

Möglichkeiten zur
Identifikation von
unangemessenen MRT
Einsatz: Literatur- und
Datenanalyse (Schwerpunkt
untere Extremitäten)

Teil 3



Ludwig Boltzmann Institut

Health Technology Assessment

LBI-HTA Projektbericht Nr.: 80c

ISSN: 1992-0488

ISSN-online: 1992-0496

Möglichkeiten zur
Identifikation von
unangemessenen MRT
Einsatz: Literatur- und
Datenanalyse (Schwerpunkt
untere Extremitäten)

Teil 3



Ludwig Boltzmann Institut
Health Technology Assessment

Wien, November 2016

Projektteam

Projektleitung: Priv.-Doz. Dr. phil. Claudia Wild
Projektbearbeitung: Mag. rer. nat. Robert Emprechtinger
Dipl.-Ges.ök Stefan Fischer
Priv.-Doz. Dr. phil. Claudia Wild

Projektbeteiligung

Systematische Literatursuche: Tarquin Mittermayr, BA, MA
Externe Begutachtung: Priv.-Doz. DDR. Lukas Holzer
(Universitätsklinik für Orthopädie und orthopädische Chirurgie, Medizinische Universität Graz)
Ass. Prof. Mag. Dr. Peter Klimek
(Section for Science of Complex Systems, Medical University of Vienna)
Interne Begutachtung: Priv.-Doz. Dr. phil. Claudia Wild

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

Vorbemerkung/Preliminary remark

Despite the report supports Austrian decision-making on appropriate use of MRI, some parts are being written in English. This is because the international movement on „Appropriate Care” (e.g. choosing wisely) is growing fast and our knowledge intends to contribute to this international debate, by publishing parts of this report in peer-reviewed journals (chapter 3.2 and 3.3).

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

Emprechtinger R, Fischer S, Wild C. Möglichkeiten zur Identifikation von unangemessenen MRT Einsatz, Teil 3. LBI-HTA Projektbericht Nr.: 80c; 2016. 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://www.lbg.ac.at/de/themen/impressum>

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.: 80c

ISSN: 1992-0488

ISSN-online: 1992-0496

© 2016 LBI-HTA – Alle Rechte vorbehalten

Inhalt

Zusammenfassung	7
Summary.....	9
1 Einleitung.....	11
1.1 Forschungsfragen, Methoden und Ergebnisse aus Teil 1 und Teil 2	12
1.2 Definitionen und Konzepte	13
1.2.1 Angemessenheit, Überdiagnostik	13
1.2.2 Regionale Unterschiede.....	14
1.3 Ziele und Fragestellungen des MRT 3 Berichts	15
2 Methoden.....	17
2.1 Update der Empfehlungen – Fokus untere Extremitäten.....	17
2.2 Methods to detect inappropriate use of MRI or CT.....	17
2.3 Relation between MRI exams and interventions on lower extremities.....	19
2.4 Description of a similar health care system with lower advanced imaging utilization	19
2.5 Vergütungspolitiken in anderen Ländern	20
2.6 Häufigkeit von MRT „untere Extremitäten“ in low-frequency Ländern	20
2.7 Interventionen nach MRT an „unteren Extremitäten“	20
3 Ergebnisse.....	21
3.1 Update der Empfehlungen – Fokus untere Extremitäten.....	21
3.1.1 Hüfte	21
3.1.2 Knie	22
3.1.3 Sprunggelenk.....	23
3.1.4 Fuß	24
3.1.5 Gefäßsystem.....	25
3.1.6 Unspezifische Indikationen/Allgemein	26
3.2 Methods to detect inappropriate use of MRI or CT.....	28
3.2.1 Diagnostic information.....	28
3.2.2 Predictors associated with imaging use.....	29
3.2.3 Comparison with guideline recommendations.....	30
3.2.4 Assessment by experts	30
3.2.5 Patients´ paths	31
3.2.6 Comparison with surgery findings	31
3.2.7 Cost analysis	31
3.2.8 Geographic variation.....	32
3.2.9 Systematic Reviews	33
3.2.10 Analysis of methods to detect appropriateness.....	33
3.3 Relation between MRI exams and interventions on lower extremities.....	37
3.3.1 Association public and private spendings with MRI Utilization	40
3.3.2 Association (primary and secondary) hip replacement with MRI Utilization.....	41
3.3.3 Association knee replacement with MRI Utilization	43
3.3.4 Interpretation of Associations and limitations	43
3.4 Description of a similar health care system with lower advanced imaging utilization rates	44
3.5 Vergütungspolitiken in anderen Ländern	45
3.5.1 Maßnahmen zur Dämpfung von unangemessenem Einsatz von „advanced imaging“	45
3.5.2 Refundierungspolitikansätze: USA	46
3.5.3 Abgeltungsregeln: Deutschland und Schweiz.....	50
3.6 Häufigkeit von MRT „untere Extremitäten“ in low-frequency Ländern	51
3.7 Interventionen nach MRT an „unteren Extremitäten“	51

4	Diskussion	53
4.1	Zusammenfassung und Interpretation auf Übertragbarkeit.....	53
4.2	Limitationen	55
4.3	Schlussfolgerungen und Empfehlungen.....	56
5	Literatur.....	57
6	Anhang.....	63
6.1	Empfehlungen MRT	63
6.1.1	Hüfte	63
6.1.2	Knie	64
6.1.3	Sprungelenk.....	66
6.1.4	Fuß.....	67
6.1.5	Gefäßsystem.....	68
6.1.6	Unspezifische Indikationen	70
6.1.7	Orientierungshilfe Radiologie gesamt.....	73
6.2	Methods to detect Appropriateness and Overdiagnosis	75
6.2.1	Diagnostic information.....	75
6.2.2	Predictors associated with imaging	77
6.2.3	Data compared with guideline recommendation	80
6.2.4	Experts assessment.....	83
6.2.5	Patient paths.....	84
6.2.6	Imaging compared with surgery findings	85
6.2.7	Cost analysis	86
6.2.8	Geographic variation.....	87
6.2.9	Systematic reviews	88
6.3	Relation of MRI in different regression models.....	89
6.3.1	Histograms of the variables	89
6.3.2	Relation of public and private spending to MRI.....	91
6.3.3	Relation of MRI, CT and spending to hip replacement.....	92
6.3.4	Relation of MRI, CT and spending to secondary hip replacement.....	93
6.3.5	Relation of MRI, CT and spending to knee replacement	94

Abbildungsverzeichnis

Figure 1.1-1:	Anzahl MRT Untersuchungen pro 1.000 Personen im niedergelassen und stationären Bereich	11
Figure 2.2-1:	Prisma search tree on literature search for methods to detect inappropriate use.....	18
Figure 6.3-1:	Regression – relation of spending to MRI. Visual check for heteroscedasticity.....	91
Figure 6.3-2:	Regression – Relation of MRI, CT and spending to hip replacement. Visual check for heteroscedasticity	92
Figure 6.3-3:	Regression – Relation of MRI, CT and spending to secondary hip replacement. Visual check for heteroscedasticity	93
Figure 6.3-4:	Regression – Relation of MRI, CT and spending to knee replacement. Visual check for heteroscedasticity	94

Tabellenverzeichnis

Table 3.3-1: OECD data used for the multiple linear regressions on relations between MRI and intervention in lower extremities 39

Table 3.3-2: Median and quantiles of the variables assessed in the multiple linear regressions 40

Table 3.3-3: Results MRI & health care spending 41

Table 3.3-4: Results MRI & hip replacements 41

Table 3.3-5: Results MRI & hip replacements (Turkey excluded) 42

Table 3.3-6: Results MRI & secondary hip replacements 42

Table 3.3-7: Results MRI & secondary hip replacements (Belgium excluded) 42

Table 3.3-8: Results MRI & knee replacements 43

Table 3.5-1: Framework for Progression of Payment to Clinicians and Organizations in Payment Reform 49

Table 4.1-1: Publierte Methoden zur Identifikation von unangemessener Versorgung 54

Table 6.1-1: Indikationen für MRT Hüfte, AIM Guideline 63

Table 6.1-2: MRT Empfehlungen Hüfte, American College of Radiology Appropriateness Criteria (2016) 63

Table 6.1-3: Indikationen MRT Knie, AIM 64

Table 6.1-4: Indikationen MRT Knie, ACR 65

Table 6.1-5: Indikationen MRT Sprunggelenk, AIM 66

Table 6.1-6: Indikationen MR Sprunggelenk, ACR 66

Table 6.1-7: Indikationen MRT Fuß, AIM 67

Table 6.1-8: Indikationen MRT Fuß, ACR 67

Table 6.1-9: Indikationen MRA und CTA, AIM 68

Table 6.1-10: Indikationen MRA, ACR 69

Table 6.1-11: Unspezifische Indikationen, AIM 70

Table 6.1-12: Unspezifische Indikationen, ACR 71

Table 6.1-13: Empfehlungen Orientierungshilfe Radiologie, Bewertung MRT nach Indikation 73

Table 6.2-1: Studies that used diagnostic information as criterion for appropriateness 75

Table 6.2-2: Studies that used Predictors associated with imaging as criterion for appropriateness 77

Table 6.2-3: Studies that used guideline comparisons as criterion for appropriateness 80

Table 6.2-4: Studies that used expert ratings or results from questionnaires as criterion for appropriateness 83

Table 6.2-5: Studies that used patient paths as criterion for appropriateness 84

Table 6.2-6: Studies that compared imaging results with surgery findings as criterion for appropriateness 85

Table 6.2-7: Studies that conducted a costs analysis as criterion for appropriateness 86

Table 6.2-8: Studies that used geographic variation as criterion for appropriateness 87

Table 6.2-9: Systematic reviews on appropriateness 88

Table 6.3-1: Regression – relation of spending to MRI: Multicollinearity assessment 91

Table 6.3-2: Regression – Relation of MRI, CT and spending to hip replacement. Multicollinearity assessment 92

Table 6.3-3: Regression – Relation of MRI, CT and spending to secondary hip replacement. Multicollinearity assessment 93

Table 6.3-4: Regression – Relation of MRI, CT and spending on hip replacement. Multicollinearity assessment 94

Abkürzungen

ACA.....	Affordable Care Act
ACR.....	American College of Radiology
AIM	AIM Specialty Health®, Benefit Management Company
ALVAL.....	Aseptische Lymphozyten-dominierte, Vaskulitis-assoziierte Läsion
ARMD.....	Adverse reaction to metal debris
AWMF	Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften
BCBS.....	Blue Cross Blue Shields
CMS	Center for Medicare & Medicaid Services
CPT	Current Procedural Terminology
CRD	Centre for Reviews and Dissemination
CT.....	Computertomographie
CTA.....	Computertomographische Angiographie
DRA	Deficit Reduction Act
DRG	Diagnosis Related Groups
EBM	Evidence-based Medicine
FinOHTA	Finnish Office for Health Technology Assessment
HOQR.....	Hospital Outpatient Quality Reporting Program
HVB.....	Hauptverband der Sozialversicherungen
MRA.....	Magnetresonanzangiographie
MRI	Magnetic Resonance Imaging
MRT	Magnetresonanztomographie
NQF	National Quality Forum
OECD	Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung
OQR.....	Outpatient Quality Report
PPP.....	Purchasing power parity
RCT.....	Randomisierte kontrollierte Studie
VBDO.....	Verband für Bildgebende Diagnostik
VIF	Variance inflation factor

Zusammenfassung

Hintergrund

Im MRT-Bericht Teil 1 (2014) wurde eine Übersicht über Empfehlungen zum „(un-)angemessenen“ Einsatz von MRT-Untersuchungen erstellt sowie regulatorische, organisatorische und edukative Interventionen zur Forcierung angemessener MRT Nutzung identifiziert. Im MRT-Bericht Teil 2 (2015) wurden vertiefende Informationen zu ausgewählten „high-volume“ Indikationen sowie eine Produktübersicht über MRT-Geräte erstellt. Der vorliegende MRT-Bericht Teil 3 (2016) hat zur Aufgabe, Versorgungsdaten-basierte Methoden zur Analyse von MRT-Nutzung zu identifizieren, sowie Relationen zwischen MRT-Untersuchungen an den „untere Extremitäten“ und nachfolgende Interventionen (chirurgische Eingriffe) zu untersuchen.

Methoden

Zur Identifikation von Methoden zur Feststellung von unangemessener Versorgung wurde eine systematische Literatursuche durchgeführt. Empfehlungen zum angemessenen Einsatz von MRT an den „unteren Extremitäten“ wurden aus den Leitlinien der American College of Radiology (ACR), AIM Speciality Health und der Orientierungshilfe Radiologie extrahiert. Relationen zwischen MRT und nachfolgenden Interventionen wurden anhand von OECD Daten modelliert. Andere Gesundheitssysteme und deren Vergütungspolitik wurden mit einer Literaturrecherche und ExpertInneninterviews erfasst.

Ergebnisse

Unterschiede bei den Empfehlungen der einzelnen Leitlinien fanden sich nur vereinzelt. Von besonderer Bedeutung sind allerdings jene Unterschiede zur MRT als initiales Verfahren, welche von der Orientierungshilfe Radiologie am häufigsten empfohlen wurde.

Insgesamt konnten 8 Versorgungsdaten-basierte methodische Ansätze zur Feststellung von unangemessener Versorgung – auf unterschiedlichen Aggregationsebenen – identifiziert werden. Alle Methoden weisen bestimmte Stärken und Schwächen auf.

Die Analyse der Relationen von MRT zu nachfolgenden Interventionen zeigte, dass innerhalb der OECD in Ländern mit vermehrter MRT Nutzung auch mehr Kniegelenkersätze durchgeführt werden.

Außerdem wurde eine Reihe von regulatorischen Politiken identifiziert, die einen Einfluss auf die MRT Nutzung ausüben können: hierzu zählen Leitlinien-basierte Entscheidungshilfen oder Zugangskontrollen. Finnland (ein Land mit vergleichbarer Versorgungsqualität bei deutlich geringerer MRT Nutzung) arbeitet mit Steuerung durch Verschreibungskontrolle, Leitliniennutzung in der medizinischen Praxis und verstärkte Ausbildung in Diagnostik.

Befassung mit MRT seit 2014

**MRT 3 Bericht
Forschungsfragen:
Versorgungsdaten-
basierte Methoden zur
Analyse sowie
Relation: MRT-
chirurgische Eingriffe**

**systematische
Literatursuche**

**Extraktion:
Evidenz-basierte
Empfehlungen**

Analyse: OECD-Daten

**Unterschiede bei
Empfehlungen bei
Abfolge der Diagnostik:
MRT selten als initiales
Verfahren**

**8 Versorgungsdaten-
basierte methodische
Ansätze**

**OECD Daten:
Assoziation zwischen
MRT am Kniegelenk
und vermehrtem
Kniegelenkersatz**

**zahlreiche
Regulierungsinstrumente**

Diskussion und Schlussfolgerung

Kombination von Methoden zur Datenanalyse empfehlenswert

Aufgrund der Vor- und Nachteile der einzelnen Methoden zur Feststellung von angemessener Versorgung ist nach Möglichkeit eine Kombination dieser, in Abhängigkeit von der jeweiligen Fragestellung, anzustreben. Dies wurde exemplarisch für – auf OECD-Ebene – aggregierte Daten gezeigt. Damit ließen sich zum einen Relationen von MRT Nutzung und Interventionen ableiten, zum anderen Indizien für unangemessene Versorgung finden. Diese Analyse ist aber aufgrund der verwendeten Daten zahlreichen Limitationen unterworfen und darf dementsprechend nur unter Vorbehalt interpretiert werden.

