spitalsambulanten Daten ... 58
5.4.2 Detailanalysen ... 59
5.4.3 Individuelle Betrachtung der Bundesländer ... 59
5.4.4 Umsetzung und Ergebnisdiskussion mit Stakeholder ... 60

6 Literatur ... 61

7 Anhang ... 71
7.1 Leitlinienempfehlungen zur Echokardiographie ... 71
7.2 Methoden zur Erhebung der Angemessenheit ... 80
7.3 Abbildungen regionale Unterschiede ... 89

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 3.3-1: Prisma Diagramm zur Literatursuche nach Methoden zur (un)angemessener Echokardiographienutzung ... 29
Abbildung 3.3-2: Anzahl der eingeschlossenen Publikationen nach Datum der Veröffentlichung im Zeitraum 1998-2016 ... 30
Abbildung 3.3-3: Regionale Unterschiede in den USA der Echokardiographie von KrankenhauspatientInnen ... 31
Abbildung 4.3-1: Alters- und geschlechtsstandardisierte Nutzungsrate der TTE in Österreich pro 1.000 Einwohner ... 45
Abbildung 4.3-2: Vergleich der TTE Nutzung zwischen Oberösterreich und Wien ... 46
Abbildung 4.3-3: Vergleich der TTE Nutzung zwischen Oberösterreich und Salzburg sowie der Steiermark ... 46
Abbildung 7.3-1: Alters- und geschlechtsstandardisierte TTE Nutzungsraten in Österreich je Bezirk und Bundesländer. ... 89
Abbildung 7.3-2: Alters- und geschlechtsstandardisierte Nutzungsraten der TTE getrennt nach Bundesländer je Bezirk. ... 90
Abbildung 7.3-3: Alters- und geschlechtsstandardisierte Wiederholungsuntersuchungen der TTE getrennt nach Bundesländer je Bezirk ... 91
Abbildung 7.3-4: Alters- und geschlechtsstandardisierte Wiederholungsuntersuchungen der TTE getrennt nach Bundesländer je Bezirk ... 92
Abbildung 7.3-5: Zusammenhang der Anzahl von Echokardiographieuntersuchungen insgesamt zu Wiederholungsuntersuchungen ... 93
Abbildung 7.3-6: Zusammenhang der Anzahl von Echokardiographieuntersuchungen insgesamt zu Wiederholungsuntersuchungen; Niederösterreich im Vergleich zu Restösterreich ... 94
Abbildung 7.3-7: Zusammenhang der Anzahl der TTE Kontakte mit Anzahl der Leistungen ... 95

Tabellenverzeichnis

Tabelle 2.3-1: Vergleich der Empfehlungen akuter Brustschmerz ... 18
Tabelle 2.3-2: Vergleich der Empfehlungen Erkrankungen des Herzmuskels und Herzinsuffizienz ... 20
Tabelle 2.3-3: Vergleich der Empfehlungen in Verbindung mit chirurgischen Eingriffen ... 22
Tabelle 2.3-4: Vergleich der Empfehlungen zu angeborenen Herzerkrankungen ... 23
Tabelle 2.3-5: Vergleich der Empfehlungen zu sonstigen Indikationen ... 25
Tabelle 3.2-1: Methodenkategorien zur Bewertung der Angemessenheit ... 28
Tabelle 3.3-1: Strategien zur Abschätzung der Angemessenheit sowie Faktoren und Indikationen, die häufig mit unangemessener Nutzung in Verbindung stehen ... 35
Tabelle 4.3-1: Statistische Kennwerte der alters- und geschlechtsstandardisierten TTE Untersuchungsraten pro 1.000 Einwohner in Österreich in 2015 ... 45
Tabelle 4.3-2: Statistische Kennwerte der alters- und geschlechtsstandardisierten TTE Wiederholungsuntersuchungen pro 1.000 Einwohner in Österreich in 2015 ... 47
Tabelle 4.3-3: Zusammenhang zwischen Wiederholungsuntersuchungen und Untersuchungen insgesamt ... 48
Tabelle 4.3-4: Zusammenhang zwischen Kontakten und verrechneten Leistungen ... 50
Tabelle 7.1-1: Empfehlungen der Orientierungshilfe Radiologie ... 71
Tabelle 7.1-2: Empfehlungen der Deutschen Gesellschaft für Kardiologie zur Echokardiographie ... 72
Tabelle 7.1-3: Empfehlungen der ACR zur Echokardiographie ... 73
Tabelle 7.1-4: Empfehlungen der ACC zur Echokardiographie ... 75
Tabelle 7.2-1: Studien, die die Angemessenheit der Echokardiographie erhoben haben ... 80
Tabelle 7.2-2: Gründe für Exklusion potentiell relevanter Volltexte ... 88

Abkürzungsverzeichnis

ACC ... American College of Cardiology
ACR ... American College of Radiology
CTA ... Computertomographische Angiographie
EACVI ... European Association of Cardiovascular Imaging
EKG ... Elektrokardiogramm
KAL ... Katalog Ambulanter Leistungen
STEMI ... ST-Hebungs-Infarkt
TAVI ... Perkutaner Aortenklappenersatz
TEE ... Transösophageale Echokardiographie
TTE ... Transthorakale Echokardiographie

Zusammenfassung

Hintergrund

Die Echokardiographie stellt das zentrale bildgebende Verfahren der Kardiologie dar. Dieses Verfahren ist frei von direkten Nebenwirkungen, verhältnismäßig kostengünstig und außerdem flächendeckend verfügbar. Durch den vermehrten Einsatz der Echokardiographie treten allerdings vermehrt Fragen zur Angemessenheit dieses Verfahrens auf. Der unangemessene Einsatz führt nicht nur zu vermeidbaren Kosten, sondern auch zu unnötigen Risiken für PatientInnen durch falsche positive Befunde und Überdiagnosen. Ziel des vorliegenden Berichts ist, die Nutzung der transthorakalen Echokardiographie in Österreich darzustellen. Außerdem wird die internationale Literatur zur Angemessenheit dieses Untersuchungsverfahren aufbereitet.

Ziel: Nutzung darstellen und Literatur zur Angemessenheit aufbereiten

Methoden

Um zu verhindern, dass die Nutzungsraten durch eine unterschiedliche Bevölkerungsstruktur innerhalb der Bezirke verursacht wird, wurden die Nutzungsraten der transthorakalen Echokardiographie alters- und geschlechtsstandardisiert. Es erfolgt eine Darstellung pro 1.000 Einwohner. Die Zuteilung zu den Bezirken erfolgte nach Wohnort der PatientInnen und nicht nach Ort der Leistungserbringung. Um zusätzlich zu verhindern, dass aufgrund der Nutzung in einzelnen Bezirken auf Leistungserbringer rückgeschlossen werden kann, wurde auf eine namentliche Darstellung der Bezirke verzichtet. Alle Daten stammen aus dem Jahr 2015.

alters- und geschlechts-standardisierte Darstellung der Bezirke

Die Nutzung der transthorakalen Echokardiographie wurde außerdem in Kontext zur wissenschaftlichen Literatur gesetzt. Hierfür wurden Leitlinienempfehlungen wesentlicher Organisationen verglichen. Außerdem wurden Studien zur Angemessenheit der Echokardiographie zusammengefasst.

Nutzung im Verhältnis zur internationalen Literatur

Ergebnisse

Die gewichtete durchschnittliche alters- und geschlechtsstandardisierte Rate an transthorakalen Echokardiographien über alle Bezirke beträgt 58,7 Untersuchungen pro 1.000 Einwohner. Die höchsten mittleren Nutzungsraten wurden in der Steiermark und Salzburg festgestellt (72,2 und 69,8). Die Bezirke Kärntens wiesen die niedrigste mittlere Nutzungsrate auf (39,44).

durchschnittliche Nutzungsrate über alle Bezirke: 58,75/1.000 Einwohner

Wiederholte Echokardiographieuntersuchungen innerhalb eines Jahres stehen häufig in Verbindung mit unangemessener Nutzung. Betrachtet man die Zahl der Wiederholungsuntersuchungen in Verbindung mit der Anzahl der Untersuchungen insgesamt, so fallen einige Bezirke durch eine abweichendes Nutzungsverhalten auf. Mit einer höheren Rate an Untersuchungen steigt die Zahl an Wiederholungsuntersuchungen. Hierbei wurde in Bezirken mit höherer Nutzungsintensität ein stärkerer Anteil an Wiederholungsuntersuchungen festgestellt als in Bezirken mit mittlerer und niedriger Nutzungsintensität.

Bezirke mit mehr Untersuchungen insgesamt erhöhte Rate an Wiederholungs-untersuchungen

Diskussion und Schlussfolgerungen

Wahrscheinlichkeit für Untersuchung vom Bezirk beeinflusst

Die Nutzung der transthorakalen Echokardiographie im niedergelassenen Bereich unterscheidet sich je nach Bezirk und Bundesland. Die vorliegenden Daten weisen darauf hin, dass die Wahrscheinlichkeit diese Untersuchung zu erhalten, vom Wohnort der jeweiligen PatientIn beeinflusst wird.

Wiederholungsuntersuchungen häufig verbunden mit unangemessener Nutzung

Von besonderer Relevanz ist bei der vorliegenden Analyse der Anteil der Wiederholungsuntersuchungen innerhalb eines Jahres. Diese stehen vermehrt in Verbindung mit unangemessener Nutzung. Die Tatsache, dass mit steigender Nutzung der transthorakalen Echokardiographie, die Zahl der Wiederholungsuntersuchungen exponentiell wächst, ist nur schwierig durch Eigenschaften der PatientInnen zu erklären.

weitere Analysen für genauere Aussagen

Detailliertere Datenanalysen können einen genaueren Einblick auf die Angemessenheit der Echokardiographienutzung in Österreich geben. Hier wäre zum Beispiel die Nutzung der Echokardiographie in Zusammenhang mit Indikationen, bei welchen diese Untersuchung häufig unangemessen ist, zu nennen. Da die Ergebnisse in weiterer Folge dazu dienen, die Versorgung der PatientInnen zu verbessern, empfiehlt sich eine Diskussion dieser mit den Stakeholdern.

Summary

Background

Echocardiography is the central imaging exam in cardiology. This exam is free of direct adverse effects, widely available, and relatively cheap. Due to the increased use of echocardiographic exams, concerns regarding the appropriateness are rising. Inappropriate use not only leads to a waste of resources, but also to avoidable patient risks due to false positives and overdiagnoses. Aim of the report at hand is to describe the use of echocardiography in Austria. Additionally, we review the international literature on the appropriateness of echocardiography.

Methods

The rates of use of transthoracic echocardiography were age- and sex-standardized to prevent confounding by demographic factors. Data were presented per 1,000 population and in respect to patient's residence. The name of districts is not mentioned in order to prevent the results to be traced back to specific health care providers. All data were from 2015.

Additionally, we set the use of the transthoracic echocardiography in context with the scientific literature. Therefore, we compared important recommendations of different guidelines from several organisations. Finally, we reviewed studies that quantified the appropriateness of echocardiographic exams.

Results

The weighted average age- and sex-standardized rate of transthoracic echocardiography over all districts was 58.7 exams per 1,000 population. The highest average rates of use were in Styria and Salzburg with 72.2 and 69.8 exams, respectively. Carinthia had the lowest rates of use (39.44).

Repeated echocardiographic exams within one year are often related to inappropriate use. Some districts had notable differences in the ratio of overall exams to repeated exams. With an increase in the number of overall exams there is a tendency for a higher percentage of repeated exams, especially for regions with very high rates of the use of echocardiography.

Discussion and Conclusions

The use of transthoracic echocardiography for outpatients (hospitals excluded) depends on the district and federal state. The data suggest that the probability to receive an exam depends on the residence of the patient.

Concerning the appropriateness of echocardiography, the percentage of repeated exams within a year is especially important. The fact that the percentage of repeated exams grows exponentially with an increased rate of overall exams may indicate inappropriate use.

A detailed analysis of the data would result in a better impression of the appropriateness of echocardiographic exams in Austria. For instance, an analysis of the rate of exams in connection with indications that are often inappropriate might be useful. Since the aim is to improve medical care, a discussion with the stakeholders should be conducted.

1 Einleitung

Die Echokardiographie gilt als das zentrale bildgebende Verfahren in der Kardiologie [2]. Dies liegt daran, dass die Echokardiographie im Vergleich zu anderen Verfahren eine Reihe an Vorteilen aufweist. So handelt es sich bei der Echokardiographie um ein vergleichbar kostengünstiges Verfahren, welches weitreichend verfügbar ist und außerdem keine nennenswerten Risiken aufweist [1].

Echokardiographie zentrales Verfahren der Kardiologie

Durch die Tatsache, dass die Echokardiographie seit über 30 Jahren eingesetzt wird, gibt es außerdem umfassende Erfahrungen zu dieser Technologie [3]. Dementsprechend hat sich die Intensität in der Nutzung dieses Verfahrens seit der Einführung erhöht [4-6].

Nutzungsintensität seit Einführung zugenommen

Neuere Daten weisen darauf hin, dass dieser Anstieg zumindest in den Vereinigten Staaten bei Medicare PatientInnen vorerst angehalten wurde. Die Ursachen für diesen Stopp sind weitgehend unklar [7]. Ebenso war bei PatientInnen, der Veterans Healthcare Administration von 2000 bis 2007 nur ein leichter Anstieg von 68,8 auf 71,5 Untersuchungen je 1.000 Versicherte zu beobachten [8].

zumindest in den vereinigten Staaten vorerst kein weiterer Anstieg bei bestimmten Patientengruppen

1.1 Echokardiographie Begriffsbestimmung

Die European Association of Cardiovascular Imaging (EACVI) unterscheidet zwischen Notfallechokardiographie und fokussierter Sonographie des Herzens. Bei der Ersteren werden bestmögliche praktische Fertigkeiten des Anwenders vorausgesetzt. Die fokussierte Sonographie des Herzens wird hingegen in erster Linie zum Ausschluss wichtiger Notfalldiagnosen eingesetzt und kann auch von Nicht-KardiologInnen durchgeführt werden. Hierfür gibt es auch spezielle Kurztrainingsprogramme, die die AnwenderInnen befähigen sollen, diese Untersuchung durchzuführen [2].

EACVI: Unterscheidung zwischen fokussierter Sonographie und Notfallechokardiographie

Vor jeder echokardiographischen Untersuchung ist zu prüfen, ob eine Indikation gegeben hist. Hier ist vor allem die Frage zu klären, ob die Echokardiographie relevante Informationen liefern kann und der Befund einen Einfluss auf die weitere Therapie hat [9]. Es stellt sich also die Frage, ob diagnostische Information gewonnen werden kann.

Echokardiographie nur nach Klärung der Indikationsstellung

Im Manual zur Indikation und Durchführung der Echokardiographie werden Mindestanforderungen genannt, die jede fachgerechte echokardiographische Untersuchung erfüllen soll [9]. Hierbei unterscheiden die AutorInnen zwischen „vollständiger transthorakaler Standarduntersuchung“, „erweiterter Untersuchung“, „orientierender Untersuchung“ und „gezielter Untersuchung“.

Echokardiographie je nach Kategorie andere Anforderungen:

Vollständige transthorakale Standarduntersuchung

TTE: qualifizierter Untersucher, zeitgemäße Technik, Untersuchungsprotokoll

Die vollständige transthorakale Standarduntersuchung (TTE) sollte bei jeder transthorakalen Echokardiographie durchgeführt werden und einen gewissen Mindestumfang aufweisen. Ein qualifizierter Untersucher soll für diese Untersuchung letztverantwortlich sein. Zeitgemäße Technik ist erforderlich. Die Untersuchung sollte innerhalb eines Echolabors oder einer Ordination niedergelassener ÄrztInnen nach einem standardisierten Untersuchungsprotokoll erfolgen.

Im Falle von Auffälligkeiten sind weitere Untersuchungen erforderlich und bei klinischem Verdacht sind alle echokardiographischen Untersuchungen durchzuführen, die zur vollständigen Abklärung erforderlich sind.

Erweiterte Untersuchung

weitere Differenzierung nach: Erweiterte Untersuchung,

Unter der erweiterten Untersuchung werden spezielle Techniken wie die transösophageale Echokardiographie (TEE), Stress-, Kontrast- und 3D-Echokardiographie sowie andere neue Techniken verstanden.

Orientierende Untersuchung,

Orientierende Untersuchung

Sollte aufgrund der zeitlichen und räumlichen Situation keine Standarduntersuchung möglich sein, erfolgt eine orientierende Untersuchung. Dies ist vor allem bei Notfallsituationen der Fall. Eine vollständige Standarduntersuchung sollte auf die orientierende Untersuchung folgen.

Gezielte Untersuchung

Gezielte Untersuchung

Wiederholungsuntersuchungen oder auf bestimmte Fragestellungen fokussierte Untersuchungen werden als gezielte Untersuchungen durchgeführt.

1.2 Geräte

verschiedene Geräte je nach Sonographieverfahren

Es wird zwischen verschiedenen Sonographiegeräten für die Echokardiographie unterschieden. So gibt es „Handheld-“ oder „Pocket-Size-Imaging-Devices“, die allerdings lediglich zur fokussierten Untersuchung oder für Screeninguntersuchungen sowie außerhalb von Ordinationen und Krankenanstalten geeignet seien. Tragbare Ultraschallsysteme (sogenannte „Laptopgeräte“) seien hingegen nicht methodenlimitiert. High-End-Geräte ermöglichen nicht nur alle konventionellen Untersuchungen, sondern auch die transösophageale Echokardiographie (TEE), Stress- sowie Kontrastechokardiographie, 3D Echokardiographie und andere [2].

Sektorschallkopf für TTE

Die transthorakale Echokardiographie (TTE) wird in der Regel mit einem „Sektorschallkopf“ durchgeführt. Dieser ermöglicht durch seine spezielle Form eine ausreichende Eindringtiefe der Schallwellen durch den Brustkorb. Orientierende Untersuchungen werden aber auch mit Konvexschallköpfen durchgeführt [10].

1.3 Unangemessene Nutzung

unangemessene Nutzung schadet PatientInnen und führt zu vermeidbaren Kosten

Der Anstieg in der Nutzungsintensität der Echokardiographie hat, wie auch bei anderen medizinischen Verfahren, zu vermehrten Fragen hinsichtlich der Angemessenheit zum Einsatz dieses Untersuchungsverfahren geführt. Unangemessene Nutzung führt zu vermeidbaren psychischen Belastungen sowie Gesundheitsrisiken, verursacht durch falsch positive Befunde oder Überdiagnosen [11] und am Ende auch zu verschwendeter Zeit für die PatientInnen. Unangemessene Nutzung schadet darüber hinaus all jenen, die durch die Sozialversicherung das Gesundheitssystem finanzieren und nicht zuletzt schadet unangemessene Nutzung auch allen ÄrztInnen und anderen im Gesundheitsbereich Tätigen, die weniger Ressourcen für die medizinisch notwendige Versorgung übrig haben. Aus diesen Gründen ist eine kritische Betrachtung des Einsatzes medizinischer Verfahren von hoher Relevanz und breitem Interesse.

1.4 Fragestellungen

5 Fragestellungen in Verbindung zu (un)angemessener Echokardiographie-nutzung

Der vorliegende Bericht soll fünf Fragestellungen in Verbindung mit (un)angemessener Echokardiographienutzung klären und eine auf der wissenschaftlichen internationalen Literatur basierenden Auswertung der Echokardiographienutzung Österreichs präsentieren. Die Fragestellungen lauten:

1. Wie unterscheiden sich die österreichischen Leitlinienempfehlungen zur transthorakalen Echokardiographie von internationalen Leitlinienempfehlungen?
2. Welche Methoden zur Messung der Angemessenheit der transthorakalen Echokardiographie werden angewendet?
3. Wie sind die regionalen Unterschiede in der Nutzung der transthorakalen Echokardiographie?
4. Gibt es Hinweise auf unangemessene Nutzung der transthorakalen Echokardiographie in Österreich?
5. Welche Zusammenhänge zeigen sich zwischen der Echokardiographie und EKG, Ergometrie und koronare Herzkrankheiten sowie Medikamentenkonsum (z. B. ACE-Hemmer)?

vorrangiges Ziel ist auffälliges Nutzungsverhalten zu erkennen

Der vorliegende Bericht zielt nicht darauf ab unangemessene Nutzung der Echokardiographie in Österreich zu beweisen, sondern Auffälligkeiten in der Nutzung zu erkennen. Dementsprechend liegt der Schwerpunkt auf einer deskriptiven Darstellung der Echokardiographienutzung in Österreich. Diese soll in weiterer Folge eine Diskussionsgrundlage darstellen, welche zum Ziel hat, die Versorgungsqualität zu verbessern.

2 Leitlinienempfehlungen zur Echokardiographie

2.1 Einleitung

Leitlinien zur Entscheidungsfindung

Leitlinien stellen eine wichtige Quelle zur strukturierten Entscheidungsfindung bei der Behandlung von PatientInnen dar. Außerdem werden diese in der Forschung häufig retrospektiv verwendet, um zu beurteilen, ob eine Behandlung oder Untersuchung angemessen war.

2.2 Methode

österreichische Leitlinienempfehlungen vs internationale

Wir haben die Leitlinien der American College of Cardiology (ACC), American College of Radiology (ACR), der Deutschen Gesellschaft für Kardiologie sowie der Orientierungshilfe Radiologie für Österreich zur Auswertung herangezogen. Die Leitlinien der ACC wurden deshalb herangezogen, weil diese in der internationalen Literatur zur Echokardiographie am häufigsten zitiert werden. Die Leitlinien der ACR wurden aufgrund ihrer systematischen Aufbereitung und umfassenden Beschreibung der zugrundeliegenden Evidenz gewählt. Die Deutsche Gesellschaft für Kardiologie wurde gewählt, da diese ein zu Österreich (besser) vergleichbares Gesundheitssystem aufweisen. Die Darstellung der Leitlinien soll die österreichischen Empfehlungen in Kontrast zu internationalen Empfehlungen setzen.

Leitlinien nicht älter als 5 Jahre

Wir haben uns, abgesehen von der Orientierungshilfe Radiologie, auf Leitlinien beschränkt, deren letztes Update nicht länger als fünf Jahre zurückliegt. Dem liegt die Tatsache zugrunde, dass bereits nach drei Jahren etwa 20 % der Empfehlungen als überholt zu betrachten sind [12]. Dementsprechend bezeichnet das National Guideline Clearinghouse Leitlinien ab einem Alter von fünf Jahren als nicht mehr aktuell [13].

Die Empfehlungen der ACC und der ACR sowie der Deutschen Gesellschaft für Kardiologie wurden im Juni 2017 extrahiert.

widersprüchliche Empfehlungen von besonderem Interesse

Ein Schwerpunkt wurde auf die Unterschiede zwischen den Leitlinienempfehlungen gelegt. Unterschiede in den Empfehlungen deuten auf Unsicherheiten hin, welche in weiterer Folge in Verbindung mit regionalen Unterschieden in der Nutzungshäufigkeit in Verbindung stehen können.

2.3 Ergebnisse

Orientierungshilfe Radiologie: Kapitel Cardiovaskuläres System und Thorax extrahiert

Die Empfehlungen der Orientierungshilfe Radiologie wurden im Mai 2017 extrahiert. Es wurden alle 24 Indikationen des Kapitels „Cardiovaskuläres System“ [14] berücksichtigt, selbst wenn nicht explizit Echokardiographie genannt wurde. Außerdem wurden die 17 Indikationen des Kapitels „Thorax“ [15] extrahiert. Dies soll eine Vergleichbarkeit zwischen den Empfehlungen der verschiedenen Organisationen ermöglichen, auch dann, wenn bei

einzelnen Indikationen der Orientierungshilfe Radiologie keine Echokardiographie angeführt, diese bei anderen Organisationen aber genannt wird. Die Empfehlungen der Orientierungshilfe sind in Tabelle 7.1-1 gelistet.

Deutsche Gesellschaft für Kardiologie: Manual zur Echokardiographie veraltet;

Die Deutsche Gesellschaft für Kardiologie listet auf ihrer Website das „Manual zu Indikation und Durchführung der Echokardiographie" [9]. Da die Empfehlungen in dieser Leitlinie bereits 2009 publiziert wurden, ist davon auszugehen, dass diese nicht den aktuellen Stand der Forschung wiedergeben [12]. Aus diesem Grund wurde von einer Extraktion der Empfehlungen abgesehen.

nur „Empfehlungen zur Notfallechokardiographie" extrahiert

Dementsprechend fand lediglich der Artikel „Empfehlungen zur Notfallechokardiographie" aus 2013 Verwendung [2]. In diesem Artikel wurden die Empfehlungen der European Association of Cardiovascular Imaging an die Situation in Deutschland angepasst. Die Evidenz der gelisteten Indikationen werden laut den AutorInnen durchgehend als sehr gut beschrieben. Deshalb wird in der zugehörigen Tabelle (Tabelle 7.1-2) der Evidenzgrad nicht angeführt. Ebenfalls entfällt die Spalte mit dem Untersuchungsverfahren, da ausschließlich die Echokardiographie erwähnt wurde.

ACR bewertet die Angemessenheit der Untersuchung von 1 (üblicherweise nicht angemessen) bis 9 (üblicherweise angemessen)

Die TTE wird von dem American College of Radiology (ACR) als „US echocardiography transthoracic" geführt. Die TEE wird „US echocardiography transesophageal" bezeichnet. Die ACR bewertet die diagnostischen Verfahren nach Indikation mit einem Score in der Spannweite von 1-9. Ein Score von 1-3 bedeutet, dass die Untersuchung üblicherweise nicht angemessen sei, 4-6, dass die Untersuchung unter Umständen angemessen sei und 7-9, dass die Untersuchung üblicherweise als angemessen zu werten sei [16]. Die Empfehlungen der ACR befinden sich in der Tabelle 7.1-3.

27 Leitlinien der ACC

Im Zeitraum vom 1.1.2012 bis 8.6.2017 wurden vom American College of Cardiology (ACC) 27 Leitlinien veröffentlicht [17-43]. Die Empfehlungen dieser Organisation zur Echokardiographie sind in der Tabelle 7.1-4 gelistet.

2.3.1 Akuter Brustschmerz

Orientierungshilfe Radiologie

Echokardiographie bei Infarkt empfohlen

Die Orientierungshilfe Radiologie empfiehlt beim akuten Brustschmerz in Verbindung mit ST-Hebungs-Infarkt (STEMI) als auch bei Non-STEMI eine Echokardiographie (nicht näher definiert) als Verfahren zur Erstuntersuchung [14].

Sonographie bei Thoraxtrauma, Hämatothorax oder Thoraxwandhämatom indiziert

Im Falle eines Thoraxtraumas wird eine Sonographie zur Diagnose von Rippenbrüchen, Hämatothorax oder Thoraxwandhämatomen als initiales Untersuchungsverfahren empfohlen. Bei atypischen Brustschmerzes (lokalisierbar) wird eine Sonographie als weiterführende Untersuchung empfohlen [15].

Beim akuten Brustschmerz mit Verdacht auf Aortendissektion wird eine TEE bei unklarem CT Befund und hoher Wahrscheinlichkeit für die Aortendissektion empfohlen (Evidenz A) [14].

Farbduplex der Bei- und Beckenvenen bei Lungenembolie

Bei Lungenembolie wird von der Orientierungshilfe Radiologie eine Farbduplex Untersuchung der tiefen Bein- und Beckenvenen empfohlen, um falsch negative Ergebnisse der CTA Untersuchung zu reduzieren [14]. Außerdem sei beim Pneumothorax eine Sonographie als initiales Verfahren geeignet (Evidenz B) [15].

Deutsche Gesellschaft für Kardiologie

Die Empfehlungen zur Notfallechokardiographie der deutschen Gesellschaft für Kardiologie sehen im Falle eines myokardialen Infarkts oder Ischämie sowie regionalen Wandbewegungsstörungen eine Echokardiographie vor. Angemerkt wird hierbei, dass mittels Kontrastechokardiographie eine Sensitivität und Spezifität über 80 % möglich ist [2].

Echokardiographie bei: Infarkt, Ischämie und Wandbewegungs-störungen

Zeichen einer akuten Herzinsuffizienz und Aortendissektion seien ebenfalls eine Indikation für die Echokardiographie. Hier wird auf eine Sensitivität von 85 % bis 100 % und Spezifität von 75 % bis 100 % hingewiesen [2].

Aortendissektion

Bei einem Brusttrauma sei eine Echokardiographie nützlich um eine Beteiligung des Herzens auszuschließen [2].

Brusttrauma

Weiters sei im Schockzustand eine Echokardiographie nützlich um zwischen verschiedenen Formen des Schocks zu unterscheiden [2].

Schockzustand

Bei einer Lungenembolie wird darauf hingewiesen, dass die Echokardiographie nur unter günstigen Bedingungen die Lungenembolie diagnostizieren kann. Trotzdem sei die Echokardiographie, nach Meinung der LeitlinienerstellerInnen, geeignet relevante Informationen beizutragen [2].

und Lungenembolie (aber nur unter günstigen Bedingungen)

American College of Radiology

Die ACR gibt bei Verdacht auf Aortendissektion die höchsten Scores von 9 für die computertomographische Angiographie (CTA) und Röntgen. Die TEE erhielt einen Score von 8 und sollte in Erwägung gezogen werden, wenn eine erfahrene Person die Untersuchung durchführen kann. Die TTE erhielt einen Score von 4 und sei damit unter Umständen angemessen. Es ist allerdings darauf hinzuweisen, dass sich die ACR scheinbar bei dieser Empfehlung selbst widerspricht. Bei Brustschmerzen, die auf ein akutes Koronarsyndrom hinweisen, erhielt die TTE einen Score von 6. Hier wird dabei explizit die Aortendissektion als Indikation genannt [16].

TEE bei Aortendissektion wenn erfahrene UntersucherIn vorhanden; TTE unter bestimmten Bedingungen

Bei Verdacht auf eine Lungenembolie sei eine Duplexsonographie unter der Voraussetzung, dass entweder ein positiver D-dimer oder eine Schwangerschaft vorliegt, angemessen. Die TTE und TEE wird als üblicherweise nicht angemessen bewertet [16].

TEE und TTE bei Schwangerschaft üblicherweise nicht angemessen

Im Falle eines akuten unspezifischen Brustschmerzes und geringer Wahrscheinlichkeit für eine koronare Herzkrankheit wird eine TTE und eine TTE unter Belastung unter bestimmten Bedingungen empfohlen. Eine TEE sei hingegen üblicherweise nicht angemessen [16].

TTE und Belastungs-TTE bei akuten Brustschmerz

Brustschmerzen, die auf ein akutes Koronarsyndrom hinweisen sowie ein unauffälliges Ruheecho und unauffällige Herzenzymen seien eine Indikation für Belastungs-TTE. Die normale TTE sei nur unter bestimmten Bedingungen und hauptsächlich in Verbindung mit Wandbewegungsstörungen und Aortendissektion indiziert. Eine TEE sei üblicherweise nicht angemessen [16].

Belastungs-TTE bei Brustschmerz nach unauffälligem Ruheecho

American College of Cardiology

Das American College of Cardiology empfiehlt eine Belastungsechokardiographie für PatientInnen nach einem Nicht-ST Hebungsinfarkt zum Zeitpunkt der Entlassung von der Notaufnahme [17]. Im Falle eines STEMI sei eine TTE zur Beurteilung der Funktion des linken Ventrikels angemessen [37].

Belastungsecho nach NICHT-ST Hebungsinfarkt; bei STEMI zur Beurteilung des linken Ventrikels

Vergleich der Empfehlungen akuter Brustschmerz

nur wenige Widersprüche zwischen Organisationen

Tabelle 2.3-1 stellt die Empfehlungen zum akuten Brustschmerz der berücksichtigten Organisationen im Vergleich dar. Insgesamt gibt es zwischen den Organisationen nur wenige Widersprüche. Die Deutsche Gesellschaft für Kardiologie empfiehlt am häufigsten eine Echokardiographie.

nur eine Organisation für Echokardiographie bei Lungenembolie

Von besonderer Bedeutung hinsichtlich unangemessener Nutzung dürften die Empfehlungen zur Lungenembolie sein. Hier wurde lediglich von der Deutschen Gesellschaft für Kardiologie eine Empfehlung für Echokardiographie gegeben. Die Organisation weist bei dieser Empfehlung allerdings auf die schlechten diagnostischen Kennwerte dieser Untersuchung hin. Die Echokardiographie könne aus Sicht der LeitlinienerstellerInnen allerdings trotzdem relevante Informationen beisteuern. Die American College of Radiology gibt an, dass eine TTE oder TEE in den meisten Fällen bei der Lungenembolie nicht angemessen seien und empfiehlt ebenso wie die Orientierungshilfe Radiologie eine Duplexuntersuchung der tiefen Bein- und Beckenvenen.

Aortendissektion: TEE gegenüber TTE bevorzugt

Hinsichtlich der Aortendissektion spricht sich die Deutsche Gesellschaft für Kardiologie allgemein für eine Echokardiographie aus. Die ACR empfiehlt in diesem Zusammenhang lediglich die TEE und bewertet die TTE als unter Umständen angemessen. Die Orientierungshilfe Radiologie empfiehlt eine TEE als weiterführende Untersuchung. Die TTE wird hingegen nicht erwähnt.

3/4 Organisationen für TTE bei Myokardinfarkt

Beim Myokardinfarkt empfehlen drei der vier Organisation die Echokardiographie. Lediglich laut der ACR sei eine TTE nur unter bestimmten Bedingungen angebracht.

Tabelle 2.3-1: Vergleich der Empfehlungen akuter Brustschmerz

Indication	Orientierungshilfe Radiologie	Deutsche Gesellschaft für Kardiologie	American College of Radiology	American College of Cardiology
Aortic dissection	TEE: ~ (after unclear CT)	EG: +	TEE: + TTE: ~	n.r.
Myocardial infarction and coronary heart syndrome	EG: +	EG: +	TTE stress: + (when resting echo and cardiac enzymes are normal) TTE: ~ (primarily for wall motion disorders) TEE: –	EG Stress: + (at time of discharge from the emergency department or chest pain unit) TTE: + (assessment for left ventricular function)
Pulmonary embolism	Dup: + (deep veins of the legs or pelvis)	EG: +	Dup: – (negativ D-dimer) Dup: + (positive D-dimer or pregnancy) TTE: – TEE: –	n.r.
Unspecific chest pain	SO: ~ (in case of localized pain)	n.r.	Low probability CHD TTE: + TTE stress: ~ TEE: –	n.r.
Thorax trauma	SO: +	EG: +	n.r.	n.r.

EG = Echocardiography (not further specified); TEE = transesophageal echocardiography; TTE = transthoracal echocardiography; SO = sonography (not further specified); CT = computer tomography; Dup = Ultrasound duplex; CHD = Coronary heart disease

+ = exam is recommended (or as primary exam recommended); ~ = exam is under certain conditions recommended (or as follow up exam recommended); – = exam is usually not recommended; n.r. = not reported

Beim unspezifischen Brustschmerz spricht sich die Orientierungshilfe Radiologie für eine Sonographie als weiterführende Untersuchung aus, sollte es sich um einen lokalisierten Schmerz handeln. Die Empfehlung der ACR reicht hier weiter: Selbst bei einer geringen Wahrscheinlichkeit einer koronaren Herzerkrankung wird die TTE hier als angemessen beurteilt.

unspezifischer Brustschmerz: TTE zur weiteren Abklärung oder initiales Verfahren

Beim Thoraxtrauma spricht sich die Orientierungshilfe Radiologie für eine Sonographie als initiales Untersuchungsverfahren aus. Diese dient zur Diagnose von Rippenbrüchen, Hämatothorax oder Thoraxwandhämatomen. Die Deutsche Gesellschaft für Kardiologie empfiehlt hier eine Echokardiographie, um eine Beteiligung des Herzens auszuschließen.

2.3.2 Erkrankungen des Herzmuskels und Herzinsuffizienz

Orientierungshilfe Radiologie

Von der Orientierungshilfe Radiologie wurden vier Indikationen genannt, die sich in die Kategorie Herzmuskel oder Herzinsuffizienz zuordnen ließen. Für Kardiomyopathien, Myokarditis und Herzinsuffizienz wird eine Sonographie (nicht näher definiert) empfohlen. Die Evidenz für all diese Empfehlungen wurde mit dem bestmöglichen Rating bewertet. Für die Bewertung der myokardialen Vitalität wurde keine sonographische Untersuchung genannt [14].

Sonographie bei: Kardiomyopathien, Myokarditis und Herzinsuffizienz

Sollte lediglich eine Dyspnoe vorliegen, sei eine Echokardiographie als weiterführende Untersuchung angemessen [15].

bei Dyspnoe als weiterführende Untersuchung

Deutsche Gesellschaft für Kardiologie

Die deutsche Gesellschaft für Kardiologie empfiehlt eine Echokardiographie bei akuter Herzinsuffizienz als Notfalluntersuchung. Zu anderen Indikationen konnten in dieser Kategorie keine Empfehlungen gefunden werden [2].

Echokardiographie bei Herzinsuffizienz

American College of Radiology

Das ACR erwähnt Herzinsuffizienz in Verbindung mit Dyspnoe bei Verdacht auf kardiale Ätiologie. Die TTE in Ruhe wird hierbei als üblicherweise angemessen mit dem höchsten Score von 9 beurteilt und die TEE als unter Umständen angemessen bewertet. Die TTE unter Belastung wird nur als üblicherweise angemessen bewertet, wenn eine Ischämie nicht ausgeschlossen werden kann. Ansonsten wurde sie von dem ACR als üblicherweise nicht angemessen gewertet [16].

TTE bei Dyspnoe mit Verdacht auf kardiale Ätiologie; Belastungs-TTE wenn Ischämie nicht ausgeschlossen werden kann

Bei nicht-ischämischen Erkrankungen des Herzmuskels mit klinischen Manifestationen wird eine TTE von dem ACR als üblicherweise angemessen bewertet. Eine TEE wird nur bei Verdacht auf eine infiltrative Erkrankung des Herzmuskels als unter Umständen angemessen bewertet [16].

TTE bei nichtischämischen Erkrankungen des Herzmuskels

American College of Cardiology

Das ACC listet Herzinsuffizienz als Indikation für eine Doppler Echokardiographie [43]. Hinsichtlich Erkrankungen des Herzmuskels wird die Stress (Takotsubo) Kardiomyopathie als weitere Indikation für die Echokardiographie genannt [17]. Aufgrund der Seltenheit dieser Erkrankung, haben wir diese allerdings in der Tabelle 2.3-2 zum Vergleich der Empfehlungen der verschiedenen Organisationen nicht aufgenommen.

Doppler-Echo bei Herzinsuffizienz

Vergleich der Empfehlungen Erkrankungen des Herzinsuffizienz

alle Organisationen für Sonographie bei Herzinsuffizienz

Die einzige Indikation für welche alle vier Organisationen eine rezente Empfehlung herausgegeben haben, ist die Herzinsuffizienz. Alle Organisationen empfehlen hierzu eine sonographische Untersuchung. Die differenziertesten Empfehlungen gibt das ACR zur Abklärung von Dyspnoe aufgrund von Herzinsuffizienz. Das ACR unterscheidet zwischen TTE, TEE und Belastungs-TTE. Letztere wird nur empfohlen, wenn eine ischämische Grunderkrankung nicht ausgeschlossen ist.

Erkrankungen des Herzmuskels nur vereinzelt erwähnt

Hinsichtlich der Erkrankungen des Herzmuskels konnten von den verschiedenen Organisationen nur vereinzelt Empfehlungen extrahiert werden. In der Orientierungshilfe Radiologie findet sich eine allgemeine Empfehlung für die Sonographie in Verbindung mit Kardiomyopathien und Myokarditis. Die ACR empfiehlt hingegen nur bei Verdacht auf nicht-ischämischen Kardiomyopathien (ischämische Kardiomyopathien wurden bereits ausgeschlossen) eine TTE.

Tabelle 2.3-2: Vergleich der Empfehlungen Erkrankungen des Herzmuskels und Herzinsuffizienz

Indication	Orientierungshilfe Radiologie	Gesellschaft für Kardiologie	American College of Radiology	American College of Cardiology
Cardiomyopathies inclusively arrhythmogenic right ventricular dysplasia	SO: +	n.r.	TTE: + TEE: – (suspected arrhythmogenic cardiomyopathy); ~ (suspected myocardial infiltrative disease)	n.r.
Myocarditis	SO: +	n.r.	n.r.	n.r.
Myocardial vitality	N	n.r.	n.r.	n.r.
Heart failure	SO: +	EG: +	TTE: + TEE: ~ TTE stress: + or – (ischemia not excluded vs. ischemia excluded)	Doppler EG: +

Note: EG = Echocardiography (not further specified); TEE = transesophageal echocardiography; TTE = transthoracal echocardiography; SO = sonography (not further specified); N = indication mentioned but no sonographic exams listed

+ = exam is recommended (or as primary exam recommended); ~ = exam is under certain conditions recommended (or as follow up exam recommended); – = exam is usually not recommended; n.r. = not reported

2.3.3 Echokardiographie in Verbindung mit chirurgischen Eingriffen

Orientierungshilfe Radiologie

Sonographie zur chirurgischen Planung bei Vorhofablation

Die Orientierungshilfe Radiologie empfiehlt eine nicht näher definierte Sonographie zur Planung eines chirurgischen Eingriffs bei Vorhofablation. Für die Nachkontrolle eines Stents oder eines Bypasses werden keine sonographischen Untersuchungen gelistet [14].

Deutsche Gesellschaft für Kardiologie

Es konnten keine rezenten Empfehlungen der Deutschen Gesellschaft für Kardiologie zu dieser Indikation ausfindig gemacht werden.

American College of Radiology

TEE und TTE zur Operationsplanung bei TAVI

Das ACR bewertet die TEE und TTE in Verbindung mit der Operationsplanung vor einem perkutanen Aortenklappenersatz (TAVI) zur Beurteilung der Aortenklappe als üblicherweise angemessen. Hier ist allerdings zu berücksichtigen, dass eine Brust-CTA mit Kontrastmittel einen höheren Score erreicht hat als die Sonographischen Untersuchungen. Sollte vor einer TAVI die supravalvuläre Aorta oder das iliofemurale System beurteilt werden, so wird die Ultraschall als üblicherweise nicht angemessen bewertet [16].

American College of Cardiology

TTE in Verbindung mit Herzklappenersatz und bei Verdacht auf Thrombosen bei Herzklappen

Das ACC erwähnt in ihren Empfehlungen zur chirurgischen Behandlung einer erweiterten Aorta weder echokardiographische noch sonographische Untersuchungen [27]. In Verbindung mit Herzklappenerkrankungen steht eine Publikation, die sich explizit mit dem Management von PatientInnen mit Herzklappenerkrankungen beschäftigt. Es finden sich in dieser Publikation insgesamt 35 Empfehlungen zu TTE oder TEE. Keine dieser Empfehlungen hat explizit TAVI zum Inhalt. Allerdings gibt es zum Beispiel Empfehlungen für eine TTE in Verbindung mit Herzklappenersatz allgemein [36]. Ebenso sei eine TTE oder TEE bei PatientInnen mit Verdacht auf Thrombosen bei künstlichen Herzklappen angemessen [35].

bei Operationen nicht am Herzen: Echokardio für PatientInnen mit Risiko für Klappenstenosen

Zusätzlich gibt das ACC Empfehlungen für die Echokardiographie in Verbindung mit Operationen, die nicht am Herzen stattfinden, heraus. Hier sei eine Echokardiographie für PatientInnen mit einem erhöhten Risiko für mittlere oder schwere Klappenstenosen angemessen. Ebenso sei eine pharmakologische Stressechokardiographie für PatientInnen angemessen, die ein erhöhtes Risikopotential aufweisen, da die Ergebnisse für die geplante Operation von Bedeutung seien. Für PatientInnen mit perioperativer hämodynamischer Instabilität empfiehlt das ACC eine TEE unter der Voraussetzung, dass die entsprechende Expertise für diese Untersuchung vorhanden ist [23].

Vergleich der Empfehlungen zur Echokardiographie in Verbindung mit chirurgischen Eingriffen

erwähnte Indikationen der Organisationen für Vergleiche zu unterschiedlich

Hinsichtlich des Einsatzes der Echokardiographie in Verbindung mit chirurgischen Eingriffen ist ein Vergleich der Empfehlungen aufgrund der unterschiedlichen Indikationen nicht möglich. Lediglich bei TAVI kann davon ausgegangen werden, dass das ACC und das ACR die Echokardiographie als angemessen betrachten. Hier ist allerdings zu berücksichtigen, dass die ACC nicht explizit von TAVI, sondern von Herzklappenerkrankungen spricht.

Tabelle 2.3-3: Vergleich der Empfehlungen in Verbindung mit chirurgischen Eingriffen

Indication	Orientierungshilfe Radiologie	Gesellschaft für Kardiologie	American College of Radiology	American College of Cardiology
Planning of surgical treatment for atrial fibrillation	SO: +	n.r.	n.r.	n.r.
Stent control	N	n.r.	n.r.	n.r.
Bypass control	N	n.r.	n.r.	n.r.
TAVI Pre-intervention	n.r.	n.r.	TEE: + TTE: + US aorta and iliofemoral system: –	n.r.
Non cardiac surgery	n.r.	n.r.	n.r.	EG: + (suspected moderate or greater valvular stenosis) Stress EG: ~ (reasonable for patients with poor functional capacity)

Note: EG = Echocardiography (not further specified); TEE = transesophageal echocardiography; TTE = transthoracal echocardiography; SO = sonography (not further specified); N = indication mentioned but no sonographic exams listed

+ = exam is recommended (or as primary exam recommended); ~ = exam is under certain conditions recommended (or as follow up exam recommended); – = exam is usually not recommended; n.r. = not reported

2.3.4 Angeborene Herzerkrankungen

Orientierungshilfe Radiologie

Echokardio bei Shuntvitien

Die Orientierungshilfe Radiologie empfiehlt eine Echokardiographie bei Shuntvitien als Untersuchungsverfahren der ersten Wahl. Diese Empfehlung bezieht sich sowohl auf die Echokardiographie als initiales Untersuchungsverfahren sowie als Follow-up Untersuchung [14].

sowie bei Fallot-Tetralogie und Stenosen

Für komplexe Vitien, Fallot-Tetralogie und Stenosen des Ausflusstraktes sei ebenfalls die Echokardiographie angemessen. Bei unklaren Befunden sei zur weiteren Abklärung die TEE indiziert [14].

Ebenso sei eine Echokardiographie als initiales Untersuchungsverfahren bei Aortenisthmusstenose (Aortic coarctation) angemessen. Bei Koronararterienanomalien werden keine Echokardiographischen Untersuchungen genannt. [14].

Deutsche Gesellschaft für Kardiologie

Es konnten keine rezenten Empfehlungen der Deutschen Gesellschaft für Kardiologie zu dieser Indikation identifiziert werden.

American College of Radiology

TTE und TEE üblicherweise bei kongenitalen Herzerkrankungen bei Erwachsenen angemessen

Das ACR gibt allgemein eine Empfehlung bezüglich kongenitalen Herzerkrankungen bei Erwachsenen (bei Verdacht oder bereits bekannt) heraus. Hierbei werden die Untersuchungsverfahren TTE und TEE gelistet. Beide Untersuchungsverfahren seien üblicherweise angemessen, wobei die TTE mit dem maximal möglichen Score von 9 bewertet wurde. Die TEE erhielt einen Score von 7. Die Belastungs-Echokardiographie wurde nicht gelistet.

American College of Cardiology

Es konnten keine rezenten Empfehlungen des ACC zu dieser Indikation ausfindig gemacht werden.

Vergleich der Empfehlungen zur Echokardiographie in Verbindung mit angeborenen Herzerkrankungen

nur Empfehlungen der ACR und Orientierungshilfe Radiologie zu dieser Kategorie

Lediglich von der Orientierungshilfe Radiologie und dem ACR konnten Empfehlungen zur Echokardiographie in Verbindung mit angeborenen Herzerkrankungen identifiziert werden. Das ACR empfiehlt bei kongenitalen Herzerkrankungen im Erwachsenalter sowohl die TTE als auch die TEE, wobei die TTE einen höheren Score erzielte. Die Orientierungshilfe Radiologie listet drei Indikationen, bei denen eine Echokardiographie angemessen sei. Bei Anomalien der Koronararterien wurde keine sonographische Untersuchung genannt.

Tabelle 2.3-4: Vergleich der Empfehlungen zu angeborenen Herzerkrankungen

Indication	Orientierungshilfe Radiologie	Deutsche Gesellschaft für Kardiologie	American College of Radiology[1]	American College of Cardiology
Shunt vitia	EG: +	n.r.	n.r.	n.r.
Complex vitia, tetralogy of fallot, stenosis of the outflow tract	EG: + TEE: ~	n.r.	n.r.	n.r.
Anomaly of the coronary artery	N	n.r.	n.r.	n.r.
Aortic coarctation	EG: +	n.r.	n.r.	n.r.

[1] *All recommendations are for known or suspected congenital heart disease in the adult*

Note: EG = Echocardiography (not further specified); TEE = transesophageal echocardiography; SO = sonography (not further specified); N = indication mentioned but no sonographic exams listed; n.r. = not reported

+ = exam is recommended (or as primary exam recommended); ~ = exam is under certain conditions recommended (or as follow up exam recommended); – = exam is usually not recommended; n.r. = not reported

2.3.5 Sonstige Indikationen

Orientierungshilfe Radiologie

Echokardio bei Angina pectoris; Sonographie bei kardialer Raumforderung, Thromben und Perikarditis

Die Orientierungshilfe Radiologie empfiehlt eine Echokardiographie (in Ruhe oder unter Belastung) bei stabiler Angina pectoris als initiales Untersuchungsverfahren. Für kardiale Raumforderung und Thromben sowie Perikarditis und bei Perikardergüssen wird eine Sonographie als initiales bildgebendes Verfahren empfohlen. Die TEE im Falle bereits bekannter Aortendissektion wird zur weiteren Abklärung empfohlen [14].

Deutsche Gesellschaft für Kardiologie

Echokardio bei Herzbeuteltamponade mit hämodynamischer Relevanz

Die deutsche Gesellschaft für Kardiologie empfiehlt bei Herzbeuteltamponade mit einem Erguss von hämodynamischer Relevanz im Falle einer Perforation des Herzmuskels die Echokardiographie. Die Organisation weist darauf hin, dass die Sensitivität 95 %-100 % und die Spezifität 85 % betrage. Die Bewertung des hämodynamischen Einflusses des Ergusses sei wichtig für die weitere Behandlung [2].

American College of Radiology

TTE bei asymptomatischen PatientInnen nur bei hohem Risiko

Das ACR bewertet die TTE und die Belastungs-TTE für asymptomatische PatientInnen bei Verdacht auf koronare Herzkrankheiten als üblicherweise unangemessen. Eine Ausnahme stellen lediglich PatientInnen mit einem hohen Risiko für koronare Herzkrankheiten dar. Hier sei unter bestimmten Umständen eine Belastungs-TTE angemessen [16].

TEE bei chronischen Brustschmerzen und Risiko für koronare Herzkrankheit niedrig bist mittel

Bei PatientInnen mit chronischen Brustschmerzen, mit niedriger bis mittlerer Wahrscheinlichkeit für eine koronare Herzkrankheit, sei eine TEE üblicherweise angemessen. Bei einer hohen Wahrscheinlichkeit für eine koronare Herzkrankheit wird die TEE nicht erwähnt. Unabhängig von der Wahrscheinlichkeit sei eine Belastungs-TTE üblicherweise angemessen (eine TTE in Ruhe sei nur unter bestimmten Bedingungen angemessen) [16].

TTE oder TTE bei infektiöser Endokarditis

Bei Verdacht auf infektiöse Endokarditis sei sowohl die TTE als auch die TEE üblicherweise angemessen. Die TTE wurde mit einem Score von 9 allerdings geringfügig besser bewertet als die TEE (8). Die TEE sei indiziert wenn eine bessere Qualität der Bildgebung benötigt wird [16].

American College of Cardiology

Empfehlungen zu 16 verschiedenen Indikationen stabiler ischämischer Erkrankungen

Das ACC gibt Empfehlungen hinsichtlich der Echokardiographie zu 16 verschiedenen Indikationen hinsichtlich stabiler ischämischer Erkrankungen ab. Keine der Empfehlungen war gegen die Anwendung dieser Untersuchung. Welches Verfahren empfohlen wurde, hing von der Belastungsfähigkeit der PatientInnen ab (Belastungs-Echokardiographie oder Ruhe-Echokardiographie). Weiters wurde z. B. differenziert, ob neue Symptome hinzukamen oder bereits bestehende sich verschlechtert haben.

TEE bei supraventrikulärer Tachykardie und peripherer Verschlusskrankheit

Abgesehen von den stabilen ischämischen Erkrankungen sei eine TEE, in der Versorgung von erwachsenen PatientInnen mit supraventrikulärer Tachykardie, angemessen. Ebenso sei eine Echokardiographie zur Ursachenabklärung, bei PatientInnen mit peripherer Verschlusskrankheit der unteren Extremitäten, angemessen.

Bei PatientInnen mit Synkopen sei eine TTE indiziert. Handelt es sich hierbei um AthletInnen sei ein erweitertes Monitoring angemessen [40].

Vergleich der Empfehlungen zur Echokardiographie in Verbindung mit sonstigen Indikationen

gelistete Indikationen zwischen den Organisationen sehr unterschiedlich

Erneut waren die genannten Indikationen der verschiedenen Organisation sehr unterschiedlich, wodurch ein Vergleich dieser, bis auf koronaren Herzerkrankungen, unmöglich ist. Bei koronaren Herzerkrankungen ist der Vergleich allerdings dadurch erschwert, da das ACR abhängig von den Symptomen (Brustschmerzen oder asymptomatisch) und der Wahrscheinlichkeit für eine koronare Herzkrankheit unterschiedliche Empfehlungen abgibt.

Die ACC subsumiert ihre Empfehlungen zu dieser Indikation in die Kategorie stabile ischämische Erkrankungen und differenziert nach insgesamt 16 Indikationen. Hierzu zählt, ob die PatientInnen körperlich belastungsfähig sind oder nicht. Sowohl die ACC und die ACR bevorzugen für diese Indikationen tendenziell die Belastungs-Echokardiographie gegenüber der Echokardiographie in Ruhe.

Tabelle 2.3-5: Vergleich der Empfehlungen zu sonstigen Indikationen

Indication	Orientierungshilfe Radiologie	Deutsche Gesellschaft für Kardiologie	American College of Radiology	American College of Cardiology
Stable angina pectoris	EG: + Stress EG: +	n.r.	n.r.	n.r.
Cardiac mass and clots	SO: +	n.r.	n.r.	n.r.
Known aortic dissection	TEE: ~	n.r.	n.r.	n.r.
Pericarditis; Endocarditis	SO: + (Pericarditis)	n.r.	Endocarditis: TTE: + TEE: +	n.r.
Pericardial effusion	SO: +	EG: +	n.r.	n.r.
Asymptomatic patient at risk for coronary artery disease;	n.r.	n.r.	TTE: - TTE stress: – or ~ (high risk patients)	n.r.
Chronic chest pain;	n.r.	n.r.	TTE: ~ TTE stress: + TEE: ~ (low to intermediate probability of coronary artery disease)	n.r.

Note: EG = Echocardiography (not further specified); TEE = transesophageal echocardiography; TTE = transthoracal echocardiography; SO = sonography (not further specified)

+ = exam is recommended (or as primary exam recommended); ~ = exam is under certain conditions recommended (or as follow up exam recommended); – = exam is usually not recommended; n.r. = not reported

2.4 Zusammenfassung und Diskussion

nur Empfehlungen, die nach 2011 veröffentlicht wurden

Wir extrahierten Empfehlungen zur Echokardiographie der Orientierungshilfe Radiologie, der Deutschen Gesellschaft für Kardiologie sowie der American College of Radiology (ACR) und American College of Cardiology (ACC). Es wurden, abgesehen von der Orientierungshilfe Radiologie, ausschließlich Empfehlungen extrahiert, die nach 2011 veröffentlicht wurden. Die extrahierten Empfehlungen sind im Anhang (Kapitel 7.1) im Detail dargestellt.

Empfehlungen zu akuter Brustschmerz; Herzmuskel und Herzinsuffizienz; chirurgische Eingriffe, angeborene Herzerkrankungen und sonstige

Wir haben die Empfehlungen in die Kategorien „Akuter Brustschmerz“, „Erkrankungen des Herzmuskels und Herzinsuffizienz“, „Echokardiographie in Verbindung mit chirurgischen Eingriffen“, „Angeborene Herzerkrankungen“ und „Sonstige Indikationen“ aufgeteilt. Insgesamt zeigte sich, dass die Empfehlungen aufgrund der Diversität der veröffentlichten Indikationen nur schwer vergleichbar waren. Wenn mehrere Organisationen eine Empfehlung zu einer bestimmten Indikation publizierten, so stimmten diese meist überein.

nur 1 Organisation für Echokardiographie in Verbindung mit Lungenembolie, 3 dagegen

In Hinblick auf die Abschätzung unangemessener Nutzung sind vor allem die Empfehlungen im Zusammenhang mit der Lungenembolie von Interesse. Nur die Deutsche Gesellschaft für Kardiologie spricht sich hier für eine Echokardiographie aus. Sie weist allerdings auf die eher unbefriedigenden diagnostischen Kennwerte hin. Das ACR bewertet in Verbindung mit der Lungenembolie sowohl die TTE als auch die TEE als üblicherweise nicht angemessen. Die andere Organisation erwähnen die Echokardiographie bei der Lungenembolie nicht. Aufgrund der Leitlinienempfehlungen ist davon auszugehen, dass in Verbindung mit einer Lungenembolie üblicherweise zwar eine Duplexuntersuchung der tiefen Bein- und Beckenvenen durchgeführt werden sollte, aber keine TTE oder TEE.

Orientierungshilfe Radiologie strengste Kritierien bei Aortendissektion: TEE nach unklarem CT

Bei der Aortendissektion nennt die strengsten Kriterien die Orientierungshilfe Radiologie: Die TEE sei als weiterführende Untersuchung nach unklarem CT indiziert. Die Deutsche Gesellschaft für Kardiologie gibt eine allgemeine Empfehlung für die Echokardiographie ab. Die ACR gibt widersprüchliche Empfehlungen zur Aortendissektion ab, was mit dem unterschiedlichen Alter der Empfehlungen in verschiedenen Kategorien sowie potentiell unterschiedlicher AutorInnen zusammenhängen könnte (einmal die Indikation Aortendissektion und einmal akutes Koronarsyndrom mit Verdacht auf Aortendissektion). Hinsichtlich unangemessener Nutzung würden wir aufgrund der vagen Empfehlungen zwischen den Organisationen deutliche Unterschiede in der Anwendungsrate zwischen den unterschiedlichen Leistungserbringern und daraus resultierend hohe regionale Unterschiede erwarten.

alle Organisationen für Sonographie bei Herzinsuffizienz

Bei der Herzinsuffizienz sprechen sich alle 4 Organisationen für sonographische Untersuchungen aus. Die ACR gibt hier an, dass eine TEE nur unter bestimmten Bedingungen angemessen sei und empfiehlt im Allgemeinen eine TTE.

Echokardio vor Herzklappenersatz

Vor einem Herzklappenersatz empfehlen das ACC und das ACR die Echokardiographie. Dementsprechend ist davon auszugehen, dass PatientInnen, bei denen dieser Eingriff durchgeführt wird, diese Untersuchung erhalten sollten.

nicht alle Empfehlungen im Fließtext

Aufgrund der Fülle an Empfehlungen war es nicht möglich alle im Fließtext aufzubereiten. Eine ausführliche Darstellung und Diskussion an dieser Stelle hätte den Rahmen dieses Berichts gesprengt. Für die Empfehlungen im Detail sei an das entsprechende Kapitel im Anhang verwiesen (Kapitel 7.1).

3 Methoden zur Erhebung der Angemessenheit der transthorakalen Echokardiographie

3.1 Einleitung

Methodenkategorien zur Abschätzung unangemessener Nutzung

In einem vorhergehenden Bericht präsentierten wir Methoden zur Abschätzung der Angemessenheit in der Nutzung der MRT im Muskel-Skelettsystem [44]. Die gefundenen Methoden konnten in sieben unterschiedliche Kategorien (bzw. acht, wenn eine Kostenanalyse als eigenständige Kategorie betrachtet wird.) eingeteilt werden. Das Kategoriensystem aus dem vorhergehenden Bericht dient als Struktur zur Einordnung der Methoden zur Abschätzung der Angemessenheit der Echokardiographie. In der vorliegenden Arbeit liegt nun allerdings der Schwerpunkt in der Erfassung von konkreten Indikationen und Strategien, die in weiterer Folge für die Analyse von Abrechnungsdaten hinsichtlich der (Un-)Angemessenheit echokardiographischer Untersuchungen verwendet werden können.

3.2 Methode

Literatursuche nach Studien zur Angemessenheit der Echokardiographie

Am 8.7.2017 wurde in Pubmed eine Suche nach „inappropriate & echocardiography“ durchgeführt. Die Suche führte zu 452 Ergebnissen. Außerdem erfolgte eine Suche nach „overuse & echocardiography“ (32 Ergebnisse) und „underuse & echocardiography“ (19 Ergebnisse) sowie „overdiagnosis & echocardiography“ (115 Ergebnisse).

Einschluss von Studien, die Angemessenheit bewerteten

Artikel wurden eingeschlossen, wenn sie die Angemessenheit echokardiographischer Untersuchungen empirisch untersuchten. Ausgeschlossen wurden Studien, die keine Wertung hinsichtlich der Angemessenheit vornahmen. Ebenso wurden Kommentare, oder Konferenzbeiträge ausgeschlossen.

Extraktion der Methodenkategorie

Extrahiert wurde die Methodenkategorie, die in den Studien angewendet wurde. Wenn eine Studie eine Kombination aus mehreren Methoden anwendete, wurde es jener Kategorie zugeordnet, die hauptsächlich zur Feststellung der Angemessenheit beigetragen hat. Einen Überblick über die Methodenkategorien gibt Tabelle 3.2-1.

Extraktion häufiger unangemessener Indikationen und Faktoren

Zusätzlich wurden die drei Indikationen extrahiert, die am häufigsten in der jeweiligen Studie mit unangemessener Nutzung in Verbindung standen. Darüber hinaus extrahierten wir Faktoren, die in Kombination mit unangemessener Nutzung auftraten.

In Ermangelung eines Bewertungsinstruments wurde keine Risk of Bias Bewertung der inkludierten Studien durchgeführt.

Tabelle 3.2-1: Methodenkategorien zur Bewertung der Angemessenheit

Methods	Description	Data needed
Assessment by experts	Analysis of appropriateness by individual experts	✿ primary patient data ✿ patient records
Comparison with surgery findings	Analysis of accuracy of imaging	✿ primary patient data ✿ patient records
Patients´ paths	Analysis of patients´ pathways in the health care system: order of imaging by clinical specialists, etc.	✿ primary patient data ✿ patient records ✿ (aggregated data)
Diagnostic information	Analysis of contribution to patient management	✿ primary patient data ✿ patient records ✿ (aggregated data)
Predictors for use of imaging	Analysis of external factors influencing imaging utilization	✿ primary patient data ✿ patient records ✿ aggregated data
Geographic variation	Analysis of regional variances in utilization of imaging	✿ aggregated data
Comparison with guideline recommendations	Analysis of utilization of imaging according to clinical guidelines	✿ primary patient data ✿ patient records ✿ aggregated data
Cost analysis	Analysis of costs effects based on appropriateness studies	✿ primary patient data ✿ patient records ✿ aggregated data

3.3 Ergebnisse

618 Artikel gefunden, 58 entsprachen den Einschlusskriterien

Insgesamt wurden bei der Suche in Pubmed 618 Artikel gefunden. Nach Durchsicht der Abstracts erfüllten 115 Artikel potentiell die Einschlusskriterien und die Volltexte wurden bestellt. 104 Volltexte konnten zur Auswertung bereitgestellt werden. Von diesen erfüllten 61 die Einschlusskriterien und die relevanten Daten wurden aus den Volltexten extrahiert. 43 Volltexte wurden mit Begründung ausgeschlossen (Tabelle 7.2-2).

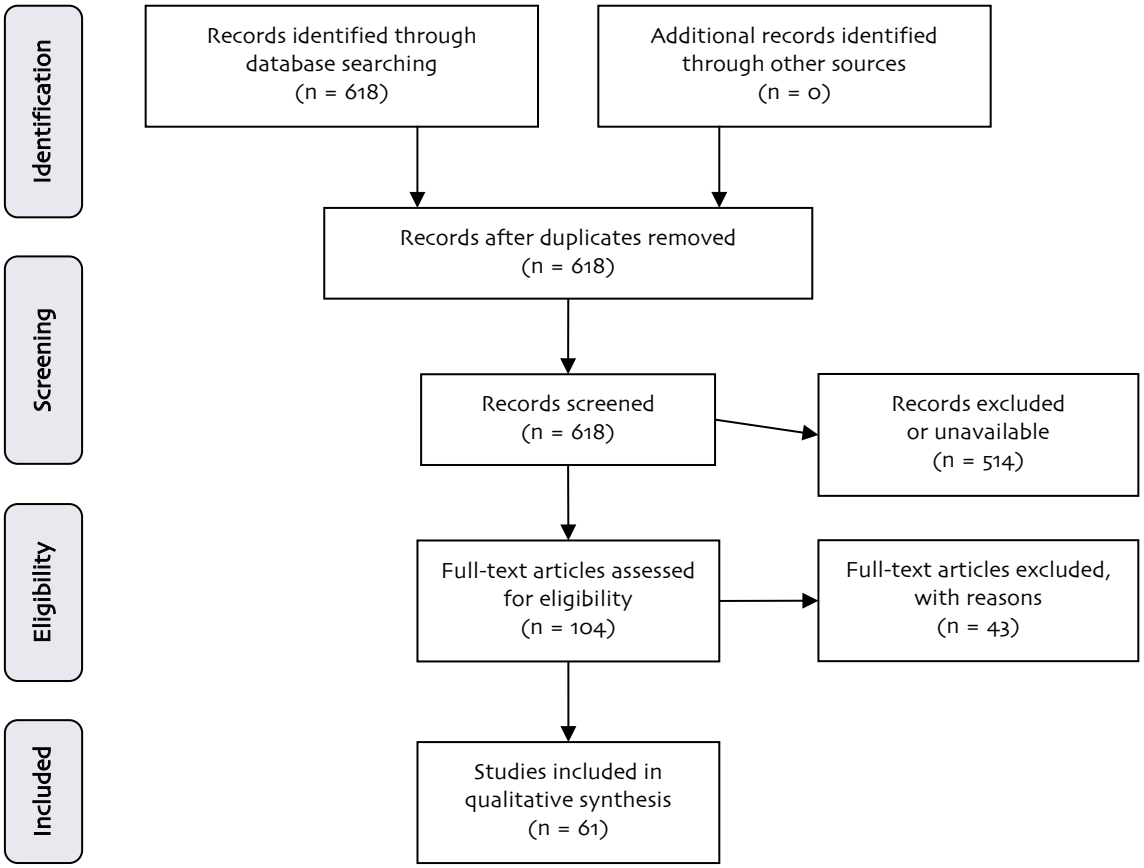

Abbildung 3.3-1: Prisma Diagramm zur Literatursuche nach Methoden zur (un)angemessener Echokardiographienutzung

meisten Publikationen nach 2007 veröffentlicht

Einen Überblick über das Datum der Veröffentlichung der eingeschlossenen Publikationen gibt Abbildung 3.3-2. Die älteste eingeschlossene Publikation stammt aus 1999. Die meisten eingeschlossenen Publikationen wurden nach der Veröffentlichung der ersten ACC Leitlinien zur Echokardiographie [45] publiziert. Nach der Veröffentlichung der aktualisierten Leitlinien im Jahr 2011 stieg die Zahl der Publikationen erneut an [46].

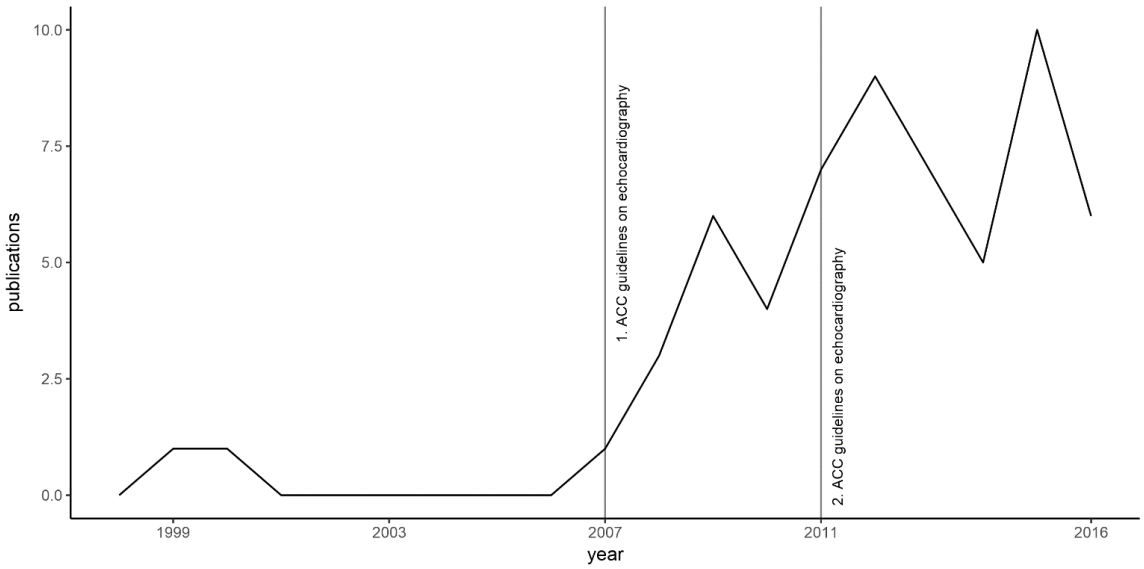

Abbildung 3.3-2: Anzahl der eingeschlossenen Publikationen nach Datum der Veröffentlichung im Zeitraum 1998-2016

3.3.1 Angewendete Methoden zur Feststellung (un)angemessener Echokardiographie

Vergleich mit Leitlinienempfehlungen

vorrangig ACC Leitlinien

53 Studien verglichen den Einsatz der Echokardiographie mit Leitlinienempfehlungen. Hierfür wurden in 52 Fällen die Leitlinienempfehlungen der ACC herangezogen. Wobei vor allem jene Leitlinien, welche sich explizit mit der Echokardiographie befassten, eingesetzt wurden. Diese Leitlinie stammen aus 2007 und wurden 2011 zuletzt aktualisiert [45, 46]. Eine Studie verwendete die Empfehlungen der Italian Federation of Cardiology [47].

Regionale Unterschiede

7 Studien zu regionalen Unterschieden

Sieben Studien zogen regionale Unterschiede zur Abschätzung unangemessener Nutzung heran. Die älteste Studie stammt aus dem Jahr 2010 [48]. Die Ansätze, wie die regionalen Unterschiede ausgewertet werden, unterschieden sich allerdings zwischen den Studien. Meistens wurden die regionalen Unterschiede mit anderen Methoden kombiniert.

geringe Echokardiographienutzung in Verbindung mit höherer Sterblichkeit

So untersuchten Papolos et al. [1] die Nutzungsraten der Echokardiographie bei KrankenhauspatientInnen und deren Zusammenhänge zur Mortalität in den Vereinigten Staaten. Die Ergebnisse hinsichtlich der regionalen Unterschiede in der Echokardiographienutzung sind in Abbildung 3.3-3 dargestellt. Es zeigte sich ein deutliches Ost-Westgefälle. Darüber hinaus wurde von den AutorInnen eine geringere Echokardiographienutzung mit einer erhöhten Sterblichkeit beim akuten Herzinfarkt, sowie bei Sepsis, Dysrhythmie, zerebralen Durchblutungsstörungen und Herzinsuffizienz in Zusammenhang gebracht. Dementsprechend schlussfolgerten die AutorInnen, dass sich hier Hinweise auf zu geringe Nutzung, allen voran beim akuten Herzinfarkt, zeigten. Bei der Analyse wurden Eigenschaften der PatientInnen wie zum Beispiel Alter, Geschlecht und Einkommen berücksichtigt.

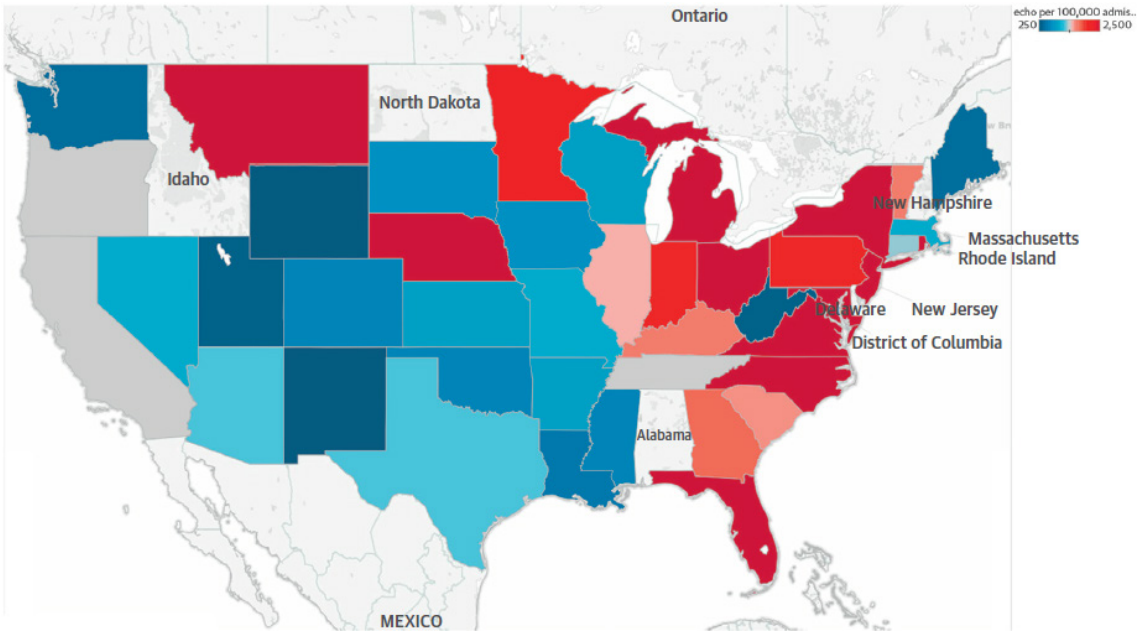

Abbildung 3.3-3: Regionale Unterschiede in den USA der Echokardiographie von KrankenhauspatientInnen [1]

Bildgebung bei Lungenembolie mangelhaft genutzt

Bhargavan et al. [48] untersuchten Unterschiede in der Bildgebung in Verbindung mit Lungenembolien. Laut den AutorInnen sei bei einer Lungenembolie zumindest eine bildgebende Untersuchung[1] angebracht. PatientInnen, bei denen keine bildgebende Untersuchung durchgeführt wurde, wurden als Hinweise auf mangelnde Nutzung bildgebender Verfahren betrachtet. Dies traf auf mehr als 25 % der PatientInnen zu.