Analyse der Steuerungs- politiken in MRT- Niedrigfrequenzländern hilfreich reine Kostensteuerung birgt Risiko der Fehlversorgung

Regulatorische Steuerungspolitiken sowie die Analyse des MRT-Nutzungsverhaltens in anderen Nationen mit vergleichbarer Versorgungsqualität bei geringeren MRT-Frequenzen können wichtige Hinweise liefern, welche Möglichkeiten existieren, um die MRT-Nutzung zu verändern. Hierbei ist allerdings zu berücksichtigen, dass bestimmte Bezahlungsmodelle, die in erster Linie die Nutzungsraten reduzieren sollen, das Risiko einer Fehlversorgung zu erhöhen.

Summary

Background

In the MRI report, part 1 (2014), an overview of recommendations on use of MRI examinations was prepared and regulatory, organizational and educational interventions were identified that could drive appropriate MRI use. The MRI report, Part 2 (2015), should identify more detailed information on “high volume” indications. Additionally, we provided an overview of MRI devices. The intention of the present MRI report, part 3 (2016), is to collect further information on the identification of inappropriate care. In addition, relations between MRI of lower extremities and subsequent (surgical) interventions should be evaluated.

Methods

We conducted a systematic literature search for methods to identify inappropriate use of advanced imaging. Recommendations on the appropriateness of MRI of lower extremities were extracted from the guidelines of the American College of Radiology (ACR), AIM Speciality Health, and the “Orientierungshilfe Radiologie”. Relations between MRI utilization and subsequent interventions were modeled using OECD data. Other health care systems and their refunding policies were assessed through a literature review and expert interviews.

Results

We detected only isolated differences between the guideline recommendations. Of particular importance, however, are the differences regarding the MRI as initial diagnostic procedure, which was most frequently recommended in the Orientierungshilfe Radiologie.

In total, we were able to identify 8 methodological approaches to detect inappropriate care. All methods have certain strengths and weaknesses.

The analysis of the relations of MRI to subsequent interventions showed that more knee replacements were in OECD in countries with higher MRI utilization rates.

We were able to identify a series of refunding policies that could exert an influence on MRI utilization. These include, for example, educational measures, decision-making aids or access control. Finland, a country with comparable quality of care and lower MRI utilization than Austria, steers the MRI use with prescription control, use of guidelines and training in the use of appropriate diagnostic exams.

Discussion and conclusion

Due to the advantages and disadvantages of the methods for the determination of appropriateness of health care interventions, a combination of these methods, depending on the respective question, is to be strived for. We have shown a combination of different methods use on data aggregated at the OECD level to draw conclusions about MRI and subsequent hip and knee interventions.

According to the American college of radiology, MRI is usually inappropriate in conjunction with knee replacements. Hence, our results on MRI and knee replacements might be an indication for inappropriate utilization leading to potentially unnecessary interventions (provided that this relation is in fact caused by the MRI use). Due to the data used, this analysis is subject to numerous limitations and should be interpreted cautiously.

Regulatory policies and the analysis of the MRI use in other nations with comparable quality of care at lower utilization rates may provide important indications on options to change MRI usage. However, it should be borne in mind that certain payment models, such as which primarily intended to reduce the utilization rates, might increase the risk of under-supply.

1 Einleitung

Der übermäßige Einsatz von medizinischen Interventionen ist mit erhöhten Kosten und auch mit negativen Auswirkungen auf PatientInnen verbunden. Letzteres wird nicht allein durch den Zeitaufwand, den jede Untersuchung oder Behandlung mit sich bringt, sondern auch durch potentielle gesundheits-schädigende Effekte verursacht [2]. Diese gesundheitsschädigenden Effekte können zum Beispiel durch Nebenwirkungen einer medikamentösen Behandlung, den Folgen einer Operation oder durch Folgen einer Untersuchung (z. B. Strahlenbelastung bei Untersuchungen wie z. B. CT oder falsch positive Befunde, die zu einer nicht notwendigen Behandlung führen¹) entstehen. Hier sind vor allem auch Zufallsbefunde (incidental findings) von besonderer Bedeutung. Diese führen in der Regel zu einer Reihe von weiteren Untersuchungen oder Behandlungen. Die Frage, ob der/die individuelle Patient/In von der genaueren Abklärung eines Zufallsbefunds profitiert, lässt sich nicht klären.

Von 2008 bis 2013 war im OECD Raum, bis auf Island, ein Anstieg in der Nutzung von der Magnetresonanztomographie (MRT) festzustellen [3]. Im Vergleich mit anderen Ländern wird die MRT in Österreich besonders häufig eingesetzt [1]. Damit in Verbindung stehen Bemühungen, die Angemessenheit von Bildgebung zu prüfen, beziehungsweise Hinweise zu finden, die auf eine Über-, Unter- oder Fehlversorgung hinweisen.

Mit mehr als 100 MRT-Untersuchungen auf 1.000 EinwohnerInnen pro Jahr führt Österreich die Statistik der OECD Länder deutlich an (Figure 1.1-1).

**übermäßige Nutzung
medizinischer
Interventionen:**

**erhöhte Kosten und
negative Auswirkungen
auf PatientInnen**

**MRT Nutzung
in OECD steigend**

**Österreich höchste
MRT-Nutzungsrate
in OECD**

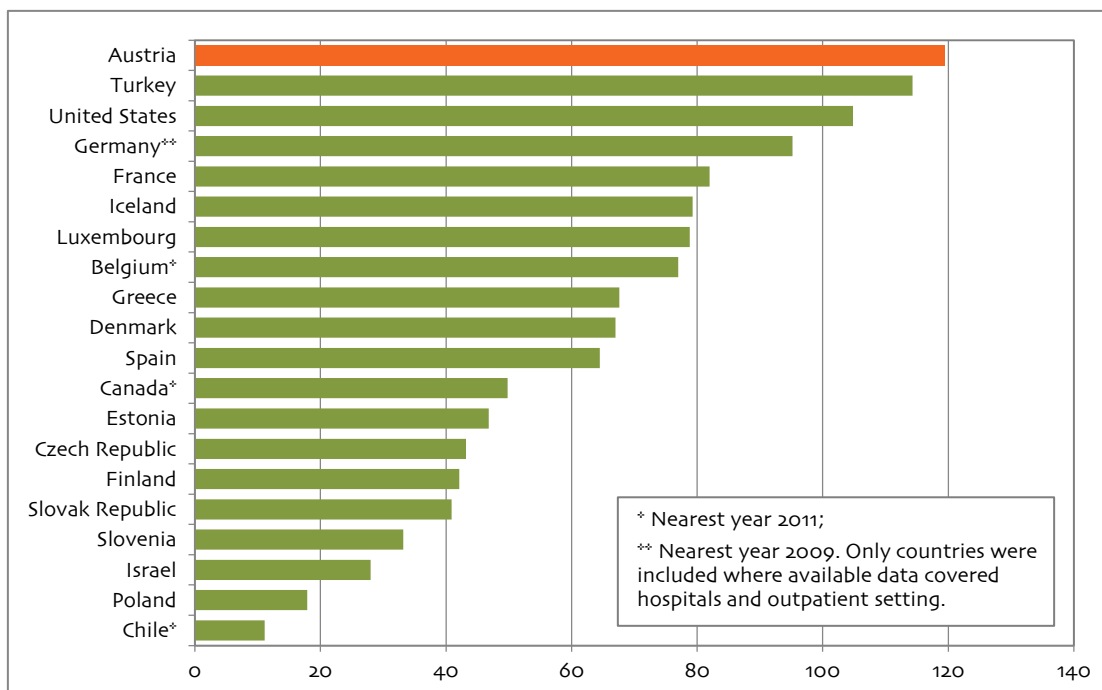


Figure 1.1-1: Anzahl MRT Untersuchungen pro 1.000 Personen im niedergelassen und stationären Bereich [1].

¹ Da MRT per se nicht gesundheitsschädlich ist, trifft vor allem der zweite Punkt auf diese Untersuchungsmethode zu

Im Jahr 2009 wurde eine Kostendeckelung für MRT-Untersuchungen im niedergelassenen Bereich eingeführt. Hierbei werden nur die Kosten für eine festgelegte Anzahl an Untersuchungen pro radiologischem Institut erstattet. Seither wird einerseits argumentiert, dass die Deckelung der erstattungsfähigen MRTs zu übermäßig langen Wartezeiten und einer Unterversorgung der PatientInnen führt. Andererseits wird – in Österreich wie international – die Angemessenheit bildgebender Verfahren in Diagnostik und Screening zunehmend kritisch diskutiert.

1.1 Forschungsfragen, Methoden und Ergebnisse aus Teil 1 und Teil 2

1. MRT Bericht: Empfehlungen zum angemessenen Einsatz

Im *MRT-Bericht Teil 1* [1] des LBI-HTA wurde eine Übersicht von Empfehlungen über den „angemessenen“ (respektive „unangemessenen“ Einsatz) von MRT-Untersuchungen erstellt. Diese sollte als Entscheidungsunterstützung für die Großgeräte(bedarfs)planung dienen. Außerdem wurden Projekte identifiziert, die sich als geeignet zur Reduktion unangemessener MRT Nutzung erwiesen haben. Abschließend wurden Interviews mit österreichischen Stakeholdern geführt, um deren Einschätzung zu derzeitigen und möglichen zukünftigen Steuerungsmechanismen zur Beeinflussung der MRT Nutzung, zu erheben.

253 Empfehlungen gegen MRT bei bestimmten Indikationen

Insgesamt wurden 253 Empfehlungen gegen den Einsatz der MRT aus 6 unterschiedlichen Programmen identifiziert. Die Mehrzahl stammte von dem American College of Radiology (ACR). Anteilsmäßig handelten die meisten Empfehlungen gegen die MRT als initiales bildgebendes Verfahren (69 %). Interventionen zur Reduktion von unangemessener MRT Nutzung ließen sich in die Kategorien Bildungsmaßnahmen, regulatorische und finanzielle Maßnahmen sowie organisatorische und strukturelle Maßnahmen einteilen. Bei der Befragung österreichischer Stakeholder wurden von diesen, unter anderem, das Fehlen von standardisierten Entscheidungshilfen, Bedarf an Fortbildung für zuweisende ÄrztInnen und Forderungen von PatientInnen als Ursachen für unangemessene MRT Nutzung angegeben.

2. MRT Bericht: vertiefende Informationen (Leitlinien und Diagnosepfade) zu „high-volume“ Indikationen

Der *MRT-Bericht Teil 2* [4] hatte zum Ziel, bei ausgewählten „high-volume“ Indikationen vertiefende Informationen ausfindig zu machen. Hierzu zählten Leitlinienempfehlungen (z. B. der Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften (AWMF)) und Diagnosealgorithmen (z. B. die Western Australia Diagnostic Imaging Pathways) sowie die – diesen Empfehlungen zugrunde liegende – Evidenz. Zusätzlich wurde eine MRT-Produktübersicht erstellt und eine Literatursuche zur Effektivität der MRT bei verschiedenen Feldstärken durchgeführt.

Diagnosepfade zu Knie, Wirbelsäule, Schulter, Schädel, Hüfte, Sprunggelenk

Im Rahmen des zweiten MRT Berichts wurden detaillierte Entscheidungspfade für Zuweisende zu folgenden Körperregionen darstellt:

- ✿ Knie (differenziert nach traumatischem und nicht-traumatischem Knieschmerz)
- ✿ Wirbelsäule (differenziert nach akutem Kreuzschmerz und Wirbelsäulentrauma)
- ✿ Schulter

- ❖ Schädel (differenziert nach Kopfschmerz bei Kindern und Psychose)
- ❖ Hüfte (differenziert nach chronischem und akutem Hüftschmerz und avaskulärer Nekrose)
- ❖ Sprunggelenk (differenziert nach chronischen Sprunggelenkschmerzen und Knöcheltrauma)

Die Recherche zur Produktübersicht konnte 17 relevante Hersteller aufspüren. Insgesamt wurden 40 Produkte identifiziert. 13 waren Nieder-, 18 Mittel- und 9 waren Hochfeldgeräte.

Produktübersicht

1.2 Definitionen und Konzepte

1.2.1 Angemessenheit, Überdiagnostik

Eine angemessene medizinische Versorgung fördert die Gesundheit der behandelten PatientInnen. Unangemessene Versorgung hingegen trägt nicht positiv zum Gesundheitszustand der behandelten PatientInnen bei, bzw. ist unter Umständen sogar gesundheitsschädlich. Damit geht einher, dass eine Reduktion von unangemessener medizinischer Versorgung nicht nur Kosten einspart, sondern auch vorteilhaft für die Gesundheit der PatientInnen ist [5]. Wir unterscheiden in weiterer Folge zwischen Über-, Unter- und Fehlversorgung sowie Überdiagnostik und Unterdiagnostik.

**angemessene
Versorgung:
fördert Gesundheit
der PatientInnen**

Übersversorgung, Unterversorgung und Fehlversorgung²

Übersversorgung liegt vor, wenn Leistungen keinen hinreichend gesicherten (Zusatz-)Nutzen aufweisen und über den individuellen Bedarf hinaus erbracht werden (z. B. aus Einkommensinteressen, Marketinggründen oder Unwissenheit). Übersversorgung liegt aus ökonomischer Perspektive auch dann vor, wenn bei alternativen Leistungen mit faktisch gleichem Nutzen nicht die Leistung mit der besten Kosten-Nutzen-Relation ausgewählt wird [6].

**Übersversorgung:
Nutzung ohne
positiven Effekt auf
die Gesundheit**

Unterversorgung liegt vor, wenn bei individuell, professionell und wissenschaftlich anerkanntem Bedarf Gesundheitsleistungen vorenthalten werden, obwohl der (Zusatz-)Nutzen hinreichend belegt ist und eine akzeptable Kosten-Nutzen-Relation realisiert wird [6].

**Unterversorgung:
Vorenthalten von
Interventionen mit
erwiesenem Nutzen**

Fehlversorgung ist die Versorgung mit Leistungen, bei denen ein vermeidbarer Schaden entsteht bzw. deren Schadenspotential das Nutzenpotential übersteigt. Fehlversorgung kann mit Unter- und Übersversorgung einhergehen [6, 7].

**Fehlversorgung:
vermeidbare Schäden
(durch Unter- oder
Übersversorgung)**

² Overutilization, Underutilization, Misutilization

Überdiagnostik und Unterdiagnostik

Im Zusammenhang mit Bildgebung sind vor allem Über- und Unterdiagnostik mit patientenrelevanten Konsequenzen einer unangemessenen Versorgung zu nennen.

Diagnose einer Erkrankung, die nie Symptome verursacht hätte = Überdiagnostik

falsch positive Befunde als Folge und Ursache von unangemessener Versorgung

Überdiagnostik ist nicht eindeutig definiert [8]. Im Rahmen des Berichts verwenden wir den Begriff, wenn bei asymptomatischen PatientInnen eine Erkrankung diagnostiziert wurde, die nie Symptome oder einen vorzeitigen Tod verursacht hätte [1]. Hierdurch unterscheidet sich Überdiagnostik von falsch positiven Befunden, in welchen fälschlicherweise eine nicht vorhandene Erkrankung festgestellt wurde. Wenn hingegen eine Erkrankung nicht als solche erkannt wird, ist von Unterdiagnostik die Rede. Eine gewisse Anzahl an falsch positiven Ergebnissen, Überdiagnostik und Unterdiagnostik ist selbst bei angemessener medizinischer Versorgung zu erwarten. Bei Überversorgung von bildgebenden Verfahren steigt allerdings die Zahl der falsch positiven Befunde und damit verbunden die Zahl an Personen, die unnötigerweise wegen einer Erkrankung behandelt werden bzw. bei denen weiterführende Untersuchungen notwendig sind. Damit sind falsch positive Befunde nicht nur eine *Folge* von unangemessener medizinischer Versorgung, sondern können auch eine *Ursache* sein [8]. Der umgekehrte Effekt tritt bei Unterversorgung auf: Die Zahl nicht erkannter Erkrankungen (Unterdiagnostik) nimmt zu, weshalb in weiterer Folge diese PatientInnen keine (rechtzeitige) Behandlung erhalten.