6,6 % bis 23,6 % PatientInnen besonders gefährdet für unangemessene Nutzung

Colla et al. [49] stellten regionale Unterschiede von Patientengruppen dar, die anhand ihrer Daten besonders gefährdet für unangemessene Echokardiographienutzung seien. Hierfür wurden 18,3 Millionen PatientInnen dargestellt, die folgenden Kriterien erfüllten: 1. Keine Diagnose, die in Verbindung mit einer Herzkrankheit steht. 2. Keine Symptome, die in Verbindung mit dem Herzen stehen. 3. Keine anderen Gründe, die den Test rechtfertigen würden. Der Anteil dieser PatientInnen machte je nach Region 6,6 % bis 23,6 % der insgesamt durchgeführten Echokardiographien aus.

keine Hinweise auf weitreichende unangemessene Nutzung bei Herzinsuffizienz

Farmer et al. [50] stellten die Häufigkeit durchgeführter Untersuchungen bei 5.878 PatientInnen mit Herzinsuffizienz dar. Unter anderem wurden Echokardiographie, EKG (Elektrokardiogramm), Belastungsechokardiographie und Bewertung der systolischen Funktion als diagnostische Modalitäten herangezogen. Die Autorinnen konnten keine Hinweise auf weitreichende unangemessene Nutzung finden. Die größten regionalen Unterschiede wurden für die Untersuchung von Ischämien festgestellt. Bei dieser Indikation weisen auch die Leitlinienempfehlungen die geringste Deutlichkeit auf. Die AutorInnen weisen darauf hin, dass die wiederholte Durchführung einer Echokardiographie angemessen sein kann, wenn sich der klinische Status der PatientInnen verändert hat.

[1] Entgegen den extrahierten Leitlinienempfehlungen aus Kapitel 1 wurde die Echokardiographie als geeignetes Verfahren gewertet

Nutzungsraten durch Versicherung und lokale Behandlungsstile beeinflusst

Kini et al. [51] werteten regionale Unterschiede und Unterschiede zwischen Medicare und Veterans Health Administration in der Nutzung der TTE aus. Bei der statistischen Analyse wurden zahlreiche potentiell beeinflussende Faktoren, wie zum Beispiel Alter, Geschlecht, Haushaltseinkommen, verschiedene Erkrankungen und stattgefundene Eingriffe, berücksichtigt. Insgesamt wiesen Medicare PatientInnen eine höhere TTE Nutzungsrate auf als PatientInnen der Veterans Health Administration. Es zeigte sich, dass die Nutzungsraten durch die Versicherung und lokale Behandlungsstile beeinflusst werden.

Belastungstests sollten nicht mit Revaskularisierung in Verbindung stehen

Rossi et al. [52] kombinierten Empfehlungen des ACC [53] mit regionalen Unterschieden zur Erhebung unangemessener Versorgung. Sie untersuchten hierbei, ob wiederholte kardiale Belastungstests (z. B. Belastungs-EKG, nuklearmedizinische Untersuchungsverfahren, Belastungs-Echokardiographie) einen Einfluss auf die Zahl erneuter Revaskularisierungen ausüben. Laut des ACC [53] sollten keine wiederholten Belastungstests bei asymptomatischen PatientInnen eingesetzt werden. Die Hypothese konnte nicht bestätigt werden.

Belastungsecho im Vereinigten Königreich häufiger eingesetzt als in Österreich

Weidenauer et al. [54] erhoben indirekt mittels eines Fragebogens die Nutzungshäufigkeit der Belastungs-Echokardiographie in Österreich. Die AutorInnen berichten, dass im Vereinigten Königreich die Nutzungsrate der Belastungsechokardiographie um den Faktor 2 bis 3 höher sei als in Österreich.

Diagnostische Information

KardiologInnen mehr diagnostische Information als NichtkardiologInnen

Weiss et al. [55] war die einzige Studie, die die diagnostische Information als primäres Kriterium zur Abschätzung der Angemessenheit (von den AutorInnen als „effiziente Nutzung“ bezeichnet) heranzogen. Insgesamt konnte mehr diagnostische Information gewonnen werden, wenn die Untersuchung von KardiologInnen durchgeführt oder verordnet wurde anstatt von Nicht-KardiologInnen.

3.3.2 Faktoren, die mit Angemessenheit in Verbindung stehen sowie die häufigsten unangemessenen Indikationen

Routine- oder Wiederholungsuntersuchungen

Routine- oder Wiederholungsuntersuchungen häufig unangemessen

Am häufigsten in Verbindung mit unangemessener Echokardiographie wurden Routine- oder Wiederholungsuntersuchungen genannt. Kennzeichnend für diese Kategorie war die Tatsache, dass die Untersuchungen ohne eine Veränderung des klinischen Zustands der PatientInnen verordnet oder durchgeführt wurden. Insgesamt konnten Routine- oder Wiederholungsuntersuchungen in 13 Indikationen identifiziert werden, die zumindest in einer Studie als eine der drei häufigsten unangemessenen Anwendungsbereiche (Indikationen) der Echokardiographie genannt wurden.

6 Nennungen zu Herzinsuffizienz

Siebenmal wurde die Routineuntersuchung bei PatientInnen mit Herzinsuffizienz ohne Veränderung des klinischen Status gelistet. All diese Publikationen wurden im Zeitraum von 2008 bis 2012 veröffentlicht [56-62].

5 zur ventrikulären Funktion bei PatientInnen mit koronarer Herzkrankheit

Fünfmal wurde die Routineüberwachung der ventrikulären Funktion von PatientInnen mit bekannter koronarer Herzkrankheit, ohne Veränderung des klinischen Zustands, genannt. Die Publikationen wurde im Zeitraum 2011 bis 2015 veröffentlicht [63-67]. Mit dieser Indikation steht in Verbindung, dass

nach einer vorhergehenden Untersuchung des linken Ventrikels mit einem anderen bildgebenden Verfahren (z. B. CT oder EKG) und unauffälligem Befund, die Echokardiographie vermehrt unangemessen eingesetzt wird (drei Nennungen, Veröffentlichung von 2011 bis 2015) [63, 67, 68].

5 zur milden Klappenstenose

Die Wiederholungsuntersuchungen von PatientInnen mit einer milden Klappenstenose innerhalb von drei Jahren, ohne Veränderung des klinischen Status, wurden ebenfalls fünfmal genannt. Die betreffenden Studien wurden im Zeitraum 2009 bis 2014 publiziert [58, 60, 68-70].

4 zur perioperativen Routineüberwachung bei asymptomatischen PatientInnen

Viermal wurde die perioperative Routineüberwachung der ventrikulären Funktion bei PatientInnen ohne Anzeichen einer kardiovaskulären Erkrankung genannt. Die betreffenden Publikationen wurden von 2012 bis 2015 veröffentlicht [57, 63, 66, 71].

3 zu Routineuntersuchungen nach Herzklappenersatz

Dreimal wurde die Routineuntersuchung von PatientInnen mit künstlichem Herzklappenersatz ohne Verdacht auf eine Dysfunktion genannt. Diese Studien wurden 2010 und 2011 veröffentlicht [56, 60, 68].

2 zu Screening asymptomatischer PatientInnen

Auf zwei Nennungen kam das Screening asymptomatischer PatientInnen [47, 65] bzw. die TTE für PatientInnen ohne klinischer Symptomatik [57]. Diese Studien wurden zwischen 2012 und 2015 veröffentlicht.

2 zu Klappenregurgitationen

Routinemäßige Untersuchungen von milden Klappenregurgitationen bei keiner Veränderung des klinischen Zustands und normaler Größe des linken Ventrikels wurden zweimal genannt. Die Studien wurden 2010 und 2011 veröffentlicht [60, 68].

2 zu Routineuntersuchungen nach Revaskularisierung

Ebenfalls zweimal wurden Routineuntersuchungen nach einer erfolgten Revaskularisierung in einem Abstand von weniger als 2 Jahren nach dem Eingriff bei asymptomatischen PatientInnen genannt. Beide Studien wurden 2012 publiziert [72, 73]. Rossi et al. prüfte die Empfehlung, dass wiederholte Belastungstests (nicht beschränkt auf Echokardiographie) nach einer Revaskularisierungstherapie nicht durchgeführt werden sollten. Sie gingen davon aus, dass in Regionen, in denen mehr wiederholte Belastungstests durchgeführt werden, auch eine erhöhte Rate an neuen Revaskularisierungen durchgeführt wird. Diese Hypothese konnte durch die Ergebnisse nicht bestätigt werden.

je 1 zu anderen Indikationen

Die Routineuntersuchung bei PatientInnen mit bekannter Aortendilatation [70], bekannter Kardiomyopathie [64] oder Perikardergüssen [64], wurden jeweils nur einmal genannt.

Symptome unzureichend um eine Echokardiographie zu rechtfertigen

10 Indikationen bei denen Symptome unzureichend für Echokardiographie waren

Es konnten zehn häufig genannte Indikationen identifiziert werden, bei denen zwar Symptome vorhanden waren, diese aber nicht ausreichten, um eine Echokardiographie zu rechtfertigen. Sechs dieser Indikationen wurden von mehr als einer Studie unter den drei am häufigsten auftretenden Indikationen für unangemessene Nutzung genannt. Die Indikationen werden im Detail in Tabelle 3.3-1 dargestellt.

5 Nennungen zu Bakteriämie; 2 zu transienter Bakteriämie – nicht in Verbindung zu Endokarditis

Fünf Studien nannten die Echokardiographie für PatientInnen mit Fieber ohne Anzeichen einer Bakteriämie oder neue Herzgeräusche als häufige Ursache unangemessener Nutzung. Die Studien wurden im Zeitraum von 2009 bis 2016 publiziert [64, 71, 74-76]. Eine transiente Bakteriämie mit Pathogenen, die üblicherweise nicht mit einer Endokarditis in Verbindung stehen und/oder eine nichtendovaskuläre Infektionsquelle hat, wird von zwei Studien als gängige Ursache für unangemessene Nutzung genannt [74, 77].

4 zu Benommenheit

Vier Studien nannten Benommenheit ohne weitere Anzeichen einer Herzkrankheit als häufige Ursache für unangemessene Echokardiographie. Die Studien wurden zwischen 2011 und 2016 veröffentlicht [67, 70, 75, 78].

3 zu vorzeitigen ventrikulären Kontraktionen

Drei Studien nannten isolierte vorzeitige ventrikuläre Kontraktionen ohne weitere Anzeichen einer weiteren Herzerkrankung. Die Studien wurden von 2011 bis 2014 publiziert [58, 68, 69].

2 zu Hypertonie ohne Anzeichen eines Hypertonieherzens

Die Echokardiographie für PatientInnen mit Hypertonie ohne Anzeichen eines Hypertonieherzens wurden von zwei Studien bei den drei häufigsten Indikationen für unangemessene Nutzung genannt. Die Studien wurden 2012 [57] und 2016 [75] publiziert. Die Neuuntersuchung von PatientInnen mit einem Hypertonieherz wurde ebenfalls in zwei Studien genannt. Publiziert wurden diese in 2008 [62] und 2009 [61].

Von einzelnen Studien wurden noch folgende Indikationen unter den drei häufigsten Gründen für unangemessene Echokardiographie genannt:

je 1 zu anderen Indikationen

Verdacht auf Lungenembolie [71]; Untersuchung auf koronare Herzkrankheiten bei geringem Risiko [72]; Herzgeräusche, wenn keine weiteren Anzeichen einer valvulären oder strukturellen Herzerkrankung vorhanden sind; Brustschmerz und interpretierbares EKG sowie vorhandene Belastungsfähigkeit; Palpitationen; vorzeitige Herzmuskelkontraktionen (atrial und ventriculär).

Faktoren in Verbindung mit unangemessener Nutzung

Bei den Faktoren, die in Verbindung mit unangemessener Nutzung standen, wurden nur jene in Tabelle 3.3-1 aufgenommen, die öfter als einmal in einer bestimmten Richtung genannt wurden. Faktoren, die nur einmal genannt wurden, werden in diesem Kapitel nur im Fließtext aufbereitet.

weniger diagnostische Information in 14 Studien bei unangemessener Nutzung; 2 Studien kein Zusammenhang

14 Studien berichten, dass bei unangemessener Nutzung tendenziell weniger diagnostische Information gewonnen werden konnte als bei angemessener Nutzung. Dementsprechend hat die unangemessene Echokardiographie seltener einen Einfluss auf die weitere Behandlung der PatientInnen als angemessene Untersuchungen. Die betreffenden Studien wurden von 2000 bis 2017 veröffentlicht [47, 55, 57, 79-88]. In zwei Studien wurde kein statistisch signifikanter Zusammenhang zwischen diagnostischer Information und Angemessenheit der Echokardiographie festgestellt [51, 89].

KardiologInnen häufiger angemessen in 4 Studien; 1 Studie weniger häufig angemessen

Vier Studien gaben an, dass KardiologInnen häufiger angemessene Echokardiographien verordneten oder durchführten. Die Studien wurden im Zeitraum von 2000 bis 2015 veröffentlicht [47, 55, 57, 90]. Eine Studie berichtet hierzu kontrastierende Ergebnisse. Banihashemi et al. [91] kategorisierten Untersuchungen, die nicht genügend Information zur Bewertung der Angemessenheit hatten, als „unangemessen". Die AutorInnen berichteten, dass KardiologInnen häufiger zu wenig Information bereitgestellt hatten und damit eine erhöhte Zahl an unangemessenen Untersuchungen aufwiesen. Eine Studie berichtete, dass ÄrztInnen mit mehr als 20 Jahren Berufserfahrung die geringste Rate an angemessenen TTE Untersuchungen aufwies [87].

Angemessenheit in Zusammenhang mit Erfahrung, der UntersucherInnen etc.

Ballo et al. [57] berichten, dass jüngere PatientInnen, PatientInnen für eine allgemeine Herzuntersuchung und PatientInnen mit Hypertonie, Herzinsuffizienz oder Kardiomyopathien ein erhöhtes Risiko für unangemessene Untersuchungen hatten.

Einfluss des Spitalstyp uneindeutig

Barbosa et al. [92] fanden bei Hypertonie und Ischämie eine höhere Rate an angemessenen Untersuchungen in öffentlichen Krankenhäusern als in privaten. Hierbei ist allerdings zu berücksichtigen, dass sich, abgesehen von diesen Indikationen, insgesamt keine Unterschiede zwischen den Spitalstypen zeigten und ein erhöhtes Risiko für falsch positive Ergebnisse aufgrund vermehrter Signifikanztests besteht.

Belastungsecho häufiger unangemessen als initiales Verfahren

Picano et al. [93] geben allgemein an, dass die häufigsten unangemessenen Indikationen der Belastungs-Echokardiographie als initiales Untersuchungsverfahren und zur wiederholten Untersuchung stattfanden. Externe Überweisungen waren mit weniger unangemessenen Untersuchungen assoziiert.

Faktoren vermehrt in Verbindung mit unangemessener Belastungsecho

Eine Studie beschrieb Faktoren, die mit unangemessener Belastungs-Echokardiographie in Verbindung standen: 1. Untersuchung von Symptomen, die vergleichbar zur Ischämie sind UND geringes Risiko koronarer Herzkrankheiten UND interpretierbares EKG UND Belastungsfähigkeit. 2. Untersuchung asymptomatischer PatientInnen oder PatientInnen mit unveränderten Symptomen UND geringes Risiko koronarer Herzkrankheiten UND unauffällige, länger als 2 Jahre zurückliegende Belastungsbildgebung. 3. Untersuchung von asymptomatischen oder stabilen PatientInnen mit bekannter koronarer Herzkrankheit UND letzte Untersuchung liegt weniger als 2 Jahre zurück [84].

private Krankenversicherung weniger oft unangemessen

Silverman et al. [94] geben an, dass wiederholte Untersuchungen und Untersuchungen bei Menschen mit Behinderungen häufiger unangemessen waren. Eine private Krankenversicherung war hingegen mit einer geringeren Rate an unangemessenen Untersuchungen assoziiert.

Tabelle 3.3-1: Strategien zur Abschätzung der Angemessenheit sowie Faktoren und Indikationen, die häufig mit unangemessener Nutzung in Verbindung stehen

Study	Years	Strategy
Routine or repeated exams		
Ward [62]; Ward [61]; Aggarwal [56]; Rao [60]; Bhave [58]; Ballo [57]; Patil [59];	2008 2009 2010 2010 2011 2012 2012	Routine evaluation of heart failure without changes in clinical status.
Willens [67]; Gurzun [66]; Bhatia [64]; Al-Kaisey [63]; Fonseca [65]	2011 2013 2014 2015 2015	Routine surveillance of ventricular function with known CAD and no change in clinical status or cardiac exam.
Ward [61]; Rahimi [68]; Bhave [58]; Bhatia [70]; Johnson [69]	2009 2011 2011 2012 2014	Routine surveillance (<3 year) of mild valvular stenosis without change in clinical status or cardiac examination.
Bailey [71]; Ballo [57]; Gurzun [66]; Al-Kaisey [63]	2012 2012 2013 2015	Routine perioperative evaluation of ventricular function with no symptoms or signs of cardiovascular disease.

Study	Years	Strategy
Rahimi [68]; Willens [67]; Al-Kaisey [63]	2011 2011 2015	Evaluation of left ventricular function with prior ventricular function evaluation (eg, prior echocardiogram, left ventriculogram, CT, SPECT MPI, CMR) showing normal function.
Aggarwal [56]; Rao [60]; Rahimi [68]; Parikh [95]	2010 2010 2011 2012	Routine evaluation of prosthetic valves in patients without apparent suspicion of valvular dysfunction.
Orsini [47]; Fonseca [65]	2013 2015	Screening of asymptomatic patients.
Rao [60]; Rahimi [68]	2010 2011	Routine (yearly) re-evaluation of native valvular regurgitation in asymptomatic patient with mild regurgitation, no change in clinical status, and normal left ventricular size.
Cortigiani [72] Rossi [52]	2012 2012	Status post revascularization < 2 years and asymptomatic.
Bhatia [70]	2012	Routine re-evaluation for surveillance of known ascending aortic dilation or history of aortic dissection without change in clinical status or cardiac examination and findings will not change management or therapy.
Bhatia [64]	2014	Routine surveillance (<1 year) of known cardiomyopathy without a change in clinical status.
Bhatia [64]	2014	Routine surveillance of known small pericardial effusion.
Symptoms insufficient to justify echocardiography		
Rao [76]; Bailey [71]; Bhatia [74]; Bhatia [64]; Rameh [75]	2009 2012 2013 2014 2016	Transient fever without evidence of bacteremia or a new murmur.
Willens [67]; Bhatia [70]; Bhatia [78]; Rameh [75];	2011 2012 2013 2016	Light headedness/presyncope without other signs/symptoms of cardiac disease.
Rahimi [68] Bhave [58] Johnson [69]	2011 2011 2014	Isolated atrial premature contractions or premature ventricular contractions without other evidence of heart disease.
Bhatia [74]; Bhatia [77]	2013 2014	Transient bacteremia with a pathogen not typically associated with infective endocarditis and/or a documented nonendovascular source of infection.
Ballo [57]; Rameh [75]	2012 2016	Hypertension without symptoms or signs of hypertensive heart disease.
Ward [62]; Ward [61]	2008 2009	Re-evaluation of a patient with known hypertensive heart disease without a change in clinical status.
Bailey [71]	2012	Suspected pulmonary embolism.
Cortigiani [72]	2012	Detection of CAD in low risk patients.
Gurzun [66]	2013	Initial evaluation for a murmur or click when there are no other symptoms or signs of valvular or structural heart disease.
Mansour [84]	2010	Evaluation of chest pain syndrome or anginal equivalent in patients with low pre-test probability of CAD who have an interpretable ECG and able to exercise.
Orsini [47]	2013	Palpitations

Study	Years	Strategy
Factors associated with appropriateness		
Weiss [55]; Barbier [81]; Mansour [96]; Mansour [84]; Alqarqaz [80]; Ballo [57]; Mansour [85]; Matulevicius [86]; Orsini [47]; Koshy [83]; Chiriac [82]; Rose-Felker [87]; Sachdeva [88]; Adair [79]	2000 2008 2009 2010 2012 2012 2012 2013 2013 2015 2016 2016 2016 2017	Diagnostic information (change of diagnosis; treatment etc.).
Weiss [55]; Ballo [57]; Orsini [47]; Remfry [90]	2000 2012 2013 2015	Cardiologists more often appropriate.
Koshy [83]	2015	Inpatients more often appropriate.

CAD = Coronary artery disease; CMR = Cardiac magnetic resonance; CT = Computer tomography; ECG = Electrocardiogram; MPI = Myocardial perfusion imaging; SPECT = Single-photon emission computed tomography

3.4 Zusammenfassung und Diskussion

58 Studien extrahiert

Wir haben Studien, die die Angemessenheit echokardiographischer Untersuchungen erhoben haben, zusammengefasst. 61 Studien wurden zur Datenextraktion herangezogen. Extrahiert wurden Faktoren und Indikationen, die besonders häufig in Verbindung mit unangemessener Nutzung standen.

Großteil nach 2007 publiziert

Der Großteil, der eingeschlossenen Studien, wurde nach der Veröffentlichung der ersten ACC Leitlinien im Jahr 2007 publiziert. 50 Studien führten zur Erhebung der Angemessenheit einen Vergleich der Leitlinienempfehlungen durch, sieben verwendeten regionale Unterschiede und eine diagnostische Information.

Routine- oder Wiederholungsuntersuchungen häufig unangemessen

Routine- oder Wiederholungsuntersuchungen wurden am häufigsten in Verbindung mit unangemessener Echokardiographienutzung genannt. Hier wird die Echokardiographie ohne Veränderung des klinischen Zustands der PatientInnen durchgeführt. Am häufigsten wurden hier Routineuntersuchungen von PatientInnen mit Herzinsuffizienz, Überwachung der ventrikulären Funktion bei PatientInnen mit bekannter koronarer Herzkrankheit und die perioperative Routineüberwachung genannt.

Symptome oftmals nicht ausreichend für Echokardio

Bei zehn Indikationen, die häufig in Verbindung mit unangemessener Nutzung standen, wiesen die PatientInnen zwar Symptome auf, diese waren allerdings nicht hinreichend, um die Untersuchung zu rechtfertigen. Hierzu zählt die Echokardiographie für PatientInnen mit Fieber ohne Anzeichen einer Bakteriämie oder Benommenheit ohne Anzeichen einer Herzkrankheit.

weniger diagnostische Information bei unangemessener Nutzung

Insgesamt 14 Studien berichteten, dass durch die unangemessene Echokardiographie weniger diagnostische Information gewonnen werden konnte. Dementsprechend hatten unangemessene Untersuchungen seltener einen Einfluss auf die weitere Behandlung der PatientInnen. Vier Studien erwähnten, dass KardiologInnen eine höhere Rate an angemessenen Untersuchungen aufwiesen.

systematische Übersichtsarbeit: Anteil angemessener Untersuchungen steigt tendenziell

Eine systematische Übersichtsarbeit beschäftigte sich mit der Veränderung der Angemessenheit kardiologischer Untersuchungen über die Zeit. Die AutorInnen beobachteten, dass sich der Anteil angemessener TTE und TEE Untersuchungen im Laufe der Zeit erhöht hatte. Bei der TTE scheint der erhöhte Anteil angemessener Untersuchungen mit einer Reduktion an Untersuchungen insgesamt einherzugehen. Aufgrund methodischer Schwierigkeiten (publication bias, retrospektive Studiendesigns) sind diese Ergebnisse allerdings nur unter Vorbehalt zu betrachten [97]. Eine weitere systematische Übersichtsarbeit konnte keine Unterschiede zwischen KardiologInnen und InternistInnen bei der Belastungsechokardiographie oder myokardialen Perfusionsbildgebung feststellen. Außerdem sei bei diesen Untersuchungen kein zeitlicher Trend festgestellt worden [98].

Empfehlungen der ACC zur Echokardiographie am häufigsten angewendet.

Leitlinie älter als 5 Jahre – nicht mehr aktuell

Die Angemessenheit der Echokardiographienutzung wurde in den meisten Fällen anhand der Empfehlungen des ACC beurteilt. Hierbei kamen vor allem jene zum Einsatz, die sich explizit mit der Echokardiographie beschäftigen. Die erste der beiden Ausgaben wurde 2007 veröffentlicht. 2011 wurde eine aktualisierte Version publiziert. Dementsprechend ist die aktuellste Version älter als 5 Jahre und wurde bei der Auswahl der Leitlinienempfehlungen im Kapitel 2 nicht berücksichtigt, da die Aussagekraft von Leitlinien älter als 5 Jahre eingeschränkt ist [12, 13]. Bei der Bewertung der Angemessenheit unter Verwendung nicht aktueller Leitlinien ist somit von einer erhöhten Fehlerrate auszugehen.

3.4.1 Möglichkeiten zur Prüfung auf unangemessene Echokardiographie Nutzung

Insgesamt zeigte sich, dass unangemessene Nutzung der Echokardiographie in Zusammenhang mit drei Phänomenen auftritt:

1. Die Echokardiographie wird als Routineuntersuchung durchgeführt. Der Zustand der PatientInnen hat sich nicht geändert.
2. Die Symptome sind nicht ausreichend, um eine Echokardiographie zu befürworten.
3. Unangemessene Nutzung der Echokardiographie hat seltener einen Einfluss auf die weitere Behandlung.

4 Fragen zur Bewertung der Angemessenheit

Fonseca et al. [99] präsentierten einen einfach umzusetzenden Fragebogen zur Abschätzung unangemessener Echokardiographienutzung. Wenn mindestens zwei der vier Fragen mit „Ja“ beantwortet wurden, sei dies ein Hinweis auf eine nicht angemessene Untersuchung. Die Fragen lauteten im Detail:

1. *Was the scan requested in the absence of new cardiovascular symptoms, or change in clinical status, or cardiac examination?*
2. *Is this a routine surveillance scan?*
3. *Has there been a previous TTE within the last year?*
4. *Is the test requested for suspected endocarditis with no positive blood cultures or new murmur?*

3.4.2 PatientInnengruppen mit besonderer Gefährdung für unangemessene Echokardiographie

Darstellung regionaler Unterschiede für besonders gefährdete Subgruppen:

Auf Basis der gefundenen Studien bietet sich die Darstellung regionaler Unterschiede der Echokardiographie für folgende Subgruppen an. Die meisten Abfragen können auch mit diagnostischer Information, also Veränderungen in der Behandlung unmittelbar nach der Untersuchung, kombiniert werden. So ist anzunehmen, dass Regionen, in denen häufiger eine Echokardiographie durchgeführt wird, ohne dass eine Veränderung der Behandlung festgestellt wird, eine erhöhte Rate an unangemessener Nutzung aufweisen:

1. Echokardiographie bei PatientInnen mit bekannter Herzinsuffizienz. **Herzinsuffizienz**
2. Anteil der PatientInnen, bei denen perioperativ eine Echokardiographie eingesetzt wird, ohne dass eine kardiovaskuläre Erkrankung bekannt ist. **perioperativ**
3. PatientInnen nach Herzklappenersatz. **post Herzklappenersatz**
4. Einsatz der Echokardiographie bei asymptomatischen PatientInnen (Screening). **Screening**
5. Echokardiographie bei PatientInnen mit bekannter Klappenstenose. **Klappenstenose**
6. PatientInnen mit Klappenregurgitationen. **Klappenregurgitation**
7. PatientInnen nach erfolgter Revaskularisierung innerhalb von weniger als 2 Jahren. Zusätzlich: Haben diese PatientInnen ein erhöhtes Risiko für neue Revaskularisierungen? **post Revaskularisierung**
8. PatientInnen mit Fieber ohne Anzeichen einer Bakterieämie (fehlende Blutkultur). **Fieber**
9. PatientInnen mit einer Bakterieämie, aber Pathogene stehen üblicherweise nicht in Verbindung mit kardialen Erkrankungen oder nicht-endovaskulären Infektionsquellen. **Bakterieämie**
10. Benommenheit ohne weitere Anzeichen einer Herzerkrankung. **Benommenheit**
11. PatientInnen mit Hypertonie ohne Anzeichen eines Hypertonieherzens, **Hypertonie**
12. Die Neuuntersuchung von PatientInnen mit einem Hypertonieherz. **Hypertonieherz**
13. PatientInnen bei denen innerhalb eines Jahres mehrere echokardiographische Untersuchungen durchgeführt wurden. **Wiederholungs-untersuchungen**

Es ist anzumerken, dass die Zusammenhänge in Verbindung mit unangemessener Echokardiographie keinen Beweis für eine tatsächlich unangemessene Nutzung darstellen. Sie können allerdings verwendet werden, um Auffälligkeiten in Verbindung mit regionalen Unterschieden aufzuzeigen.

4 Regionale Unterschiede der Echokardiographie Nutzung in Österreich

4.1 Einleitung

Deutliche regionale Unterschiede in der Nutzung medizinischer Verfahren sind in der internationalen Literatur eine gängige Methode zur Abschätzung unangemessener Nutzung. Für die Echokardiographie konnten wir in Kapitel 3 insgesamt sechs Studien identifizieren, die regionale Unterschiede im Nutzungsverhalten untersuchten, um Hinweise auf unangemessene Nutzung zu finden [48-52, 54].

regionale Nutzungsunterschiede als Hinweis für unangemessene Nutzung

Hierbei ist zu anzumerken, dass keine dieser Studien die rohen Nutzungsraten heranzog, sondern sich die Untersuchung auf bestimmte Patientengruppen beschränkte [48-50, 52]. Alternativ wurden bei der Auswertung zahlreiche beeinflussende Faktoren wie Alter, Geschlecht, Haushaltseinkommen, wichtige Erkrankungen und stattgefundene Eingriffe berücksichtigt [51]. Diese Berücksichtigung wesentlicher Einflussfaktoren reduziert das Risiko, dass die unterschiedlichen Nutzungsraten durch unterschiedliche PatientInnen in den jeweiligen Regionen verursacht werden und dementsprechend auf eine angemessene Nutzung zurückzuführen ist.

Studien betrachteten entweder bestimmte Patientengruppen oder berücksichtigten potentielle Störfaktoren bei der Auswertung

Für die uns zur Verfügung gestellten Daten können Geschlecht und Alter als potentielle Störfaktoren berücksichtigt werden. Für die Berücksichtigung weiterer Störfaktoren wären detailliertere Daten notwendig.

In Kapitel 3 wurde dargestellt, dass die Routine- und Wiederholungsuntersuchungen besonders häufig in Verbindung mit unangemessener Nutzung stehen. In den erwähnten vier Fragen von Fonseca et al. [99] zur Abschätzung der Angemessenheit eruiert eine Frage ausdrücklich, ob es innerhalb des letzten Jahres bereits eine andere TTE Untersuchung gab. Dementsprechend ist davon auszugehen, dass eine hohe Rate und deutliche regionale Unterschiede an Wiederholungsuntersuchungen im selben Jahr ein Hinweis für unangemessene Nutzung ist. Außerdem soll eruiert werden, wie stark der Zusammenhang der Gesamtanzahl der Untersuchungen mit der Zahl der Wiederholungsuntersuchungen innerhalb der Bundesländer ist.

Auswertung von Wiederholungsuntersuchungen in Österreich

4.2 Methode

4.2.1 Anpassungen der Methode

Derzeit existiert kein international anerkanntes einheitliches Vorgehen (best practice) zur Analyse regionaler Unterschiede zur Identifikation unangemessener Nutzung.

kein best practice zur Analyse regionaler Unterschiede

Die OECD verwendet den Quotienten von Regionen mit hohen Nutzungsraten zu Regionen mit niedrigen Nutzungsraten. Erreicht dieser Quotient Werte > 2, so sei dies ein Hinweis auf unangemessene Nutzung [100]. Im Rahmen des LBI-HTA Berichts zur Magnetresonanztomographie hatte sich gezeigt,

OECD Indikator mit Nachteilen verbunden:

dass eine derartige Analyse mehreren Schwächen unterworfen ist [44]. Für die folgenden Beispiele zur Illustrierung der Schwächen der OECD Methodik werden die Begriffe „Regionen erster Ordnung“ (zum Beispiel Bezirke) und „Regionen zweiter Ordnung“ (zum Beispiel Bundesländer) verwendet. Wichtig ist, dass Regionen erster Ordnung ein Element Regionen zweiter Ordnung sind (Bezirke sind Elemente von Bundesländern):

mittlere Nutzungsrate ignoriert

1. Die mittlere Nutzungsrate in den Regionen wird ignoriert. Regionen zweiter Ordnung mit durchschnittlich sehr hohen Nutzungsraten aber geringer Streuung schneiden besser ab als Regionen zweiter Ordnung mit geringen Nutzungsraten aber hoher Streuung. Dies ist vor allem in Hinblick auf Boden- und Deckeneffekte problematisch, da die Streuung in Regionen zweiter Ordnung, in denen zum Beispiel ein Verfahren entweder bei keinen oder bei allen denkbaren PatientInnen eingesetzt wird, gering ist. Trotzdem kann es sich hierbei um unangemessene Nutzung handeln und das trotz geringer regionaler Unterschiede.

Quotient ist in Regionen mit niedrigen Nutzungsraten anfälliger für extreme Werte

2. Der Quotient in Regionen zweiter Ordnung mit geringen Nutzungsraten ist anfälliger für extreme Werte als der Quotient in Regionen zweiter Ordnung mit hohen Nutzungsraten. Dies sei mit folgendem Beispiel verdeutlicht: Die Nutzungsraten der beiden zu vergleichenden Regionen erster Ordnung in Land A betragen 3.000 und 1.000. Der Quotient beträgt dementsprechend 3.000/1.000 = 3. Die Nutzungsraten der Regionen in Land B betragen 13.000 und 11.000. Dementsprechend beträgt der Quotient 13.000/11.000 = 1,18 und ist trotz der selben Spannweite der Streuung wesentlich kleiner als in Land A. Dadurch ist die Wahrscheinlichkeit für hohe Werte des Quotienten in Verbindung mit Deckeneffekten geringer als in Verbindung mit Bodeneffekten.

Quotient besonders anfällig für Ausreißer

3. Da nur die Nutzungsraten am Rand miteinander verglichen werden (entweder Minimal- und Maximalwerte oder 10. und 90. Quantil), wird die Verteilung im Zentrum nicht berücksichtigt. Da davon auszugehen ist, dass in den meisten Fällen der Großteil der Regionen erster Ordnung eine Streuung rund um den Mittelwert aufweist, ist der Quotient besonders anfällig für Ausreißer sowie schiefe Verteilungen und der Informationsgehalt über die Mehrheit der Regionen erster Ordnung gering.

Regionen mit weniger EinwohnerInnen anfälliger für auffällige Werte

4. Aufgrund des Gesetzes großer Zahlen sind Bezirke mit weniger EinwohnerInnen anfälliger für besonders hohe oder niedrige Nutzungsraten gemessen anhand der Bevölkerungsanzahl. In Regionen mit geringeren Einwohnerzahlen sind Nutzungsraten von Jahr zu Jahr größeren Schwankungen unterworfen als in Regionen mit höheren Einwohnerzahlen.

aufgrund der Mängel des OECD Indikators: deskriptive Datendarstellung

Dementsprechend verzichten wir im vorliegenden Bericht auf die Berechnung des OECD Indikators. Stattdessen stellen wir die Nutzungsraten innerhalb der Bundesländer deskriptiv und hauptsächlich grafisch dar. Bei der Aufbereitung der Daten wurde darauf geachtet, dass die Nutzungsraten nicht auf bestimmte Bezirke und in weiterer Folge bestimmten LeistungserbringerInnen zuzuordnen sind. Aus diesem Grund fehlen bei der Darstellung der Bezirke die Bezirksnamen sowie die Bevölkerungsgröße der Bezirke.