1.2.2 Regionale Unterschiede

seit mehr als 20 Jahren werden regionale Unterschiede in den USA erhoben: Dartmouth

Deutschland: Faktencheck Gesundheit

Seit mehr als 20 Jahren werden im Rahmen des Dartmouth Atlas Projekts die regionalen Unterschiede in der medizinischen Versorgung in den Vereinigten Staaten systematisch aufbereitet. Dadurch kann ein besserer Einblick in die Effektivität und Effizienz der Gesundheitsversorgung gewonnen werden [9]. Seit einigen Jahren wird auch in Deutschland von der Bertelsmann Stiftung zu regionalen Versorgungsunterschieden im Rahmen des Projekts Faktencheck Gesundheit gearbeitet und dazu auch interaktive Versorgungslandkarten veröffentlicht (<https://faktencheck-gesundheit.de/>). So zeigte eine Analyse von regionalen Unterschieden bei Knieoperationen (Endoprothetik), dass es in Deutschland 3- bis 4-fache Unterschiede in der Versorgung bei Männern gibt und dass in wohlhabenden Regionen deutlich häufiger operiert wird [10]. Ein Zusammenhang mit Diagnoseverfahren wurde nicht untersucht.

Analyse regionaler Unterschiede medizinischer Versorgung innerhalb der OECD

Innerhalb der Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (OECD) berichten nur Belgien, Kanada und Großbritannien Daten zu regionalen Unterschieden von MRT und Computertomographie (CT). In Belgien zeigt sich, dass CT durch MRT und MRT durch CT substituiert wird: In Regionen, in denen tendenziell wenig MRT Untersuchungen durchgeführt werden, ist die Zahl der CT Untersuchungen hoch – und umgekehrt. In Kanada wurde eine Leitlinie entwickelt, um eine angemessene Nutzung dieser beiden bildgebenden Verfahren zu fördern. Diese Guideline lasse allerdings den MedizinerInnen viele Freiheiten in ihrer Verordnungspraxis [11]. In Großbritannien wird vermutet, dass die regionalen Unterschiede in der Nutzung von MRT und CT nicht allein durch die Verfügbarkeit von Personal und Geräten, sondern auch durch unterschiedliche Verordnungspraktiken verursacht wird. Dies könne ein Indiz für Über- und Unterversorgung sein [12].

1.3 Ziele und Fragestellungen des MRT 3 Berichts

Ziel des Projekts ist es, gemeinsam mit dem Hauptverband der Sozialversicherung (HVB), eine daten-basierte Methode zu entwickeln und zu pilotieren, mit der ein angemessener Einsatz anhand österreichischer Routinedaten von MRT-Untersuchungen am Beispiel „untere Extremitäten“ überprüft werden kann. Hierfür sollen folgende Fragestellungen beantwortet werden:

1. Welche Detail-Empfehlungen liegen zur Nutzung der MRT in den für die unteren Extremitäten relevanten Indikationsbereichen Hüfte, Sprunggelenk, Fuß, Knie und Gefäßsystem vor?
2. Können daten-basierte Methoden zur Analyse von Über-, Unter- und Fehlversorgung in internationalen Projekten identifiziert werden?
3. Sind Aussagen zur Relation von MRT-Diagnostik und Eingriffen an den unteren Extremitäten möglich?
4. Was sind die Kriterien der MRT-Nutzung in Ländern mit vergleichbarer Versorgungsqualität bei geringeren Nutzungsraten?
5. Welche Vergütungspolitiken kommen in Ländern mit vergleichbarer medizinischer Versorgung und weniger MRT-Untersuchungen zur Anwendung?
6. Wie häufig sind MRT-Untersuchungen (an „unteren Extremitäten“) in anderen (low-frequency) Ländern?
7. Welche medizinischen Eingriffe nach Bestätigung einer Verdachtsdiagnose nach MRT an „untere Extremitäten“ sind möglich?

**in Zusammenarbeit
mit HVB:**

**Erarbeitung von daten-
basierter Methode
am Beispiel:
untere Extremitäten**

2 Methoden

2.1 Update der Empfehlungen – Fokus untere Extremitäten

Im Juni 2016 extrahierten wir Empfehlungen zum angemessenen MRT Einsatz an den unteren Extremitäten. Hierfür wurden drei Organisationen berücksichtigt, die evidenzbasierte Empfehlungen zur MRT Nutzung untere Extremitäten abgeben, bzw. für Österreich von besonderer Relevanz sind:

- ❖ American College of Radiology (ACR): Appropriateness Criteria® [13],
- ❖ AIM Specialty Health (AIM): Clinical Appropriateness Guidelines [14], und
- ❖ Verband für Bildgebende Diagnostik (VBDO): Orientierungshilfe Radiologie [15-18].

**Organisationen/
Leitlinien
berücksichtigt:**

ACR-criteria

AIM-criteria

**Orientierungshilfe
Radiologie**

2.2 Methods to detect inappropriate use of MRI or CT

We searched for articles on inappropriate (e.g. overuse, underuse, misuse, overdiagnosis, underdiagnosis, misdiagnosis or appropriateness) use of MRI or CT on following body parts: knee, hip, ankle, back or head. We also included articles on CT because these might mention methods that are also suitable to detect inappropriateness in MRI. We considered articles as relevant if they described a method to measure inappropriate imaging utilization.

- ❖ Inclusion criteria: data-based publications und systematic reviews on methods to measure inappropriate use of MRI or CT were included, regardless of which body parts or diseases were addressed.
- ❖ Exclusion criteria: expert opinions, unsystematic reviews, commentaries, articles with missing abstracts and articles on cancer screening or interventions to reduce inappropriate imaging were excluded. Additionally we excluded articles that only described utilization rates without connection to appropriateness, as well as studies solely reporting the number of incidental findings or sensitivity and specificity.

**Artikel über
unangemessene Nutzung
von MRT oder CT an
Knie, Hüfte, Fußgelenk,
Rücken, Kopf**

**Einschluss:
Einzelpublikationen
und SR**

**Ausschluss:
Expertenmeinungen,
unsystematische
Übersichtsarbeiten**

We searched 6 databases

- ❖ Cochrane, Centre for Reviews and Dissemination (CRD)-Database, Evidence-based Medicine (EBM) Reviews, Embase, Medline via Ovid, Trip.

6 Datenbanken

The search was conducted in June 2016. In addition we searched the database of dianahhealth.com on the 1st of August using the terms „overdiagnosis“, „underdiagnosis“, „misdiagnosis“, „overuse“, „underuse“, „misuse“ or „appropriateness“ in the subject „radiology“.

After removal of duplicates, 4,556 abstracts were eligible.

**4.553 Abstracts
gescreened**

47 Artikel entsprachen den Einschlusskriterien

2 authors independently screened the abstracts via abstrackr [19]. The first 100 randomly selected articles were double screened to provide feedback regarding the selection criteria. The following articles were assessed by one author only. 60 articles remained potentially eligible and the full texts were screened. Subsequently, we excluded 8 articles because we could only retrieve the abstracts, 3 did not describe a method to detect appropriateness, and 2 were about cancer imaging. Overall 47 papers met the inclusion criteria and were included in the final report.

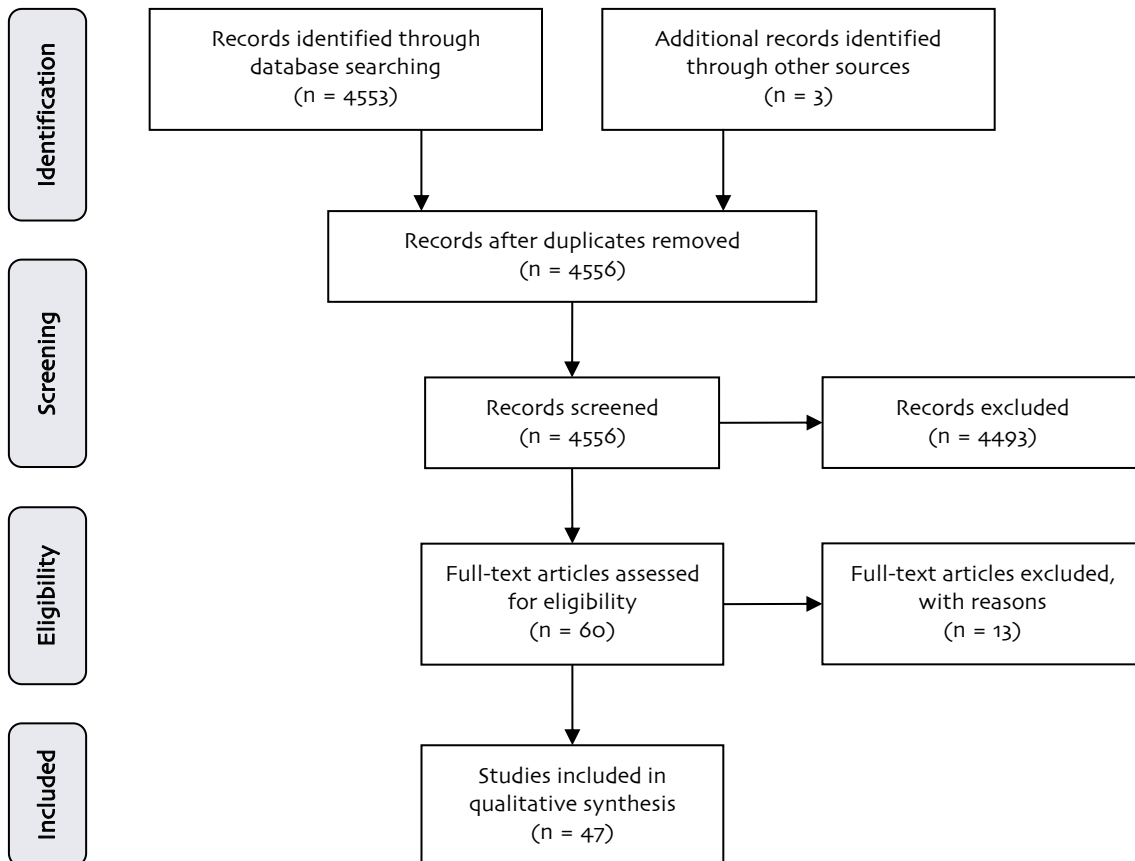


Figure 2.2-1: Prisma search tree on literature search for methods to detect inappropriate use

2.3 Relation between MRI exams and interventions on lower extremities

To investigate the relationship between imaging utilization, interventions on lower extremity and health care spending we conducted 4 multiple linear regressions based on OECD data (see Table 3.3-1). As predictors we chose health care spending (year 2011) and number of MRI or CT exams (either year 2014 or next available). As outcome variables we decided to assess either the number of hip replacements, (2) secondary hip replacements, or (3) total knee replacements of the year 2014 (or next available year). Additionally we assessed whether (4) MRI utilization is influenced by public or private health care spending. We used data provided by the OECD [20, 21].

We checked each primary conducted individual multiple linear regression analysis for outliers, multicollinearity (a phenomenon in which two or more predictor variables in a multiple linear regression model are highly correlated), and heteroscedasticity (error terms are unequal along a predictor variable). Additional regressions that were computed because of exclusions of outliers were not checked again for these quality indicators. Outliers were defined as cases with standardized residual > 2 . Each outlier was checked whether it was highly influential defined as Cook's distance (Cook's D) > 1 . Outliers with Cook's D < 1 were considered irrelevant. To assess multicollinearity we computed the variance inflation factor (VIF) [22] and tolerance statistics ($1/\text{VIF}$). A model was considered as problematic if either the variance inflation factor (VIF) was above 10 or tolerance statistics below 0.2 for any of the predictors. Heteroscedasticity was checked visually, by plotting the residuals against the fitted values. All computations have been conducted in the R environment [23] using the package "car" [22].

multiple Regressionanalysen, um Zusammenhänge zwischen Bildung, Eingriffe und Gesundheitsausgaben aufzuzeigen

Analyse auf

einflussreiche Ausreißer,

Multikollinearität,

Heteroskedastizität

2.4 Description of a similar health care system with lower advanced imaging utilization

Due to lack of written materials (publications) in English language, we contacted the Finnish Office for Health Technology Assessment (FinOHTA) on 6th of July 2016 and a Finnish expert on radiology

- ✧ (Heljä Oikarinen, MD, PhD. Specialist in Radiology at Oulu University Hospital, Department of Radiology)

via email. We asked about potential reasons for the lower utilization rates of advanced reason in Finland. We provided a short overview on the project and topic we are working on and asked for reasons that may be responsible for the lower utilization rates of MRI and CT in Finland (e.g. regulatory instruments like referral from specialists only or programmes for guideline implementation).

On „Diagnostic Rounds“ (interdisciplinary seminar on diagnostics) in the context of the Austrian Medical Education

- ✧ Georgios Karanikas, MD, Prof, one of the coordinators of the diagnostic rounds

was contacted on content and process of the lectures regarding guideline utilization.

Finnish expert in radiology

email-communication on regulatory instruments

2.5 Vergütungspolitiken in anderen Ländern

Handsuche und Scopus

nur Publikationen
zu USA gefunden

Mittels Handsuche³ in PubMed/Medline wurden einzelne Publikationen identifiziert und diese dann in einer Auswertung in Scopus einer Detailanalyse der Referenzen unterzogen. Auf diesem Weg wurden 125 Publikationen zu Politikansätzen und zu Effekten von Refundierungspolitiken (fast alle zu US-Amerika) gefunden. Eingeschlossen wurden Publikationen, die konkrete Politikansätze zur Steuerung von MRT und CT beschreiben. 23 Publikationen wurden einer eingehenden Lektüre und Analyse unterzogen.

Kontaktaufnahme
mit ExpertInnen aus
DE und CH

Zu Europäischen Refundierungspolitiken von „Advanced Imaging“ konnten keine entsprechenden Publikationen gefunden werden. Es wurden stattdessen drei ExpertInnen (aus Deutschland und der Schweiz) kontaktiert und befragt.

DE: Universität + KBV

✦ Deutschland: Prof. Dr. med. Bernt-Peter Robra, MPH, Institut für Sozialmedizin und Gesundheitsökonomie Otto-von-Guericke Universität Magdeburg

✦ Deutschland: Juliane Behnke, Referentin in Kassenärztlicher Bundesvereinigung (KBV), Dezernat 3 – Vergütung, Gebührenordnung und Morbiditätsorientierung

CH: BAG

✦ Schweiz: Dr. med Stefan Otto, Co-Leiter Sektion Medizinische Leistungen, Eidgenössisches Departement des Innern EDI, Bundesamt für Gesundheit BAG, Direktionsbereich Kranken- und Unfallversicherung

2.6 Häufigkeit von MRT „untere Extremitäten“ in low-frequency Ländern

OECD Daten und
Literatur-Handsuche

Im September 2016 wurde die Datenbank der OECD [21] nach Angaben zur Häufigkeit von MRT an unteren Extremitäten durchsucht. Zudem wurde eine Handsuche nach weiterer Literatur durchgeführt. Verwendete Suchbegriffe waren „MRI“, „use“ und „lower extremity“.

2.7 Interventionen nach MRT an „unteren Extremitäten“

Literatur-Handsuche
Gespräche zu
Abrechnungsdaten

Zur Erfassung möglicher Eingriffe in diversen Indikationen folgend auf eine MRT an den „unteren Extremitäten“ wurde eine Handsuche nach relevanter Literatur durchgeführt. Außerdem fanden Gespräche mit dem Hauptverband der Sozialversicherungen (HVB) zu Granularität von Abrechnungsdaten zu Eingriffen an den „unteren Extremitäten“ statt.

³ Suchbegriffe: „advanced imaging“ und/oder „MRI“ oder „CT“; „reimbursement polic“ und/oder „reimbursement strateg“

3 Ergebnisse

3.1 Update der Empfehlungen – Fokus untere Extremitäten

Wir extrahierten Empfehlungen zur MRT an den unteren Extremitäten von folgenden Organisationen: ACR [13], AIM [14] und Orientierungshilfe Radiologie [15-18]. Die meisten Empfehlungen stammen von der ACR und weisen den höchsten Differenzierungsgrad auf. Die ACR bewertet die Untersuchungsmethoden je nach Indikation anhand einer Skala von 1-9. Die niedrigsten Scores bedeuten, dass die diagnostische Methode in der Regel nicht angemessen ist (1-3 'usually not appropriate' – under most circumstances, the study or procedure is unlikely to be indicated in these specific clinical settings, or the risk-benefit ratio for patients is likely to be unfavourable, as shown in published peer-reviewed, scientific studies supplemented by expert opinion), ein Score von 4-6 'may be appropriate', 7-9 bedeutet hingegen ('usually appropriate'), dass diese Untersuchung üblicherweise angemessen ist.

Im Folgenden werden die Empfehlungen anhand der Körperregionen (Hüfte, Knie, Sprunggelenk, Fuß, Gefäßsystem und unspezifisch/allgemein) beschrieben.

3.1.1 Hüfte

Die von der ACR gelisteten Indikationen für MRT an der Hüfte sind akuter Hüftschmerz, chronischer Hüftschmerz und post Hüftarthroplastik sowie Osteonekrosen an der Hüfte. Zusammenfassend wurden von der ACR bei allen gelisteten Indikationen der Hüfte, die MRT-Untersuchungen als für gewöhnlich nicht angemessen zur initialen Bildgebung bewertet. Nach Einsatz anderer bildgebender Verfahren, erhielten, je nach Fragestellung, die MR-Untersuchungen auch die höchsten Bewertungen [13]. Ähnlich wie die ACR, empfehlen die AIM und die Orientierungshilfe Radiologie eine MRT erst als weiterführende Untersuchung durchzuführen [14, 15].

Bei *akutem Hüftschmerz* wurde MRT ohne Kontrastmittel, nach vorhergehendem Röntgen, das keine schlüssige Diagnose ergab, als üblicherweise angemessen bewertet. MRT war in diesem Fall die Untersuchungsmethode, die – verglichen mit den anderen bildgebenden Verfahren – den höchsten Score erhielt. Als initiale bildgebende Untersuchung sei MRT allerdings in der Regel nicht geeignet [13]. Ähnlich ist die Empfehlung von AIM, die MRT bei Verdacht auf okkulte Hüftnahe Fraktur und Epiphyseolysis capitis femoris⁴ nur nach anderen Verfahren empfiehlt. Ohne näherer Angabe wird von der AIM die MRT außerdem bei einem Riss der Gelenkklippe empfohlen [14].

Bei *chronischem Hüftschmerz* erzielten MRT-Untersuchungen bei 5 von 8, von der ACR gelisteten Indikationen, eine höhere Bewertung als die anderen Untersuchungsmethoden. Als üblicherweise nicht angemessen wurden die verschiedenen MRT-Methoden lediglich zur initialen Bildgebung bewertet. Bei Gesäßschmerzen und unklarem radiologischem Befund sei eine MRT unter Umständen angebracht [13].

Empfehlungen von ACR, AIM und Orientierungshilfe Radiologie

**ACR 1-3 unangemessen
ACR 4-6 möglicherweise
ACR 7-9 üblicherweise
angemessen**

Empfehlungen anhand der Körperregionen beschrieben

MRT von AIM und ACR nur nach vorhergehendem Röntgen empfohlen

MRT *nach* Röntgen bei akutem Hüftschmerz üblicherweise angemessen

MR bei chronischem Hüftschmerz zur weiterführenden Untersuchung

⁴ Verlauf kann sowohl akut als auch chronisch sein.

nach totaler Hüftarthroplastik meist andere bildgebenden Verfahren zu bevorzugen

Nach totalem *Hüftgelenkersatz* erhielt die MRT bei nur 2 von 11 Indikationen eine höhere Bewertung als die anderen bildgebenden Verfahren. Hierbei handelt es sich um einen um PatientInnen mit einen schmerzhaften totalem Hüftgelenkersatz mit Metall-Metall Gleitpaarung oder Oberflächenersatz zur Evaluation auf eine aseptische Lymphozyten-dominierte, Vaskulitis-assoziierte Läsion (ALVAL)⁵ und zum anderen um PatientInnen mit Verdacht auf Nervenschädigung [13].

MRT bei Osteonekrose und Morbus Perthes erst nach anderen Verfahren

Als erstes bildgebendes Verfahren bei klinischem Verdacht auf *Osteonekrose* der Hüfte sei eine MRT, laut der ACR, üblicherweise nicht angebracht. Bei den vier weiteren Indikationen verbunden mit Osteonekrose der Hüfte erhielten die MRT höhere Scores als die anderen bildgebenden Verfahren [13]. Die AIM betrachtet bei Morbus Perthes (Legg-Calvé-Perthes disease), nach vorhergehender radiologischer Untersuchung, eine MRT als indiziert [14]. Ähnlich listet die Orientierungshilfe Radiologie die MRT, bei Verdacht auf Femurkopfnekrose oder Morbus Perthes als Verfahren zur weiterführenden Untersuchung auf [15].

Die Bewertungen der sind in Table 6.1-1, Table 6.1-2 und Table 6.1-13 im Appendix im Detail dargestellt.

3.1.2 Knie

Empfehlungen Knie der ACR, AIM und Orientierungshilfe Radiologie zum Teil widersprüchlich

Die ACR teilt die möglichen Indikationen für MRT am Knie in *akutes Knie-trauma, Zustand nach totalem Kniegelenkersatz* und *nichttraumatischer Knieschmerz* ein. Die Empfehlungen der ACR, AIM und der Orientierungshilfe Radiologie widersprechen sich zum Teil. So empfiehlt die AIM eine MRT bei Band- oder Meniskusriss erst nach vierwöchiger konservativer Therapie durchzuführen, während in der Orientierungshilfe Radiologie diese Vorbedingung nicht genannt wird. Laut der ACR sei eine MRT unter Umständen bei bestimmten Symptomen (z. B. Unfähigkeit das Knie zu belasten) als initiales bildgebendes Verfahren angebracht. Eine noch breitere Empfehlung gibt die Orientierungshilfe Radiologie: Eine MRT sei als primäres bildgebendes Verfahren angebracht, wenn Bänder, Menisken, Knorpelgewebe, Synovia oder der Markraum evaluiert werden sollen. Beim nichttraumatischen Knieschmerz soll laut allen Organisationen eine MRT erst nach anderen bildgebenden Verfahren durchgeführt werden.

MRT Knie unter bestimmten Umständen als initiales bildgebendes Verfahren lt. ACR bei akuten Knie trauma geeignet

Beim *akuten Knie trauma* nach einem Sturz sei, laut der ACR, eine MRT Untersuchung unter Umständen und nur bei bestehen bestimmter Symptome⁶ als Erstuntersuchung angebracht. Bei Verletzungen des Knies unbekannter Ursache und aufgrund von Motorradunfällen⁷, wurde nicht explizit angegeben, ob es sich bei den Empfehlungen zur MRT um Erstuntersuchungen oder um weiterführende Untersuchungen handelt. Bei schweren Knieverletzungen aufgrund eines Motorradunfalls und Verdacht auf Knieluxation sei die MRT üblicherweise angebracht. Wenn eine Verletzung des Knies unbekannter Ursache mit lokaler patellarer Reizsymptomatik und Erguss (Effusion) vorliegt, könne eine MRT unter Umständen angebracht sein [13].

⁵ Auch als "adverse reaction to metal debris (ARMD)" bezeichnet

⁶ Mindestens eines der folgenden: Unfähigkeit das Knie zu belasten, Effusion oder lokale Empfindlichkeit

⁷ Die ACR führt Motorradunfälle als eigene Kategorie

Die AIM empfiehlt eine MRT bei Band- oder Meniskusriss bzw. Meniskusverletzung nur unter bestimmten Bedingungen (unter anderem eine vorhergehende vierwöchige konservative Behandlung). Sollten nach einer Operation eines Sehnen- oder Bänderriss neue Symptome auftreten, sei eine MRT indiziert [14]. In der Orientierungshilfe Radiologie wird eine MRT als primäres bildgebendes Verfahren empfohlen, um Bänder, Menisken, Knorpelgewebe, Synovia oder den Markraum zu untersuchen [16].

Beim *nichttraumatischen Knieschmerz* vergab die ACR für die MRT als initiales Verfahren bei allen genannten Indikationen den niedrigsten Score. Die MRT sei damit üblicherweise nicht als erstes bildgebendes Verfahren angebracht. Für die restlichen 8 genannten Indikationen sei die MRT in 6 Fällen üblicherweise angebracht (bei 5 Indikationen wurde die MRT besser bewertet als andere bildgebende Verfahren). Üblicherweise nicht angebracht sei die MRT bei allen Indikationen, welche in Verbindung mit degenerativen Gelenkerkrankungen stehen (niedrigster Score) [13]. Die AIM empfiehlt eine MRT unter bestimmten Bedingungen und jedenfalls nach vorhergehendem konventionellem Röntgen bei Chondropathia patellae. Außerdem sei eine MRT bei Osteochondritis dissecans indiziert [14]. Die Orientierungshilfe Radiologie empfiehlt die MRT bei Knieschmerzen als weiterführende Untersuchungsmethode einzusetzen [15].

Nach einem totalen Kniegelenkersatz sei die MRT als Routine follow-up Untersuchung bei asymptomatischen PatientInnen und zur Erstuntersuchung bei Verdacht auf periprothetische Infektion, laut der ACR, üblicherweise nicht angebracht. Bei Verdacht auf Prothesenlockerung oder Infektion sei die MRT nach vorhergehender Röntgenbildgebung unter Umständen indiziert [13].

Die Empfehlungen der einzelnen Organisationen sind im Detail in Table 6.1-3 und Table 6.1-4 und Table 6.1-13 im Appendix dargestellt.

3.1.3 Sprunggelenk

Das ACR teilt die Empfehlungen zum Sprunggelenk in die Kategorien akutes Trauma und chronische Schmerzen ein. Die MRT als bildgebende Erstuntersuchung erhielt in beiden Kategorien jeweils die kleinstmöglichen Scores und wurde damit als üblicherweise nicht angebracht bewertet [13]. Ebenso empfiehlt die AIM bei den meisten gelisteten Fällen, zuerst eine andere bildgebende Untersuchung durchzuführen. Lediglich zur präoperativen Evaluation bei akuter Sehnenruptur und gleichzeitiger Muskelschwäche wurde dies nicht ausdrücklich verlangt.

Das ACR listet bei *akutem Trauma des Sprunggelenks* keine Indikation auf, bei der eine MRT zur initialen Bildgebung angebracht sei. Bei bestehenden Schmerzen, die länger als eine Woche andauern, könne eine MRT ohne Kontrastmittel unter Umständen indiziert sein. Mit einem Score von 6 erhielt hier die MRT eine höhere Bewertung als andere bildgebende Untersuchungen. Damit sei für diese Indikationsstellung die MRT unter Umständen ein geeignetes Verfahren. Ebenfalls besser als andere bildgebende Untersuchungen schnitt die MRT ab, wenn die vorangegangene radiologische Untersuchung eine osteochondrale Verletzung suggeriert: In diesem Fall sei eine MRT üblicherweise angebracht. Außerdem sei sie üblicherweise bei Verletzungen der Syndesmose angemessen [13]. Zur präoperativen Planung bei akuter Sehnenruptur sei eine MRT entweder bei Muskelschwäche indiziert oder wenn vorher andere bildgebende Verfahren durchgeführt wurden. Bei Sehnenver-

AIM: bei Band- oder Meniskusriss nach konservativer Behandlung

MRT bei nichttraumatischen Knieschmerz nicht zur initialen Bildgebung geeignet

nach Kniearthroplastik MRT als Routineuntersuchung nicht angebracht

MR Untersuchungen hauptsächlich nach vorhergehenden anderen Verfahren

ACR: MR-Verfahren nicht zur initialen Bildgebung bei akutem Trauma des Sprunggelenks empfohlen

Orientierungshilfe Radiologie: MRT bei Muskelriss der Achillessehne als initiale Untersuchung geeignet bei chronischen Sprunggelenksschmerzen MRT nicht zur initialen Bildgebung empfohlen

letzungen (chronisch und akut) empfiehlt die AIM unter bestimmten Voraussetzungen und nach vorhergehender konventioneller radiologischer Untersuchung eine MRT [14].

Im Kontrast hierzu stehen die Empfehlungen der Orientierungshilfe Radiologie, nach welcher eine MRT bei Muskelriss der Achillessehne als initiale Untersuchung indiziert sei. Bei Achillodynie und Verletzungen des Sprunggelenks (Band- und osteochondrale Läsionen) sei MRT erst zur weiteren Abklärung indiziert [15, 16].

Bei *chronischen Sprunggelenksschmerzen* sei die MRT üblicherweise zur initialen Bildgebung nicht geeignet. Zur weiterführenden Untersuchung erhielt die MRT oder MR-Arthographie in 6 von 7 Fällen eine höhere Bewertung als andere bildgebende Verfahren. Nur bei multiplen degenerativen Gelenkserkrankungen im Rückfuß, festgestellt mittels herkömmlicher radiologischer Untersuchung, wurden andere bildgebende Verfahren gleich gut oder besser bewertet. MRT könne hier aber unter bestimmten Bedingungen angebracht sein [13]. Von der AIM werden außerdem Beschwerden in Verbindung mit dem Tarsaltunnel zur weiteren Abklärung als Indikation für die MRT genannt [14].

Die Empfehlungen sind im Detail, je nach Organisation, in Table 6.1-5, Table 6.1-6 und Table 6.1-13 im Appendix dargestellt.

3.1.4 Fuß

Empfehlungen der ACR, AIM und Orientierungshilfe Radiologie zum Teil widersprüchlich

Die potentiellen Indikationen für die MRT am Fuß werden von der ACR in die Kategorien *akutes Fußtrauma*, *chronischer Fußschmerz* und *Verdacht auf Osteomyelitis bei PatientInnen mit Diabetes mellitus* eingeteilt. Die Empfehlungen der ACR, AIM und der Orientierungshilfe Radiologie unterscheiden sich zum Teil. So sei laut Letzterer eine MRT beim komplexen regionalen Schmerzsyndrom als primäres Verfahren empfohlen. Die ACR bewertet hingegen die MRT bei der Indikation komplexes regionales Schmerzsyndrom Typ I, selbst bei vorhergehender radiologischer Untersuchung, als üblicherweise nicht angemessen. Ebenso uneinheitliche Empfehlungen konnten beim diabetischen Fuß festgestellt werden: Hier setzte die AIM eine radiologische Untersuchung vor der MRT voraus. Bei den beiden anderen berücksichtigten Quellen konnte keine derartige Voraussetzung gefunden werden.