Darstellung der Daten soll Anzahl der Bezirke je Bundesland berücksichtigen

Die Tatsache, dass sich die Anzahl der Bezirke zwischen den Bundesländern deutlich unterscheidet (im vorliegenden Datensatz wurde für Niederösterreich zum Beispiel von 24 Bezirken und für Vorarlberg von 4 Bezirken berichtet), erfordert es, dass die grafische Darstellung nicht durch die Zahl der Bezirke verfälscht wird. So weisen die im LBI-HTA Bericht zur Magnetresonanzto-

mographie [44] verwendeten Boxplots den Nachteil auf, dass Bundesländer mit wenig Bezirken unter Umständen verzerrt wiedergegeben werden. Es wurde bei der graphischen Darstellung mittels Boxplots, anders als beim OECD Indikator, zwar auch der Mittelwert berücksichtigt und es können einzelne Bezirke als Ausreißer dargestellt werden, doch ist die zugrundeliegende Anzahl der Bezirke je Bundesland nicht auf einen Blick ersichtlich.

keine Signifikanztests da Vollerhebung

Da es sich bei den vorliegenden Daten um eine Vollerhebung handelt, wurde auf die Anwendung inferenzstatistischer Verfahren und somit Signifikanztests verzichtet. Es gibt keine zugrundeliegende Grundpopulation auf die anhand der vorliegenden Daten geschlossen werden könnte, womit sich auch die Anwendung inferenzstatistischer Methoden erübrigt. Es stellt sich bei den berichteten Daten und deren Zusammenhängen nicht die Frage, ob eine statistische Signifikanz, sondern eine inhaltliche Signifikanz besteht. In diesem Kontext sei ausdrücklich darauf hingewiesen, dass die berichteten Zusammenhänge keinen Rückschluss auf Kausalität zulassen.

keine Rückschlüsse auf Kausalität

4.2.2 Datenbeschreibung

Daten aus Katalog ambulanter Leistungen

Die uns zur Verfügung gestellten Daten stammen aus dem Katalog Ambulanter Leistungen (KAL). Der KAL umfasst den gesamten ambulanten Bereich inklusive Spitalsambulanzen sowie andere Leistungserbringer mit Kassenverträgen (z. B. selbstständige Ambulatorien, niedergelassene FachärztInnen, Gruppenpraxen etc.), wobei für die vorliegende Auswertung nur Daten aus dem niedergelassenen Bereich zur Verfügung standen. Die Daten des KAL sind pseudonymisiert [101].

nur niedergelassener Bereich

Daten aus 2015

Die Daten stammen aus dem Jahr 2015. Hierbei handelt es sich um die nach Alter, Bezirk und Geschlecht geschichteten Echokardiographie Nutzungsraten sowie Wiederholungsuntersuchungen im selben Jahr der Leistung mit dem Code DZ510 (TTE). Die Nutzungsraten der transösophagealen Echokardiographie (DZ020) und Stressechokardiographie (DZ010) stehen nicht zur Auswertung zur Verfügung.

4.2.3 Darstellung der Echokardiographie Nutzungsraten

Nutzungsraten alters- und geschlechtsstandardisiert

Das Institut „DEXHELPP“ führte die Alters- und Geschlechtsstandardisierung anhand der Bezirke durch. Als Populationsdaten für Österreich wurde die Statistik Austria Wohnbevölkerung 2015 herangezogen. Zielpopulation war die EU Standardbevölkerung 2013. Anhand des Statistik Austria Datensatzes wurde für jeden Bezirk sowie Alters und Geschlechtsklasse eine Grundgesamtheit berechnet. Diese wurden in weiterer Folge als Basis für die Standardisierung auf Grundlage der EU-Standardbevölkerung herangezogen. Da es sich um eine Vollerhebung handelt, war eine Post-Stratifikation nicht notwendig. DEXHELPP führte außerdem Speicherung und Transfer der Daten durch. Aufgrund der Notwendigkeit, dass die Nutzungsraten nicht einzelnen Leistungserbringern zugeordnet werden sollten, können in diesem Bericht nur die Nutzungsraten der Bundesländer, nicht aber der Bezirke namentlich wiedergegeben werden

Bezirke nicht namentlich genannt

Balkendiagramme, in welchen jeder Bezirk als kreis repräsentiert ist

Zur detaillierteren Darstellung der Bezirke verwenden wir Balkendiagramme mit Kreisen. Jeder Kreis repräsentiert einen einzelnen Bezirk. Diese Darstellungsform ist ein Kompromiss zwischen leichter Verständlichkeit und hohem Informationsgehalt. Außerdem kann hierbei auf die unterschiedliche

Anzahl der Bezirke innerhalb der Bundesländer Rücksicht genommen werden. Diese Visualisierungen wurden – zur besseren optischen Darstellung der regionalen Unterschiede – vom LBI-HTA, unter Verwendung des R Pakets „ggplot2“ [102], entwickelt und eingesetzt.

Intraklassenkorrelation zur Bewertung des Einflusses der Bundesländer

Zur Abschätzung, ob es Unterschiede in der Nutzung der TTE zwischen den Bundesländern gibt, wurde eine Intraklassenkorrelation berechnet. Diese gibt den Anteil der Varianz an, der durch die Unterschiede zwischen den Bundesländern erklärt werden kann. Je höher dieser Anteil ist, desto ähnlicher sind sich Bezirke innerhalb eines Bundeslandes und desto stärker unterscheiden sich Bezirke zwischen den Bundesländern. Eine Intraklassenkorrelation von 0 würde deshalb aussagen, dass die Unterschiede zwischen den Bezirken unbeeinflusst vom jeweiligen Bundesland sind. Eine Intraklassenkorrelation von 1 würde hingegen bedeuten, dass die Unterschiede vollständig durch die Bundesländer erklärt werden können.

4.2.4 Zusammenhang zwischen Untersuchungsanzahl und Wiederholungsuntersuchungen

Korrelationskoeffizient und Regressionskoeffizient = Maße für Zusammenhang;

Bestimmtheitsmaß = Anteil der erklärten Varianz

Berichtet werden der Korrelationskoeffizient r, das Bestimmtheitsmaß r^2, der Regressionskoeffizient β und der Standardfehler. Der Korrelationskoeffizient r beschreibt den Zusammenhang der Variable X mit der Variable Y. Ein Korrelationskoeffizient von $r = 0$ gibt an, dass kein linearer Zusammenhang zwischen den beiden Variablen X und Y besteht. Das andere Extrem $r = 1$ (oder $r = -1$) beschreibt einen perfekten linearen Zusammenhang der beiden Variablen. Das Bestimmtheitsmaß ist der quadrierte Korrelationskoeffizient r und gibt den Anteil der erklärten Varianz der Variable Y durch die Variable X an. Bei $r^2 = 1$ wird die Variable Y vollständig durch X erklärt. Der Regressionskoeffizient β beschreibt ebenso die Stärke des Zusammenhangs von X auf Y. Er ist abhängig von den verwendeten Maßeinheiten. Ein Regressionskoeffizient $\beta = 2$ gibt an, dass bei einem Anstieg der Variable X um den Wert 1, die Variable Y um 2 Einheiten steigt. Alle Berechnungen wurden mittels der freien Programmiersprache R umgesetzt [103].

4.3 Ergebnisse

4.3.1 Echokardiographie Nutzungsraten in Österreich

Tabelle 4.3-1 gibt die statistischen Kennwerte der durchgeführten TTE Untersuchungen wieder. Abbildung 4.3-1 stellt die gewichteten mittleren alters- und geschlechtsstandardisierten grafisch Nutzungsraten dar. Als Untersuchungen wurde jeder Vertragspartner-PatientInnenkontakt gewertet, bei der zumindest eine TTE verrechnet wurde. Bei den berichteten Zahlen handelt es sich ausschließlich um alters- und geschlechtsstandardisierte Nutzungsraten pro 1.000 EinwohnerInnen.

höchste TTE Rate in Steiermark, niedrigste in Kärnten

Die höchste anhand der Einwohnerzahl gewichtete durchschnittliche Rate an geschlechts- und altersstandardisierten TTE Kontakten weist mit 72,20 Untersuchungen pro 1.000 EinwohnerInnen die Steiermark auf. Kärnten verzeichnet mit durchschnittlich 39,44 Untersuchungen die geringste Rate. Kärntens Bezirk mit der höchsten Rate an Untersuchungen (58,05 pro 1.000 Ein-

wohnerInnen) unterscheidet sich nur geringfügig von Salzburgs Bezirk mit der geringsten Zahl an Untersuchungen (54,60 pro 1.000 EinwohnerInnen). Der gewichtete Durchschnitt aller österreichischen Bezirke beträgt 58,75.

Der Bezirk mit der höchsten Untersuchungsrate mit 124,95 Untersuchungen pro 1.000 Einwohner befindet sich in der Steiermark. Die Rate ist damit rund 9,5-mal so hoch, wie jene des Bezirks mit der geringsten Untersuchungsfrequenz. Dieser befindet sich in Oberösterreich und verzeichnete 13,07 Untersuchungen pro 1.000 EinwohnerInnen.

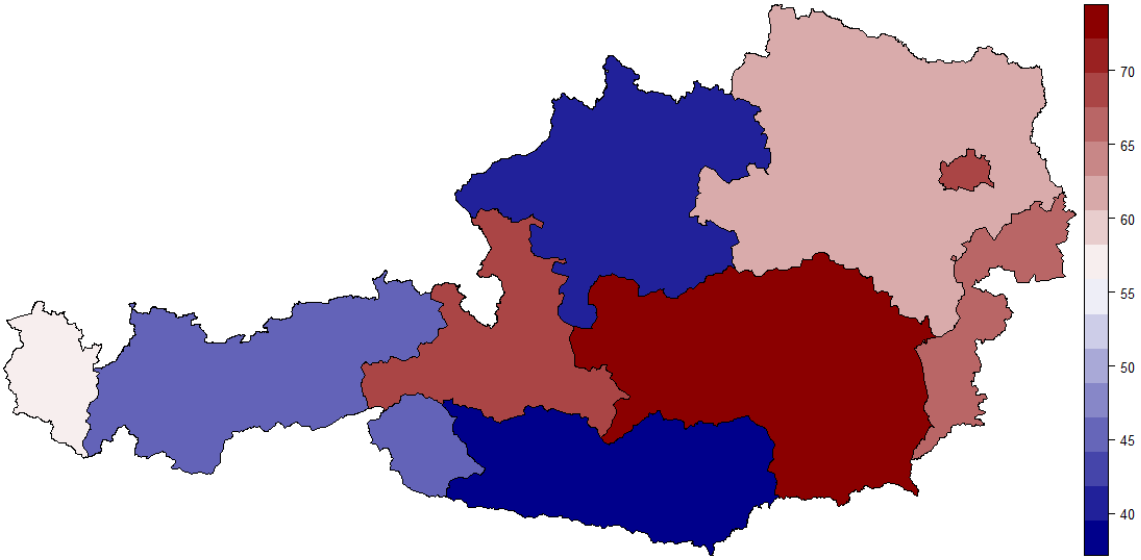

Abbildung 4.3-1: Alters- und geschlechtsstandardisierte Nutzungsrate der TTE in Österreich pro 1.000 Einwohner

Tabelle 4.3-1: Statistische Kennwerte der alters- und geschlechtsstandardisierten TTE Untersuchungsraten pro 1.000 Einwohner in Österreich in 2015

Region	n	mean	median	max	min	qu_25	qu_75	sd
Styria	13	72.20	65.33	124.95	41.29	56.82	71.93	20.62
Salzburg	6	69.79	68.9	87.48	54.60	61.86	76.68	10.97
Vienna	23	68.48	66.56	81.68	52.35	62.47	72.65	7.05
Burgenland	9	66.94	70.33	92.73	29.86	61.14	75.66	18.89
Lower austria	25	60.96	60.37	98.88	32.04	46.32	72.49	17.37
Vorarlberg	4	56.12	55.03	63.71	49.56	53.31	57.56	5.32
Tyrol	9	45.43	41.12	68.96	29.89	33.88	55.36	15.61
Upper austria	18	41.78	38.67	70.50	13.07	30.05	46.09	15.03
Carinthia	10	39.44	35.84	58.05	14.64	30.46	47.42	14.54
Austria	117	58.75	58.89	124.95	13.07	41.68	70.19	18.68

n = number of districts; mean = weighted mean; max = maximum value; min = minimum value; qu_25 = 25 % quantile; qu_75 = 75 % quantile; sd = standard deviation; federal states arranged according mean

33,8 % der Varianz durch Bundesländer erklärt

Das Ergebnis der Intraklassenkorrelation zeigt, dass 33,76 % der Varianz in der Nutzung der Echokardiographie in den Bezirken durch die jeweiligen Bundesländer erklärt werden können. Dementsprechend sind sich die Nutzungsraten innerhalb eines Bundeslandes ähnlicher als zwischen den Bun-

desländern. Die Nutzungsraten der Bezirke in Abhängigkeit von den Bundesländern sind in Abbildung 7.3-1 und Abbildung 7.3-2 grafisch dargestellt.

deutliche Unterschiede zwischen einzelnen Bundesländern

Abbildung 4.3-2 zeigt, wie stark die Unterschiede zwischen einzelnen Bundesländern sein können. So gibt es für Wien und Oberösterreich mit insgesamt 41 Bezirken, 8 Bezirke, deren Nutzungsrate sich auf einem ähnlichen Niveau befindet (graue Kreise[2]). Die Nutzungsraten der restlichen 33 Bezirke überschneiden sich nicht.

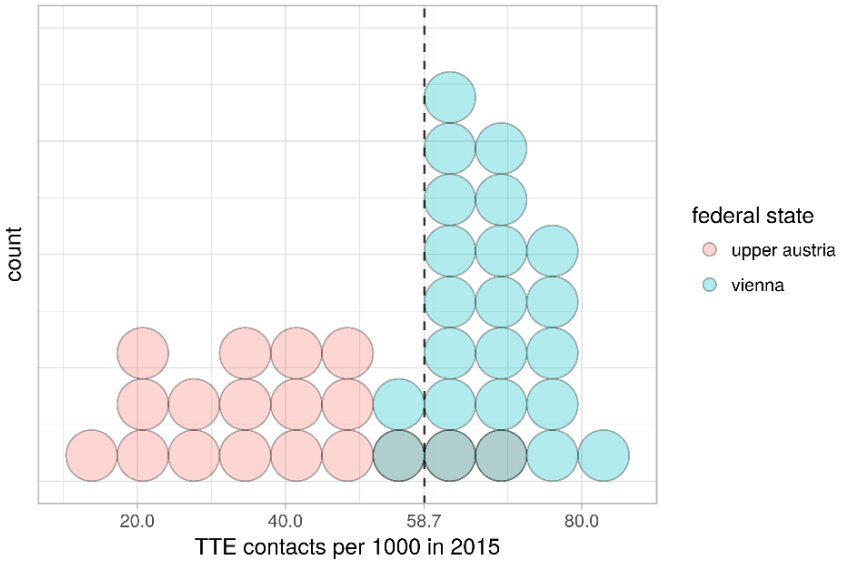

Abbildung 4.3-2: Vergleich der TTE Nutzung zwischen Oberösterreich und Wien

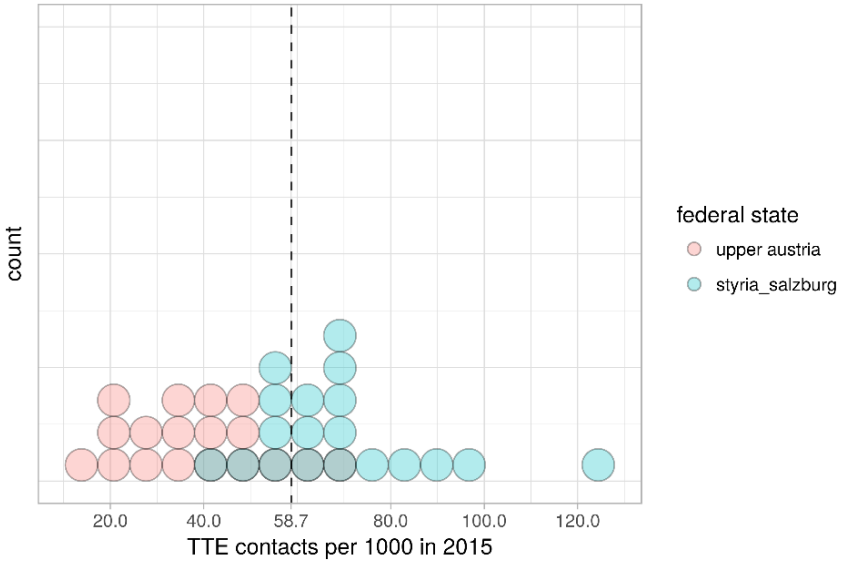

Abbildung 4.3-3: Vergleich der TTE Nutzung zwischen Oberösterreich und Salzburg sowie der Steiermark

[2] Da die Bezirke in der Grafik überlagert werden, sind die acht Bezirke als vier Kreise dargestellt

Ähnliche Unterschiede zeigen sich auch bei Bundesländern mit einer vergleichbaren Topographie wie am Beispiel zwischen Oberösterreich gegen Salzburg und Steiermark sichtbar wird. Abbildung 4.3-3 zeigt, dass sich hier die Bundesländer mit hohen Nutzungsraten (Steiermark und Salzburg) deutlich von Oberösterreich, mit einer eher geringen Nutzungsrate, unterscheiden.

Unterschiede auch bei Bundesländer mit vergleichbarer Topographie

4.3.2 Echokardiographie Wiederholungsuntersuchungen in Österreich

Tabelle 4.3-2 zeigt die statistischen Kennwerte der PatientInnen, die im Jahr 2015 mindestens zwei TTE Untersuchungen erhalten haben. Es wurden jene PatientInnen gezählt, die zumindest zwei Kontakte im Jahr 2015, bei denen TTE verrechnet wurde, aufwiesen. Erneut wurden alle Daten alters- und geschlechtsstandardisiert sowie auf Bezirke aggregiert. Die Zahlen sind pro 1.000 EinwohnerInnen.

Die höchste gewichtete durchschnittliche Rate an Wiederholungsuntersuchungen pro 1.000 EinwohnerInnen weisen die Bezirke des Burgenlands auf (6,41). Die zweithöchste Rate mit durchschnittlich 6 PatientInnen weisen die Bezirke der Steiermark auf. Oberösterreichs Bezirke haben mit durchschnittlich 3,08 PatientInnen mit wiederholten TTE die geringste Rate. Der gewichtete Durchschnitt aller österreichischen Bezirke beträgt 4,73.

Wiederholungsuntersuchungen im Burgenland besonders häufig;

Oberösterreich selten

Der Bezirk mit der höchsten Rate an Wiederholungsuntersuchen kommt aus Niederösterreich (14,98), gefolgt von der Steiermark (13,81). Je ein Bezirk in Tirol und Oberösterreich haben mit jeweils 0,7 Untersuchungen pro 1.000 EinwohnerInnen die geringste Rate an Wiederholungsuntersuchungen.

Tabelle 4.3-2: Statistische Kennwerte der alters- und geschlechtsstandardisierten TTE Wiederholungsuntersuchungen pro 1.000 Einwohner in Österreich in 2015

Region	n	mean	median	max	min	qu_25	qu_75	sd
Burgenland	9	6,41	6,02	11,94	1,77	4,06	8,47	3,58
Styria	13	6	5,11	13,81	2,61	3,37	6,75	2,74
Lower austria	25	5,56	4,49	14,98	1,94	3,34	7,93	3,32
Salzburg	6	5,52	5	7,76	4,47	4,69	5,61	1,2
Vorarlberg	4	5,24	5,3	6,23	3,48	4,57	5,81	1,05
Vienna	23	4,92	4,42	7,7	3,26	3,78	5,76	1,21
Carinthia	10	3,21	2,57	5,82	0,77	1,91	4	1,73
Tyrol	9	3,13	2,68	5,65	0,7	1,81	5,39	1,83
Upper austria	18	3,08	2,64	9,39	0,7	1,24	3,39	2,39
Austria	117	4,73	4,12	14,98	0,7	2,81	5,73	2,53

n = number of districts; mean = weighted mean; max = maximum value; min = minimum value; qu_25 = 25 % quantile; qu_75 = 75 % quantile; sd = standard deviation; federal states arranged according mean

Der Anteil der durch die Bundesländer erklärten Varianz ist mit 15,8 % bei den Wiederholungsuntersuchungen geringer als bei den Untersuchungen insgesamt. Trotzdem sind sich weiterhin Bezirke innerhalb eines Bundeslandes ähnlicher als zwischen den Bundesländern. Die Wiederholungsraten der Bezirke in Abhängigkeit von den Bundesländern sind in Abbildung 7.3-3 und Abbildung 7.3-4 grafisch dargestellt.

15,8 % der Varianz durch Bundesländer erklärt

zum Teil starke Streuung innerhalb der Bundesländer

In Abbildung 7.3-4 ist darüber hinaus ersichtlich, dass die Zahl der Wiederholungsuntersuchungen innerhalb der Bundesländer zum Teil stark streuen. So ist zum Beispiel die Zahl der PatientInnen mit zwei oder mehr TTE Untersuchungen im Bezirk mit der höchsten Rate in Niederösterreich mehr als sieben Mal so hoch wie im Bezirk mit der niedrigsten Rate.

4.3.3 Zusammenhang zwischen Untersuchungen insgesamt und Wiederholungsuntersuchungen

stärkster linearer Zusammenhang in Steiermark und Kärnten,

niedrigster in Wien

Der Zusammenhang von Wiederholungsuntersuchungen und Untersuchungen insgesamt weist einen Korrelationskoeffizienten von 0,86 in gesamt Österreich auf. Tabelle 4.3-3 listet die Korrelationskoeffizienten der alters- und geschlechtsstandardisierten Wiederholungsuntersuchungen pro 1.000 EinwohnerInnen zur alters- und geschlechtsstandardisierten Anzahl an TTE Untersuchungen pro 1.000 EinwohnerInnen aufgeteilt nach Bundesländern auf. Der stärkste Zusammenhang wurde in der Steiermark und Kärnten beobachtet (r = 0,98). Wien erzielte mit 0,65 den niedrigsten Wert. Es zeigt sich, dass Bezirke mit einer höheren Anzahl ein TTE Untersuchungen tendenziell auch eine höhere Rate an Wiederholungsuntersuchungen aufweisen.

in Vorarlberg ist eine zusätzliche Untersuchung mit zusätzlich 0,18 Wiederholungsuntersuchungen verbunden

Betrachtet man die Regressionskoeffizienten, so zeigt sich, dass in Vorarlberg eine zusätzliche Untersuchung pro 1.000 EinwohnerInnen mit 0,18 Wiederholungsuntersuchungen pro 1.000 EinwohnerInnen assoziiert ist. An zweiter Stelle ist Niederösterreich mit 0,16. In den Bezirken Salzburgs ist der Zusammenhang mit 0,08 zusätzlichen Wiederholungsuntersuchungen je Untersuchung am schwächsten ausgeprägt. Für alle österreichischen Bezirke beträgt der Regressionskoeffizient 0,12.

Tabelle 4.3-3: Zusammenhang zwischen Wiederholungsuntersuchungen und Untersuchungen insgesamt

Region	β	r	r^2
Styria	0,13	0,98	0,95
Carinthia	0,12	0,98	0,95
Lower Austria	0,16	0,92	0,84
Vorarlberg	0,18	0,91	0,83
Burgenland	0,14	0,84	0,7
Salzburg	0,08	0,82	0,68
Upper Austria	0,11	0,78	0,61
Tyrol	0,1	0,73	0,53
Vienna	0,12	0,65	0,43
Austria	0,12	0,86	0,75

β = regression coefficient; r = correlation coefficient, r^2 = coefficient of determination

Bezirke mit hoher Nutzungsinstensität: höhere Rate an Wiederholungsuntersuchungen

Abbildung 7.3-5 (im Anhang) stellt den Zusammenhang der alters- und geschlechtsstandardisierten Wiederholungsuntersuchungen pro 1.000 EinwohnerInnen zur alters- und geschlechtsstandardisierten Anzahl an TTE Untersuchungen pro 1.000 EinwohnerInnen aufgeteilt nach Bezirken und Bundesländern dar. Dargestellt wurde außerdem die Regressionsgerade (schwarze Linie) für alle österreichischen Bezirke. Bezirke deren TTE Nutzung tenden-

ziell von anderen Bezirken abwich, wurden in alphabetischer Reihenfolge (in Abhängigkeit vom Bundesland) beschriftet. Es zeigt sich, dass die Regressionsgerade nur für Bezirke mit mittleren und niedrigen Nutzungsraten den Zusammenhang adäquat genau repräsentiert. Bezirke mit sehr hoher Nutzungsintensität haben tendenziell einen höheren Anteil an Wiederholungsuntersuchungen, als durch den geschätzten linearen Trend zu erwarten gewesen wäre. Dies deutet auf einen nichtlinearen Zusammenhang hin, der sich insbesondere durch Bezirke mit sehr hohen Nutzungsraten und gleichzeitig einer überproportionalen Rate an Wiederholungsuntersuchungen zeigt.

14 Bezirke durch nach oben abweichende Nutzungsrate auffällig; sechs davon aus Niederösterreich

Insgesamt fielen 14 Bezirke, aufgeteilt auf fünf Bundesländer, durch eine tendenziell nach oben abweichende Nutzungsrate auf: Sechs davon waren aus Niederösterreich (F-J), jeweils drei aus dem Burgenland (A-C) und der Steiermark (Q-S) und jeweils ein Bezirk aus Salzburg (P) und Oberösterreich (O). Bei diesen Bezirken zeigt sich auch, dass die Regressionsgerade im Vergleich zum restlichen Österreich eher zu niedrig angesetzt ist. Dies deutet darauf hin, dass Personen in diesen Regionen nicht nur eine höhere Wahrscheinlichkeit für eine TTE Untersuchung aufweisen, sondern tendenziell auch häufiger innerhalb desselben Jahres eine Wiederholungsuntersuchung erhalten.

7 Bezirke durch tendenziell geringe Nutzungsraten auffällig

Sieben Bezirke fielen durch eine im Vergleich zu Restösterreich geringe Nutzung auf. Vier davon sind aus Oberösterreich (K-N), zwei aus Tirol (T-U) und einer aus Kärnten (D). Die Bezirke D, K, L und M haben, gemessen an der Regressionsgerade im Verhältnis zur Nutzungsrate insgesamt, einen etwas erhöhten Anteil an Wiederholungsuntersuchungen.

4.3.4 Zusammenhang zwischen Kontakten und verrechneten Leistungen

verrechnete Leistungen Ergebnis durch die Zahl der Kontakte

Tabelle 4.3-4 zeigt, dass sich die Zahl der verrechneten Leistungen innerhalb eines Bundeslandes fast direkt durch die Anzahl der Kontakte ergibt (Korrelationskoeffizienten von 0,91 bis 1,00). Die Varianz der verrechneten Leistungen kann fast vollständig durch die Anzahl der Kontakte innerhalb eines Bundeslandes erklärt werden. Lediglich in Wien und Oberösterreich sind die Werte mit 82 % und 90 % erklärter Varianz etwas niedriger (die anderen Bundesländer haben 97 % oder mehr). Eine grafische Darstellung dieser Zusammenhänge befindet sich im Anhang (Abbildung 7.3-7).

Regressionskoeffizienten unterscheiden sich zwischen den Bundesländern

Auffallend sind die starken Unterschiede der Regressionskoeffizienten zwischen den Bundesländern. So kommen in der Steiermark auf einen zusätzlichen Kontakt zwei verrechnete Leistungen. In Vorarlberg hingegen wird jeweils ein Kontakt mit einer Leistung aufgezeichnet. Aus den Ergebnissen lässt sich insgesamt erkennen, dass die Zahl der verrechneten Leistungen eine fast perfekte lineare Funktion der Kontakte darstellen. Wenn der Regressionskoeffizient bekannt ist, lassen sich somit die Leistungen in Kontakte umrechnen.

Tabelle 4.3-4: Zusammenhang zwischen Kontakten und verrechneten Leistungen

Region	β	r	r^2
Carinthia	1,96	1,00	0,99
Lower Austria	1,19	1,00	0,99
Vorarlberg	1,00	0,99	0,99
Burgenland	1,43	0,99	0,98
Salzburg	1,66	0,99	0,98
Tyrol	1,19	0,99	0,98
Styria	2,01	0,98	0,97
Upper Austria	1,39	0,95	0,90
Vienna	1,03	0,91	0,82
Austria	1,37	0,83	0,68

β = regression coefficient; r = correlation coefficient, r^2 = coefficient of determination

4.4 Zusammenfassung und Diskussion

Unterschiede zwischen Bezirken und Bundesländer ...

Die durchgeführten Analysen konnten zeigen, dass sowohl zwischen den Bezirken als auch zwischen den Bundesländern in der Nutzung der TTE im niedergelassenen Bereich deutliche Unterschiede bestehen. Diese Unterschiede betreffen nicht nur die Anzahl der Untersuchungen insgesamt, sondern auch die Zahl der Wiederholungsuntersuchungen.

... verursacht durch PatientInnen oder Versorgung

Die Unterschiede in der Nutzung der TTE im niedergelassen Bereich zwischen den Bundesländern und Bezirken entstehen entweder aufgrund deutlich unterschiedlicher PatientInnen (gemeint sind hier in erster Linie Komorbiditäten, da die Patientendaten Alters- und geschlechtsstandardisiert wurden) und/oder aufgrund Abweichungen in der Gesundheitsversorgung bzw. Verschreibungspraxis.

mehr TTE steht in Verbindung mit mehr Wiederholungs-untersuchungen

Bezirke mit mehr TTE Untersuchungen haben auch mehr Wiederholungsuntersuchungen. Es ist jedoch auffällig, dass jene Bezirke mit der höchsten Nutzungsrate, einen überproportionalen hohen Anteil an Wiederholungsuntersuchungen haben. Besonders betroffen waren hiervon vor allem Bezirke aus Niederösterreich, der Steiermark und Burgenland (Abbildung 7.3-5 im Anhang).

verrechnete Leistungen ergeben sich durch Kontakte innerhalb des Bundeslandes

Außerdem konnten unsere Auswertungen zeigen, dass sich die Anzahl der verrechneten Leistungen fast direkt aus der Anzahl der Kontakte innerhalb eines Bundeslandes ergibt. Zwischen den Bundesländern sind die Leistungen als Maß für die Nutzungsintensität der TTE allerdings nicht vergleichbar.

4.4.1 Echokardiographie Nutzungsraten in Österreich

durchschnittliche Bezirk: 58,75 Untersuchungen/ 1.000 EinwohnerInnen

Die gewichtete mittlere alters- und geschlechtsstandardisierte Nutzungsrate über alle Bezirke Österreichs beträgt 58,75 Untersuchungen pro 1.000 EinwohnerInnen. Diese Nutzungsrate ist vergleichbar mit jener Ontarios aus dem Jahr 2009. Hier wurden 59,9 Untersuchungen pro 1.000 Einwohner (ebenfalls alters- und geschlechtsstandardisiert) berichtet [6]. Hierbei ist allerdings zu berücksichtigen, dass die österreichischen Daten nur den niedergelassenen Bereich wiedergeben. Die Nutzungsraten aus Spitälern fehlen.

1/3 der Varianz kann durch Bundesländer erklärt werden

Die vorliegenden Daten zeigen, dass es zum Teil deutliche Unterschiede in der Nutzung der TTE im niedergelassenen Bereich zwischen Bezirken aber auch Bundesländern gibt. 33,76 % der Varianz der TTE Nutzung in den Bezirken können durch die Bundesländer erklärt werden. Dementsprechend sind sich die Nutzungsraten innerhalb eines Bundeslandes ähnlicher als zwischen den Bundesländern.

Salzburg, Steiermark, Wien und Burgenland vergleichbar;

sowie Oberösterreich und Kärnten

Bei einem Vergleich der Bundesländer fällt auf, dass Salzburg, Steiermark, Wien und das Burgenland mit 66,94 bis 72,20 Untersuchungen pro 1.000 Einwohner eine vergleichbare gewichtete mittlere Nutzungsrate aufweisen. Am anderen Ende des Spektrums, liegen mit 39,44 und 41,78 Kärnten und Oberösterreich. Die größte Spannweite innerhalb eines Bundeslandes weist die Steiermark auf. Der steirische Bezirk mit der niedrigsten Nutzungsrate verzeichnet 41,29 Untersuchungen, der Bezirk mit der höchsten Rate 124,95 Untersuchungen. Dass diese Differenzen durch unterschiedliche Eigenschaften der PatientInnen verursacht werden, erscheint unwahrscheinlich. Hier sind weitere Analysen, um die Ursachen zu klären, notwendig.

Wohnort beeinflusst Wahrscheinlichkeit für TTE

Anscheinend hängt die Wahrscheinlichkeit, ob eine Person eine TTE Untersuchung erhält, zu einem erheblichen Anteil vom Wohnort dieser Person ab. Da die verwendeten Daten alters- und geschlechtsstandardisiert sind, können Verzerrungen durch diese beiden Variablen weitgehend ausgeschlossen werden.

einzelne Bezirke erhöhen den Durchschnitt (Ausreißer)

Ausreißer sind auch in der Lage die durchschnittlichen Nutzungsraten deutlich zu verzerren. In allen Bundesländern ist die mediane Nutzungsrate geringer als die durchschnittliche Nutzungsrate. In Österreich insgesamt ist es umgekehrt. Dies wird dadurch verursacht, dass einerseits einzelne Bezirke den Durchschnitt innerhalb der Bundesländer geringfügig nach oben verschieben. Für Gesamtösterreich haben andererseits, die relativ geringen Raten einzelner Bundesländer, einen ähnlichen Effekt in die umgekehrte Richtung.

4.4.2 Echokardiographie Wiederholungsuntersuchungen in Österreich

Wiederholungsuntersuchungen häufiger unangemessen

Wiederholungsuntersuchungen werden in der Literatur als besonders anfällig für unangemessene TTE Nutzung genannt. Dementsprechend sind sie für die Auswertung regionaler Unterschiede hinsichtlich der Angemessenheit von besonderem Interesse.

Einfluss der Bundesländer bei Wiederholungsuntersuchungen geringer

Bezirke aus Niederösterreich häufiger auffällig

starke Streuung im Burgenland

Die Nutzungsdaten zeigen, dass der Anteil der durch die Bundesländer erklärten Varianz mit 15,8 % der Nutzungsraten geringer ist als bei den Untersuchungen insgesamt. Die Abbildung 7.3-3 und Abbildung 7.3-4 zeigen, dass vor allem in einzelnen Bezirken eine deutlich erhöhte Rate an Wiederholungsuntersuchungen im Vergleich zu Restösterreich zu beobachten ist. Hier fallen vor allem Bezirke aus Niederösterreich auf. Als weitere Auffälligkeit ist die starke Streuung der Anzahl der Wiederholungsuntersuchungen in den Bezirken einzelner Bundesländer zu nennen. So unterscheidet sich der burgenländische Bezirk mit der niedrigsten Rate vom Bezirk mit der höchsten Rate innerhalb dieses Bundeslandes um den Faktor sechs. Aufgrund der Standardisierung können diese Unterschiede nicht durch eine unterschiedliche Alters- oder Geschlechtsaufteilung erklärt werden. Stattdessen deutet dies auf unterschiedliche Nutzungsweisen oder Versorgungssituationen hin.

Die Tatsache, dass die Intraklassenkorrelation geringer ist als bei den Untersuchungen insgesamt, deutet darauf hin, dass der Einfluss der Bundesländer bei den Wiederholungsuntersuchungen weniger stark ausgeprägt ist. Dementsprechend ist anzunehmen, dass die Unterschiede weniger auf Top-Down Ursachen (durch Bundesländer verursacht) zurückzuführen sind, sondern die Ursachen innerhalb der Bezirke liegen.

4.4.3 Zusammenhang zwischen Wiederholungsuntersuchungen und Untersuchungen insgesamt

insgesamt 19 „auffällige" Bezirke

In Abbildung 7.3-5 wurden insgesamt 19 Bezirke markiert, deren Nutzungsraten sich tendenziell von den anderen Bezirken unterscheiden. Bezirke mit mehr als acht Wiederholungsuntersuchungen oder 82 TTE Untersuchungen pro 1.000 Einwohner weisen eine tendenziell größere Distanz zu den restlichen Bezirken auf.

Bezirke mit hoher Nutzung, höhere Wahrscheinlichkeit für Wiederholungsuntersuchungen

Außerdem liegt die Regressionsgerade (schwarze Linie) bei den Bezirken mit hohen Nutzungsraten im Vergleich zu den nicht markierten tendenziell zu tief. Dementsprechend haben Bezirke mit sehr hohen Nutzungsraten eine höhere Wahrscheinlichkeit, dass PatientInnen zu einer Wiederholungsuntersuchung im selben Jahr erscheinen.

... verursacht durch PatientInnen oder Verschreibungspraxis

Diese Abweichungen können entweder durch vom restlichen Österreich abweichende Charakteristiken der PatientInnen oder durch abweichende Verschreibungspraxis der transthorakalen Echokardiographie verursacht werden. Bei den Charakteristiken können Alter und Geschlecht aufgrund der Standardisierung ausgeschlossen werden.

Für den unangemessenen Einsatz spricht, dass vor allem in diesen Regionen auch anteilsmäßig mehr PatientInnen innerhalb desselben Jahres eine Wiederholungsuntersuchung erhalten. Die Daten legen nahe, dass nicht nur mehr Untersuchungen durchgeführt werden, sondern tendenziell auch ein größerer Anteil der PatientInnen wiederbestellt wird. Eine einfache Erklärung für

dieses Phänomen wäre, dass ÄrztInnen in diesen Regionen mehr TTE Untersuchungen durchführen und auch eine höhere Wahrscheinlichkeit aufweisen, eine Wiederholungsuntersuchung zu verordnen.

Niederösterreich meiste Bezirke mit erhöhten Anteil an Wiederholungsuntersuchungen

Da vor allem in Niederösterreich eine erhöhte Rate an Wiederholungsuntersuchungen im Verhältnis zur Gesamtanzahl der Untersuchungen beobachtet wurde, drängt sich die Frage auf, ob sich der Zusammenhang in diesem Bundesland vom restlichen Österreich unterscheidet. Abbildung 7.3-6 stellt Niederösterreich rot dar und zeigt, dass in diesem Bundesland im Vergleich zum restlichen Österreich (blau) die Zahl der TTE Untersuchungen insgesamt stärker mit der Anzahl der Wiederholungsuntersuchungen assoziiert ist. Doch auch bei einer gesonderten Betrachtung von Niederösterreich weisen Bezirke mit sehr hohen Nutzungsraten eine höhere Anzahl an Wiederholungsuntersuchungen auf als es die Regressionsgerade bei einem angenommenen linearen Zusammenhang vermuten lassen würde.

Zusammenhänge für Österreich verändern sich, wenn Niederösterreich getrennt betrachtet wird

Bei einer getrennten Betrachtung von Niederösterreich ist der Zusammenhang für das restliche Österreich etwas geringer (blaue Regressionsgerade), da die Ausreißer nicht mehr berücksichtigt werden. Doch auch für das restliche Österreich wäre dann weiterhin das Problem, dass im Extrembereich eine höhere Zahl an Wiederholungsuntersuchungen durchgeführt wird als bei einem linearen Zusammenhang anzunehmen ist. Berücksichtigt man bei der Bewertung die Tatsache, dass Wiederholungsuntersuchungen besonders häufig unangemessen sind, so ist in diesen Regionen eine erhöhte Zahl an medizinisch nicht indizierten Untersuchungen wahrscheinlich.

geringe Nutzungsraten in Oberösterreich

Auf der anderen Seite der Nutzungsintensität fällt Oberösterreich auf. Vier der fünf Bezirke mit den geringsten TTE Raten stammen aus Oberösterreich. In diesen Bezirken tritt tendenziell ein höherer Anteil an Personen eine Wiederholungsuntersuchung auf als man erwarten würde (Regressionsgerade). Dies könnte dadurch erklärt werden, dass zwar insgesamt weniger Untersuchungen durchgeführt werden, schwerer Erkrankte aber trotzdem mehrere Untersuchungen erhalten. Diese Auffälligkeiten für die Bezirke K, L und N verschwinden hingegen, wenn man Niederösterreichs Nutzungsraten getrennt vom restlichen Österreich betrachtet. Lediglich M und D haben in diesem Fall, gemessen an der Zahl der Untersuchungen insgesamt, eine etwas erhöhte Zahl an Wiederholungsuntersuchungen.

zwei Tiroler Bezirke besonders geringe Zahl an Wiederholungsuntersuchungen

Die beiden Tiroler Bezirke U und T weisen im Verhältnis zur Anzahl der Gesamtuntersuchungen eine geringere Rate an Wiederholungsuntersuchungen auf. Dies könnte unter Umständen durch eine schwerere Erreichbarkeit verursacht werden, weshalb PatientInnen eher seltener eine Wiederholungsuntersuchung in Anspruch nehmen – vor allem wenn es sich möglicherweise um Routineuntersuchungen handelt.

Detailanalysen: Vergleich von Bezirken mit sehr hohen vs. Bezirke mit sehr niedrigen Nutzungsraten von Interesse

Bei einer Detailanalyse der Bezirke sind folgende Fragen zu klären: Wodurch können die abweichenden Nutzungsraten in den alphabetisch gekennzeichneten Bezirken in Abbildung 7.3-5 erklärt werden. Es sollte eine Analyse der PatientInnen, die eine TTE erhalten haben, durchgeführt und mit den restlichen Bezirken verglichen werden. Hier wäre von Interesse, wie sich die PatientInnen der Bezirke mit sehr hohen Nutzungsraten, von jenen in Bezirken mit sehr niedrigen Nutzungsraten unterscheiden.

5 Zusammenfassung und Diskussion

Der vorliegende Bericht bietet einen Überblick über den aktuellen Stand der Forschung zur Angemessenheit der Echokardiographie. Die gefundene Evidenz zur Angemessenheit wird in Bezug zur Nutzung der TTE im niedergelassenen Bereich in Österreich gesetzt.

5.1 Leitlinienempfehlungen

Leitlinienempfehlungen zu akuter Brustschmerz; Herzmuskel; Herzinsuffizienz; chirurgische Eingriffe etc.

Wir haben Leitlinienempfehlungen von vier Organisationen (ACC, ACR, deutsche Gesellschaft für Kardiologie und Orientierungshilfe Radiologie) zur Echokardiographie extrahiert und miteinander verglichen. Die Leitlinienempfehlungen wurden in die Kategorien akuter Brustschmerz, Erkrankungen des Herzmuskels und Herzinsuffizienz, Echokardiographie in Verbindung mit chirurgischen Eingriffen, angeborene Herzerkrankungen und sonstige Indikationen subsumiert.

Vergleich der Leitlinien schwierig, da Indikationen sehr unterschiedlich

Es zeigte sich, dass der Vergleich der Leitlinienempfehlungen schwierig durchzuführen war, da die Indikationen in den Leitlinien oftmals nicht vergleichbar waren. Von besonderem Interesse waren deshalb Indikationen, bei denen von mehreren Organisationen Empfehlungen vorhanden waren. So hat zum Beispiel nur eine Organisation die Echokardiographie in Verbindung mit Lungenembolie als angemessen betrachtet. Dabei wurde allerdings auf die unbefriedigenden diagnostischen Kennwerte hingewiesen.

nicht alle potentiellen Leitlinien inkludiert

Es wurde für den vorliegenden Bericht keine systematische Suche nach Leitlinien durchgeführt. Dementsprechend besteht das Risiko, dass Empfehlungen zur Angemessenheit der Echokardiographie nur unvollständig wiedergegeben werden oder relevante Leitlinien fehlen. Dies kann in weiterer Folge bedeuten, dass als „unangemessen“ identifizierte Indikationen von anderen Organisationen als „angemessen“ bewertet werden[3]. Im Falle eines Updates wäre jedenfalls geplant die Empfehlungen der European Association of Cardiovascular Imaging und der Arbeitsgruppe Echokardiographie, welche 2018 aktualisiert werden, zusätzlich zu berücksichtigen.

5.2 Studien zur Angemessenheit der Echokardiographie

58 Studien zur Angemessenheit der Echokardiographie

Die systematische Suche nach Studien, welche eine Abschätzung der Angemessenheit echokardiographischer Untersuchungen vornahmen, führte zu insgesamt 618 potentiell geeigneten Artikel. Nach Durchsicht der Volltexte wurden insgesamt 58 Studien zur Datenextraktion herangezogen. Fast alle relevanten Studien wurden nach 2007, im Anschluss an die Veröffentlichung der ersten ACC Leitlinie zur Echokardiographie, publiziert.

[3] Laut Revieverrückmeldung gäbe es zum Beispiel bei folgenden Krankheitsbildern eine eindeutige Indikation für die Echokardiographie oder eine Wiederholungsuntersuchung: Herzinsuffizienz, Klappenprothesen, Klappenstenosen/-insuffizienzen, status post Revaskularisierung, Hypertonie

häufigste Methode: Vergleich mit Leitlinienempfehlungen

Am häufigsten wurde die Angemessenheit anhand von Leitlinienempfehlungen geprüft. 50 der 58 Studien setzten diese Methode ein. 49 Studien verwendeten hierbei Empfehlungen des ACC. Sieben Studien verwendeten regionale Unterschiede zur Abschätzung der Angemessenheit. Eine Studie verwendete diagnostische Information (konnte für die weitere Behandlung relevante Information durch die Untersuchung gewonnen werden?).

Routine- oder Wiederholungsuntersuchungen besonders oft unangemessen

Bei den Faktoren und Indikationen, die am häufigsten mit unangemessener Nutzung in Verbindung standen, wurden Routine- oder Wiederholungsuntersuchungen bei Abwesenheit neuer Symptome am häufigsten genannt. Ein weiterer vermehrt genannter Faktor in Verbindung mit unangemessener Nutzung war, dass sich zwar Symptome zeigten, diese aber nicht hinreichend waren, um die Echokardiographie zu rechtfertigen. So wurde bei vier Studien die Benommenheit ohne weitere Anzeichen einer Herzerkrankung als häufige Ursache für unangemessene Nutzung genannt. Davon abgesehen wurde in 14 Studien festgestellt, dass unangemessene Nutzung mit weniger diagnostischer Information einherging.

in den Studien verwendete Leitlinien nicht mehr aktuell

Als Limitation ist zu nennen, dass die meisten der in den Studien verwendeten Leitlinienempfehlungen aus dem Jahren 2011 und 2007 waren (ACC Leitlinie zur Echokardiographie). Da diese älter als fünf Jahre sind, wurden sie bei unserer Suche nach Leitlinienempfehlungen nicht berücksichtigt. Die Indikationen, die häufig in Verbindung mit unangemessener Nutzung in Verbindung standen, könnten dementsprechend veraltet sein.

5.3 Regionale Unterschiede der Echokardiographie Nutzung in Österreich

Wir haben die alters- und geschlechtsstandardisierten Nutzungsraten der transthorakalen Echokardiographie in Österreich pro 1.000 Einwohner, aufgeteilt auf Bezirke, dargestellt. Alle Daten stammen aus dem niedergelassenen Bereich aus dem Jahr 2015. Es handelt sich um quellbezogene Daten. Dementsprechend zählt nicht der Ort der Durchführung, sondern der Wohnort der PatientInnen.

durchschnittlicher Bezirk: 58,75 Untersuchungen/ 1.000 EinwohnerInnen

Die gewichtete durchschnittliche Nutzungsrate über alle Bezirke beträgt 58,75 Untersuchungen pro 1.000 EinwohnerInnen. Die niedrigsten mittleren Nutzungsraten hatten Bezirke aus Kärnten (39,44). Die höchsten mittlersen Nutzungsraten wurden in der Steiermark und Salzburg festgestellt (72,20 und 69,79). Die Nutzungsrate des Bezirks mit der höchsten Nutzung überstieg jene des Bezirks mit der niedrigsten Nutzung um das 9,5-fache.

Bundesländer bei Wiederholungsuntersuchungen geringerer Einfluss als bei Untersuchungen insgesamt

Bei der Zahl der PatientInnen, die im Jahr 2015 mehr als eine Echokardiographieuntersuchung erhielten, waren die Unterschiede zwischen den Bundesländern geringer als bei den Untersuchungen insgesamt. Dies weist darauf hin, dass die Unterschiede hier weniger durch die Bundesländer, sondern durch regionale Differenzen innerhalb der Bezirke verursacht werden. Dementsprechend ist anzunehmen, dass hier ein geringerer Einfluss durch die jeweiligen Gebietskrankenkassen auf die Untersuchungsraten ausgeübt wird. Stattdessen dürften lokale Behandlungsstile oder regionale Besonderheiten einen stärkeren Einfluss haben.

abweichendes Nutzungsverhalten in einzelnen Bezirken festgestellt

Bezirke mit hoher Nutzungsintensität häufiger betroffen

Betrachtet man den Zusammenhang der Anzahl der Echokardiographieuntersuchungen insgesamt mit der Zahl der PatientInnen, die mehrere Untersuchungen im Jahr 2015 erhielten, so zeigt sich, dass einige Bezirke ein abweichendes Nutzungsverhalten aufweisen. Hiervon sind in erster Linie Bezirke mit tendenziell höheren Nutzungsraten betroffen. PatientInnen dieser Bezirke weisen eine höhere Wahrscheinlichkeit für Wiederholungsuntersuchungen auf als PatientInnen von Bezirken mit einer durchschnittlichen oder niedrigen Echokardiographierate. Eine einfache Erklärung hierfür wäre, dass ÄrztInnen in diesen Regionen nicht nur eine höhere Wahrscheinlichkeit haben eine Echokardiographie zu verordnen, sondern anteilsmäßig auch mehr PatientInnen wiederbestellen.

weitere Detailanalysen sinnvoll

Bezirke mit weniger EinwohnerInnen sind anfälliger als Ausreißer auffällig zu werden. Hier muss bei einer Detailanalyse betrachtet werden, ob die Werte möglicherweise durch die Bezirksgröße verursacht wurden. So wären die geringen Unterschiede in den Nutzungsraten Wiens durch die höhere Anzahl an PatientInnen und Leistungserbringer pro Bezirk erklärbar.

regionale Unterschiede lediglich ein Indiz, kein Beweis für unangemessene Nutzung

Abschließend ist anzumerken, dass das Auftreten regionaler Unterschiede in der Nutzung medizinischer Verfahren keinen kausalen Nachweis für die Unangemessenheit darstellt. Regionale Unterschiede können hierfür lediglich als ein Indiz gesehen werden. Diese sollten als Ausgangspunkt für weitere Detailauswertungen dienen, um letztendlich die Versorgung der PatientInnen zu verbessern.

nur Daten aus dem niedergelassenen Bereich

Da die Daten ausschließlich aus dem niedergelassenen Bereich stammen, geben sie die Situation der Echokardiographienutzung nur unvollständig wieder. Die vorliegenden Auswertungen werden in einem Addendum mit den spitalsambulanten Daten ergänzt.

Selbstüberweisungen und rechtliche Bedenken können die unangemessene Nutzung fördern

Die Tatsache, dass Selbstüberweisungen einen Risikofaktor für unangemessene Nutzung darstellen, mag mitverantwortlich für abweichendes Nutzungsverhalten in bestimmten Regionen sein. Hierbei ist allerdings auch zu berücksichtigen, dass gerade die Selbstüberweisung von einfachen und verhältnismäßig kostengünstigen diagnostischen Verfahren, wie der TTE, auch mit Vorteilen für die PatientInnen verbunden ist [104]. Hier sind zum Beispiel die breite Indikationsstellung, Freiheit an direkten Nebenwirkungen und schnelle Verfügbarkeit der Ergebnisse zu nennen. Weitere potentielle Ursache für unangemessene Nutzung oder regionale Unterschiede könnten zum Beispiel folgende Punkte sein:

- rechtliche Bedenken im Sinne von Absicherung gegenüber Klagen sein [105],,
- unterschiedliche PatientInnengruppen,
- Abweichungen in der Verschreibungspraxis,
- unklare Leitlinienempfehlungen oder die Verwendung unterschiedlicher Leitlinien,
- höhe des Honorars.
- schlechte Erreichbarkeit von ÄrztInnen, vor allem im ländlichen Raum,
- hohe Arztdichte (angebotsinduzierte Nachfrage),

5.4 Schlussfolgerungen und Ausblick/Empfehlungen

Allgemein werden regionale Unterschiede in der Nutzung als Hinweis für unangemessene Nutzung bewertet. Hierbei ist allerdings anzumerken, dass der Beweis, dass regionale Unterschiede tatsächlich durch unangemessene Nutzung entstehen, ausständig ist [106]. Dementsprechend sind die Ergebnisse unter dieser Einschränkung zu bewerten.

regionale Unterschiede als Verbesserungspotentiale

Wenngleich die regionalen Unterschiede nicht als Beweis für unangemessene Nutzung per se verwendet werden können, so sind sie doch geeignet Verbesserungspotentiale zu erkennen. Die Nutzung der TTE unterscheidet sich in Österreich in Abhängigkeit vom Wohnort der PatientInnen. Hierbei übt nicht nur der Bezirk, sondern auch das Bundesland einen Einfluss auf die Wahrscheinlichkeit aus, diese Untersuchung zu erhalten.

Bezirke mit hohen Nutzungsraten weisen einen größeren Anteil an Wiederholungsuntersuchungen auf

Verdacht auf unangemessene Nutzung

Bezirke mit hohen Nutzungsraten weisen einen größeren Anteil an Wiederholungsuntersuchungen innerhalb desselben Jahres auf. Das ist insofern überraschend, da PatientInnen in diesen Regionen nicht nur eine erhöhte Wahrscheinlichkeit für eine TTE an sich haben, sondern auch eine erhöhte Wahrscheinlichkeit, dass innerhalb desselben Jahres eine Wiederholungsuntersuchung durchgeführt wird. Da Wiederholungsuntersuchungen ein Indikator für unangemessene Nutzung sind [99], liegt hier der Verdacht nahe, dass diese Auffälligkeiten nicht (ausschließlich) durch die Charakteristiken der PatientInnen verursacht werden und hier die Echokardiographie unangemessenen eingesetzt wird. Wir haben Bezirke, die besonders hiervon betroffen sind, in unserer Auswertung hervorgehoben.

Risiken verbunden mit zu geringer Nutzung

Es ist auch anzumerken, dass eine zu geringe Nutzung der Echokardiographie mit negativen Auswirkungen für die PatientInnen verbunden sein kann. So weisen Papolos et al. [1] darauf hin, dass erhöhte Echokardiographienutzungsraten bei bestimmten Indikationen, wie zum Beispiel bei myokardialen Infarkten, mit einer geringeren Sterblichkeit innerhalb des Krankenhauses einhergingen. Dementsprechend soll es nicht primäres Ziel sein, die Nutzung zu reduzieren, sondern die Angemessenheit zu verbessern. Außerdem wäre ein Vergleich der Nutzungsraten mit Bedarfsanalysen denkbar.

5.4.1 Update mit spitalsambulanten Daten

Beim vorliegenden Bericht standen lediglich die Daten aus dem niedergelassenen Bereich zur Verfügung. Dementsprechend soll der vorliegende Bericht mit den Nutzungsraten aus dem spitalsambulanten Bereich ergänzt werden. Dies wird im Rahmen eines Addendums durchgeführt.

5.4.2 Detailanalysen

Analyse besonders gefährdeter Patientengruppen

Im vorliegenden Bericht wurden Leitlinienempfehlungen sowie Studien, die die Angemessenheit der Echokardiographie erhoben haben, zusammengefasst. Diese können als Grundlage für weitere Datenauswertungen dienen. Ideen für weitere Auswertungen beinhaltete bereits Fragestellung fünf[4], welche anhand der vorliegenden Daten nicht beantwortet werden konnte. Hier wäre die Analyse von potentiell für unangemessene Nutzung besonders gefährdete Indikationen oder Patientengruppen aufschlussreich. Diese Analysen können mit anderen Outcomes und Faktoren kombiniert werden:

Kombination mit diagnostischer Information

Im Kapitel 3.4.2 wurden zum Beispiel PatientInnen mit bekannter Herzinsuffizienz als besonders gefährdete Gruppe für unangemessenen Echokardiographieeinsatz identifiziert. Hier könnte die Zahl der Personen je Bezirk dargestellt werden, auf welche dies zutrifft und in weiterer Folge betrachtet werden, wie hoch der Anteil der Personen ist, bei der sich durch die Untersuchung die Behandlung nicht ändert. Aufgrund der Tatsache, dass fehlende diagnostische Information besonders häufig mit unangemessener Nutzung einhergeht, wäre dies ein stärkerer Hinweis als regionale Unterschiede in den Nutzungsraten allein.

5.4.3 Individuelle Betrachtung der Bundesländer

jedes Bundesland weist Besonderheiten auf: etwa unterschiedliche Honorare

Bei der Analyse regionaler Unterschiede bietet es sich an, Vergleiche zwischen auffälligen Regionen durchzuführen. Jedes Bundesland weist Besonderheiten in der Echokardiographienutzung in Österreich auf. Weitere Untersuchungen könnten klären, ob Unterschiede in der Nutzung möglicherweise mit der Höhe des Honorars der jeweiligen Gebietskrankenkasse zusammenhängen.

Für die einzelnen Bundesländer traten folgende Auffälligkeiten auf, die eine nähere Betrachtung sinnvoll erscheinen lassen:

Burgenland: starke Streuung

Burgenland: Die Nutzungsraten der burgenländischen Bezirke streuen im Vergleich relativ stark. Vor allem bei Wiederholungsuntersuchungen ist hier für das Burgenland kein einheitliches Bild erkennbar (Abbildung 7.3-4). Dies könnte mit der geringen Einwohnerzahl in den jeweiligen Bezirken zusammenhängen und somit genau den gegenläufigen Effekt der Wiener Bezirke aufweisen.

Kärnten: geringste Nutzungsrate; auffälliger Bezirk „D"

Kärnten: Kärnten ist das Bundesland mit der geringsten gewichteten mittleren Untersuchungsrate über alle Bezirke. Außerdem ist hier auch die Zahl an Wiederholungsuntersuchungen niedriger als im restlichen Österreich. Der Bezirk „D" in Abbildung 7.3-5 hat die zweitniedrigste Untersuchungsrate Österreichs und außerdem eine geringe Rate an Wiederholungsuntersuchungen. Im Verhältnis zu den Untersuchungen insgesamt ist die Rate an Wiederholungsuntersuchungen im Vergleich zum restlichen Österreich etwas höher. Dies kann daran liegen, dass hier nur wenig TTE durchgeführt werden – schwere Krankheitsfälle erhalten aber durchaus mehrere Untersuchungen pro Jahr.

---

[4] Welche Zusammenhänge zeigen sich zwischen der Echokardiographie und EKG, Ergometrie und koronare Herzkrankheiten sowie Medikamentenkonsum (z. B. ACE-Hemmer)?

Niederösterreich: relative hohe Nutzungsrate; meisten auffälligen Bezirke

Niederösterreich: Niederösterreich weist im Vergleich eine relativ hohe Untersuchungsrate auf. Außerdem stammen die meisten Bezirke, die in Abbildung 7.3-5 durch hohe Nutzung und hohe Rate an Wiederholungsuntersuchungen als auffällig gekennzeichnet wurden, aus diesem Bundesland. Dementsprechend wurde für Niederösterreich auch die stärkste Abweichung des Zusammenhangs der Untersuchungen insgesamt zu Wiederholungsuntersuchungen festgestellt.

Oberösterreich: geringe Nutzungsrate; auffälliger Bezirk „O"

Oberösterreich: Oberösterreich fällt durch die hohe Zahl an Bezirken mit niedrigen Untersuchungsraten auf. Der Bezirk „O" in Abbildung 7.3-5 sticht durch eine verhältnismäßig hohe Rate an Untersuchungen insgesamt und Wiederholungsuntersuchungen hervor. Der Bezirk „O" ist also vor allem im Vergleich zum restlichen Oberösterreich besonders auffällig.

Salzburg: überdurchschnittliche Nutzung

Salzburg: Die Salzburger Bezirke haben eine tendenziell überdurchschnittliche TTE Nutzung. In Abbildung 7.3-5 wurde der Bezirk „P" als auffällig bezüglich erhöhter Nutzungsraten gekennzeichnet.

Steiermark: höchste durchschnittliche Rate; auffälliger Bezirk „R"

Steiermark: Die Steiermark fällt mit der durchschnittlich höchsten Nutzungsrate über alle Bezirke auf. Dies wird vor allem durch den in Abbildung 7.3-5 als „R" gekennzeichneten Bezirk verursacht. Dieser weist nicht nur die höchste Untersuchungsrate, sondern auch die zweithöchste Rate an Wiederholungsuntersuchungen auf.

Tirol: leicht unterdurchschnittliche Nutzung; schwerer Zugang in einzelnen Bezirken?

Tirol: Die Tiroler Bezirke fallen durch eine insgesamt leicht unterdurchschnittliche Untersuchungsrate auf. In Abbildung 7.3-5 wurden außerdem zwei Bezirke gekennzeichnet, die einen tendenziell geringeren Anteil an Wiederholungsuntersuchungen als die restlichen Bezirke hatten. Hier stellt sich die Frage, ob BewohnerInnen aus diesen Bezirken zum Beispiel aufgrund schlechter Erreichbarkeit die TTE seltener innerhalb eines Jahres wiederholen können.

Vorarlberg: Aufgrund der geringen Zahl an Bezirken ist eine Detailanalyse kaum sinnvoll durchführbar. Hier bietet sich ein Vergleich mit Tirol an.

alle bis auf 2 Bezirke überdurchschnittlich; geringe Streuung

Wien: Wien fällt durch die insgesamt geringen Unterschiede der Bezirke in der TTE Nutzung auf. Dies kann damit zusammenhängen, dass die Anzahl der BewohnerInnen und Leistungserbringer innerhalb der Bezirke höher ist als im restlichen Österreich. Aufgrund des Gesetzes großer Zahlen wird dadurch die Streuung reduziert. Abgesehen davon weisen alle, bis auf zwei Bezirke, eine überdurchschnittliche Nutzungsrate auf.

5.4.4 Umsetzung und Ergebnisdiskussion mit Stakeholder

Empfehlung: Ergebnisdiskussion mit Stakeholder

Das finale Ziel der Analysen soll sein, dass ein Beitrag zur Verbesserung der Echokardiographienutzung geleistet wird. Dementsprechend sollen diese Ergebnisse unter wissenschaftlicher Begleitung mit den Stakeholdern diskutiert werden. Hierbei liegt ein Schwerpunkt auf der Identifikation von Ursachen für abweichendes Nutzungsverhalten innerhalb der Bezirke und Bundesländer. Bei einer Umsetzung der Ergebnisse ist eine Aktualisierung der Leitlinienempfehlungen sowie ein Daten-Folge-Monitoring angeraten.

6 Literatur

[1] Papolos A, Narula J, Bavishi C, Chaudhry FA, Sengupta PP. U.S. Hospital Use of Echocardiography: Insights From the Nationwide Inpatient Sample. J Am Coll Cardiol. 2016;67(5):502-11. Epub 2016/02/06.

[2] Hagendorff A, Tiemann K, Simonis G, Campo dell' Orto M, von Bardeleben S. Empfehlungen zur Notfallechokardiographie. Der Kardiologe. 2014;8(1):45-64.

[3] Pellikka PA. Value of Echocardiography in an Era of Healthcare Reform. Progress in Cardiovascular Diseases.57(1):1-2.

[4] Pearlman AS, Ryan T, Picard MH, Douglas PS. Evolving Trends in the Use of Echocardiography. Journal of the American College of Cardiology. 2007;49(23):2283-91.

[5] Ballard DJ, Khandheria BK, Tajik AT, Seward JB, Weber VP, Melton LJ. Population-Based study of Echocardiography: Time Trends in Utilization and Diagonistic Profile of an Evolving Technology, 1975–1987. International Journal of Technology Assessment in Health Care. 1989;5(2):249-61. Epub 2009/03/01.

[6] Blecker S, Bhatia RS, You JJ, Lee DS, Alter DA, Wang JT, et al. Temporal Trends in the Utilization of Echocardiography in Ontario, 2001 to 2009. JACC: Cardiovascular Imaging. 2013;6(4):515-22.

[7] Virning BA, Shippe ND, O'Donnel B, Zeglin J, Parashuram S. Trends in the use of echocardiography, 2007 to 2011. Rockville (MD): Agency for Healthcare Research and Quality (US), 2014: Data Points #20.

[8] Okrah K, Vaughan-Sarrazin M, Cram P. Trends in echocardiography utilization in the Veterans Administration Healthcare System. American heart journal. 2010;159(3):477-83.

[9] Buck T, Breithardt O-A, Faber L, Fehske W, Flachskampf FA, Franke A, et al. Manual zur Indikation und Durchführung der Echokardiographie. Clinical Research in Cardiology Supplements. 2009;4(1):1-2.

[10] Wilhelm W. Praxis der Intensivmedizin: konkret, kompakt, interdisziplinär: Springer Berlin Heidelberg; 2013.

[11] NHS England, Public Health England, RightCare. The NHS Atlas of Variation in Healthcare. 2015.

[12] García LM, Sanabria AJ, Álvarez EG, Trujillo-Martín MM, Etxeandia-Ikobaltzeta I, Kotzeva A, et al. The validity of recommendations from clinical guidelines: a survival analysis. CMAJ: Canadian Medical Association Journal. 2014;186(16):1211-9.

[13] National Guideline Clearinghouse. Guideline Summaries FAQs. 2017 [updated 26.5.2017; cited 12.6.2017]; Available from: https://www.guideline.gov/help-and-about/summaries/faq.

[14] Wicke K, Frühwald F, Tscholakoff D, Kainberger F, editors. Orientierungshilfe Radiologie:. 4 ed2011.

[15] Wicke K, Frühwald F, Tscholakoff D, Kainberger F, editors. Orientierungshilfe Radiologie:. 4 ed2011.

[16] American College of Radiology. Appropriateness Criteria List. 2017 [cited 01.07.2017]; Available from: https://acsearch.acr.org/list.

[17] Amsterdam EA, Wenger NK, Brindis RG, Casey DE, Jr., Ganiats TG, Holmes DR, Jr., et al. 2014 AHA/ACC Guideline for the Management of Patients with Non-ST-Elevation Acute Coronary Syndromes: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines. J Am Coll Cardiol. 2014;64(24):e139-228. Epub 2014/09/28.

[18] Anderson JL, Heidenreich PA, Barnett PG, Creager MA, Fonarow GC, Gibbons RJ, et al. ACC/AHA statement on cost/value methodology in clinical practice guidelines and performance measures: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Performance Measures and Task Force on Practice Guidelines. J Am Coll Cardiol. 2014;63(21):2304-22. Epub 2014/04/01.

[19] Arnett DK, Goodman RA, Halperin JL, Anderson JL, Parekh AK, Zoghbi WA. AHA/ACC/HHS Strategies to Enhance Application of Clinical Practice Guidelines in Patients With Cardiovascular Disease and Comorbid Conditions. Journal of the American College of Cardiology. 2014;64(17):1851.

[20] Chan WV, Pearson TA, Bennett GC, Cushman WC, Gaziano TA, Gorman PN, et al. ACC/AHA Special Report: Clinical Practice Guideline Implementation Strategies: A Summary of Systematic Reviews by the NHLBI Implementation Science Work Group: A Report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Clinical Practice Guidelines. J Am Coll Cardiol. 2017;69(8):1076-92. Epub 2017/01/31.

[21] Eckel RH, Jakicic JM, Ard JD, de Jesus JM, Houston Miller N, Hubbard VS, et al. 2013 AHA/ACC guideline on lifestyle management to reduce cardiovascular risk: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines. J Am Coll Cardiol. 2014;63(25 Pt B):2960-84. Epub 2013/11/19.

[22] Fihn SD, Gardin JM, Abrams J, Berra K, Blankenship JC, Dallas AP, et al. 2012 ACCF/AHA/ACP/AATS/PCNA/SCAI/STS Guideline for the diagnosis and management of patients with stable ischemic heart disease: a report of the American College of Cardiology Foundation/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines, and the American College of Physicians, American Association for Thoracic Surgery, Preventive Cardiovascular Nurses Association, Society for Cardiovascular Angiography and Interventions, and Society of Thoracic Surgeons. J Am Coll Cardiol. 2012;60(24):e44-e164. Epub 2012/11/28.

[23] Fleisher LA, Fleischmann KE, Auerbach AD, Barnason SA, Beckman JA, Bozkurt B, et al. 2014 ACC/AHA guideline on perioperative cardiovascular evaluation and management of patients undergoing noncardiac surgery: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on practice guidelines. J Am Coll Cardiol. 2014;64(22):1.

[24] Gerhard-Herman MD, Gornik HL, Barrett C, Barshes NR, Corriere MA, Drachman DE, et al. 2016 AHA/ACC Guideline on the Management of Patients With Lower Extremity Peripheral Artery Disease: Executive Summary. Circulation. 2016.

[25] Goff DC, Lloyd-Jones DM, Bennett G, Coady S, D'Agostino RB, Gibbons R, et al. 2013 ACC/AHA Guideline on the Assessment of Cardiovascular Risk. Circulation. 2013.

[26] Halperin JL, Levine GN, Al-Khatib SM, Birtcher KK, Bozkurt B, Brindis RG, et al. Further Evolution of the ACC/AHA Clinical Practice Guideline Recommendation Classification System. Journal of the American College of Cardiology. 2016;67(13):1572.

[27] Hiratzka LF, Creager MA, Isselbacher EM, Svensson LG, Nishimura RA, Bonow RO, et al. Surgery for Aortic Dilatation in Patients With Bicuspid Aortic Valves: A Statement of Clarification From the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Clinical Practice Guidelines. J Am Coll Cardiol. 2016;67(6):724-31. Epub 2015/12/15.

[28] Hiratzka LF, Creager MA, Isselbacher EM, Svensson LG, Nishimura RA, Bonow RO, et al. Surgery for Aortic Dilatation in Patients With Bicuspid Aortic Valves. Journal of the American College of Cardiology. 2016;67(6):724.

[29] Jacobs AK, Anderson JL, Halperin JL. The Evolution and Future of ACC/AHA Clinical Practice Guidelines: A 30-Year Journey. Circulation. 2014.

[30] Jacobs AK, Kushner FG, Ettinger SM, Guyton RA, Anderson JL, Ohman EM, et al. ACCF/AHA clinical practice guideline methodology summit report: a report of the American College of Cardiology Foundation/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines. J Am Coll Cardiol. 2013;61(2):213-65. Epub 2012/12/15.

[31] January CT, Wann LS, Alpert JS, Calkins H, Cigarroa JE, Cleveland JC, et al. 2014 AHA/ACC/HRS Guideline for the Management of Patients With Atrial Fibrillation: Executive Summary. Journal of the American College of Cardiology. 2014;64(21):2246.

[32] Jensen MD, Ryan DH, Apovian CM, Ard JD, Comuzzie AG, Donato KA, et al. 2013 AHA/ACC/TOS guideline for the management of overweight and obesity in adults: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines and The Obesity Society. J Am Coll Cardiol. 2014;63(25 Pt B):2985-3023. Epub 2013/11/19.

[33] Levine GN, Bates ER, Bittl JA, Brindis RG, Fihn SD, Fleisher LA, et al. 2016 ACC/AHA Guideline Focused Update on Duration of Dual Antiplatelet Therapy in Patients With Coronary Artery Disease. Journal of the American College of Cardiology. 2016;68(10):1082.

[34] Levine GN, Bates ER, Blankenship JC, Bailey SR, Bittl JA, Cercek B, et al. 2015 ACC/AHA/SCAI Focused Update on Primary Percutaneous Coronary Intervention for Patients With ST-Elevation Myocardial Infarction: An Update of the 2011 ACCF/AHA/SCAI Guideline for Percutaneous Coronary Intervention and the 2013 ACCF/AHA Guideline for the Management of ST-Elevation Myocardial Infarction. Circulation. 2015.

[35] Nishimura RA, Otto CM, Bonow RO, Carabello BA, Erwin JP, Fleisher LA, et al. 2017 AHA/ACC Focused Update of the 2014 AHA/ACC Guideline for the Management of Patients With Valvular Heart Disease: A Report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Clinical Practice Guidelines. Circulation. 2017.

[36] Nishimura RA, Otto CM, Bonow RO, Carabello BA, Erwin JP, 3rd, Guyton RA, et al. 2014 AHA/ACC guideline for the management of patients with valvular heart disease: executive summary: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines. J Am Coll Cardiol. 2014;63(22):2438-88. Epub 2014/03/08.

[37] O'Gara PT, Kushner FG, Ascheim DD, Casey DE, Jr., Chung MK, de Lemos JA, et al. 2013 ACCF/AHA guideline for the management of ST-elevation myocardial infarction: a report of the American College of Cardiology Foundation/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines. J Am Coll Cardiol. 2013;61(4):e78-140. Epub 2012/12/22.

[38] Page RL, Joglar JA, Caldwell MA, Calkins H, Conti JB, Deal BJ, et al. 2015 ACC/AHA/HRS Guideline for the Management of Adult Patients With Supraventricular Tachycardia. Circulation. 2015.

[39] Rooke TW, Hirsch AT, Misra S, Sidawy AN, Beckman JA, Findeiss L, et al. Management of patients with peripheral artery disease (compilation of 2005 and 2011 ACCF/AHA Guideline Recommendations): a report of the American College of Cardiology Foundation/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines. J Am Coll Cardiol. 2013;61(14):1555-70. Epub 2013/03/12.

[40] Shen W-K, Sheldon RS, Benditt DG, Cohen MI, Forman DE, Goldberger ZD, et al. 2017 ACC/AHA/HRS Guideline for the Evaluation and Management of Patients With Syncope: A Report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Clinical Practice Guidelines, and the Heart Rhythm Society. Circulation. 2017.

[41] Stone NJ, Robinson J, Lichtenstein AH, Merz CNB, Blum CB, Eckel RH, et al. 2013 ACC/AHA Guideline on the Treatment of Blood Cholesterol to Reduce Atherosclerotic Cardiovascular Risk in Adults. Circulation. 2013.