MRT beim akuten Fußschmerz nur bei bestimmten Indikationen als erstes bildgebendes Verfahren

Beim *akuten Fußtrauma* bewertet die ACR für fast alle genannten Indikationen die MRT als erstes bildgebendes Verfahren mit dem niedrigsten Score. Damit sei die MRT als Erstuntersuchung in der Regel nicht angebracht. Lediglich bei Verdacht auf Verletzungen der plantaren Platte, sei die MRT unter Umständen in Erwägung zu ziehen. Bei allen 3 nicht zur ersten Bildgebung genannten Indikationen sei die MRT zumindest unter bestimmten Umständen indiziert: Bei Lisfranc Verletzungen, mit unauffälligem radiologischem Befund sowie Unfähigkeit den verletzten Fuß zu belasten, sei eine MRT üblicherweise indiziert. Ebenso üblicherweise indiziert sei die MRT bei Verdacht auf Sehnenruptur oder Luxation im Fuß und unauffälligem radiologischem Befund. Unter Umständen angebracht sei die MRT bei Verdacht auf penetrierendes Trauma mit einem Fremdkörper und negativem radiologischem Befund [13]. Im Orientierungsleitfaden Radiologie wird eine MRT bei Bänderverletzungen oder osteochondrale Läsionen nach vorhergehendem anderem bildgebenden Verfahren empfohlen [15].

Beim *chronischen Fußschmerz* unbekannter Ätiologie, sei die MRT laut der ACR als erstes bildgebendes Verfahren im Allgemeinen nicht angebracht. Bei den anderen 10 genannten Indikationen wurden die MRT Untersuchungen in 8 Fällen als üblicherweise angebracht, mit einem Höchstscore von 9, bewertet. Bei 6 Indikationen wurde die MRT besser bewertet als andere bildgebende Verfahren. Hingegen üblicherweise nicht angemessen sei die MRT bei unauffälligem radiologischem Befund und klinischem Verdacht auf komplexes regionales Schmerzsyndrom Typ I sowie bei Schmerzen und Empfindlichkeit über dem zweiten Metatarsalköpfchen und klinischen Verdacht auf Morbus Köhler-Freiberg Verletzung bei unklarem neurologischem Befund [13]. Bei Verdacht auf Morton Neurom bewertet die AIM eine MRT als indiziert, wenn die Diagnose nach physikalischer Untersuchung oder Ultraschall unklar ist. Für die präoperative Planung bei plantarer Fasziiitis und nach 6 Monate konservative Behandlung, sei laut der AIM eine MRT indiziert [14]. Im Gegensatz zur ACR wird in der Orientierungshilfe Radiologie die MRT als primäres bildgebendes Verfahren für das komplexe regionale Schmerzsyndrom empfohlen [15].

Bei PatientInnen mit *Diabetes mellitus und Verdacht auf Osteomyelitis* wurde die MRT bei allen 4 genannten Indikationen von der ACR als üblicherweise angemessen bewertet (Score 9) [13]. Die AIM setzt bei dieser Indikationsstellung eine vorhergehende radiologische Untersuchung mit unklarem Befund voraus [14]. Laut dem Orientierungsleitfaden Radiologie sei die MRT als primäres Verfahren angebracht, um zwischen Arthropathie und Infektion beim diabetischen Fuß zu unterscheiden. Eine weitere Indikation sei Osteomyelitis, wenn Komplikationen wie Fisteln oder Abszesse vorliegen [15].

Die Empfehlungen im Detail sind in Table 6.1-7, Table 6.1-8 und Table 6.1-13 dargestellt.

3.1.5 Gefäßsystem

Die Empfehlungen zur Magnetresonanzangiographie (MRA) bei vaskulären Indikationsstellungen sind zwischen den Organisationen zum Teil widersprüchlich oder nicht eindeutig. Während die AIM empfiehlt, eine computertomographische Angiographie (CTA) oder MRA erst nach anderen nichtinvasiven Gefäßuntersuchungen durchzuführen, findet sich in der Orientierungshilfe Radiologie die Empfehlung, eine MRA bei Ischämie der unteren Extremitäten als primäres Verfahren durchzuführen. Die ACR führt bei den genannten Indikationsstellungen in 4 von 7 Fällen nicht an, ob es sich bei der MRA um die initiale Bildgebung handelt. Laut der ACR, sei von den gelisteten Indikationen die MRA nur bei asymptomatischen PatientInnen nach Bypassoperation nicht indiziert.

Die ACR listet folgende Indikationen für die MRA auf: Claudicatio, follow-up nach arterieller Bypassoperation, rezidivierende Symptome nach Angioplastie, Verdacht auf tiefe Beinvenenthrombose und plötzliches Einsetzen schmerzhafter kalter Füße. Nur bei asymptomatischen PatientInnen nach Bypassoperation sei eine MRA für gewöhnlich nicht indiziert. Bei keiner Indikation wurde explizit angegeben, dass es sich um das initiale bildgebende Verfahren handelt [13].

MRT bei chronischen Fußschmerz als erstes bildgebendes Verfahren lt. ACR nicht angebracht

im Widerspruch zur ACR sei MRT beim komplexen regionalen Schmerzsyndrom lt. Orientierungshilfe Radiologie als primäres Verfahren geeignet

MRT beim diabetischen Fuß und Verdacht auf Osteomyelitis indiziert

Empfehlungen zwischen den Organisationen bei vaskulären Fragestellungen widersprüchlich

MRA nur bei einer von der ACR gelisteten Indikation nicht indiziert

MRA oder CT lt. AIM erst nach anderen nichtinvasiven Gefäßuntersuchungen

Die AIM listet 14 Indikationen auf, bei denen sie entweder eine MRA oder CTA empfiehlt. Generell sollten vor der CTA oder MRA andere nichtinvasive Gefäßuntersuchungen durchgeführt werden. Zu diesen zählen: Segmentale Messung des systolischen Blutdruckes, plethysmographischen Verfahren oder sonographische Verfahren. MRA sollte auch bei PatientInnen in Erwägung gezogen werden, die in der Vergangenheit Kontrastmittelreaktionen gezeigt haben oder bei denen eine Atopie bekannt ist [14].

In der Orientierungshilfe Radiologie bezieht sich die einzige, für die vorliegende Arbeit relevante, MRA Empfehlung, auf Ischämie in den unteren Extremitäten. Eine MRA sei in diesem Fall als Primäruntersuchung indiziert.

Die Empfehlungen der einzelnen Organisationen sind im Detail in Table 6.1-9, Table 6.1-10 und Table 6.1-13 dargestellt.

3.1.6 Unspezifische Indikationen/Allgemein

grundsätzlich konventionelles Röntgen vor MRT oder CT

Die AIM führt an, dass grundsätzlich konventionelle Röntgenbilder vor modernen bildgebenden Verfahren, wie z. B. MRT oder CT, durchgeführt werden sollten. Von der ACR werden die Empfehlungen zu anderen Indikationen, die für die unteren Extremitäten relevant sein können, in folgende Kategorien eingeteilt: *Follow-up von malignen oder aggressiven muskuloskelettalen Tumoren; metastatische Knochenerkrankungen; Osteoporose und Knochenmineraldichte; primäre Knochentumore; Weichteilmasse; Stressfrakturen (inkludiert Sakrum ohne andere Wirbel); Verdacht auf Osteomyelitis, septische Arthritis oder Weichteilinfektion (ohne Wirbelsäule und diabetischen Fuß).*

unterschiedliche Empfehlungen zu MRT bei muskuloskelettalen Tumoren

Follow-up von malignen oder aggressiven muskuloskelettalen Tumoren: Die ACR listet hierzu 5 Indikationen auf. Lediglich bei asymptomatischen PatientInnen zur Evaluation von knöchernen metastatischen Erkrankungen sei eine MRT üblicherweise nicht geeignet. Sollten diese PatientInnen Symptome zeigen, sei eine MRT unter Umständen angebracht. Bei den 3 restlichen Indikationen sei eine MRT üblicherweise angemessen [13]. In der Orientierungshilfe Radiologie wird hingegen die MRT als primäre Maßnahme zum Staging und Therapiekontrolle empfohlen. Geeignet sei die MRT zur Beurteilung des Tumors und als Basisuntersuchung vor der Therapie [18]⁸.

bei metastatischen Knochenerkrankungen MRT laut ACR nur unter besonderen Bedingungen angemessen

Metastatische Knochenerkrankungen: Bei 6 der 7 von der ACR genannten Indikationen wurde die MRT mit den am niedrigsten möglichen Score bewertet. Die MRT ist bei diesen Indikationen somit in der Regel nicht angebracht. Nur bei jungen PatientInnen mit Osteosarkom der langen Röhrenknochen sei bei einer Suche nach Metastasen und bei unauffälligem Thorax-CT eine MRT üblicherweise angemessen [13]. In der Orientierungshilfe Radiologie wird eine MRT oder CT bei unspezifischem Verdacht und bekanntem primären Knochentumor nach unauffälligem Röntgen empfohlen [15].

MRT nicht zur Erstuntersuchung bei Verdacht auf Osteoporose

Osteoporose und Knochenmineraldichte: Die ACR listet hierzu 2 Indikationen. Als Erstuntersuchung ist eine MRT bei PatientInnen in Langzeitbehandlung mit Biphosphonaten und Schmerzen in Oberschenkel oder Leiste üblicherweise nicht angebracht. Bei Vorliegen eines unauffälligen Röntgenbildes sei eine MRT in der Regel angemessen [13].

⁸ Hierbei handelt es sich laut Reviewerrückmeldung um eine besonders seltene PatientInnengruppe. Hierzu gäbe es detailliertere Leitlinien, weshalb dieser Absatz keinen Anspruch auf Vollständigkeit erhebt.

Primäre Knochentumore: Die ACR listet 11 Indikationen für primäre Knochentumore. MRT sei zum Screenen auf primäre Knochentumore üblicherweise nicht geeignet. Bei den 10 verbliebenen Indikationen wurde die MRT ausnahmslos nach anderen bildgebenden Verfahren eingesetzt. In 6 Fällen wurde die MRT als üblicherweise angemessen und außerdem besser als andere bildgebende Verfahren bewertet [13]. Ähnlich wie von der ACR, ist in der Orientierungshilfe Radiologie eine MRT beim primären Knochentumor zur weiteren Abklärung, nach anderen bildgebenden Verfahren, vorgesehen.

MRT zur initialen Abklärung bei primären Knochentumoren nicht geeignet

Weichteilmasse: MRT sei, laut der ACR, bei unschlüssigen Ergebnissen durch die klinische Untersuchung, als initiale Bildgebung in der Regel nicht angemessen. Sollte sich bei der klinischen Untersuchung ein Verdacht auf ein Lipom ergeben, sei eine MRT unter Umständen als initiales bildgebendes Verfahren angemessen. Wenn die klinische Untersuchung auf ein Ganglion oder auf eine Poplitealzyste hinweist, sei eine initiale MRT üblicherweise angebracht. Bei den 3 weiteren Indikationen, in welchen die MRT zur weiteren Abklärung nach anderen bildgebenden Verfahren eingesetzt wird, sei diese üblicherweise geeignet und wurde besser als andere Verfahren bewertet [13]. In der Orientierungshilfe Radiologie wird eine MRT bei Tumorverdacht oder zur Abklärung von Rezidiven als primäres bildgebendes Verfahren empfohlen [15]. Die AIM sieht andere bildgebende Verfahren vor der MRT vor. Lediglich bei spontaner Hämorrhagie des Weichteilgewebes wurde dies nicht ausdrücklich erwähnt [14].

MRT bei bestimmten Fragestellungen zur initialen Bildgebung der Weichteilmasse vorgesehen

Stressfrakturen: Laut der ACR sei bei Stressfrakturen zur initialen Abklärung eine MRT in der Regel nicht angebracht. Zu weiterführenden Abklärung sei eine MRT bei 5 von 6 beschriebenen Indikationen üblicherweise angemessen [13]. Wie von der ACR ist in der Orientierungshilfe Radiologie eine MRT bei Stressfrakturen nur zu weiteren Abklärung vorgesehen [15].

MRT bei Stressfrakturen nur zur weiteren Abklärung

Verdacht auf Osteomyelitis, Septische Arthritis, oder Weichteilinfektion: Die ACR listet hier 9 Indikationen auf. Bei beiden Indikationen, zur initialen Bildgebung wurde die MRT mit dem am niedrigsten möglichen Score bewertet. Damit sei eine MRT zur initialen Bildgebung, laut der ACR, in der Regel nicht angebracht. Bei 6 der 7 verbliebenen Indikationen sei eine MRT üblicherweise angemessen [13]. Ähnlich, wie die ACR, sieht die AIM bei Osteomyelitis erst nach unauffälligem Röntgenbefund eine MRT vor [14]. Im Kontrast hierzu stehen die Empfehlungen der Orientierungshilfe Radiologie. Laut dieser sei eine MRT zur initialen Bildgebung angemessen [15].

bei Verdacht auf Osteomyelitis, Septische Arthritis oder Weichteilinfektion MRT zur initialen Bildgebung laut ACR und AIM nicht geeignet, laut Orientierungshilfe Radiologie geeignet

Die Empfehlungen sind in Detail in Table 6.1-11, Table 6.1-12 und Table 6.1-13 im Appendix dargestellt.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass AIM sich generell gegen eine MRT als initiales bildgebendes Verfahren ausspricht und ACR die MRT als initiales Verfahren nur vereinzelt unter bestimmten Voraussetzungen empfiehlt.

Zusammenfassung: AIM generell gegen MRT als initiales Verfahren, ACR nur vereinzelt, Orientierungshilfe Radiologie am häufigsten

Am häufigsten als initiales bildgebendes Verfahren wird die MRT in der Orientierungshilfe Radiologie empfohlen (siehe Anhang 6.1.7).

3.2 Methods to detect inappropriate use of MRI or CT

8 verschiedene Methoden um unangebrachte Nutzung festzustellen

We included and reviewed 47 articles on methods to detect inappropriate use of MRI or CT. These articles were ordered in 8 different categories (presented in chapter 3.2.1 to 3.2.8), depending on the method used. The 3 included systematic reviews could not be assigned to a specific category. Hence, we present them separately in chapter 3.2.9. As some of the studies used a combination of different methods, individual studies are presented multiple times in different categories.

3.2.1 Diagnostic information

diagnostische Information: Einfluss auf Diagnose oder Behandlung

Generally, the criterion *diagnostic information* was met if the study was investigating the question whether the MRI contributed to the patients' treatment or changed the diagnosis. A high rate of imaging without diagnostic information regarding a particular indication or under specific circumstances indicates overuse [24, 25].

13 Beobachtungsstudien, erste bereits 1992 publiziert

14 studies used the criterion diagnostic information as indicator for inappropriate imaging utilization. All 13 studies were observational and evaluated either primary patient data (3 studies) or data based on patient records (10 studies). Sample size ranged from 62 [25] to 897 [26]. The first study that used this method was published in 1992 [26]. 5 studies combined this approach with other detection methods. Kim et al. [27], for instance, additionally assessed how many MRI would be necessary to find one surgical candidate in different diagnostic pathways (chapter 1.1.1).

ohne verfügbare Untersuchungsergebnisse keine diagnostische Information

Another related reason why the exam has been judged as inappropriate was because the imaging scans or results were not available. This was mostly the case if the imaging was conducted prior admission to the treating medical facility. One study reported that only 16 of 67 hand imaging exams were available for review by the surgeon [25]. Issues on imaging conducted outside the treating facility was also mentioned by another study: Heller et al. [28] reported that none of their reviewed cases had major findings that led to a change in the management of the patient.

diagnostische Information auch mittels Fragebogen erhoben

Gelb et al. [29] used a questionnaire answered by physicians to assess whether the MRI findings changed the initial diagnosis or if they considered the exams of value. According to the answering physicians, MRI changed in only 4% of the patients the clinical diagnosis. In 2 of 14 patients the treatment plan changed from non-operative to operative. Vosbourgh et al. [30] used a similar approach. They created a list of 7 different appropriateness criteria for spine MRI. All of them had to be met to judge the exam as appropriate. This was true in 22% of the evaluated cases.

Included studies are presented in detail in the appendix (Table 6.2-1).

3.2.2 Predictors associated with imaging use

A relationship between a factor and imaging rate can be an indicator for overuse, in particular if the factor is obviously not relevant for the patient's clinical condition. Amrhein [24], for instance, demonstrated that self-referring physicians have a higher utilization rate of MRI.