[42] Yancy CW, Jessup M, Bozkurt B, Butler J, Casey DE, Colvin MM, et al. 2017 ACC/AHA/HFSA Focused Update of the 2013 ACCF/AHA Guideline for the Management of Heart Failure: A Report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Clinical Practice Guidelines and the Heart Failure Society of America. Circulation. 2017.

[43] Yancy CW, Jessup M, Bozkurt B, Butler J, Casey DE, Jr., Drazner MH, et al. 2013 ACCF/AHA guideline for the management of heart failure: a report of the American College of Cardiology Foundation/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines. J Am Coll Cardiol. 2013;62(16):e147-239. Epub 2013/06/12.

[44] Emprechtinger R, Fischer S, Wild C. Möglichkeiten zur Identifikation von unangemessenen MRT Einsatz, Teil 3. LBI-HTA Projektbericht Nr.: 80c. Wien: 2016.

[45] Douglas PS, Khandheria B, Stainback RF, Weissman NJ, Brindis RG, Patel MR, et al. ACCF/ASE/ACEP/ASNC/SCAI/SCCT/SCMR 2007 Appropriateness Criteria for Transthoracic and Transesophageal Echocardiography. <span class=„subtitle">A Report of the American College of Cardiology Foundation Quality Strategic Directions Committee Appropriateness Criteria Working Group, American Society of Echocardiography, American College of Emergency Physicians, American Society of Nuclear Cardiology, Society for Cardiovascular Angiography and Interventions, Society of Cardiovascular Computed Tomography, and the Society for Cardiovascular Magnetic Resonance Endorsed by the American College of Chest Physicians and the Society of Critical Care Medicine. 2007;50(2):187-204.

[46] Douglas PS, Garcia MJ, Haines DE, Lai WW, Manning WJ, Patel AR, et al. ACCF/ASE/AHA/ASNC/HFSA/HRS/SCAI/SCCM/SCCT/SCMR 2011 Appropriate Use Criteria for Echocardiography. A Report of the American College of Cardiology Foundation Appropriate Use Criteria Task Force, American Society of Echocardiography, American Heart Association, American Society of Nuclear Cardiology, Heart Failure Society of America, Heart Rhythm Society, Society for Cardiovascular Angiography and Interventions, Society of Critical Care Medicine, Society of Cardiovascular Computed Tomography, and Society for Cardiovascular Magnetic Resonance Endorsed by the American College of Chest Physicians. J Am Coll Cardiol. 2011;57(9):1126-66. Epub 2011/02/26.

[47] Orsini E, Antoncecchi E, Carbone V, Dato A, Monducci I, Nistri S, et al. Indications, Utility and Appropriateness of Echocardiography in Outpatient Cardiology. J Cardiovasc Echogr. 2013;23(1):24-32.

[48] Bhargavan M, Sunshine JH, Lewis RS, Jha S, Owen JB, Vializ J. Frequency of use of imaging tests in the diagnosis of pulmonary embolism: effects of physician specialty, patient characteristics, and region. AJR Am J Roentgenol. 2010;194(4):1018-26. Epub 2010/03/24.

[49] Colla CH, Sequist TD, Rosenthal MB, Schpero WL, Gottlieb DJ, Morden NE. Use of non-indicated cardiac testing in low-risk patients: Choosing Wisely. BMJ quality & safety. 2015;24(2):149-53. Epub 2014/08/07.

[50] Farmer SA, Lenzo J, Magid DJ, Gurwitz JH, Smith DH, Hsu G, et al. Hospital-level variation in use of cardiovascular testing for adults with incident heart failure: findings from the cardiovascular research network heart failure study. JACC Cardiovascular imaging. 2014;7(7):690-700. Epub 2014/06/24.

[51] Kini V, McCarthy FH, Rajaei S, Epstein AJ, Heidenreich PA, Groeneveld PW. Variation in use of echocardiography among veterans who use the Veterans Health Administration vs Medicare. American heart journal. 2015;170(4):805-11. Epub 2015/09/21.

[52] Rossi JS, Federspiel JJ, Crespin DJ, Carey TS, Sheridan BC, Stearns SC. Stress imaging use and repeat revascularization among medicare patients with high-risk coronary artery disease. The American journal of cardiology. 2012;110(9):1270-4. Epub 2012/07/24.

[53] Douglas PS, Khandheria B, Stainback RF, Weissman NJ, Peterson ED, Hendel RC, et al. ACCF/ASE/ACEP/AHA/ASNC/SCAI/SCCT/SCMR 2008 appropriateness criteria for stress echocardiography: a report of the American College of Cardiology Foundation Appropriateness Criteria Task Force, American Society of Echocardiography, American College of Emergency Physicians, American Heart Association, American Society of Nuclear Cardiology, Society for Cardiovascular Angiography and Interventions, Society of Cardiovascular Computed Tomography, and Society for Cardiovascular Magnetic Resonance endorsed by the Heart Rhythm Society and the Society of Critical Care Medicine. J Am Coll Cardiol. 2008;51(11):1127-47. Epub 2008/03/18.

[54] Weidenauer D, Bartko P, Zach H, Zehetgruber M, Domanovits H, Graf S, et al. Stress-echocardiography is underused in clinical practice: a nationwide survey in Austria. Wiener klinische Wochenschrift. 2015;127(13-14):514-20. Epub 2015/07/15.

[55] Weiss JP, Gruver C, Kaul S, Harrell FE, Jr., Sklenar J, Dent JM. Ordering an echocardiogram for evaluation of left ventricular function: level of expertise necessary for efficient use. Journal of the American Society of Echocardiography: official publication of the American Society of Echocardiography. 2000;13(2):124-30. Epub 2000/02/11.

[56] Aggarwal NR, Wuthiwaropas P, Karon BL, Miller FA, Pellikka PA. Application of the appropriateness criteria for echocardiography in an academic medical center. Journal of the American Society of Echocardiography: official publication of the American Society of Echocardiography. 2010;23(3):267-74. Epub 2010/01/19.

[57] Ballo P, Bandini F, Capecchi I, Chiodi L, Ferro G, Fortini A, et al. Application of 2011 American College of Cardiology Foundation/American Society of Echocardiography appropriateness use criteria in hospitalized patients referred for transthoracic echocardiography in a community setting. Journal of the American Society of Echocardiography: official publication of the American Society of Echocardiography. 2012;25(6):589-98.

[58] Bhave NM, Mansour IN, Veronesi F, Razi RR, Lang RM, Ward RP. Use of a web-based application of the American College of Cardiology Foundation/American Society of Echocardiography Appropriateness Use Criteria for Transthoracic Echocardiography: a pilot study. Journal of the American Society of Echocardiography: official publication of the American Society of Echocardiography. 2011;24(3):271-6.

[59] Patil HR, Coggins TR, Kusnetzky LL, Main ML. Evaluation of appropriate use of transthoracic echocardiography in 1,820 consecutive patients using the 2011 revised appropriate use criteria for echocardiography. The American journal of cardiology. 2012;109(12):1814-7.

[60] Rao G, Sajnani N, Kusnetzky LL, Main ML. Appropriate use of transthoracic echocardiography. The American journal of cardiology. 2010;105(11):1640-2. Epub 2010/05/25.

[61] Ward RP, Krauss D, Mansour IN, Lemieux N, Gera N, Lang RM. Comparison of the clinical application of the American College of Cardiology Foundation/American Society of Echocardiography Appropriateness Criteria for outpatient transthoracic echocardiography in academic and community practice settings. Journal of the American Society of Echocardiography: official publication of the American Society of Echocardiography. 2009;22(12):1375-81. Epub 2009/09/22.

[62] Ward RP, Mansour IN, Lemieux N, Gera N, Mehta R, Lang RM. Prospective evaluation of the clinical application of the American College of Cardiology Foundation/American Society of Echocardiography Appropriateness Criteria for transthoracic echocardiography. JACC Cardiovascular imaging. 2008;1(5):663-71. Epub 2009/04/10.

[63] Al-Kaisey A, Jones E, Nadurata V, Farouque O, De Silva D, Ramchand J. Appropriate use of echocardiography in an Australian regional centre. Intern Med J. 2015;45(11):1128-33.

[64] Bhatia RS, Dudzinski DM, Malhotra R, Milford CE, Yoerger Sanborn DM, Picard MH, et al. Educational intervention to reduce outpatient inappropriate echocardiograms: a randomized control trial. JACC Cardiovascular imaging. 2014;7(9):857-66.

[65] Fonseca P, Sampaio F, Ribeiro J, Goncalves H, Gama V. Appropriate use criteria for transthoracic echocardiography at a tertiary care center. Rev Port Cardiol. 2015;34(12):713-8.

[66] Gurzun MM, Ionescu A. Appropriateness of use criteria for transthoracic echocardiography: are they relevant outside the USA? Eur Heart J Cardiovasc Imaging. 2013;15(4):450-5.

[67] Willens HJ, Hendel RC, Inhaber FR, Chakko SC, Postel C, Hasan T, et al. Appropriateness use criteria for transthoracic echocardiography: relationship with radiology benefit managers preauthorization determination and comparison of the new (2010) criteria to the original (2007) criteria. American heart journal. 2011;162(4):772-9.

[68] Rahimi AR, York M, Gheewala N, Markson L, Hauser TH, Manning WJ. Trends in outpatient transthoracic echocardiography: impact of appropriateness criteria publication. Am J Med. 2011;124(8):740-6.

[69] Johnson TV, Rose GA, Fenner DJ, Rozario NL. Improving appropriate use of echocardiography and single-photon emission computed tomographic myocardial perfusion imaging: a continuous quality improvement initiative. Journal of the American Society of Echocardiography: official publication of the American Society of Echocardiography. 2014;27(7):749-57.

[70] Bhatia RS, Carne DM, Picard MH, Weiner RB. Comparison of the 2007 and 2011 appropriate use criteria for transthoracic echocardiography in various clinical settings. Journal of the American Society of Echocardiography: official publication of the American Society of Echocardiography. 2012;25(11):1162-9.

[71] Bailey SA, Mosteanu I, Tietjen PA, Petrini JR, Alexander J, Keller AM. The use of transthoracic echocardiography and adherence to appropriate use criteria at a regional hospital. Journal of the American Society of Echocardiography: official publication of the American Society of Echocardiography. 2012;25(9):1015-22.

[72] Cortigiani L, Bigi R, Bovenzi F, Molinaro S, Picano E, Sicari R. Prognostic implication of appropriateness criteria for pharmacologic stress echocardiography performed in an outpatient clinic [corrected]. Circ Cardiovasc Imaging. 2012;5(3):298-305.

[73] Rossi GP, Cesari M, Cuspidi C, Maiolino G, Cicala MV, Bisogni V, et al. Long-term control of arterial hypertension and regression of left ventricular hypertrophy with treatment of primary aldosteronism. Hypertension. 2013;62(1):62-9.

[74] Bhatia RS, Milford CE, Picard MH, Weiner RB. An educational intervention reduces the rate of inappropriate echocardiograms on an inpatient medical service. JACC Cardiovascular imaging. 2013;6(5):545-55. Epub 2013/04/16.

[75] Rameh V, Kossaify A. Appropriate Use Criteria in Echocardiography: An Observational Institutional Study with the Perspective of a Quality Improvement Project. Clin Med Insights Cardiol. 2016;10:23-8.

[76] Rao GA, Sajnani NV, Kusnetzky LL, Main ML. Appropriate utilization of transesophageal echocardiography. The American journal of cardiology. 2009;103(5):727-9. Epub 2009/02/24.

[77] Bhatia RS, Dudzinski DM, Milford CE, Picard MH, Weiner RB. Educational intervention to reduce inappropriate transthoracic echocardiograms: the need for sustained intervention. Echocardiography. 2014;31(8):916-23. Epub 2014/01/23.

[78] Bhatia RS, Kumar V, Picard MH, Weiner RB. Comparison of the 2008 and 2011 appropriate use criteria for stress echocardiography. Journal of the American Society of Echocardiography: official publication of the American Society of Echocardiography. 2013;26(4):339-43.

[79] Adair C, Swart E, Seymour R, Patt J, Karunakar MA. Clinical Practice Guidelines Decrease Unnecessary Echocardiograms Before Hip Fracture Surgery. The Journal of bone and joint surgery American volume. 2017;99(8):676-80. Epub 2017/04/19.

[80] Alqarqaz M, Koneru J, Mahan M, Ananthasubramaniam K. Applicability, limitations and downstream impact of echocardiography utilization based on the Appropriateness Use Criteria for transthoracic and transesophageal echocardiography. The international journal of cardiovascular imaging. 2012;28(8):1951-8. Epub 2012/01/11.

[81] Barbier P, Alimento M, Berna G. Clinical utility of guideline-based echocardiography: a prospective study of outpatient referral patterns at a tertiary care center. Journal of the American Society of Echocardiography: official publication of the American Society of Echocardiography. 2008;21(9):1010-5. Epub 2008/08/02.

[82] Chiriac A, Kadkhodayan A, Pislaru SV, Dailey EJ, Scott CG, Buechler TE, et al. Clinical Importance of Transthoracic Echocardiography with Direct Input from Treating Physicians. Journal of the American Society of Echocardiography: official publication of the American Society of Echocardiography. 2016;29(3):195-204. Epub 2015/12/22.

[83] Koshy TP, Rohatgi A, Das SR, Price AL, deLuna A, Reimold N, et al. The association of abnormal findings on transthoracic echocardiography with 2011 Appropriate Use Criteria and clinical impact. The international journal of cardiovascular imaging. 2015;31(3):521-8. Epub 2015/01/24.

[84] Mansour IN, Lang RM, Aburuwaida WM, Bhave NM, Ward RP. Evaluation of the clinical application of the ACCF/ASE appropriateness criteria for stress echocardiography. Journal of the American Society of Echocardiography: official publication of the American Society of Echocardiography. 2010;23(11):1199-204. Epub 2010/08/21.

[85] Mansour IN, Razi RR, Bhave NM, Ward RP. Comparison of the updated 2011 appropriate use criteria for echocardiography to the original criteria for transthoracic, transesophageal, and stress echocardiography. Journal of the American Society of Echocardiography: official publication of the American Society of Echocardiography. 2012;25(11):1153-61.

[86] Matulevicius SA, Rohatgi A, Das SR, Price AL, DeLuna A, Reimold SC. Appropriate use and clinical impact of transthoracic echocardiography. JAMA Intern Med. 2013;173(17):1600-7.

[87] Rose-Felker K, Kelleman MS, Campbell RM, Oster ME, Sachdeva R. Appropriate Use and Clinical Impact of Echocardiographic „Evaluation of Murmur“ in Pediatric Patients. Congenit Heart Dis. 2016;11(6):721-6. Epub 2016/06/11.

[88] Sachdeva R, Douglas PS, Kelleman MS, McCracken CE, Lopez L, Stern KW, et al. Effect of Release of the First Pediatric Appropriate Use Criteria on Transthoracic Echocardiogram Ordering Practice. The American journal of cardiology. 2016;118(10):1545-51. Epub 2016/09/19.

[89] Ghatak A, Pullatt R, Vyse S, Silverman DI. Appropriateness criteria are an imprecise measure for repeat echocardiograms. Echocardiography. 2011;28(2):131-5.

[90] Remfry A, Abrams H, Dudzinski DM, Weiner RB, Bhatia RS. Assessment of inpatient multimodal cardiac imaging appropriateness at large academic medical centers. Cardiovascular ultrasound. 2015;13:44. Epub 2015/11/18.

[91] Banihashemi B, Maftoon K, Chow BJ, Bernick J, Wells GA, Burwash IG. Limitations of free-form-text diagnostic requisitions as a tool for evaluating adherence to appropriate use criteria for transthoracic echocardiography. Cardiovascular ultrasound. 2015;13(4):1476-7120.

[92] Barbosa FC, Mesquita ET, Barachi LB, Salgado A, Kazuo R, Rosa ML, et al. Comparison of echocardiography request appropriateness between public and private hospitals. Arq Bras Cardiol. 2011;97(4):281-8. Epub 2011/10/21.

[93] Picano E, Pasanisi E, Brown J, Marwick TH. A gatekeeper for the gatekeeper: inappropriate referrals to stress echocardiography. American heart journal. 2007;154(2):285-90. Epub 2007/07/24.

[94] Silverman GP, Vyse S, Silverman DI. Inappropriately ordered echocardiograms are related to socioeconomic status. Am J Med Qual. 2012;27(6):487-93.

[95] Parikh PB, Asheld J, Kort S. Does the revised appropriate use criteria for echocardiography represent an improvement over the initial criteria? A comparison between the 2011 and the 2007 appropriateness use criteria for echocardiography. Journal of the American Society of Echocardiography: official publication of the American Society of Echocardiography. 2012;25(2):228-33.

[96] Mansour IN, Lang RM, Furlong KT, Ryan A, Ward RP. Evaluation of the application of the ACCF/ASE appropriateness criteria for transesophageal echocardiography in an academic medical center. Journal of the American Society of Echocardiography: official publication of the American Society of Echocardiography. 2009;22(5):517-22. Epub 2009/04/07.

[97] Fonseca R, Negishi K, Otahal P, Marwick TH. Temporal Changes in Appropriateness of Cardiac Imaging. Journal of the American College of Cardiology. 2015;65(8):763-73.

[98] Ladapo JA, Blecker S, O'Donnell M, Jumkhawala SA, Douglas PS. Appropriate Use of Cardiac Stress Testing with Imaging: A Systematic Review and Meta-Analysis. PloS one. 2016;11(8).

[99] Fonseca R, Pathan F, Marwick TH. Development and validation of a screening tool for the identification of inappropriate transthoracic echocardiograms. BMJ Open. 2016;6(10):2016-012702.

[100] Organisation for Economic Co-operation and Development. Geographic Variations in Health Care. 2014.

[101] Bundesministerium für Gesundheit und Frauen. Ambulante Dokumentation ab 2014. 2016 [cited 16.08.2017]; Available from: https://www.bmgf.gv.at/home/Gesundheit/Gesundheitssystem_Qualitaetssicherung/Dokumentation/Ambulante_Dokumentation_ab_2014.

[102] Wickham H. ggplot2: Elegant Graphics for Data Analysis: Springer-Verlag New York; 2009.

[103] R Core Team. R: A language and environment for statistical computing. Vienna, Austria: 2017.

[104] Levin DC, Rao VM. The Effect of Self-Referral on Utilization of Advanced Diagnostic Imaging. American Journal of Roentgenology. 2011;196(4):848-52.

[105] Kini V, Weiner RB, McCarthy FH, Wiegers SE, Kirkpatrick JN. Association of Liability Concerns with Decisions to Order Echocardiography and Cardiac Stress Tests with Imaging. Journal of the American Society of Echocardiography: official publication of the American Society of Echocardiography. 2016;29(12):1155-60 e1. Epub 2016/09/19.

[106] Keyhani S, Falk R, Bishop T, Howell E, Korenstein D. The relationship between geographic variations and overuse of healthcare services: a systematic review. Medical care. 2012;50(3):257-61. Epub 2012/02/15.

[107] Bhattacharyya S, Kamperidis V, Shah BN, Roussin I, Chahal N, Li W, et al. Clinical utility and prognostic value of appropriateness criteria in stress echocardiography for the evaluation of valvular heart disease. JACC Cardiovascular imaging. 2013;6(9):987-92.

[108] Bhattacharyya S, Kamperidis V, Chahal N, Shah BN, Roussin I, Li W, et al. Clinical and prognostic value of stress echocardiography appropriateness criteria for evaluation of coronary artery disease in a tertiary referral centre. Heart. 2014;100(5):370-4.

[109] Gertz ZM, O'Donnell W, Raina A, Litwack AJ, Balderston JR, Goldberg LR. Application of appropriate use criteria to cardiac stress testing in the hospital setting: limitations of the criteria and areas for improved practice. Clin Cardiol. 2015;38(1):8-12.

[110] Gibbons RJ, Miller TD, Hodge D, Urban L, Araoz PA, Pellikka P, et al. Application of appropriateness criteria to stress single-photon emission computed tomography sestamibi studies and stress echocardiograms in an academic medical center. J Am Coll Cardiol. 2008;51(13):1283-9. Epub 2008/03/29.

[111] Kirkpatrick JN, Ky B, Rahmouni HW, Chirinos JA, Farmer SA, Fields AV, et al. Application of appropriateness criteria in outpatient transthoracic echocardiography. Journal of the American Society of Echocardiography: official publication of the American Society of Echocardiography. 2009;22(1):53-9. Epub 2009/01/10.

[112] Martin NM, Picard MH. Use and appropriateness of transthoracic echocardiography in an academic medical center: a pilot observational study. Journal of the American Society of Echocardiography: official publication of the American Society of Echocardiography. 2009;22(1):48-52. Epub 2008/11/22.

[113] Ogbara J, Logani S, Ky B, Chirinos JA, Silvestry FE, Eberman K, et al. The utility of prescreening transesophageal echocardiograms: a prospective study. Echocardiography. 2011;28(7):767-73.

[114] Ogbemudia EJ, Sadoh WE. An assessment of the clinical utility of echocardiography criteria in a Tertiary Health Center. Niger Med J. 2015;56(4):268-71.

[115] Senni M, Rodeheffer RJ, Tribouilloy CM, Evans JM, Jacobsen SJ, Bailey KR, et al. Use of echocardiography in the management of congestive heart failure in the community. J Am Coll Cardiol. 1999;33(1):164-70. Epub 1999/02/06.

[116] Willens HJ, Gomez-Marin O, Heldman A, Chakko S, Postel C, Hasan T, et al. Adherence to appropriateness criteria for transthoracic echocardiography: comparisons between a regional department of Veterans Affairs health care system and academic practice and between physicians and mid-level providers. Journal of the American Society of Echocardiography: official publication of the American Society of Echocardiography. 2009;22(7):793-9. Epub 2009/06/10.

[117] Willens HJ, Nelson K, Hendel RC. Appropriate use criteria for stress echocardiography: impact of updated criteria on appropriateness ratings, correlation with pre-authorization guidelines, and effect of temporal trends and an educational initiative on utilization. JACC Cardiovascular imaging. 2013;6(3):297-309.

[118] Arcasoy SM, Christie JD, Ferrari VA, Sutton MS, Zisman DA, Blumenthal NP, et al. Echocardiographic assessment of pulmonary hypertension in patients with advanced lung disease. American journal of respiratory and critical care medicine. 2003;167(5):735-40. Epub 2002/12/14.

[119] Arias-Rivas S, Rodriguez-Yanez M, Lopez-Ferreiro A, Santamaria-Cadavid M, Fernandez-Pajarin G, Gonzalez-Juanatey JR, et al. Is necessary to perform a transthoracic echocardiogram in all the patients with cryptogenic stroke during hospitalization? Revista de neurologia. 2013;56(10):510-4. Epub 2013/05/10. Es necesaria la realizacion de un ecocardiograma transtoracico a todos los pacientes con ictus isquemico indeterminado durante el ingreso?

[120] Baur LH, Veenstra L, Lenderink T, der Bolt CL, Winkens RA, Soomers FL, et al. Open access echocardiography is feasible in the Netherlands. Netherlands heart journal: monthly journal of the Netherlands Society of Cardiology and the Netherlands Heart Foundation. 2006;14(11):361-5. Epub 2006/11/01.

[121] Bhatia RS, Ivers N, Yin CX, Myers D, Nesbitt G, Edwards J, et al. Design and methods of the Echo WISELY (Will Inappropriate Scenarios for Echocardiography Lessen SignificantlY) study: An investigator-blinded randomized controlled trial of education and feedback intervention to reduce inappropriate echocardiograms. American heart journal. 2015;170(2):202-9. Epub 2015/08/25.

[122] Bhattacharyya S, Lloyd G. Improving Appropriateness and Quality in Cardiovascular Imaging: A Review of the Evidence. Circ Cardiovasc Imaging. 2015;8(12). Epub 2015/12/03.

[123] Boggan JC, Schulteis RD, Donahue M, Simel DL. Guideline-based decision support has a small, non-sustained effect on transthoracic echocardiography ordering frequency. BMJ quality & safety. 2015;25(1):57-62. Epub 2015/09/26.

[124] Bouma BJ, Riezenbos R, Voogel AJ, Veldhorst MH, Jaarsma W, Hrudova J, et al. Appropriate use criteria for echocardiography in the Netherlands. Netherlands heart journal: monthly journal of the Netherlands Society of Cardiology and the Netherlands Heart Foundation. 2017;25(5):330-4.

[125] Campbell SM, Fuat A, Summerton N, Lancaster N, Hobbs FR. Diagnostic triage and the role of natriuretic peptide testing and echocardiography for suspected heart failure: an appropriateness ratings evaluation by UK GPs. Br J Gen Pract. 2011;61(588).

[126] Chmiel C, Reich O, Signorell A, Tandjung R, Rosemann T, Senn O. Appropriateness of diagnostic coronary angiography as a measure of cardiac ischemia testing in non-emergency patients – a retrospective cross-sectional analysis. PloS one. 2015;10(2):e0117172. Epub 2015/02/27.

[127] Dent JM. Do Echocardiography Appropriate Use Criteria Really Matter? Journal of the American Society of Echocardiography: official publication of the American Society of Echocardiography. 2016;29(3):205-8. Epub 2016/03/06.

[128] Edwards JD, Kapral MK, Fang J, Saposnik G, Gladstone DJ. Underutilization of Ambulatory ECG Monitoring After Stroke and Transient Ischemic Attack: Missed Opportunities for Atrial Fibrillation Detection. Stroke. 2016;47(8):1982-9. Epub 2016/07/14.

[129] Fonseca R, Marwick TH. How I do it: judging appropriateness for TTE and TEE. Cardiovascular ultrasound. 2014;12(22):1476-7120.

[130] Foy A, Rier J, Kozak M. High numbers of false-positive stress tests are the result of inappropriate testing. Am J Med Qual. 2013;29(2):153-9. Epub 2013/07/13.

[131] Foy AJ, Ting JG. The harms of an unnecessary preoperative echocardiogram: a teachable moment. JAMA Intern Med. 2014;174(6):853-4. Epub 2014/04/02.

[132] Grewal GK, Klosterman TB, Shrestha K, Yarmohammadi H, Zurick AO, Varr BC, et al. Indications for TEE before cardioversion for atrial fibrillation: implications for appropriateness criteria. JACC Cardiovascular imaging. 2012;5(6):641-8. Epub 2012/06/16.

[133] Georgiopoulos G, Aggeli C, Laina A, Deligianni M, Oikonomou D, Lampridou S, et al. Appropriate use criteria of transesophageal echocardiography in Greece: A single center experience. Hellenic J Cardiol. 2016;14(16):30181-6.

[134] Gholamrezanezhad A, Mirpour S. Re: applicability, limitations and downstream impact of echocardiography utilization based on the Appropriateness Use Criteria for transthoracic and transesophageal echocardiography. The international journal of cardiovascular imaging. 2012;28(8):1959-60. Epub 2012/02/22.

[135] Gibbons RJ, Askew JW. Quality improvement using the AUC: is it this easy? JACC Cardiovascular imaging. 2013;6(5):556-8. Epub 2013/05/18.

[136] Gibbons RJ. Changing physician behavior using the AUC: an ongoing challenge. JACC Cardiovascular imaging. 2014;7(9):867-9. Epub 2014/09/13.

[137] Huffman MD, van Geertruyden PH. Does low pre-test probability of coronary artery disease reflect overuse of stress testing? JACC Cardiovascular imaging. 2011;4(10):1143-4; author reply 4. Epub 2011/10/18.

[138] Kini V, McCarthy FH, Dayoub E, Bradley SM, Masoudi FA, Ho PM, et al. Cardiac Stress Test Trends Among US Patients Younger Than 65 Years, 2005-2012. JAMA cardiology. 2016;1(9):1038-42. Epub 2016/11/16.

[139] Kini V, Ferrari VA, Han Y, Jha S. Adherence to thresholds: overdiagnosis of left ventricular noncompaction cardiomyopathy. Academic radiology. 2015;22(8):1016-9. Epub 2015/03/24.

[140] Kuruppu JC, Corretti M, Mackowiak P, Roghmann MC. Overuse of transthoracic echocardiography in the diagnosis of native valve endocarditis. Archives of internal medicine. 2002;162(15):1715-20. Epub 2002/08/03.

[141] Lattanzi F, Magnani M, Cortigiani L, Mandorla S, Zuppiroli A, Lorenzoni R. [Evaluation of the appropriateness of prescribing echocardiography]. Italian heart journal Supplement: official journal of the Italian Federation of Cardiology. 2002;3(6):613-8. Epub 2002/07/16. La valutazione dell'appropriatezza della prescrizione dell'ecocardiogramma.

[142] Leitman M, Sidenko S, Wolf R, Sucher E, Rosenblatt S, Peleg E, et al. Improved detection of inferobasal ischemia during dobutamine echocardiography with doppler tissue imaging. Journal of the American Society of Echocardiography: official publication of the American Society of Echocardiography. 2003;16(5):403-8. Epub 2003/05/02.

[143] Lorenzoni R, Magnani M, Accardo A, Mazzotta G, Azzarelli A, Boni A, et al. [The evaluation of the appropriateness of instrumental exams in cardiology. The case of echocardiography]. Italian heart journal Supplement: official journal of the Italian Federation of Cardiology. 2000;1(1):74-80. Epub 2000/06/01. La valutazione dell'appropriatezza degli esami strumentali in cardiologia. Il caso dell'ecocardiografia.

[144] Manzano L, Escobar C, Cleland JG, Flather M. Diagnosis of elderly patients with heart failure. European journal of heart failure. 2012;14(10):1097-103. Epub 2012/07/10.

[145] Mason MK. Looking for trouble -- patient preference, misdiagnosis and overtesting: a teachable moment. JAMA Intern Med. 2014;174(10):1548-9. Epub 2014/08/12.

[146] Mejhert M, Holmgren J, Wandell P, Persson H, Edner M. Diagnostic tests, treatment and follow-up in heart failure patients--is there a gender bias in the coherence to guidelines? European journal of heart failure. 1999;1(4):407-10. Epub 2000/08/11.

[147] Min JK. Physician-preferred versus policy-based testing: where do appropriate use criteria fit in? JACC Cardiovascular imaging. 2013;6(3):310-2. Epub 2013/02/26.

[148] Okrah K, Vaughan-Sarrazin M, Cram P. Trends in echocardiography utilization in the Veterans Administration Healthcare System. American heart journal. 2010;159(3):477-83. Epub 2010/03/10.

[149] Orsini E, Lorenzoni R, Becherini F, Giaconi S, Levantesi D, Lucarini A, et al. [Appropriateness of prescription of exercise stress test, echocardiography, Holter monitoring and vascular echography]. Giornale italiano di cardiologia (2006). 2007;8(6):359-66. Epub 2007/07/20. L'appropriatezza dei test cardiologici non invasivi. studio osservazionale sull'appropriatezza della prescrizione del test da sforzo, dell'ecocardiogramma, dell'ECG dinamico e dell'ecografia vascolare.

[150] Promislow S, Abunassar JG, Banihashemi B, Chow BJ, Dwivedi G, Maftoon K, et al. Impact of a structured referral algorithm on the ability to monitor adherence to appropriate use criteria for transthoracic echocardiography. Cardiovascular ultrasound. 2016;14(1):016-0075.

[151] Sengupta PP, Khandheria BK. A rising paradigm of appropriateness. Journal of the American Society of Echocardiography: official publication of the American Society of Echocardiography. 2010;23(11):1205-6. Epub 2010/10/27.

[152] Sibai AM, Tohme RA, Saade GA, Ghanem G, Alam S. The appropriateness of use of coronary angiography in Lebanon: implications for health policy. Health policy and planning. 2008;23(3):210-7. Epub 2008/03/22.

[153] Sumukadas D, Witham MD, Gillespie ND. Use of hand-held echocardiography to facilitate the management of cardiac disease in older people. Scott Med J. 2011;56(1):23-5.

[154] Thangaroopan M, Choy JB. Is transesophageal echocardiography overused in the diagnosis of infective endocarditis? The American journal of cardiology. 2005;95(2):295-7. Epub 2005/01/12.

[155] Valk MJ, Mosterd A, Broekhuizen BD, Zuithoff NP, Landman MA, Hoes AW, et al. Overdiagnosis of heart failure in primary care: a cross-sectional study. Br J Gen Pract. 2016;66(649):e587-92. Epub 2016/06/09.

[156] Zanettini MT, Zanettini JO, Zanettini JP. Superficial analysis or inappropriate indications for echocardiography?: Arq Bras Cardiol. 2013 Feb;100(2):199.; 2013.

[157] Zimmermann P. Cardiac Screening. Annals of internal medicine. 2015;163(2):151. Epub 2015/07/21.

7 Anhang

7.1 Leitlinienempfehlungen zur Echokardiographie

Tabelle 7.1-1: Empfehlungen der Orientierungshilfe Radiologie

Indication	Investigation procedure	Recommendation	LoE
Cardiovascular System [14]			
Acute chest pain – STEMI	EG	P (to assess ventricular function; complications)	B
Acute chest pain – Non-STEMI, instable angina pectoris	EG	P (to assess ventricular function; aortic and cardial causes; pericard)	A
Stable angina pectoris	EG	P (in resting or stress)	B
Shunt vitia (atrial septal defect, ventricular septal defect, persistend ductus arteriosus)	EG	P (first choice: primary and follow-up)	A
Complex vitia, tetralogy of fallot, stenosis of the outflow tract	EG	P (TEE if findings unclear)	A
Aortic coarctation	EG	P	A
Cardiac mass and clots	SO	P	A
Cardiomypathies inclusively arrhythmogenic right ventricular dysplasia	SO	P	A
Myocarditis	SO	P	A
Cardiac function/Cardiac insufficiency	SO	P	A
Cardiac valve disease	EG	P	B
Myocardial vitality	N		
Planning of surgical treatment for atrial fibrilliation	SO	P	B
Anomaly of the coronary artery	N		
Stent control	N		
Bypass control	N		
Acute chest pain: suspected aortic dissection	TEE	F (if CT findings unclear and high probability for aortic dissection)	A
Known aortic dissection	TEE	F	A
Pulmonary embolism	Colour duplex	P (Colour duplex of the deep leg and hip veins to reduce false negative findings of computed tomography angiography)	A
Pericarditis, pericardial effusion	SO	P (primary modality; effusion; tamponade; constriction)	B
Abdominal aortic aneurysma	SO	P (high sensitivity, as well for control examinations)	A
Deep vein thrombosis, varicosis	SO (deep leg and hip veins)	P (compression-sonography with supplementary colour duplex)	A
Ischemic lower extremities	SO	P (inclusively aorta and hip arteria;+ Dopplerindex)	A
Hypertension	SO (kidney, adrenal gland)	P (colour duplex; parenchymal damage, reanal artery stenosis)	A
Chest [15]			
Chest pain, atypical	SO	F (in case of localized pain)	B
Chest trauma	SO	P (diagnosis of rip fracture; haemothorax; chest wall haematoma)	B
Preoperative X-ray	N		

Indication	Investigation procedure	Recommendation	LoE
Chronic obstructive pulmonary disease or asthma	N		
Pneumonia	US	F (diagnosis of effusion; children)	B
Pleural effusion	US		B
Pneumothorax	US	P (emergency diagnostics)	B
Dyspnea	EG	F	C
Haemoptysis	N		
Intensive care patient	N		
Occult lung disease	N		
Lung cancer	N		
Lung metastases	N		
Solitary coin lesion	N		
Incidental finding of a coin lesion	N		
Empyema	US	P (Assessment of pleural effusion, targeted punction)	B
Suspected medistinal pathology	N		

EG = Echocardiography (not further specified); N = no sonographic exam mentioned; P = indicated as primary examination; F = indicated as follow up; NM = nuclear medicine; US = ultrasound; LoE = level of evidence; SO = sonography (not further specified); STEMI = ST-segment elevation myocardial infarction

Tabelle 7.1-2: Empfehlungen der Deutschen Gesellschaft für Kardiologie zur Echokardiographie

Indication	Notes
Myocardial infarction/ischemia (regional wall movement disorder and complications)	With contrast echocardiography sensitivity and specfitiy over 80 % is achievable.
Pulmonary embolism	Despite the fact that pulmonary embolisms are only detectable under favourable conditions (56 % and 79 %) echocardiography is considered to contribute relevant information.
Pericardial tamponade (hemodynamic relevance of effusion in case of myocardial perforation)	Sensitvitiy for detecting pericardial effusion: 95 %-100 %; Specifity: 85 %. Assessing the hemodynamic relevance of the effusion is challeinging but important for the further treatment.
Acute valvular heart disease (acute valve dysfunction, endocarditis)	Doppler echocardiography might be necessary for the detection of valvular heart diseases. Endocardial lesions are detected with a specifity and sensitivity between 90 % and 100 %. Due to the higher accuracy a TEE is additonally necessary.
Aortic dissection	Echocardiography especially TEE is usefuel to detect an aortic dissection. TEE has a sensitivity of 85 % to 100 % and specifity from 75 % to 100 %.
Chest trauma	Echocardiography is indicated to rule out cardiac involvement.
State of shock	Echocardiography is suitable to differentiate betweent different forms of shock.
Acute heart failures	Clinical signs of an heart failure in case of emergency is an indiacation for echogardiography.