Predictors associated with imaging use were examined in 17 studies, all of them observational. Relationships were computed via bivariate or multivariate analyses. The first study was published in 1992 [31]. Study size ranged from 49 to 42,412. 11 studies either used primary patient data or patient records (e.g. hospital records or institutional records). 5 studies assessed aggregated data (insurance or registry data): 3 of these studies evaluated regional data [32-34]. This method was mostly combined with other detection method to describe factors that contributed to overuse. Only 5 studies solely depended on predictors associated with imaging use.

Factors reported to be associated with MRI or CT utilization were amongst others:

- ❖ **Clinician:** Ear, nose and throat specialists were five times more likely to order inappropriate head-CT than emergency physicians. [35]; Primary care physicians prescribed more often inappropriate MRI of the spine [36]; odds of undergoing CT were lower when the patient was assessed by a non-physician compared to a physician (OR: 0.38; $P < 0.001$) [34]. Self-referring physicians have a 17.3% higher rate of non-diagnostic spine-MRI ($P = 0.006$) [24, 31].
- ❖ **Treating facility:** Patients of public hospitals did less likely undergo inappropriate MRI of the spine than patients of private hospitals (OR: 0.48; $P < 0.001$) [37]; More inappropriate spine-MRI prescriptions in private practices (17.2%) than in public practices (7.4%) ($P < 0.001$) [36]; CT head utilization differences could not be explained by the rate of clinically important head injuries or the severity of clinical findings [38].
- ❖ **Patient characteristics:** Complementary health insurance did not show a statistically significant effect on spine-MR utilization ($P = 0.22$) [37]; Patients with private insurance are more likely to undergo CT (OR: 1.26; $p < 0.001$) [39]; Patients from minority groups did less likely undergo advanced imaging [32, 40, 41], or received it less rapid [41]; Major diagnostic category (based on ICD codes) was the variable with the greatest impact on CT use. This indicates that imaging was mostly driven by the diagnosis of the patient [32].
- ❖ **Region:** Inappropriate imaging was highest in low volume hospitals and in rural regions [33].

Included studies are presented in detail in the appendix (Table 6.2-2).

Einfluss von externen Faktoren als Hinweis für unangemessene Bildgebung

17 Studien, erste Publikation von 1992

Methode meist mit anderen kombiniert

Faktoren in Verbindung mit CT oder MRT:

Eigenschaften der ÄrztInnen,

der Einrichtungen,

der Patientencharakteristika

oder

der Region

3.2.3 Comparison with guideline recommendations

20 Studien verglichen Aufzeichnungen mit Leitlinienempfehlungen erste Publikation von 1992

21 articles compared the available data with guideline recommendations. 20 of them were observational. 1 article was the description of the appropriateness method from the RAND-Corporation. Most of the studies evaluated data on patient level or hospital records. 3 studies used insurance or register data to make the comparisons with the guideline recommendations. [33, 42, 43]. The earliest studies were published in 1992 [31, 44]. Sample size ranged from 172 to 1,360,908.

suche nach Leitlinien und angewendete Leitlinien uneinheitlich

Studies differed in the methods the guidelines were assessed and which guidelines have been used. Some explicitly used specific sources like the ACR guidelines. Others used a combination of different guidelines or recommendations created by an expert panel that was sometimes based on a previous search of the literature.

unterschiedliche Vorgehensweisen bei Datenauswertung:

Data assessment on the patient level was done by (re)assessing the recorded imaging scans, by evaluation of the medical files, or by interviews created on the basis of the guideline criteria. The review of insurance records, register data, or regional data was more indirect. 2 studies [42, 43] used the time interval of a first “back pain” diagnosis to initial imaging. Subsequently they assessed whether the time interval was in conflict with guideline recommendations⁹. The percentage of inappropriate cases ranged from 14% to 28.7%. Mathias et al. [33] evaluated data provided by the Hospital Outpatient Quality Reporting Program (HOQR). The HOQR provides, amongst others, a measure of the percentage of low back pain patients, who had a lumbar spine MRI without previous conservative therapy. This measure was at highest in rural regions and in low volume hospitals.

Evaluation der MRT/CT in Krankenakten, nach Zeitabständen, Reihenfolge von Untersuchungen

Included studies are presented in detail in the appendix (Table 6.2-3).

3.2.4 Assessment by experts

experts assessment:

We used this category if the appropriateness assessment was not explicitly based on guideline recommendations, or on recommendations that were not created systemically. This was the case if the appropriateness was rated by single experts without declaring the decision rules that led to this rating. Butler et al. [45], for instance, stated that their scoring was „entirely subjective”.

unsystematische Bewertungen

3 Studien zu dieser Methode erste Publikation von 2004

We found 3 studies that used this method. Study size ranged from 121 to 2,374. All of them were observational and used data on patient level (either medical records or primary data). The earliest study was published in 2004.

sehr hohe und niedrige Werte an unangebrachter Bildgebung durch diese Methode

Inappropriateness rates in the studies were remarkable high or low: Butler et al. [45] reported that 2.5% of 2.374 were inappropriate. Whereas Tocci et al. [46] rated 87% of 41 pre-evaluation MRI exams as unnecessary and Wilson et al. deemed 82.6% to 95.0% imaging exams as inappropriate.

Included studies are presented in detail in the appendix (Table 6.2-4).

⁹ Interval < 6 weeks

3.2.5 Patients' paths

4 studies compared patient paths to draw conclusion about appropriateness of imaging. All of them were observational and relied on patient data (primary or medical records). Sample size ranged from 88 to 275. The first study was published in 2005.

Kim et al. [27] compared the usual care with a potential triage program to reduce the number of MRI. They evaluated historical patient data and made assumptions about which patients would have been likely to be surgical candidates in the absence of MRI scan. The information was modelled in a decision tree. The authors reported that more than a twofold increase in the efficiency of MRI usage would be possible if the triage program would be applied.

2 studies evaluated the appropriateness of antecedent imaging: Bradley et al. [47] compared patients who received a shoulder MRI with patients who did not, before they were assessed by a shoulder specialist. In the second group shoulder MRI was only ordered if the shoulder specialist judged that there was an indication. 9% of the MRI in group 1 would not have been necessary. Chwals et al. [48] evaluated whether patients with a previous head CT outside the treating hospital received more CTs exams than patients without an initial outside CT. 9% (31 of 33) of the patients with antecedent CT received duplicate CT whereas 0 of the patients from the second group received more than 1 CT.

Sheehan et al. [49] used a combination of guideline recommendations with patient paths. They judged shoulder MRI as inappropriate if the exam was, amongst others, conducted without antecedent radiograph, or if the radiograph was conducted concurrently to the MRI. 44.7% of 237 MRIs were classified as inappropriate, mostly because the patient paths were contradictory to the guideline recommendations.

Included studies are presented in detail in the appendix (Table 6.2-5).

3.2.6 Comparison with surgery findings

Only one study compared surgery findings with the imaging results. Gelb et al. [29] compared the result of arthroscopic surgery with a previously performed MRI. MRI led to a slight increase in both false-positive and false-negative findings.

Included studies are presented in detail in the appendix Table 6.2-6).

3.2.7 Cost analysis

3 studies conducted a cost analysis. In all cases the cost analysis followed a method to calculate the number of inappropriate imaging exams. This number was the basis on which the cost analysis relied on. Hence, cost analysis has not been used to assess the appropriateness of imaging, but to assess the societal effects of inappropriate imaging.

Included studies are presented in detail in the appendix (Table 6.2-7).

**4 Studien verglichen
Patientenpfade
erste Publikation
von 2005**

**Entscheidungsbäume
zur Analyse von
Patientenpfade**

**Vergleich von 2 Gruppen
mit unterschiedlichen
Untersuchungsverläufen**

**Patientenpfade
in Kombination mit
anderen Methoden**

**1 Studie verglich
Bildgebung mit
Operationsergebnissen**

**3 Studien mit
Kostenanalysen,
keine um angebrachte
Versorgung
festzustellen**

3.2.8 Geographic variation

3 Studien zu regionalen Unterschieden erste Publikationen von 2012

Charakteristika von PatientInnen und Krankenhäuser bei der Analyse von regionalen Daten berücksichtigen

unangemessene Bildgebung häufiger in ländlichen Regionen und Krankenhäusern mit wenig Bildgebung

unangebrachte Unterschiede = nicht durch Patientencharakteristiken erklärbar

einzelne Regionen verwenden MRT statt CT und umgekehrt

SR: derzeit nicht ausreichend Evidenz um zu belegen, dass regionale Unterschiede durch unangemessene Versorgung verursacht wird

5 studies (1 systematic review and 4 observational studies) assessed the relation of geographic variation and appropriateness of imaging. The first 2 studies were published 2012. The 2 observational studies relied on insurance data or register data.

The results of Vance et al. [32] indicate that geographic variation of CT utilization in New York State was primarily caused by patient characteristics (e.g. major diagnostic category, age, race) and less by hospital characteristics (hospital bed size, hospital teaching status). They conclude that an analysis of medical procedures based on geographic data could be biased when these factors are not controlled. The authors stated that CT utilization was only slightly higher in teaching hospitals than in non-teaching hospitals, despite the fact that the former often serve patients who have worse access to health-care, more comorbid conditions, and fewer resources to care for them.

Mathias et al. [33] used the Hospital Outpatient Quality Reporting Program (HOQR) measures to assess regional effects on inappropriate MRI. They analyzed the variables hospital volume, rural setting, for-profit or non-profit hospital, and teaching status. Inappropriate back imaging use was more likely in low volume hospitals [OR: 4.22; 95% CI 3.04-5.84] and rural setting [OR 1.42; 95% CI 1.21-1.68]. The authors conclude that this may be a volume-outcome relationship: low-volume hospitals may order more imaging, despite the fact that the outcome is unlikely to improve. Aside of MRI back utilization the authors assessed whether the HOQR measures (MRI back; mammography; CT abdomen; CT thorax) were correlated within the hospitals. They found only a weak correlation and concluded that inappropriate imaging use is not a characteristic of hospitals but of microsystems within the hospitals and their referral networks.

The OECD [11] and the NHS [50] assessed the geographic variation of MRI and CT utilization (amongst others). Both emphasize the importance of “unwarranted variation”. Unwarranted variation exists if the variation of utilization cannot be explained by patient characteristics (illness or patient preferences). The OECD [11] reports the highest geographic variation in Belgium, followed by Canada and the United Kingdom. The high variation in Belgium may be influenced because MRI is substituted by CT in specific regions and vice versa.

The only systematic review on geographic variation of medical care (not exclusive to imaging) stated that there is currently not enough evidence to support or refute the assumption that geographic variation is caused by inappropriate care. They not only found evidence for overuse in high utilization areas but also found evidence for underuse in low-intensity areas. Despite that, the authors defined acceptable standard to assess inappropriate care: guideline-recommendations from national or regional organizations; universally accepted standards of care; guidelines generated through an iterative panel process involving literature review (e.g. RAND Appropriateness method) [51].

Included studies are presented in detail in the appendix (Table 6.2-8).

3.2.9 Systematic Reviews

We found 3 systematic reviews that assessed inappropriate medical care. One study was published in 2012 [51], the other 2 were published in 2015 [52, 53].

The systematic review of Keyhani et al. [51] assessed the relationship between inappropriate use and geographic variation and was already described in chapter 6.2.8.

Carter et al. [52] reviewed methods to assess **overdiagnosis** caused by cancer screening. They clustered methods into 4 groups:

1. Modelling studies in which the effect of different screening scenarios is statistically modelled. Most of the modelling studies reviewed by the authors had a high risk of bias, primarily because of missing or inadequate sensitivity analyses. These studies require fewer resources to conduct than randomized controlled trials (RCTs) but have a higher degree of uncertainty and are depending on assumptions.
2. Pathological and imaging studies try to draw conclusions on overdiagnosis based on pathological or imaging findings. These studies underestimate the real rate of overdiagnosis, because they do not assess differences in mortality or other patient relevant outcomes.
3. Ecological and cohort studies compare cancer mortality of screened population with unscreened population. Rate of overdiagnosis depends on follow up time. Overdiagnosis was defined as the rate of cancers that would have never caused symptoms. They author concluded that well-designed ecological cohort studies can provide credible estimates of overdiagnosis.
4. The ideal method to assess overdiagnosis caused by cancer screening is, according to the authors, a RCT with an appropriate follow-up time.

Vanderby et al. [53] gathered information on appropriateness of MRI in Canada. Only a small proportion of their article was about methods to assess appropriateness of imaging. Mentioned methods were: Adherence to computerized provider entry, unnecessary routine follow ups, questionnaire, RAND method [54] and imaging compared to a summary of exam findings.

Included systematic reviews are presented in detail in the appendix (Table 6.2-9).

3.2.10 Analysis of methods to detect appropriateness

Differences between the 8 methods to assess appropriateness of imaging can be structured by the following criteria:

- ✿ Data needed
- ✿ Risk of bias
- ✿ Relevance of the results (can the results be used to draw conclusions on which changes should be made to improve the situation)

**3 systematische
Übersichtsarbeiten
publiziert ab 2012**

**4 Techniken zur
Feststellung von
Overdiagnos bei
Krebsscreening:**

Modellierung

**PAbgleich mit
Pathologie oder
Bildgebung**

**Kohorten- und
ökologische Studien**

RCTs

**andere Methoden:
computergenerierter
Empfehlungen
unnötige follow-up
Untersuchungen
Fragebögen**

**Methoden
unterscheiden sich
anhand benötigter
Daten, Risk of Bias und
Relevanz der Ergebnisse**

Diagnostic information

**Patientendaten,
unter Umständen auch
aggregierte Daten**

Data needed: All 14 studies used either primary patient data or medical records to assess whether the imaging exams led to diagnostic information. Despite of this fact, diagnostic information may also be evaluated with aggregated data (e.g. insurance or register data): Diagnostic information should finally lead to consequences in patient treatment. These consequences may also be displayed on a higher level (e.g. insurance data, register data). A zero correlation between a specific diagnostic procedure and the (any) subsequent intervention may indicate that no diagnostic information can be retrieved by this procedure.

**wenig diagnostische
Information bedeutet
nicht zwingend
unangebrachte
Bildgebung und
umgekehrt**

Risk of Bias: A low rate of imaging exams without useable diagnostic information does not necessarily mean that the imaging exam was inappropriate. A high rate of exams without diagnostic information may be appropriate if a rare undetected clinical condition could have serious consequences (this is true for many screening procedures). Accordingly, a high rate of imaging exams that leads to a change in patient treatment does not proof the appropriateness, because the change could be caused by overdiagnosis or false positives. Additionally, risk of bias depends on the used data. Results retrieved from the analysis of aggregated data may have an increased risk of bias compared to primary patient data because of the different directness of relationship between diagnostic information and data.

**aggregierte Daten
tendenziell anfälliger
für Bias als primäre
Patientendaten**

**diagnostische
Information vor allen
in Kombination mit
anderen Verfahren
relevant**

Relevance: Results of studies solely assessing diagnostic information are sparsely relevant to develop intervention aiming at an improved appropriateness of imaging because of the aforementioned reasons. Combined with other methods, results on diagnostic information may be suitable to detect specific imaging exams that are inappropriately utilized.

Predictors associated with imaging use

**Patienten- oder
aggregierte
Versicherungsdaten**

Data needed: 12 of the 17 studies on predictors associated with imaging use evaluated patient data (primary or medical records); 5 used insurance or register data. Large sample sizes can be analyzed with this method (largest sample size was 42,412).