Tabelle 7.1-3: Empfehlungen der ACR zur Echokardiographie

Indication	Variant	Investigation procedure	Comments	Score
Acute chest pain – suspected aortic dissection	-	TEE	Should be considered if a skilled operator is readily available. X-ray chest and CTA chest received a score of 9.	8
		TTE	-	4
Acute chest pain – suspected pulmonary embolism	Intermediate probability with a negative D-dimer or low pretest probability	US duplex Doppler lower extremity	Low yield in the absence of symptoms of deep vein thrombosis. X-ray chest received a score of 9.	3
		TTE	-	2
		TEE	-	1
	Intermediate probability with a positive D-dimer or high pretest probability.	US duplex Doppler lower extremity	May be an initial exam prior to CTA. X-ray chest, CTA chest and CT chest received a score of 9.	7
		TTE	-	3
		TEE	-	2
	Pregnant patient	US duplex Doppler lower extremity	May be an initial exam prior to CTA to prevent ionizing radiation. X-ray chest received a score of 9.	8
		TTE	-	2
		TEE	-	2
Acute nonspecific chest pain – low probability of coronary artery disease		TTE	X-ray, CTA and US are nonerlapping and can be used sequentially. X-ray chest received a score of 9.	7
		TTE stress	-	5
		US abdomen	-	4
		TEE	-	2
Asymptomatic patient at risk for coronary artery disease	Low risk	TTE	CT coronary calcium received a score of 3.	2
		TTE stress	-	1
	Intermediate risk	TTE stress	CT coronary calcium received a score of 8.	3
		TTE	-	2
	High risk	TTE stress	Tc-99m SPECT myocardial perfusion imaging and MRI heart also received a score of 5.	5
		TTE	-	3
Chest pain suggestive of acute coronary syndrome		TTE stress	Should be considered when resting echo and cardiac enzymes are normal. Tc-99m SPECT myocardial perfusion imaging and Arteriography coronary received a score of 8.	7
		TTE	Pirmarily used for evaluation of wall-motion abnormalaties and aortic dissection	6
		TEE	Has a relative contraiindication for acute coronary syndrome	3
Chronic chest pain – low to intermediate probability of coronary artery disease		TTE stress	To exclude ischemic cardiac disease. X-ray chest received a score of 9.	8
		TTE	For valve disease or pericardial disease as a cause for chronic chest pain.	6
		TEE	In case TTE is inadequate and no suspicion of esophageal disease present.	4
Chronic chest pain – high probability of coronary artery disease.		TTE stress	X-ray chest, MRI heart with function and vasodilator stress perfusion without and with IV contrast, Tc-99m SPECT myocardial perfusion imaging rest and stress and Arteriography coronary received a score of 9.	8
		TTE	-	4
		US abdomen	-	3

Indication	Variant	Investigation procedure	Comments	Score
Dyspnea – suspected cardiac origin	Dyspnea due to heart failure. Ischemia not excluded.	TTE	Tc-99m SPECT myocardial perfusion imaging and X-ray chest also received a score of 9.	9
		TTE stress	-	9
		TEE	-	5
	Dyspnea due to suspected nonischemic heart failure – ischemia excluded	TTE	MRI heart function and morphology without and with IV contrast and X-ray chest also received a score of 9.	9
		TEE	-	5
		TTE stress	-	3
Imaging for transcatheter aortic valve replacement	Pre-intervention planning at the aortic valve plane	TEE	CTA chest with IV contrast received a score of 9.	8
		TTE		7
	Pre-intervention planning in the supra-valvular aorta and iliofemoral system	US intra-vascular aorta and iliofemoral system	CTA abdomen and pelvis with IV contrast received a score of 9.	3
Known or suspected congenital heart disease in the adult		TTE	X-ray chest and MRI heart function and morphology without and with IV contrast also received a score of 9	9
		TEE	-	7
Nonischemic myocardial disease with clinical manifestations (ischemic cardiomyopathy already excluded)	Suspected arrhythmogenic cardiomyopathy	TTE	MRI heart function and morphology without and with IV contrast received a score of 9.	8
		TEE	-	1
	Suspected myocardial infiltrative disease	TTE	MRI heart function and morphology without and with IV contrast received a score of 9.	8
		TEE		5
Suspected infective endocarditis		TTE	Preferred exam.	9
		TEE	This exam should be used when a better imaging of the anatomy is required.	8

CT = Computed tomography; CTA = Computed tomography angiography; IV = Intravenous; US = Ultrasound

Tabelle 7.1-4: Empfehlungen der ACC zur Echokardiographie

Indication	Investigation procedure	Comment	CoR	LoE
ACCF/AHA/ACP/AATS/PCNA/SCAI/STS Guideline for the Diagnosis and Management of Patients with Stable Ischemic Heart Disease (2012) [22]				
Diagnosis of SIHD; Patient is able to exercise	Stress EG	Reasonable for patients with an intermediate to high pretest probability of obstructive IHD who have an interpretable ECG.	IIa	B
Diagnosis of SIHD; Patient is able to exercise	Stress EG	For patients with low pretest probability of obstructive IHD standard exercise stress echocardiography might be reasonable, provided the patient has an interpretable ECG and at least moderate physical functioning or no disabling comorbidity.	IIb	C
Diagnoses of SIHD; Patient is unable to exercise	Pharmacological stress EG	Intermediate to high pretest probability of IHD.	I	B
Diagnoses of SIHD; Patient is unable to exercise	Pharmalcoogical stress EG	Low pretest probability of IHD.	IIa	C
Risk Assessment; Resting Imaging to Assess Cardiac Structure and Function	Doppler EG	Patients with known or suspected IHD and a prior MI.	I	B
Risk Assessment; Resting Imaging to Assess Cardiac Structure and Function	Resting EG	Patients with hypertension or diabetes mellitus and an abnormal ECG.	IIb	C
Risk Assessment, Patient able to exercise	EG	Patients with SHID who are able to exercise to an adequate workload but have an uninterpretable ECG not due to LBBB or ventricular pacing.	I	B
Risk Assessment, Patient able to exercise	EG	Patients with SIHD who are able to exercise to an adequate workload and have an interpretable ECG.	IIa	B
Risk Assessment, Patient unable to exercise	EG	In patients with SIHD who are unable to exercise to an adequate workload regardless of interpretability of ECG.	I	B
Risk Assessment, regardless of Patients ability to exercise	EG	Patients with SIHD who have LBBB on ECG.	I	B
Risk Assessment, regardless of Patients ability to exercise	EG	Patients with SIHD who are being considered for revascularization of known coronary stenosis of unclear physiological significance.	I	B
Clinical Evaluation during routine periodic follow up	EG	Patients with new or worsening heart failure or evidence of intervening MI by history or ECG.	I	C
Follow-Up Noninvasive Testing in Patients With Known SIHD – new or worsening symptoms; Patients able to exercise	Stress EG	Known SIHD who have new or worsening symptoms not consistent with UA and who have a) at least moderate physical functioning or no disabling comorbidity but b) an uninterpretable ECG.	I	B
Testing in Patients With Known SIHD – new or worsening symptoms; Patients able to exercise	Stress EG	New or worsening symptoms not consistent with UA and who have a) at least moderate physical functioning and no disabling comorbidity, b) previously required imaging with exercise stress, or c) known multivessel disease or high risk for multivessel disease.	IIa	B
Testing in Patients With Known SIHD – new or worsening symptoms; Patients unable to exercise	Pharmacological stress EG	New or worsening symptoms not consistent with UA and who are incapable of at least moderate physical functioning or have disabling comorbidity.	I	B
Testing in Known SIHD – Asymptomatic	Stress or Pharmacological stress EG	Follow-up assessment at 2-year or longer intervals in patients with SIHD with prior evidence of silent ischemia or who are at high risk for a recurrent cardiac event and a) are unable to exercise to an adequate workload, b) have an uninterpretable ECG, or c) have a history of incomplete coronary revascularization.	IIa	C
ACCF/AHA Clinical Practice Guideline Methodology Summit Report (2013) [30]				
EG Not relevant				

Indication	Investigation procedure	Comment	CoR	LoE
ACCF/AHA Guideline for the Management of Heart Failure (2013) [43]				
Clinical Evaluation	EG with Doppler	Initial evaluation of patients presenting with HF to assess ventricular function, size, wall thickness, wall motion, and valve function.	I	C
ACCF/AHA Guideline for the Management of ST-Elevation Myocardial Infarction (2013) [37]				
Assessment of LV Function	TTE	LVEF should be measured in all patients with STEMI.	I	C
Management of Patients With Peripheral Artery Disease (Compilation of 2005 and 2011 ACCF/AHA Guideline Recommendations) (2013) [39]				
EG not relevant				
Surgery for Aortic Dilatation in Patients With Bicuspid Aortic Valvesm (2016) [27]				
EG not relevant				
AHA/ACC/TOS Guideline for the Management of Overweight and Obesity in Adults (2014) [32]				
EG not relevant				
AHA/ACC Guideline for the Management of Patients with Non–ST-Elevation Acute Coronary Syndromes (2014) [17]				
Discharge from the ED or Chest Pain Unit: Recommendations	Stress EG	Patients with possible Acute coronary syndrome who have normal serial ECGs and cardiac troponins to have a treadmill ECG (Level of Evidence: A), stress myocardial perfusion imaging, or stress echocardiography before discharge or within 72 hours after discharge.	IIa	B
Stress (Takotsubo) cardiomyopathy	EG	Perform ventriculography, echocardiography, or MRI to confirm or exclude diagnosis.	I	B
AHA/ACC Guideline for the Management of Patients with Valvular Heart Disease (2014) [36]				
VHD Initial Diagnosis	TTE	Patients with known or suspected VHD to confirm the diagnosis, establish etiology, determine severity, assess hemodynamic consequences, determine prognosis, and evaluate for timing of intervention.	I	B
VHD Changing signs and symptoms	TTE	Known VHD with any change in symptoms or physical examination findings.	I	C
VHD Routine Follow Up	TTE	Periodic monitoring.	I	C
AS – initial diagnosis	TTE	Signs or symptoms of AS or a bicuspid aortic valve for accurate diagnosis of the cause of AS, hemodynamic severity, LV size, and systolic function, and for determining prognosis and timing of valve intervention.	I	B
AR Initial Diagnosis	TTE	Accurate diagnosis of the cause of regurgitation, regurgitant severity, and LV size and systolic function.	I	B
AR Initial Diagnosis	TTE	Patients with dilated aortic sinuses or ascending aorta or with a bicuspid aortic valve (stages A and B) to evaluate the presence and severity of AR.	I	B
Bicuspid Aortic Valve – Initital Diagnosis	TTE	Patients with a known bicuspid aortic valve to evaluate valve morphology, to measure the severity of AS and AR, and to assess the shape and diameter of the aortic sinuses and ascending aorta for prediction of clinical outcome and to determine timing of intervention.	I	B
MS – Initital Diagnosis	TTE	Signs or symptoms of MS to establish the diagnosis, quantify hemodynamic severity (mean pressure gradient, mitral valve area, and pulmonary artery pressure).	I	B
MS – Initital Diagnosis	TTE	Patients considered for percutaneous mitral balloon commissurotomy.	I	B
Primary MR – Initial Diagnosis	TTE	RV function and left atrial size, pulmonary artery pressure, and mechanism and severity of primary MR.	I	B
Secondary MR – Initial Diagnosis	TTE	Establish the etiology of chronic secondary MR.	I	C

Indication	Investigation procedure	Comment	CoR	LoE
TR – Initial Diagnosis	TTE	Evaluate severity of TR, determine etiology, measure sizes of right-sided chambers and inferior vena cava, assess RV systolic function, estimate pulmonary artery systolic pressure, and characterize any associated left-sided heart disease.	I	C
TS – Initial Diagnosis	TTE	Assess the anatomy of the valve complex, evaluate severity of stenosis, and characterize any associated regurgitation and/or left-sided valve disease.	I	C
PS – Evaluation	TTE	Recommended in patients after prosthetic valve implantation for evaluation of valve hemodynamics.	I	B
PS – Change in Symptoms	TTE	Change in clinical symptoms or signs suggesting valve dysfunction.	I	C
PS – Symptoms for PS dysfunction	TTE	Clinical symptoms or signs suggest prosthetic valve dysfunction.	i	C
PS Follow up	TTE	Annual after the first 10 years.	I	C
PS Thrombosis	TTE	Assess hemodynamic severity and follow resolution of valve dysfunction.	I	C
PS Thrombosis	TEE	Assess thrombus size and valve motion.	I	B
IE	TTE	Patients with suspected IE to identify vegetations, characterize the hemodynamic severity of valvular lesions, assess ventricular function and pulmonary pressures, and detect complications.	I	B
IE	TEE	Patients with known or suspected IE when TTE is nondiagnostic, when complications have developed or are clinically suspected, or when intracardiac device leads are present.	I	B
IE Change in Symptmoms	TEE/TTE	Re-evaluation of patients with IE who have a change in clinical signs or symptoms.	I	B
IE Surgery	TEE	Intraoperative TEE is recommended for patients undergoing valve surgery for IE.	I	B
IE	TEE	TEE is reasonable to diagnose possible IE in patients with Staphylococcal aureus.	IIa	B
IE	TEE	Diagnose IE of a prosthetic valve in the presence of persistent fever without bacteremia or a new murmur.	IIa	B
IE	TEE	To detect concomitant staphylococcal IE in nosocomial S. aureus bacteremia with a known portal of entry from an extracardiac source.	IIb	B
Pragnancy and VHD	TTE	All patients with suspected valve stenosis should undergo a clinical evaluation and TTE before pregnancy.	I	C
Native Valve Regurgitation	TTE	All patients with suspected valve regurgitation should undergo a clinical evaluation and TTE before pregnancy.	I	C
PV in pragnancy	TTE	All patients with a prosthetic valve should undergo a clinical evaluation and baseline TTE before pregnancy.	I	C
PV in pragnancy	TTE	Repeat TTE should be performed in all pregnant patients with a prosthetic valve who develop symptoms	I	C
PV in pragnancy	TEE	All pregnant patients with a mechanical prosthetic valve who have prosthetic valve obstruction or experience an embolic event.	I	C
MR	TEE	Patients considered for percutaneous mitral balloon commissurotomy to assess the presence or absence of left atrial thrombus and to further evaluate the severity of MR.	I	B
MR	TEE	intraoperative TEE is indicated to establish the anatomic basis for chronic primary MR.	I	B
MR	TEE	indicated for evaluation of patients with chronic primary MR (stages B to D) in whom noninvasive imaging provides nondiagnostic information about.	I	C

Indication	Investigation procedure	Comment	CoR	LoE
PS	TEE	Recommended when clinical symptoms or signs suggest prosthetic valve dysfunction.	I	C
AHA/ACC Guideline on Lifestyle Management to Reduce Cardiovascular Risk (2014) [21]				
EG not relevant				
ACC/AHA Guideline on Perioperative Cardiovascular Evaluation and Management of Patients Undergoing Noncardiac Surgery (2014) [23]				
Clinical Risk Factors – VHD	EG	Recommended for patients with clinically suspected moderate or greater degrees of valvular stenosis or regurgitation to undergo preoperative echocardiography.	I	C
Testing Before Noncardiac Surgery	pharmacological Stress EG	Reasonable for patients who are at an elevated risk for noncardiac surgery and have poor functional capacity (<4 Metabolic Equivalents) to undergo noninvasive pharmacological stress testing (either dobutamine stress echocardiogram or pharmacological stress MPI) if it will change management.	IIa	B
Intraoperative Monitoring Techniques	TEE	The emergency use of perioperative transesophageal echo- cardiogram (TEE) is reasonable in patients with hemodynamic instability undergoing noncardiac surgery to determine the cause of hemodynamic instability when it persists despite attempted corrective therapy, if expertise is readily available.	IIa	C
ACC/AHA Guideline on the Treatment of Blood Cholesterol to Reduce Atherosclerotic Cardiovascular Risk in Adults (2013) [41]				
EG not relevant				
AHA/ACC/HRS Guidelinefor the Management of Patients with Atrial Fibrillation (2014) [31]				
EG not mentioned in a specifc recommandation				
ACC/AHA Guideline on the Assessment of Cardiovascular Risk (2013) [25]				
EG not relevant				
AHA/ACC/HHS Strategies to Enhance Application of Clinical Practice Guidelines in Patients with Cardiovascular Disease and Comorbid Conditions (2014) [19]				
EG not relevant				
ACC/AHA/SCAI Focused Update on Primary Percutaneous Coronary Intervention for Patients with ST-Elevation Myocardial Infarction (2015) [34]				
EG not relevant				
ACC/AHA/HRS Guideline for the Management of Adult Patients with Supraventricular Tachycardia (2015) [38]				
Recommendations for Acute Treatment of SVT in ACHD Patients	TEE	Early assessment for cardiac thrombus with trans-esophageal echocardiogram followed by synchronized cardioversion may be preferable to prolonged or multiple attempts to achieve pharmacological cardioversion.	IIa	B
Further Evolution of the ACC/AHA Clinical Practice Guideline Recommendation Classification System (2016) [26]				
EG not relevant				
ACC/AHA Guideline Focused Update on Duration of Dual Antiplatelet Therapy in Patients with Coronary Artery Disease (2016) [33]				
EG not relevant				
AHA/ACC Guideline on the Management of Patients with Lower Extremity Peripheral Artery Disease (2016) [24]				
Diagnostic Evaluation of the Cause of ALI	EG	Evaluation for cardiovascular cause includes electro-cardiogram or additional heart rhythm monitoring to detect atrial fibrillation, electrocardiogram to detect evidence of MI, and echocardiography to further determine whether there is a cardiac etiology for thromboembolism, such as valvular vegetation, left atrial or left ventricular thrombus, or intracardiac shunt.	IIa	C
ACC/AHA Special Report: Clinical Practice Guideline Implementation Strategies: A Summary of Systematic Reviews by the NHLBI Implementation Science Work Group (2017) [20]				
EG not relevant				

Indication	Investigation procedure	Comment	CoR	LoE
Surgery for Aortic Dilatation in Patients with Bicuspid Aortic Valves (2016) [28]				
EG not relevant				
ACC/AHA/HFSA Focused Update of the 2013 ACCF/AHA Guideline for the Management of Heart Failure (2017) [42]				
EG not relevant				
ACC/AHA/HRS Guideline for the Evaluation and Management of Patients with Syncope (2017) [40]				
Cardiac Imaging	TTE	To identify a structural cardiac abnormality.	IIa	B
Athletes	EG	Extended Monitoring.	IIa	C
AHA/ACC Focused Update of the 2014 AHA/ACC Guideline for the Management of Patients with Valvular Heart Disease (2017) [35]				
Patients with suspected mechanical prosthetic valve thrombosis	TTE, TEE	Multiple recommendations for imaging in patients with suspected mechanical prosthetic valve thrombosis were combined into a single recommendation.	I	B
ACC/AHA Statement on Cost/Value Methodology in Clinical Practice Guidelines and Performance Measures (2014) [18]				
EG not relevant				
The Evolution and Future of ACC/AHA Clinical Practice Guidelines: A 30-Year Journey (2014) [29]				
EG not relevant				

ACS = Acute coronary syndrome; AF=Atrial Fibrillation; ALI = Acute limb ischemia; AR = Aortic regurgitation; AS = Aortic stenosis; CoR =Class of Recommendation; EG = Echocardiography (not further specified); HF = Heart failure; IE = Infective endocarditis; IHD = Ischemic heart disease; LV = Left ventricle; LVEF = Left ventricular ejection fraction; MI = Myocardial infarction; MPI = Myocardial perfusion imaging; MR = Mitral regurgitation; MS = Mitral stenosis; PS = Prosthetic valves; SIHD = Stable ischemic heart disease; STEMI = ST elevation myocardial infarction; TEE = Transesophageal echocardiogram; TR = Tricuspid valve disease; TS = Tricuspid stenosis; TTE = Transthoracic echocardiography; UA = Unstable angina; VHD = Valvular heart disease

7.2 Methoden zur Erhebung der Angemessenheit

Tabelle 7.2-1: Studien, die die Angemessenheit der Echokardiographie erhoben haben

Publication	Year	Data	Method	Results	Risk groups; consequences of inappropriate use; most common inappropriate indications; comments
Comparison with Guideline Recommendations					
Adair [79]	2017	PR	Review of 100 PR that received TTE before hip fracture surgery. Use of ACC Guidelines.	34 % of 100 TTE exams were inappropriate.	Inappropriate TTE never led to diagnostic information. Most common inappropriate indications: Dementia; Routine evaluation before surgery. Note: These indications were not included in the main text because special patient population.
Aggarwal [56]	2010	PR	Review of 529 TTE or TEE exams. Use of ACC Guidelines.	4.7 % inappropriate. More inappropriate TTE than TEE exams.	Most common inappropriate indications: Routine evaluation of prosthetic valves in patients without apparent suspicion of valvular dysfunction; routine evaluation of heart failure without changes in clinical status. Note: There were 4 indications with only 3 mentions on place 3. None of them were extracted.
Al-Kaisey [63]	2015	PR	Review of 1.000 TTE exams. Use of ACC appropriate use criteria.	77 % appropriate; 20.3 % inappropriate; 2.7 % inappropriate.	Most Common inappropriate indications: Routine surveillance of ventricular function with known CAD and no change in clinical status or cardiac exam; routine perioperative evaluation of ventricular function with no symptoms or signs of cardiovascular disease; evaluation of left ventricular function with prior ventricular function with prior evaluation showing normal function
Alqarqaz [80]	2011	PD	Prospective study of 170 patients that underwent TTE. Use of ASE appropriate use criteria.	77 % were appropriate; 9 % inappropriate; 14 % inappropriate.	Appropriate use led more often to diagnostic information.
Bailey [71]	2012	PR	Review of 1,205 patient records. Use of ACC guidelines (2007 & 2011).	97 % were appropriate; 2 % inappropriate.	Most common inappropriate indications: Routine perioperative evaluation of ventricular function without any signs of cardiocascular disease; suspected pulmonary embolism; transient fever without evidence of bacteremia or a new murmur.
Ballo [57]	2012	PR	Review of 931 patient records. Use of ACC guidelines.	80.3 % were appropriate; 5 % uncertain; 14.7 % inappropriate.	Younger patients; patients referred by noncardiologist; patients referred for general cardiac evaluation; hypertension, heart failure; cardiomyopathy had higher risk for inappropriate use. Inappropriate indication: heart failure with no changes in clinical status; hypertension without symptoms or signs of hypertensive heart disease; routine perioperative evaluation of ventricular function. Appropriate exams were considered as more useful.
Banihashemi [91]	2015	PR	Review of 1303 patient records. Use of ACC guidelines.	26.6 % not enough information to judge appropriateness and were considered as inappropriate; in patients with adequate information nonadherence was 2 %.	Increased risk for inadequate information: Referred by cardiologist; prior echocardiogramm; inpatients. Common indications with inadequate information: adult congenital heart disease (79.2 %); valvular function (52.7 %); hypertension, heart failure or cardiomyopathy (46.2 %).

Publication	Year	Data	Method	Results	Risk groups; consequences of inappropriate use; most common inappropriate indications; comments
Comparison with Guideline Recommendations					
Barbier [81]	2008	PD	Prospective study of 520 outpatients. Use of ACC guidelines.	27.1 % echocardiographies requested without written indication; Overall adherence was 48.5 %[5]	Guideliens adherence was associated with clinical utility – only a minority of exams that did not adhere to guidelines resulted in clinical benefit.
Barbosa [92]	2011	PD	Prospective study of 779 TTE requests (15 exclusions) in a private and a public hospital. Use of ACC guidelines.	Public hospital: 7.9 % exclusions; 74.7 % appropriate; 25.2 % inappropriate Private hospital: 13.6 % exclusions; 71.3 % appropriate; 28.6 % inappropriate	The appropriateness rates varied between indications and hospitals. Hypertension: 71.2 % (public) vs. 58.6 % (private). Ischemia: 83.3 % (public) vs. 42.1 %[6] (private).
Bhargavan [48]	2010	PR (CD)	Analysis of 220,961 medicare patients. Geographic variation.	At least one fourth of pulmonary embolism patients did not undergo any specific imaging test.	Echocardiography in connection with pulmonary embolism was considered as appropriate.
Bhatia [70]	2012	PR	450 consecutive TTEs. Comparing the appropriateness by the use of ACC 2007 and ACC 2011 guidelines.	Appropriateness guideline 2007 vs 2011: 83 %; 71 %	Most common inappropriate indications: Light headedness/ presyncope without other signs/symptoms of cardiac disease; Routine surveillance (<3 year) of mild valvular stenosis without change in clinical status or cardiac examination; Routine re-evaluation for surveillance of known ascending aortic dilation or history of aortic dissection without change in clinical status or cardiac examination and findings will not change management or therapy.
Bhatia [74]	2013	PD	Educational intervention to improve appropriateness of TTE. 5,623 patients werde admitted. Effect measured by the use of ACC guidelines.	Intervention reduced the use of TTE by 26 %; Appropriateness increased from 84 % to 93 %; Inappropriate TTE reduced from 13 % to 5 %.	Most common inappropriate indications: Transient fever without evidence of bacteremia or a new murmur; transient bacteremia with a pathogen not typically associated with infective endocarditis and/or a documented nonendovascular source of infection; lightheadedness/pre-syncope when there are no other symptoms or signs of cardiovascular disease.
Bhatia [78]	2013	PR	252 consecutive stress echocardiographies. Comparing the appropriateness by the use of ACC 2008 and ACC 2011 guidelines.	Appropriateness guideline 2008 vs 2011: 83 %; 48 %; inappropriate: 11 %; 48 %	Most common inappropriate indications: Vascular [high-risk] surgery with moderate to good functional capacity; intermediate-risk surgery with moderate to good functional capacity.
Bhatia [64]	2014	PD	Intervention to increase appropriateness of TTE. Study design: RCT. Use of ACC guidelines.	Appropriateness: 81 % intervention group; 58 % control group	Most common inappropriate indications: Routine surveillance (<1 year) of known cardiomyopathy without a change in clinical status; routine surveillance of known small pericardial effusion; routine; surveillance of ventricular function with known coronary artery disease and no change in clinical status.

[5] Own calculations

[6] In the publication, the appropriateness is stated as 16.7% and obviously wrong. The 42.1% are own calculations by the raw data provided in the publication.

Publication	Year	Data	Method	Results	Risk groups; consequences of inappropriate use; most common inappropriate indications; comments
Comparison with Guideline Recommendations					
Bhatia [77]	2014	PR	Follow up of an intervention study to increase appropriate use of TTE. Use of ACC guidelines.	Rate of inappropriate TTE increased from 5 % to 11 % during follow up	Most common inappriopriate indications: Transient fever without evidence of bacteremia or new murmur; transient bacteremia with a pathogen not typically associated with infective endocarditis and/or a documented nonendovascular source of infection.
Bhave [58]	2011	PR	Use of a web based application to assess appropriateness. ACC guidelines.	77 % appropriate; 14 % unclassified; 9 % inappropriate	Most common inappropriate indications: Reevaluation of heart failure; reevaluation of asymptomatic patients with aortic stenosis or mitral stenosis.
Bhattacharyya [107]	2013	PD	100 consecutive patients with valvular heart disease who undervent stress echocardiography. Use of ACC guidelines.	49 % appropriate; 36 % uncertain; 15 % inappropriate.	-
Bhattacharayya [108]	2014	PD	250 consecutive patients with known or suspected CAD. Use of ACC guidelines.	62.4 % appropriate; 28,4 % inappropriate; 9,2 % uncertain	-
Chiriac [82]	2016	PD	539 TTE exams. Use of ACC and ASE guidelines.	95 % appropriate; 3 % may be appropriate; 2 % inappropriate	Appropriate exams led more often to diagnostic information.
Colla [49]	2015	PR/CD	18.3 million patients. Geographic variation.	Non-indicated cardiac testing exams ranged from 6.6 % to 23.6 % depending on the region.	Potentially non-indicated cardiac testing = exams with no diagnosis codes involving cardiac disease & no cardiac-related symptoms & nor any other conditions that might justify the test.
Cortigiani [72]	2012	PD	1,552 patients with known or suspected CAD. Use of ACC and ASE guidelines.	63 % appropriate; 9 % uncertain; 27 % inappropriate	Most common inappropriate indications: Nonacute indications on the evaluation of ischemic equivalent with low test probability of CAD and ECG interpretable for CAD and able to exercise; status post revascularization < 2 years and asymptomatic; detection of CAD in low risk patients.
Farmer [50]	2014	PR	5,878 patients with heart failure. Geographic variation in the use of echo-cardiography between 31 hospitals.	Substantial differences between the hospitals in the use of echocardiography.	Repeat echocardiographic assessment potentially appropriate if the clinical status changed, assessment of medical therapy, or to evaluate indications for advanced HF interventions.
Fonseca [65]	2015	PR	Evaluation of 799 echocardiograms. Use of ACC guidelines.	78.7 % appropriate; 15.3 % inappropriate; 6 % uncertain	Most common inappropriate indications: Routine surveillance of ventricular function in patients with known coronary artery disease and no change in clinical status or cardiac exam; initial evaluation of ventricular function (e.g., screening) with no symptoms or signs of cardiovascular disease.

Publication	Year	Data	Method	Results	Risk groups; consequences of inappropriate use; most common inappropriate indications; comments
Comparison with Guideline Recommendations					
Fonseca [99]	2016	PD	Questionnaire based on ACC guidelines. Four questions, two or more yes answers are a sign for inappropriate use.	Sensitivity: 84 % Specificity: 87 % 7.4 % were in fact rarely appropriate, they questionnaire judged 18 % as potentially rarely appropriate.	Questions: 1. Was the scan requested in the absence of new cardiovascular symptoms, or change in clinical status or cardiac examination? 2. Is this a routine surveillance scan? 3. Has there been a previous TTE within the last year? 4. Is the test requested for suspected endocarditis with no positive blood cultures or new murmur?
Gertz [109]	2015	PD	459 consecutive patients. Noninvasive cardiac stress tests. Use of ACC guidelines.	13 % were inappropriate	Most common inappropriate stress echocardiography indications: Vascular surgery, moderate/good functional status; intermediate risk surgery, no clinical risk factors; intermediate risk surgery, moderate/good functional status.
Ghatak [89]	2011	PR	574 consecutive echocardiograms. Use of ACC guidelines.	Appropriateness for initial and repeated exams were 84.6 % and 73.4 % respectively.	Appropriate echocardiography did not more often lead to diagnostic information than inappropriate.
Gibbons [110]	2008	PR	298 patients who underwent stress echocardiography. ACC guidelines for single-photon emission computed tomography were applied on echocardiography.	18 % were inappropriate. Low agreement between raters.	-
Gurzun [66]	2013	PR	1,070 classifieable echocardiography requests. Use of ACC guidelines.	86 % appropriate; 11 % inappropriate; 3 % uncertain	Most common inappropriate indications: Initial evaluation when there are no other symptoms or signs of valvular or structural heart disease; Routine surveillance of ventricular function with known CAD and no change in clinical status or cardiac exam; Routine perioperative evaluation of ventricular function with no symptoms or signs of cardiovascular disease.
Johnson [69]	2014	PR	203 TTE exams. Intervention do improve appropriateness. Use of ACC guidelines. Baseline values.	73.9 % appropriate; 16.7 % inappropriate; 5,9 % uncertain; 3,4 % unclassifieable	Most common inappropriate indications: Infrequent premature ventricular contraction; routine surveillance mild valvular disease; routine surveillance left ventricular function
Kini [51]	2015	CD	Differences in geographic variation in use of TTE between Veterans Health Admistration and Medicare patients (propensity score and multilevel mixed-effects model).	Medicare patients had a higher rate of TTE use. Regions with higher rate of use for medicare patients tend to had a higher rate of use for Veterans Health Administration patients.	Rate of use influenced by health care system and local practice style.
Kirkpatrick [111]	2009	PD	368 TTE exams. Use of ACC Guidelines.	56 % appropriate; 8 % inappropriate; 35 % unclassifiable	Appropriateness was not associated with new or unexpected findings.
Koshy [83]	2015	PR	548 TTE exams. Use of ACC guidelines.	91 % appropriate; 5 % inappropriate; 4 % uncertain	Fewer outpatients TTE were appropriate; More findings among appropriate exams.

Publication	Year	Data	Method	Results	Risk groups; consequences of inappropriate use; most common inappropriate indications; comments
Comparison with Guideline Recommendations					
Mansour [96]	2009	PD	405 TEE exams on 376 patients. Use of ACC guidelines.	97 % appropriate; 1 % inappropriate; 2 % uncertain	Diagnostic information: 94 % for appropriate; 50 % for inappropriate exams
Mansour [84]	2010	PD	253 stress echocardiographies. Use of ACC guidelines.	71 % appropriate; 9 % uncertain; 20 % inappropriate	Common inappropraite exams: Evaluation of chest pain syndrome or anginal equivalent in patients with low pre-test probability of CAD who have an interpretable ECG and able to exercise; pre-operative evaluation for an intermediate-risk non-cardiac surgery in patients with poor exercise tolerance, and minor or no clinical risk predictors; pre-operative evaluation for a low-risk non-cardiac surgery in patients with minor or intermediate clinical risk predictors. Inappropriate exams were more likely to be ordered on women and on younger patients.
Mansour [85]	2012	PD	Reclassifcation of older data sets. Use of ACC guidelines (comparison of appropriateness by the use of guidelines published in 2007 and 2008 with the guidelines published 2011.	2,247 echocardiography exams were analyzed. 98 % of the exams were classifieable by the 2011 guidelines (89 % with previous versions). Frequency of inappropriate exams did not change.	Appropriate studies had more abnormal findings than inappropriate studies.
Martin [112]	2009	PD	274 TTE exams were included. Use of ACC guidelines.	86 % appropriate; 11 % inappropriate; 2 % unclear	-
Matulevicius [86]	2013	PR	535 patients undergoing TTE. Use of ACC guideliens.	91.8 % appropriate; 4.3 % inappropriate; 3.9 % uncertain	32.2 % of appropriate exams led to change in care vs 21.7 % of inappropriate exams (P = 0.29)
Ogbara [113]	2011	PD	490 TEE were ordered. Use of ACC guidelines.	21 % were not performed	99 % of the exams answered the clinical question
Ogbemudia [114]	2015	PD	25 echocardiography exams. Use of ACC guidelines.	64 % appropriate; 24 % inappropriate; 12 % uncertain	-
Orsini [47]	2013	PD	2110 echocardiography prescriptions. Use of Italian Federation of Cardiology guidelines.	54 % appropriate; 30 % uncertain; 16 % inappropriate	Most common inappropriate indications: Palpitations, screening of apparently healthy subjects and chest pain. Echocardiographies prescribed by cardiologists were more often appropriate, useful and pertinent. Appropriate studies were more often useful, pathological and pertinent.
Papolos [1]	2016	CD	~ 8 million patients who underwent inpatient echocardiography.	Geographic variation; highest rates in the eastern regions of the United States.	Higher echocardiography use was associated with mortality of patients with acute myocardial infarction; cardiac dysrethmia; acute cerebrovascular disorder; congestive heart failure and sepsis.
Parikh [95]	2012	PR	384 TTE exams. Comparison between 2007 to 2011 ACC guidelines.	92.2 % appropriate; 5.5 % unclassified; 1.8 % inappropriate; 0.5 % uncertain	Only indication with more than 1 case: Routine evaluation of prosthetic valves.
Patil [59]	2012	PD	1,820 patients who underwent TTE. Use of ACC guideliens.	82 % appropriate; 12.3 % inappropriate; 5.3 % uncertain; 0.4 % unclassifieable	Most common inappropraite indication: Heart failure without change in clinical status.