**univariate Methoden
wegen Confounder
nicht geeignet
multivariate Methoden
sollten bevorzugt
werden**

Risk of Bias: A source for potential bias is the statistical method used to evaluate the relationship of the factors with imaging use. Univariate methods have a higher risk of bias than multivariate methods because they former can only consider one predictor at a time. A detected effect is prone to be caused by a third variable (confounder) that was not considered in the analysis. Multivariate methods are able to assess the effects of one variable on the outcome while they control the effects of other variables. However, more complex models have a higher risk to produce overoptimistic results and the chance to replicate the results is smaller.

**Feststellen von
Faktoren, die in
Verbindung mit
unangebrachter
Versorgung stehen**

Relevance: This method makes it possible to detect factors responsible for imaging utilization. Depending on the computed model, the results of this approach may be used as a starting point to plan interventions aiming at an increase in the appropriateness of imaging. Because of the indirect method of measuring, and the risk of confounders, the results should be interpreted cautiously.

Comparison with guideline recommendation

Data needed: 17 of the 20 studies, on guideline recommendations compared patient data (primary data or medical records) with guideline recommendations. 5 used insurance or register data. With this method large sample sizes can be analyzed (largest sample size was 1,360,908).

Risk of Bias: Sources of bias can be split into 4 categories:

1. Guideline recommendations do not necessarily reflect the best medical treatment or diagnostic procedure. Guidelines are prone to bias by themselves.
2. The process of guideline selection may also be a cause of bias. A systematic and comprehensive search of literature, combined with a structured selection process of relevant recommendations can reduce this risk.
3. The data used for comparisons with guidelines is, especially in retrospective analyses based on aggregated data, not necessarily meaningful. Data may be incomplete, inaccurate, or biased (e.g. potential conflict of interest of the person inputting the data, lack of time, software problems). In case that aggregated data should be evaluated, there is the high probability that not all of the relevant information is still available.
4. Even if the guidelines and the data are perfectly valid, there is still the risk of bias in the process of comparing the data with the recommendations. Reviewers, for instance, may not be able to properly assess all the information relevant for a case, or make mistakes in the evaluation.

Relevance: Data comparisons with guideline recommendations can be highly relevant because of the fact that the results may point to specific points where the decision making process is deviating from the guideline recommendations.

Assessment by experts

Data needed: All 3 studies that used experts' assessments to draw conclusions on appropriateness of imaging relied on data on patient level (either medical records or primary data). The largest sample size was 2,374.

Risk of Bias: Overall the risk of bias of this method is high. Criteria to judge an imaging exam as inappropriate were subjective or created unsystematically and may be influenced by personal interests. The likelihood that results from this method can be replicated is small. The high risk of bias may be an additional explanation why the percentage of inappropriateness in the 3 evaluated studies was either extreme low (2.5%) or extreme high (87% and 82.6%-95.0%), despite the different indications and settings.

Relevance: Unstructured experts assessment should only be used explorative. They are not suitable to evaluate appropriateness of imaging.

Patients' paths

Data needed: All 4 studies included were observational and used patient data (primary or medical records). Largest sample size was 275. However, an analysis of patient paths does not necessarily need to be observational. RCTs comparing patients who received an imaging exam with patients who did not would, from a certain point of view, also be a comparison of different patient paths. Additionally, an analysis of patient paths could be conducted using aggregated data and larger sample sizes.

Patienten- oder aggregierte Versicherungsdaten

Fehlerquellen: Guidelines;

Auswahl der Guidelines;

Daten die für die Vergleiche eingesetzt werden;

der Prozess des Datenvergleichs

Abweichungen von Guidelineempfehlungen zur Verbesserung der Versorgung

Patientendaten

hoher Risk of Bias nicht replizierbar

nur explorativ

Patienten- oder aggregierte Versicherungsdaten

Risk of Bias abhängig vom Studiendesign (gering für RCTs)

Risk of Bias: The risk of bias depends on the chosen study design and available data. A properly conducted RCT that would completely dependent on primary data would have a small risk of bias but is more laborious to conduct than an observational study of different patient groups.

RCTs zur Feststellung von Überdiagnosen

Relevance: RCTs are the method of choice to detect overdiagnosis. Additionally, observational analysis of patient paths may be used to assess appropriateness of imaging and find potential signs of overdiagnosis.

Comparison with surgery finding

Patientendaten

Data needed: This method can only be used when patient data with information on the surgery findings is available.

fehlende Kontrollgruppe als Risiko für Bias

Risk of Bias: Because of the missing control group the risk of bias is high. It is not possible to estimate whether the findings of the surgery were indeed a sufficient indication for the conducted operation, since the detected abnormalities could be independent of the patient's symptoms.

als Möglichkeit zur Feststellung von Überdiagnosen

Relevance: The comparisons of imaging results with surgery findings are a method to not only assess inappropriate use, but also to detect false positives. An abnormality shown in imaging that was not found in the surgery is a clear sign of a false positive result that led to an unnecessary operation. On the other hand, this method has the tendency to underestimate the real rate of overdiagnosis because not every imaging and surgical finding might be clinically relevant [52].

Cost analysis

Kostenanalysen unter Anwendung von Schwellwerten zur Feststellung von unangebrachter Versorgung

All of the included studies that provided cost analyses relied on the number of inappropriate imaging exams and subsequently calculated the resulting costs of these exams. This method was not directly used to assess the appropriateness of MR or CT imaging. However, cost analyses can be used to define a minimum value for efficiency (threshold) beyond which a medical intervention or exam has to be viewed as inappropriate. This criterion would then be related to the aforementioned *diagnostic information*.

Geographic variation

aggregierte Versicherungsdaten

Data needed: For the analysis of geographic variation usually data on a aggregated level (insurance or register data) is used.

hohes Bias-Risiko bei regionalen Unterschieden und der Feststellung von unangebrachter Versorgung

Risk of Bias: The geographic variation as sole indicator for inappropriate imaging utilization has a high risk of bias, since the variance could be caused by differences in the regions (e.g. different age distribution, different socio-economic status, different patient illnesses, and consequently differences in patient preferences and main medical conditions that need treatment). A common solution is to statistically control important factors that may influence geographic variation. However, a substantial risk of bias remains, because these models mainly rely on linear relationships, and they depend on the quality of the data in use. Inaccurate data recording and inappropriate statistical modelling (e.g. multiple univariate analyses and subsequent alpha error inflation) to evaluate the data increases the risk of bias.

The NHS and the OECD did emphasize the relevance of “unwarranted variation” (“variation that cannot be explained by patient characteristics (illness or preferences”), but failed to measure this concept. Despite the fact, that they used age- and sex-standardized imaging rates, they did not take patients illnesses or patient preferences into account.

Relevance: The sole analysis of geographic variation is prone to bias and has very small practical relevance because it gives only limited information on causes of inappropriate use. This goes in line with the conclusions of Keyhani et al. [51], that there is not enough evidence to refute or support the assumption that geographic variation is caused by inappropriate medical care. Hence, we conclude that the analysis of regional variation is mainly useful when it’s combined with other methods to assess inappropriate imaging.

Konzept „unerklärte“ regionale Unterschiede muss einige Variablen berücksichtigen

Analyse regionaler Unterschiede idealerweise kombiniert mit anderen Methoden

3.3 Relation between MRI exams and interventions on lower extremities

As mentioned in the literature review (chapter 3.2.2), there are several studies that computed the relationship between predictors and imaging utilization. Not all of these computed relationships are meaningful. Baker et al. [55], for instance, measured whether the number of MRI units is correlated to the MRI utilization rates. In urban regions each MRI unit is, according to the authors, related to 733 additional MRI scans. But these results could also indicate that for every 733 MRI scans one additional MRI unit is needed. Additionally, one would expect that there is a strong relationship of MRI units and MRI utilization rates even when each individual exam is appropriate.

Additional a (positive) correlation between indications for MRI, qualified as inappropriate by medical societies (ACR) and corresponding interventions might be an indication for overuse of MRI leading to overtreatment and a correlation in indications, qualified as appropriate and corresponding interventions might indicate an adequate use of MRI and treatment.

Appropriate utilization of medical interventions should be driven by the medical condition of the patients rather than by the mode of financing and funding of services within a country. Between countries, the utilization rates of medical interventions may differ because of financial resources. Countries with low public health care spending are most probably not able to afford a similar amount of cost-intensive interventions as their counterparts. Accordingly, a correlation between private health care spending and MRI utilization while the public health care spending is held constant may indicate overuse or underuse driven or compensated (because low public funding of advanced imaging may paid privately) by private funding depending on the overall healthcare system in this specific country.

The most common indication for **total knee** and **hip arthroplasty** is *osteoarthritis* [56]. Osteoarthritis, also known as degenerative joint disease [57], is, according to the ACR, *not an indication* for MRI of the knee but may be under certain conditions an indication for MRI of the hip [13]. Hence, we did expect that there is no correlation between the number of MRI exams and the number of total knee arthroplasties if health care spending and number of CT are

sinnvolle und sinnlose Berechnungen von Korrelationen

Testung von Hypothesen zu Korrelationen zur möglichen Identifikation von Überdiagnostik

angemessene Nutzung bildgebender Verfahren sollte nur durch den Gesundheitszustand der PatientInnen beeinflusst sein

keine Korrelation zwischen MRT und Kniegelenkersatz erwartet

**geringe Korrelation
zwischen MRT und
Hüftgelenkersatz
erwartet**

held constant. A positive relation between the number of MRI or CT and total knee arthroplasty may indicate inappropriate use leading to potentially unnecessary interventions. Regarding hip replacements, we expected a statistically significant relation between MRI and the number of hip arthroplasties.

**keine Korrelation
zwischen MRT und
sekundärem
Hüftgelenkersatz
erwartet**

Regarding secondary hip replacement, the ACR does not recommend MRI post hip replacement [13]. But a MRI may be indicated when the patient has symptoms. Accordingly, we expect that the number of secondary hip replacements is related to the number of primary hip replacements but not to the number of MRI exams or to health care spending. A statistically significant relation between secondary hip replacement and health care spending or number of MRI exams may indicate inappropriate use subsequently leading to unnecessary interventions.

Accordingly to the aforementioned assumptions our hypotheses and multiple linear regression models are:

1. Spending:

H0: MRI utilization is not related to private spending when public spending is held constant.

H1: MRI utilization is related to private spending when public spending is held constant.

Model: $MRI \sim \text{Public spending} + \text{Private spending}$

2. Hip replacement:

H0: Hip replacements are not related to MRI utilization rates when the overall spending and the CT utilization rates are held constant.

H1: Hip replacements are related to MRI utilization rates when the overall spending and the CT utilization rates are held constant.

Model: $\text{Hip replacement} \sim 1 + \text{Spending} + \text{MRI} + \text{CT}$

3. Secondary hip replacement:

H0: Secondary hip replacements are not related to MRI utilization when overall spending and rates of (primary) hip replacements are held constant.

H1: Secondary hip replacements are related to MRI utilization spending when overall spending and rates of (primary) hip replacements are held constant.

Model: $\text{Sec. Hip replacement} \sim \text{Spending} + \text{MRI} + \text{Hip replacement}$

4. Knee replacement:

H0: Knee replacements are not related to MRI utilization rates when the overall spending and the CT utilization rates are held constant.

H1: Knee replacements are related to MRI utilization rates when the overall spending and the CT utilization rates are held constant.

**OECD Daten zu
25 Nationen**

Overall we extracted data of 23 nations on health care spending, MRI or CT utilization, and knee or secondary hip replacement. Not every nation provided information on each variable of interest. Hence, the number of considered nations was lower than 23 in some of the computed multiple linear regressions.

The data used is displayed in Table 3.3-1. A descriptive statistics of the included variables can be found in Table 3.3-2. Histograms of the variables are in the appendix, chapter 6.3.1.

Table 3.3-1: OECD data used for the multiple linear regressions on relations between MRI and intervention in lower extremities

Nation	MRI per 1000	CT per 1000	Pub spend	Priv spend	Ov spend	MRI (2011)	Hip repl	Hip repl sec	Knee repl
Australia	35,3	115,5	2578	1223	3800	24,1	178,6***	17,7***	191,3***
Belgium	77*	178,5*	3083	978	4061	77	247,1***	161,6***	189,7***
Canada	54,9	148,5	3183	1339	4522	50	141,1***	13***	170,6***
Chile	15,1***	75,3***	735	834	1568	11,1	24 ¹	NA	6 ¹
Czech Republic	46,3	98,3	1655	311	1966	39	175,1	NA	120,6
Denmark	75	150,5	3795	654	4448	65,4	234,1	25,4	172
Estonia	55,7	585,2	1033	269	1303	46	110,3	NA	NA
Finland	46,5	31,9	2545	829	3374	37,1	244,6	35,2	191,1
France	95,5	187,9	3161	957	4118	67,5	238,6	26,1	155,9
Germany	114,3**	130,2**	3436	1058	4495	107,5	292,7	30,5	197,2
Greece	67,9**	181,1**	1536	825	2361	67,9**	162,7*	NA	NA
Hungary	35,9	99,4	1098	590	1689	32,8	127,5	11	71,1
Iceland	81,1	179,5	2656	649	3305	79,8	173 ¹	NA	91 ¹
Israel	32,1	140,6	1362	878	2239	19,7	60,9	8,2	52,5
Korea	27,3	157,7	1217	982	2198	23,4	51,6	NA	114,5
Luxembourg	83,1	207,9	3596	682	4246	81,5	203,2	20,5	160 ¹
Netherlands	51,2	79,5	4055	682	5099	50	215,7 ⁺	14,6 ⁺	117,9 ⁺
Poland	47	120,9	1021	425	1452	17,9	97,7	3	41
Slovak Republic	51,6	134,8	1358	557	1915	34,7	124,3	9,4	100,7
Slovenia	36,9	57,2	1784	636	2421	31,5	165,2	15,5	105,6
Spain	76,8	101,3	2244	828	3072	63	111,5	12	121,3
Turkey	132,9	160,8	661	244	906	97,3	44*	NA	175,9
United States	109,5	254,7	4066	4441	8508	102,7	204 ¹	NA	226 ¹

Legend: ⁺ = year 2010; * = year 2011; ** = year 2012; *** = year 2013; NA = not available; Ov spend = overall spending; Pub spend = public spending; Priv spend = private spending; repl = replacement; sec = secondary; ¹ = data retrieved from [58]

Table 3.3-2: Median and quantiles of the variables assessed in the multiple linear regressions

Variable	Median	25%; 75% quantile
Overall spending	3072.0	1940.5; 4182.0
Private spending	825.0	613.0; 967.5
Public spending	2244.0	1284.5; 3172.0
MRI per 1000	54.9	41.6; 79.1
MRI (2011) ¹⁰	48.0	31.8; 74.6
CT per 1000	140.6	100.4; 179.0
Hip replacements	165.2	110.9; 209.9
Secondary hip replacements	15.5	11.5; 25.75
Knee replacements	121.3	100.7; 175.9

Legend: Spending measured in \$ purchasing power parity (PPP) per head; MRI and CT exams per 1,000 population; hip and knee replacements per 100,000 population.

3.3.1 Association public and private spendings with MRI Utilization

Daten aus 23 Ländern

The latest available data on health care spending was from the year 2011. Hence, we decided to use 2011 as the relevant year to compute the effects of public and private spending on MRI utilization. 23 OECD countries report data from 2011 (or nearest year) on MRI use, private and public health care spending and were included in our multiple linear regression.

öffentliche aber nicht private Gesundheitsausgaben verbunden mit MRT Nutzungsraten

We found a statistically significant association of public spending with MRI use ($F(2, 20) = 4.56$, adjusted $R^2 = 0.24$, $p = 0.0234$). According to our model, a raise of the per capita public spending by 1000\$ PPP would result in an increase of 12.5 MRI examinations per 1000 population ($p = 0.0288$); (see Table 3.3-3).

keine Abweichungen von den Voraussetzungen für multiple Regression feststellbar

We detected no signs for multicollinearity (Table 6.3-1) or heteroscedasticity (Figure 6.3-1). An analysis of the standardized residuals showed that one nation (Turkey) was outside the boundaries of +2 to -2. In a sample size of 23 it is from a probabilistic point of view to expect that one nation has standardized residuals outside those limits. Cook's distance for Turkey was within the boundaries (Cook's D Turkey = 0.50). Hence, there was no reason to exclude Turkey from the analysis¹¹.