Publication	Year	Data	Method	Results	Risk groups; consequences of inappropriate use; most common inappropriate indications; comments
Comparison with Guideline Recommendations					
Picano [93]	2007	PD	350 stress echocardiograms. Use of ACC guidelines.	62 % appropriate; 10 % probably appropriate; 22 % probably inappropriate; 6 % definitely inappropriate	Most common inappropriate indications: Performance as first-line test, and test repeated too often in the absence of change in clinical status. External referral screening associated with fewer inappropriate exams (13 % vs 43 %).
Rahimi [68]	2011	PR	198 patients from October 2000 and 367 patients from October 2008. Use of ACC guidelines.	2000: 87 % appropriate; 13 % inappropriate; 3 % not addressed 2008: 85 % appropriate; 16 % inappropriate; 10 % not addressed	Most common inappropriate indications (2008 cohort): Evaluation of left ventricular function with prior ventricular function evaluation within the past year with normal function in patients without a change in clinical status; isolated atrial premature contractions or premature ventricular contractions without other evidence of heart disease; routine (yearly) re-evaluation of prosthetic valve, mild aortic stenosis or mild-moderate mitral stenosis, re-evaluation of native mild valvular regurgitation and normal left ventricular size – all of these with no change in clinical status
Rameh [75]	2016	n.r.	501 patients that received TTE. Use of ACC guidelines.	74.66 % appropriate; 16.96 % inappropriate; 3.99 % uncertain; 4.39 % nonfitting	Most common inappropriate indications: Lightheadedness/ presyncope when there are no other symptoms or signs of cardiovascular disease; routine evaluation of systemic hypertension without symptoms or signs of hypertensive heart disease; Transient fever without evidence of bacteremia or a new murmur
Rao [76]	2009	PR	1,234 TEE exams. Use of ACC guidelines.	93.6 % appropriate; 3.5 % uncertain; 2.9 % inappropriate	Most common inappropriate indication: Evaluation of native and/or prosthetic valves in patients with transient fever but without evidence of bacteremia or new murmur
Rao [60]	2010	PD	716 TTE exams. Use of ACC guidelines.	74 % appropriate; 23.3 %[7] inappropriate	Most common inappropriate indications: Routine (yearly) re-evaluation of patients with heart failure (systolic or diastolic) in whom there is no change in clinical status; routine (yearly) evaluation of patient with prosthetic valve in whom there is no suspicion of valvular dysfunction and no change in clinical status; routine (yearly) re-evaluation of native valvular regurgitation in asymptomatic patient with mild regurgitation, no change in clinical status, and normal left ventricular size
Remfry [90]	2015	PR	553 cardiac imaging exams (not exclusively echocardiography). Use of ACC guidelines.	99.8 % classifieable; 91 % appropriate; 4 % may be appropriate; 5 % rarely appropriate	Cardiology ordered more appropriate exams than general internal medicine.
Rose-Felker [87]	2016	PR	526 TTE exams for murmur. Use of ACC guideliens.	83.6 % appropriate; 16.2 % rarely appropriate	No abnormal findings in rarely appropriate exams but in 29.5 % of appropriate exams. Infants aged from 3 months to 1 year had the lowest appropriateness ratings. Physicians with more than 20 years experience had the lowest rate of appropriate TTE orderings.

[7] Own calculations

Publication	Year	Data	Method	Results	Risk groups; consequences of inappropriate use; most common inappropriate indications; comments
Comparison with Guideline Recommendations					
Rossi [52]	2012	CD	219,748 patients. Geographic variation and ACC guidelines.	Variation of Stress testing (electro-cardiography, nuclear testing, echo-cardiography) only explained explained a modest part of regional variation in repeat revascularization rates.	According to the ACC (2008) repeat stress testing shouldn't be used for asymptomatic patients after revascularization.
Sachdeva [88]	2016	PD	Did the ACC guidelines change the use of TTE for pediatric patients? 2,655 patients before guideline publication, 1,907 after guideline publication.	No change in the proportion of appropriate, may be appropriate, or unclassifieable exams. Rarlely appropriate exams decreased from 12.0 % to 9.6 %.	Higher odds for abnormal findings when the exam was rated appropriate or may be appropriate.
Senni [115]	1999	PR	216 patients with congestive heart failure. Use of ACC guidelines.	Patient with congestive heart failure had lower survival rates (adjustment for age, functional class, and gender).	-
Silverman [94]	2012	PR	485 echocardiography exams. Use of ACC guidelines.	9 % inappropriate	More likely to be inappropriate: Repeat exams; disabled patients. Private insurance was associated with fewer inappropriate exams.
Ward [62]	2008	PD	1,553 TTE exams. Use of ACC guidelines.	Of the 89 % classifieable studies: 89 % appropriate; 11 % inappropraite	Most common inappropriate indications: Routine [yearly] reevaluation of patients with heart failure [systolic or diastolic] in which there was no change in clinical status; Re-evaluation of a patient with known hypertensive heart disease without a change in clinical status; Patients who have isolated PAC or PVC without other evidence of heart disease.
Ward [61]	2009	PD	Comparison of the appropriateness of outpatient TTE in academic (814 exams) and community practice settings (319 exams). Use of ACC guidelines.	Community: 71 % appropriate; 17 % inappropriate Academic: 68 % appropraite; 15 % inappropriate	Most common inappropriate indications: Routine [yearly] reevaluation of patients with heart failure [systolic or diastolic] in which there was no change in clinical status; Routine (yearly) re-evaluation of an asymptomatic patient with mild native aortic stenosis or mild-moderate native mitral stenosis and no change in clinical status; Reevaluation of a patient with known hypertensive heart disease without a change in clincial status.
Weidenauer [54]	2015	other	Institutions answered a questionnaire on the (approximate) number of conducted stress echocardiographies. Geographic variation.	Two- or threefold use of stress echo-cardiography per 100,000 inhabitants in the UK compared to Austria.	-
Weiss [55]	2000	PD	2,176 with two-dimensional echocardiography. Diagnostic information.	Diagnostic yield is higher when echo-cardiography is orderd by cardiologists compared to noncardiologists.	-
Willens [116]	2009	PR	625 echocardiography exams. Use of ACC guidelines.	Of 526 classifieable studies: 91.4 % appropriate; 8.6 % inappropriate	No differences in appropriateness between an academic practice and a regional department of veterans affairs were found.

Publication	Year	Data	Method	Results	Risk groups; consequences of inappropriate use; most common inappropriate indications; comments
Comparison with Guideline Recommendations					
Willens [67]	2011	PR	Reevaluation of the 625 exams above. Use of the newer ACC guidelines.	Unclassifieable studies were reduced from 16 % to 1 %. 15 % inappropriate; 7 % uncertain.	Most common inappropriate indications: Routine surveillance of ventricular function with known CAD and no change in clinical status or cardiac examination; Lightheadedness/presyncope when there are no other symptoms or signs of cardiovascular disease; Evaluation of LV function with prior ventricular function evaluation showing normal function (eg. prior echocardiogram, left ventriculogram, CT, SPECT MPI, CMR) in patients in whom there has been no change in clinical status or cardiac examination.
Willens [117]	2013	PR	Comparion of the appropriateness of 209 stress echocardiography exams. Use of ACC guideliens (2008 vs. 2011).	Unclassified studies changed from 9.6 % to 1 %; appropriate 49.8 % to 47.8 %; uncertain 11.0 % to 21.1 %; inappropriate 29.7 % to 30.1 %	Most common inappropriate indications: Evaluation of ischemic equivalent, low pretest probability of CAD, interpretable ECG and able to exercise; Evaluation of asymptomatic pts or stable symptoms, low global CAD risk, normal prior stress imaging study < 2 yrs ago; Evaluation of patients with known CAD on coronary angiography or prior abnormal stress imaging study < 2 years ago, asymptomatic or stable symptoms.

ACC = American college of cardiology; AHA = American heart association; ASE = American society of echocardiography; CAD = Coronary artery disease; CD = Claims data or registries; CMR = Cardiac magnetic resonance imaging; CT = Computed tomography; MPI = Myocardial perfusion imaging; n.r. = Not reported; PAC = Premature atrial contraction; PD = Primary data; PR = Patient records; PVC = Premature ventricular contraction; RCT = randomized controlled trial; SPECT = Single-photon emission computed tomography; TEE = Transesophageal echocardiography; TTE = Transthoracic echocardiography; U = Unclear

Tabelle 7.2-2: Gründe für Exklusion potentiell relevanter Volltexte

Publication	Year	Reason
Arcasoy [118]	2003	No measure of appropriateness
Arias-Rivas [119]	2013	Language
Baur [120]	2006	No measure of appropriateness
Bhatia [121]	2015	Study Protocol
Bhattacharayya [122]	2015	Review of interventions
Boggan [123]	2015	Effect of decision support systems on ordering frequency are not sustainable
Bouma [124]	2017	No measure of appropriateness
Campbell [125]	2011	No measure of appropriateness
Chmiel [126]	2015	No measure of EG appropriateness
Dent [127]	2016	Commentary
Douglas [46]	2011	Guideline recommendations
Edwards [128]	2016	Wrong exam (ECG instead of EG)
Fonseca [129]	2014	Criticism on the use of ACC guidelines to judge appropriateness
Foy [130]	2013	Consequences of inappropriate exams
Foy [131]	2014	Case study
Gaganpreet [132]	2012	Wrong topic
Georgiopoulos [133]	2016	Abstract only
Gholamrezanezhad [134]	2012	Commentary
Gibbons [135]	2013	Commentary
Gibbons [136]	2014	Commentary
Huffman [137]	2011	Commentary
Kini [138]	2016	No measure of appropriateness
Kini [139]	2015a	Wrong topic
Kini [105]	2016	No measure of appropriateness
Kuruppu [140]	2002	No measure of appropriateness
Ladapo [98]	2016	No measure of appropriateness
Lattanzi [141]	2002	Italian
Leitman [142]	2003	No measure of appropriateness
Lorenzoni [143]	2000	Italian
Manzano [144]	2012	Algorithm for the diagnosis of Heart failure
Mason [145]	2014	Commentary
Mejhert [146]	1999	No measure of appropriateness
Min [147]	2013	Commentary
Okrah [148]	2010	No measure of appropriateness
Orsini [149]	2007	Italian
Promislow [150]	2016	No measure of appropriateness
Sengupta [151]	2010	Commentary
Sibai [152]	2008	Wrong exam
Sumukadas [153]	2011	Ratings of changes in treatment but not exams
Thangaroopan [154]	2005	No measure of appropriateness
Valk [155]	2016	No echocardiography appropriateness measure
Zanettini [156]	2013	Commentary
Zimmermann [157]	2015	Commentary

7.3 Abbildungen regionale Unterschiede

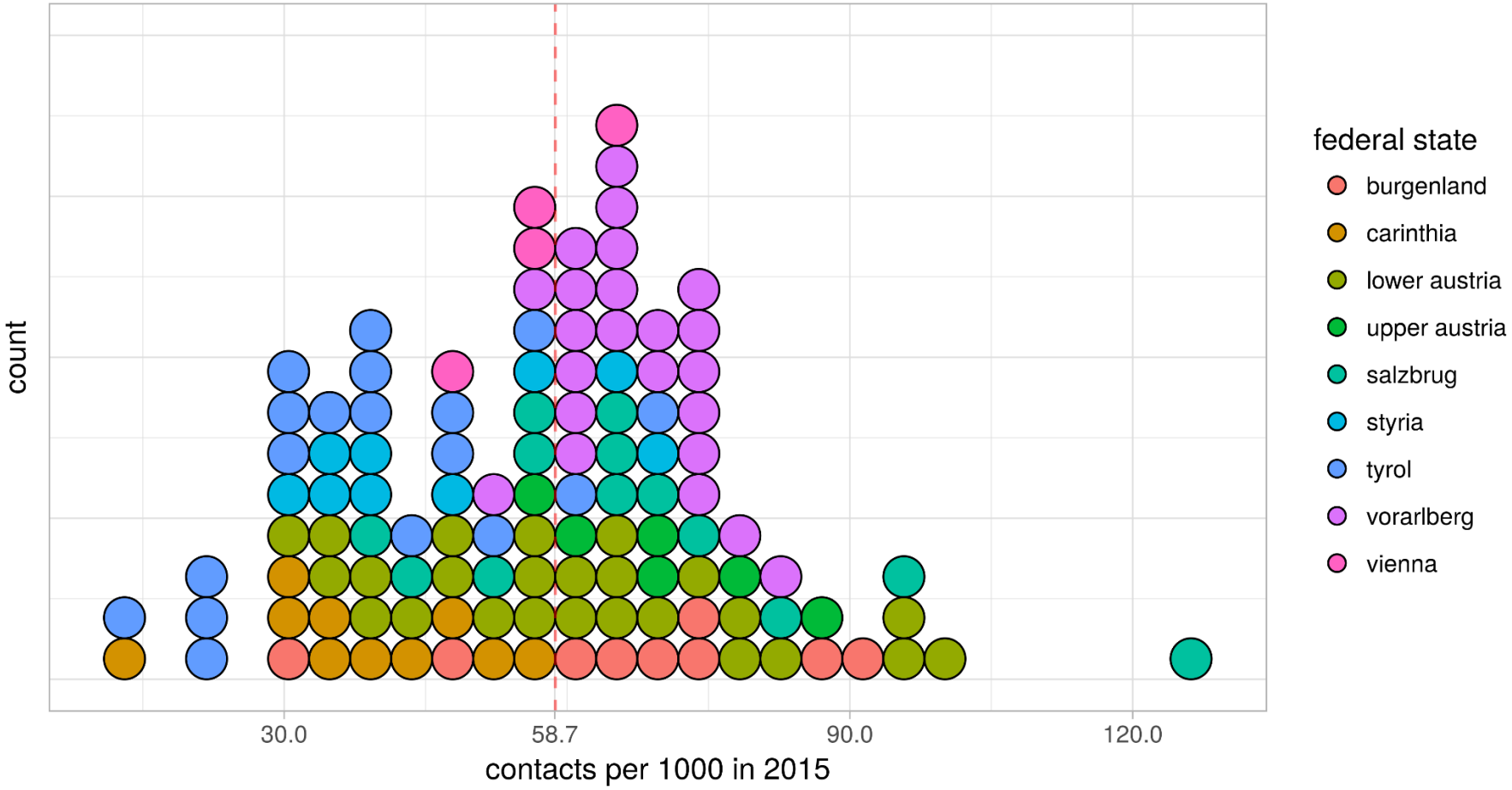

Abbildung 7.3-1: Alters- und geschlechtsstandardisierte TTE Nutzungsraten in Österreich je Bezirk (Kreise) und Bundesländer (Farbe). Die rote Linie repräsentiert die gewichtete mittlere alters- und geschlechtsstandardisierte Nutzungsrate in Österreich.

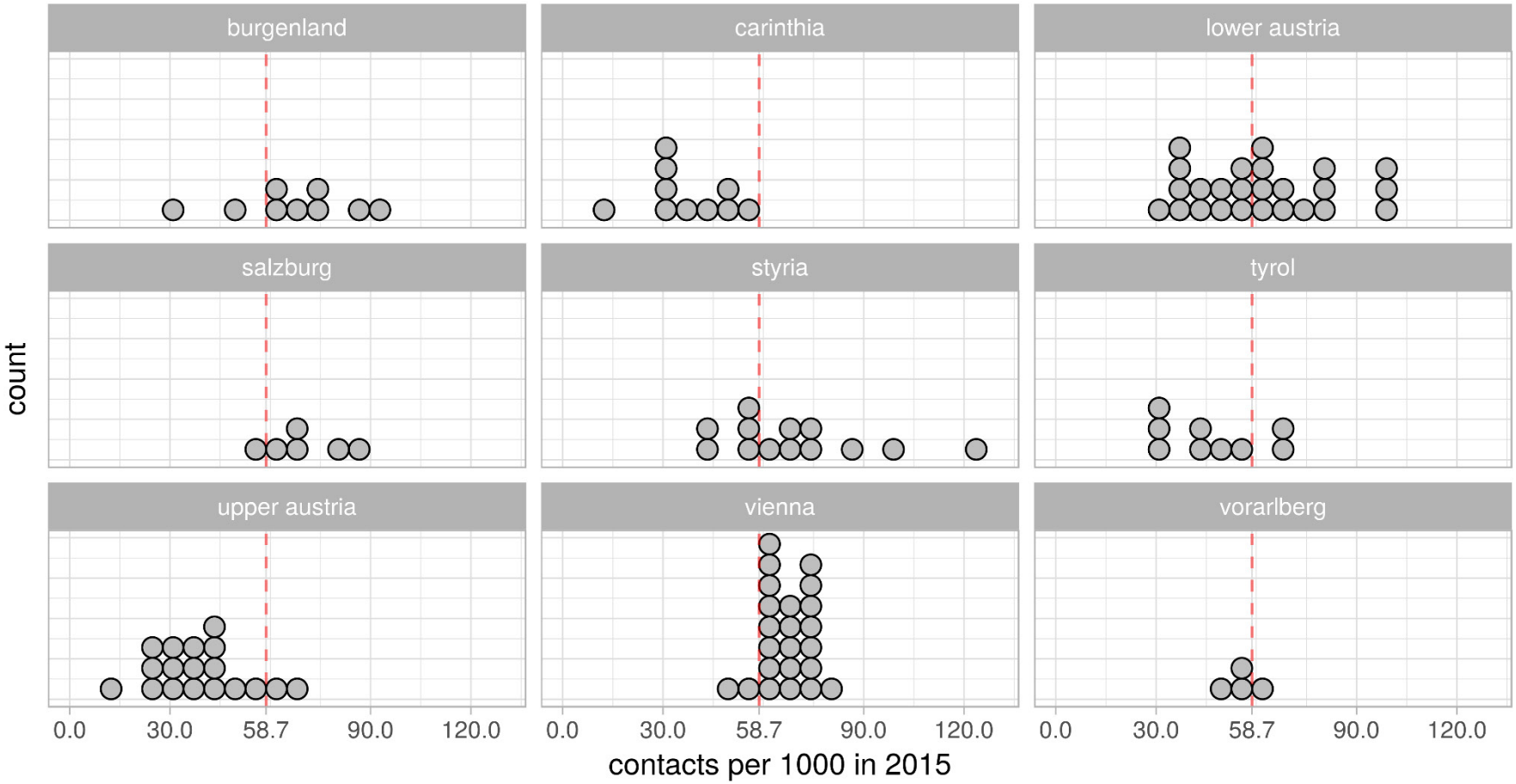

Abbildung 7.3-2: Alters- und geschlechtsstandardisierte Nutzungsraten der TTE getrennt nach Bundesländer je Bezirk (Kreise). Die rote Linie repräsentiert die gewichtete mittlere alters- und geschlechtsstandardisierte Nutzungsrate in Österreich.

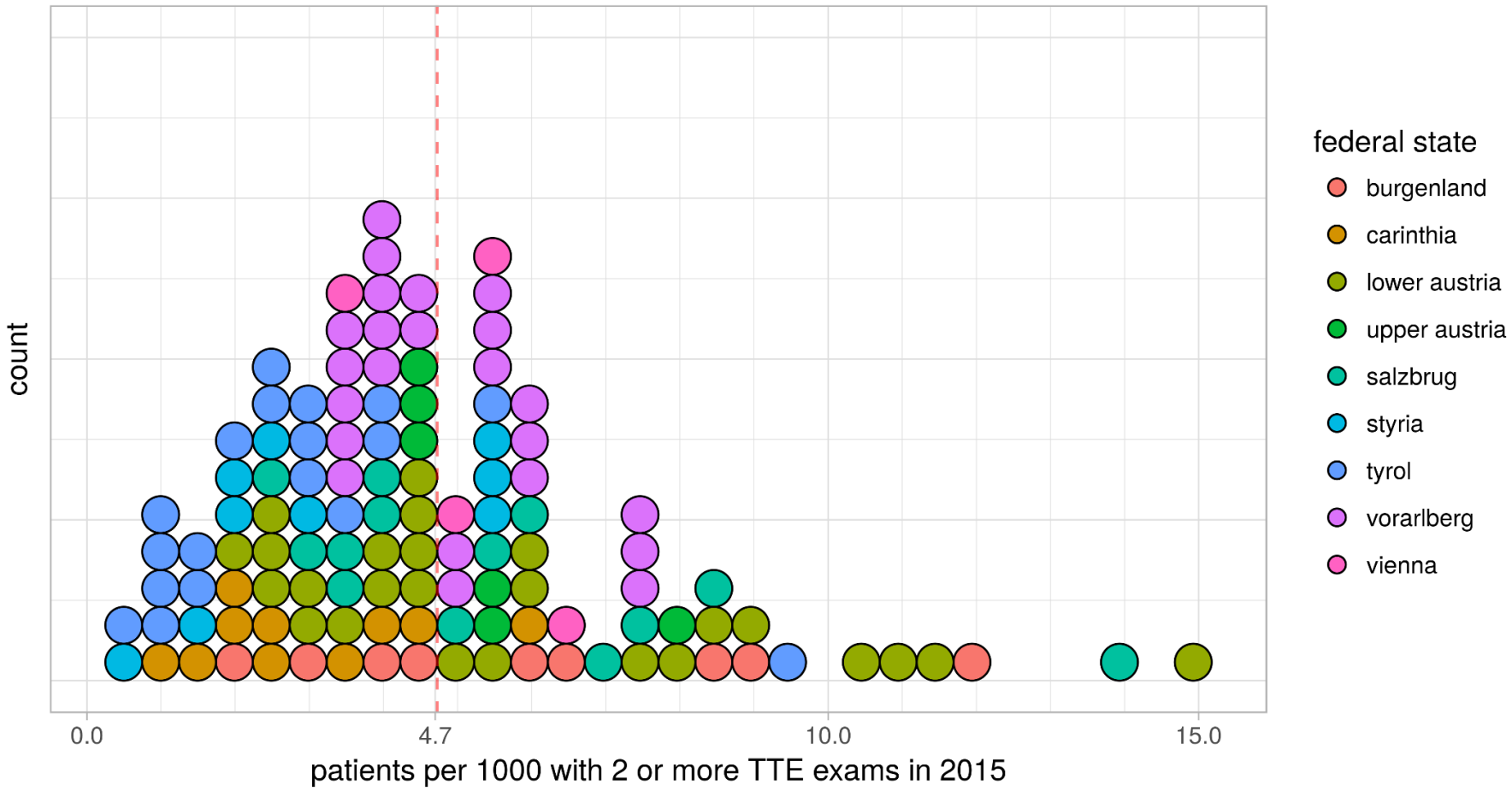

Abbildung 7.3-3: Alters- und geschlechtsstandardisierte Wiederholungsuntersuchungen der TTE getrennt nach Bundesländer je Bezirk (Kreise). Die rote Linie repräsentiert die gewichtete mittlere alters- und geschlechtsstandardisierte Nutzungsrate in Österreich.

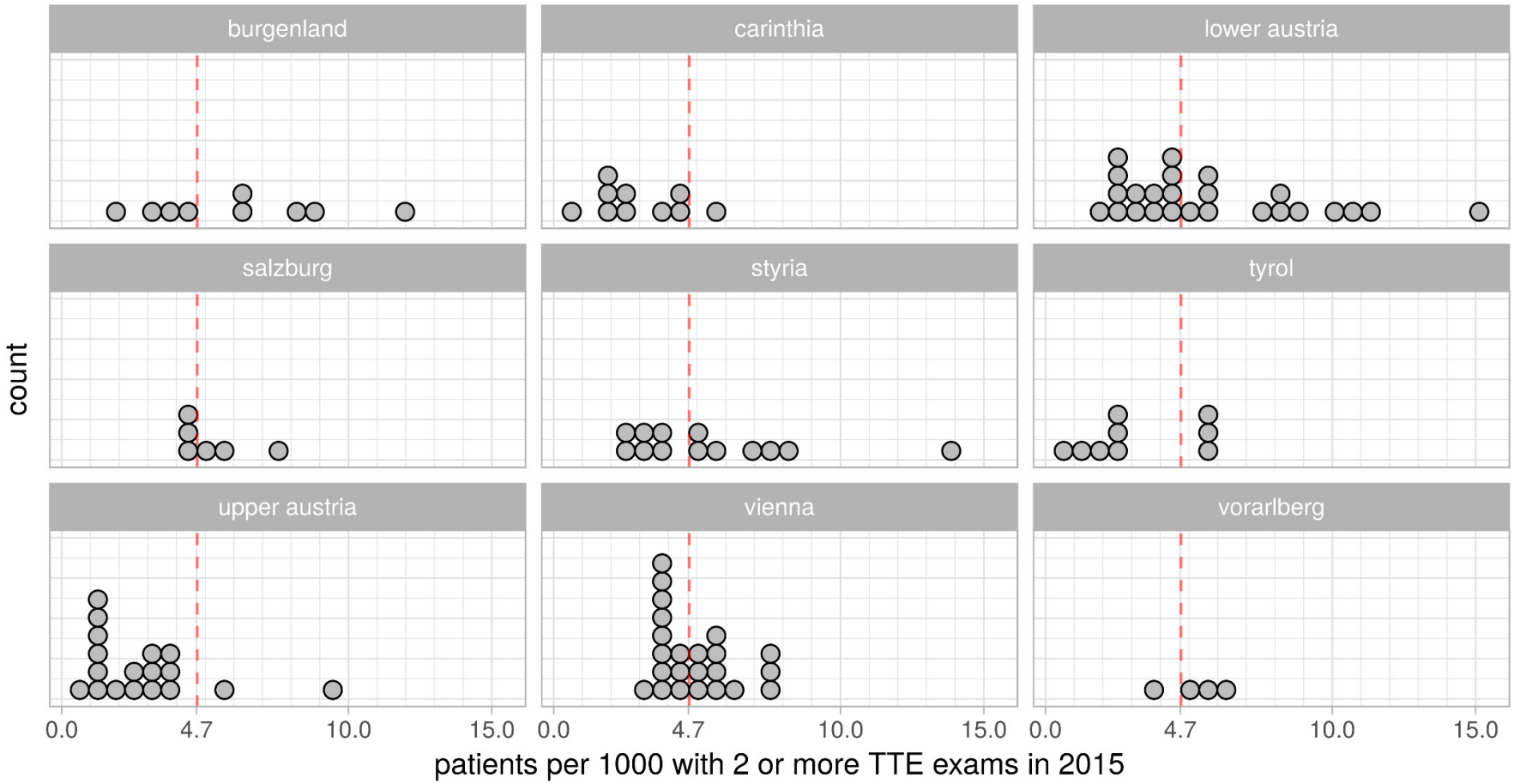

Abbildung 7.3-4: Alters- und geschlechtsstandardisierte Wiederholungsuntersuchungen der TTE getrennt nach Bundesländer je Bezirk (Kreise). Die rote Linie repräsentiert die gewichtete mittlere alters- und geschlechtsstandardisierte Nutzungsrate in Österreich.

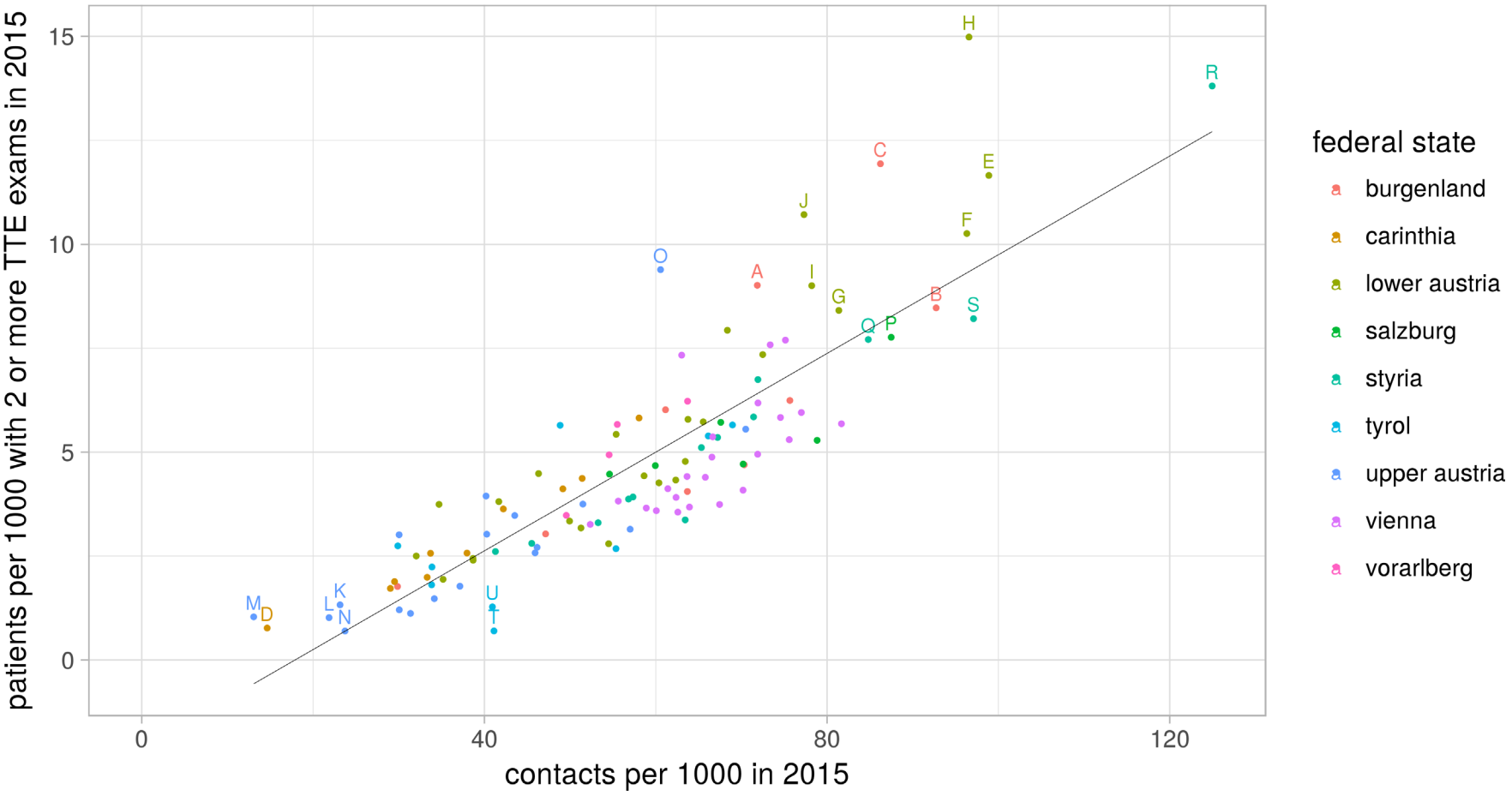

Abbildung 7.3-5: Zusammenhang der Anzahl von Echokardiographieuntersuchungen insgesamt zu Wiederholungsuntersuchungen

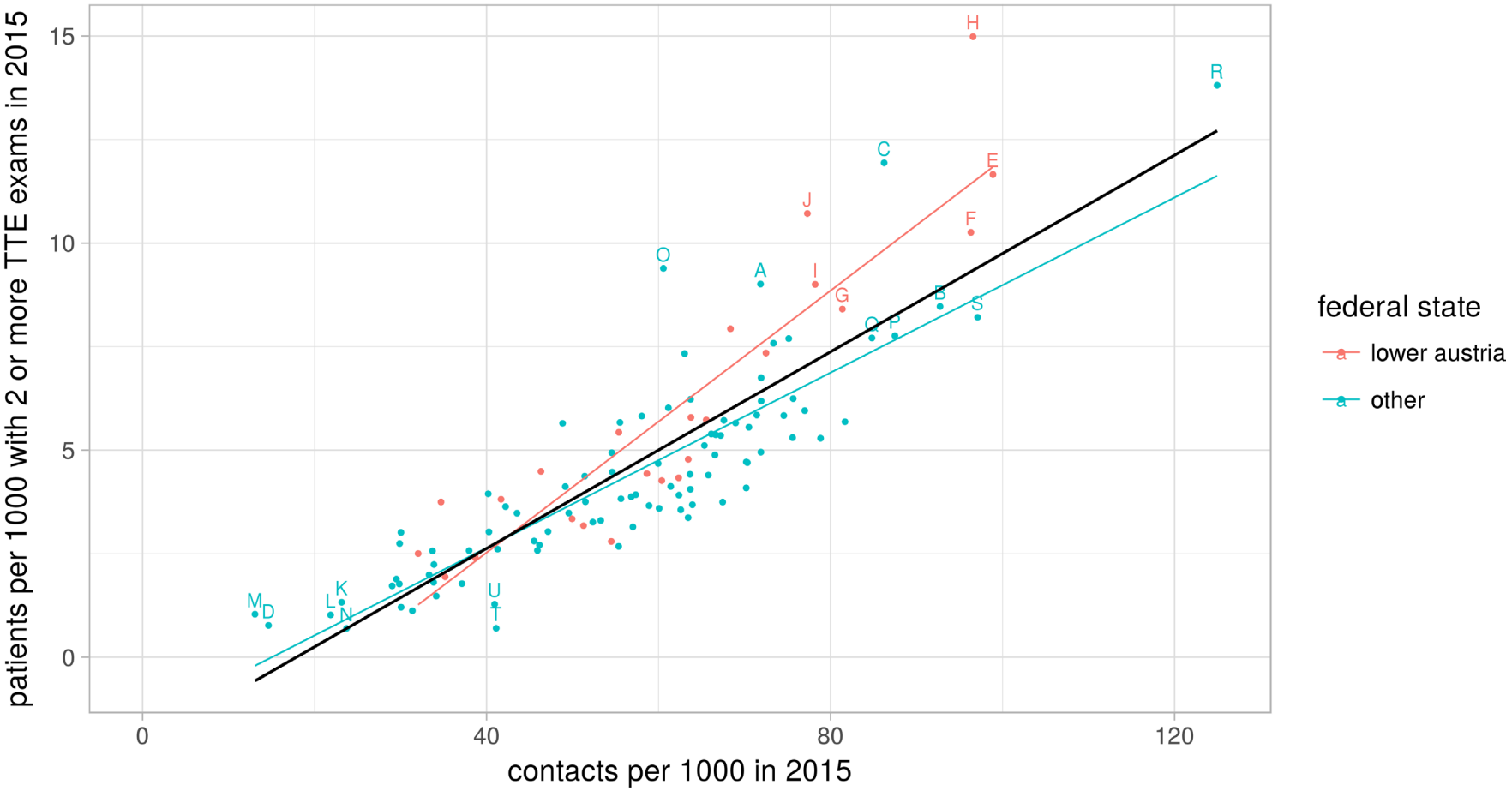

Abbildung 7.3-6: Zusammenhang der Anzahl von Echokardiographieuntersuchungen insgesamt zu Wiederholungsuntersuchungen; Niederösterreich im Vergleich zu Restösterreich

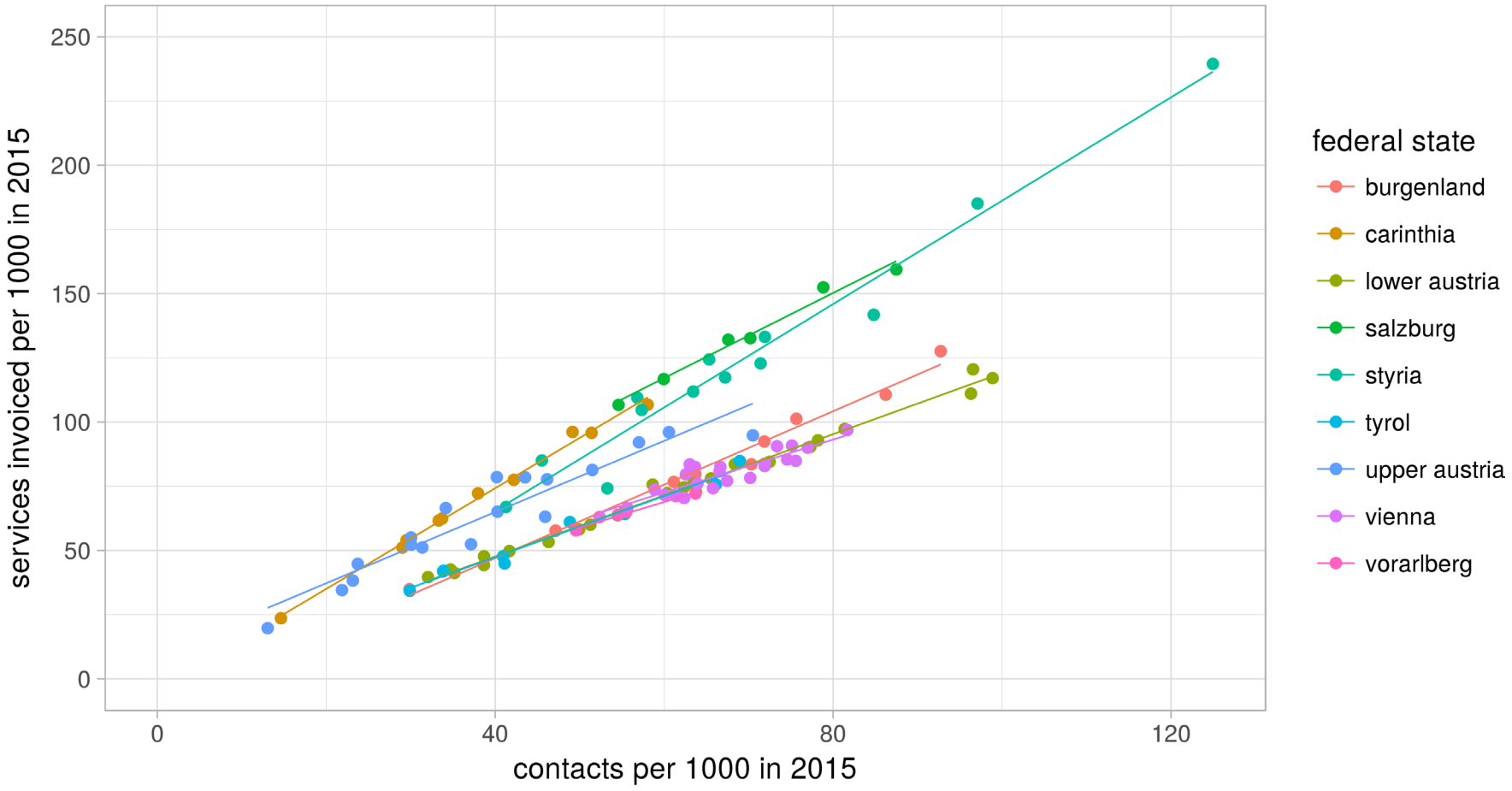

Abbildung 7.3-7: Zusammenhang der Anzahl der TTE Kontakte mit Anzahl der Leistungen

Ludwig Boltzmann Institut
Health Technology Assessment