¹⁰ To calculate the effect of public and private spending on MRI utilization all data was from 2011

¹¹ An entirely explorative computation of this regression model after the exclusion of Turkey did not change the overall results: Association between public spending and MRI remained significant ($p = 0.00997$), while the association between private spending and MRI was still statistically insignificant ($p = 0.18513$). Overall model: $F(2, 19) = 4.098$, adjusted $R^2 = 0.2279$, $p = 0.03313$.

Table 3.3-3: Results MRI & health care spending

Model	Unstandardized Coefficients		T	p
	B	St. Error		
(Constant)	21.517660	11.772842	1.828	0.0825
Public spending	0.012511	0.005326	2.349	0.0292
Private spending	0.003988	0.007298	0.546	0.5908

3.3.2 Association (primary and secondary) hip replacement with MRI Utilization

The OECD has published numbers of 23 countries on MRI utilization, CT utilization, health care spending (data from 2011) and hip replacements. All data, except of health care spending, was from 2014 (or nearest year).

Our analysis (Table 3.3-4) resulted in a statistically significant effect of health care spending on the number of *hip replacements* ($F(3, 19) = 5.358$, adjusted $R^2 = 0.3728$, $p = 0.00762$). Our results indicate that a raise of the per capita health care spending by 1 000\$ PPP would result in an increase of 25 hip replacements per 100,000 population ($p = 0.00598$). We could not detect an effect of the number of MRI or CT exams on hip replacements.

Daten aus 23 Ländern

Hüftgelenkersatz korreliert mit Gesundheitsausgaben aber nicht von MRT

Table 3.3-4: Results MRI & hip replacements

Model	Unstandardized Coefficients		T	p
	B	St. Error		
(Constant)	62.283510	34.372203	1.812	0.08582
Overall spending	0.024700	0.007985	3.093	0.00598
MRI per 1000	0.461279	0.462836	0.997	0.33147
CT per 1000	-0.077746	0.119187	-0.652	0.52202

Our model did not show any signs for multicollinearity (Table 6.3-2) or heteroscedasticity (Figure 6.3-2). Standardized residuals showed that Turkey (-2.46) was beyond the predefined limits of +2 to -2. Additionally, Cook's distance for Turkey was beyond the predefined boundaries (Cook's D Turkey: 2.28). Because of the fact, that an analysis of outliers may show interesting relationships [59], we decided to exclude Turkey and assess whether there are any relevant changes on the results.

Türkei als statistischer Ausreißer, der das Gesamtergebnis stark beeinflusst

The exclusion of Turkey revealed that the non-significant relationship of MRI utilization and hip replacements was mainly caused by this country. This indicates that the relation of MRI utilization to hip replacements is substantively smaller in Turkey than in other OECD countries. Without Turkey, our regression model results in a statistically significant effect of MRI utilization on the number of hip replacements ($F(3, 18) = 8.361$, adjusted $R^2 = 0.5126$, $p = 0.001079$).

ohne Türkei Einfluss von MRT Nutzung auf Hüftgelenkersatz statistisch signifikant

Table 3.3-5: Results MRI & hip replacements (Turkey excluded)

Model	Unstandardized Coefficients		t	p
	B	St. Error		
(Constant)	59.961536	29.169155	2.056	0.05462
Overalls spending	0.007652	0.008971	0.853	0.40487
MRI per 1000	1.705372	0.581682	2.932	0.00891
CT per 1000	-0.155745	0.104626	-1.489	0.15391

kein Hinweis, dass sekundärer Hüftgelenkersatz mit MRT Nutzung korreliert

Regarding *secondary hip replacements* the OECD provides data of 15 countries that report numbers of MRI exams, hip replacements and health care spending. Our results showed no statistically significant effect of any of the predictors on the quantity of secondary hip replacements ($F(3, 11) = 1.106$, adjusted $R^2 = 0.2317$, $p = 0.3881$).

Table 3.3-6: Results MRI & secondary hip replacements

Model	Unstandardized Coefficients		t	p
	B	St. Error		
(Constant)	-17.240143	32.688871	-0.527	0.608
Overall spending	-0.004006	0.012672	-0.316	0.758
MRI per 1000	0.003283	0.546544	0.006	0.995
Hip replacements	0.321833	0.244028	1.319	0.214

Belgien als statistischer Ausreißer, der das Gesamtergebnis stark beeinflusst

Our check for outliers showed that one nation (Belgium) was not within the predefined limits. An analysis of Cook's distance revealed that this nation did not particularly influence the overall results (Cook's $D = 0.46$). We found no signs for multicollinearity (Table 6.3-3). The visual check for heteroscedasticity showed again that Belgium was highly divergent from the other nations. Despite that we detected no signs for heteroscedasticity (Figure 6.3-3). A closer look on the reported data from Belgium revealed that the number of secondary hip replacement was about 5 times higher than Finland which had the second highest number of secondary hip replacements (161.6 vs. 35.2 interventions per 100,000 population). This high imbalance may be caused by different measurement methods. Hence we decided to redo the analysis without Belgium:

When Belgium is excluded, the multiple linear regression shows a significant effect of the amount of (primary) hip replacements on the number of secondary hip replacements ($F(3, 10) = 14.95$, adjusted $R^2 = 0.763$, $p = 0.000502$).

Table 3.3-7: Results MRI & secondary hip replacements (Belgium excluded)

Model	Unstandardized Coefficients		t	p
	B	St. Error		
(Constant)	-3.2140978	3.8886777	-0.827	0.427786
Overall spending	-0.0007791	0.0014993	-0.520	0.614629
MRI per 1000	-0.0130748	0.0644755	-0.203	0.843368
Hip replacements	0.1373569	0.0295343	4.651	0.000907

3.3.3 Association knee replacement with MRI Utilization

The OECD has published data of 21 countries that report numbers from 2014 (or nearest year) on MRI use, CT use, health care spending (data from 2011) and total knee replacements.

We found a statistically significant effect of MRI use and health care spending on the number of total knee replacements ($F(3, 17) = 9.169$, adjusted $R^2 = 0.5506$, $p = 0.0007793$). According to our results a raise of the per capita health care spending by 1,000\$ PPP would result in an increase of 18.9 knee replacements per 100,000 population ($p = 0.00619$). An increase of 10 MRI exams per 1,000 population would, according to our model, result in 9.78 additional total knee replacements per 100,000 population ($p = 0.01290$).

Daten aus 21 Ländern

Zusammenhang
zwischen MRT und
Kniegelenkersatz

Table 3.3-8: Results MRI & knee replacements

Model	Unstandardized Coefficients		T	P
	B	St. Error		
(Constant)	38.916621	25.068439	1.552	0.13898
Overall spending	0.018662	0.005976	3.123	0.00619
MRI per 1000	0.977754	0.352019	2.778	0.01290
CT per 1000	-0.226384	0.220867	-1.025	0.31974

We detected no signs for outliers, multicollinearity (Table 6.3-4), or heteroscedasticity (Figure 6.3-4)

3.3.4 Interpretation of Associations and limitations

Our results indicate that MRI utilization in the OECD is affected by public, but not by private health care spending. Hence, we found no signs for overutilization caused by private health care spending.

Our overall results on *hip replacement* showed no signs of MRI overuse subsequently leading to unnecessary interventions. The relation between health care spending and higher rate of hip replacements may be partly explained by a more costly health care system. But these results of the initial analysis were heavily influenced by Turkey. An exclusion of Turkey from the analysis showed that the relation of MRI and hip replacements was substantially lower or even inverse compared to the other OECD nations in consideration. According to our hypothesis, this indicates that Turkey may have a higher rate of MRI not leading to diagnostic information.

We found no relation between health care spending, MRI utilization and (primary) hip replacement on the number of secondary hip replacements in our initial analysis. But this result was heavily influenced by Belgium. The rate of secondary hip replacements in Belgium was the highest of all nations in our analysis. Finland, the country with the second highest rate, had just about one fifth Belgium's intervention rate. These differences may be caused by divergent measurement methods or data quality. After exclusion of Belgium, our analysis showed that the number of (primary) hip replacements influences the number of secondary hip replacements in the way we expected.

keine Hinweise auf
unangemessene MRT-
Nutzung in Verbindung
mit Hüftgelenkersatz

Abweichungen:

Türkei bei primärem
Hüftersatz,

Belgien bei sekundärem
Hüftersatz

**Zusammenhang
zwischen MRT und
Kniegelenkersatz
Hinweis auf
unangemessene
Nutzung**

Apart from this, we found a statistically significant correlation between MRI and the number of knee replacements. Under the assumption that the most common indication for knee arthroplasty is osteoarthritis this relation should not exist if the ACR guideline on knee replacement is being followed and the relationship is not caused by an external variable. Hence, our results indicate inappropriate use of MRI in conjunction with knee replacements that may lead to a higher rate of potentially unnecessary total knee replacements.

**Limitationen:
externe Variablen
könnten
Zusammenhänge
beeinflusst haben
statistische Irrtümer**

Our analyses face several limitations and the results should be interpreted with caution. We relied on a small sample size (i.e. the number of nations). Hence, our analyses were underpowered and smaller effects were not identifiable. This might be especially true for the effect of private spending and MRI utilization. In the literature this relation has often been described, but the effect might be too small for a statistical significant result in our analysis. Another issue is, that the data we relied on, was from different years (e.g. all health care spending data was from 2011 and the main year for our comparisons was the year 2014). This may cause biased results. Despite, the precision depends on the quality of the assessed data, which may vary in the individual countries. The simple utilization rates of MRI don't allow conclusions in which body regions these have been conducted. This increases the chance that the relationship between MRI and an intervention is a spurious correlation. Like in every other observational study, detected effects may be induced by external variables. For instance, the data was not age standardized or effects of the region (rural or urban) were not considered. Detected effects may be influenced by differences of these variables in the assessed countries. The guideline by itself might be incomplete and appropriate indications for MRI in connection with hip or knee replacements might not be mentioned. Another source of error might be mistakes in data extraction. Data was retrieved from different papers and by one author only. The final tables were not double checked by another author. Additionally, there is the risk of alpha error inflation because multiple significance tests were computed.

3.4 Description of a similar health care system with lower advanced imaging utilization rates

**Finnland vergleichbare
Ergebnisse wie
Österreich bei wichtigen
Indikatoren**

Finnish health care quality indicators show similar values to those of Austria. Both countries report the same life expectancy at birth (81 – data from 2014) and neonatal mortality (2 in 1,000 live births – data from 2015) [60]. The health expenditure per capita in Finland is 3,701\$ PPP compared to 5,039\$ PPP in Austria [61].

**relative geringe
Nutzungsraten von
MRT und CT**

Advanced imaging rates are relatively low in Finland. Per 1000 population 46.5 MRI exams and 31.9 CT exams were conducted in 2014. According to our regression models (chapter 3.3.2 and 3.3.3) on hip and knee replacement Finland is expected to have 160.11 hip replacements and 140.13 knee replacements on 100,000 population. The factual interventions are higher than suggested the statistical models (244.6 hip replacements and 191.1 knee replacements in 2014) but lower than the Austrian rates (278.9 hip replacements and 221 knee replacements in 2014) which were the second highest values on hip replacements and the highest knee replacement rate of the OECD [62].

According to the Finnish expert, there are a number of policies and practices in place that may contain the use of advanced imaging. Hence, the per ca-

put effective radiation dose in Finland is quite low, despite the fact that there is a quite high number of plain radiographs. This effect is mainly caused due a low CT utilization [63].

MRI examinations are mostly requested by specialists that work in a hospital. Primary care physicians are usually not allowed to request MRI. Additionally, the referrals for MRI and CT may be controlled and questioned by the radiologist in the context of planning the exam. For this purpose, the radiologist has access to the patient files. If the referral turns out to be inappropriate, it may be rejected and clinicians may receive feedback by the radiologist. Additional, there is a broad range and use of referral guidelines and physicians are trained in imaging already during their education at medical schools. A planned national e-health system may contribute to the avoidance of duplicate or inappropriate examinations in the future [63].

To summarize, there are a number of elements that may be responsible why the Finnish utilization rates of advanced imaging are lower than those of Austria:

- ❖ Primary care physicians are usually permitted to refer to MRI or CT
- ❖ Radiologists are able to deny a referral
- ❖ Radiologists have access to the patient files
- ❖ Broad acceptance and use of referral guidelines
- ❖ Indications for imaging is a topic in medical schools
- ❖ Comprehensive evaluation of the health care system driven by a systematic and broad health care data recording

MRT primär in Krankenhäusern

Hausärzte dürfen keine MRT verordnen

MRT und CT Überweisungen werden nochmals geprüft und können abgelehnt werden

Akzeptanz und Verwendung von Leitlinien

3.5 Vergütungspolitiken in anderen Ländern

3.5.1 Maßnahmen zur Dämpfung von unangemessenem Einsatz von „advanced imaging“

Bereits der MRT I Bericht [1] befasste sich mit Maßnahmen und Interventionen gegen den unangemessenen Einsatz von „advanced imaging“. Nach der Taxonomie der Cochrane Effective Practice and Organisation of Care (EPOC)-Arbeitsgruppe, können solche Interventionen in vier Kategorien eingeteilt werden, wobei jeweils unterschieden wird, ob ÄrztInnen oder PatientInnen Ziel der Intervention sind. Folgende Maßnahmen wurden in Publikationen und Interviews im MRT I Bericht identifiziert:

Bildungsmaßnahmen

- ❖ Entwicklung und Verbreitung von Richtlinien für die ZuweiserInnen, basierend auf Evidenz und Konsensprozessen.
- ❖ Entwicklung von „Decision support tools“ (Entscheidungshilfen) wie diagnostischen Pfaden, klinischen Entscheidungsregeln und eventuell elektronischen Entscheidungshilfen.
- ❖ Verbreitung von Spitalsdaten zum Einsatz bildgebender Verfahren, gemeinsam mit Guidelines, um die öffentliche Wahrnehmung von übermäßigem Gebrauch zu steigern.
- ❖ Training mit fingierten PatientInnen, um ZuweiserInnen Übung zu geben, den wachsenden Forderungen der PatientInnen gegenüber zu treten.

Literaturanalyse in MRT I: Kategorien von Interventionen gegen unangemessenen Einsatz von „advanced imaging“

4 identifizierte Bildungsmaßnahmen

Training und Entscheidungshilfen sind von Bedeutung

6 regulatorische und finanzielle Maßnahmen identifiziert

Regulatorische und finanzielle Maßnahmen

- ✦ „Pay-for-performance“-Modelle, basierend auf robusten Messgrößen und Instrumenten für Leistungserbringung.
- ✦ Gedeckelte Bezahlungsmodelle mit fixen Zahlungen pro PatientIn, unabhängig von der Anzahl an Behandlungen¹².
- ✦ Zusatzzahlungen der PatientInnen¹³.
- ✦ Zulassung von AnbieterInnen bildgebender Verfahren, um Selbstzuweisungen zu limitieren.
- ✦ Streichung von nachgewiesen ineffektiven Leistungen aus dem Leistungskatalog.
- ✦ Formelle Bewilligung geplanter Technologien/Verfahren durch die Versicherungen.

5 organisatorische und strukturelle Maßnahmen

Organisatorische und strukturelle Maßnahmen

- ✦ Revidierung der Berufsrollen: „Gatekeeper“-Funktion der praktischen ÄrztInnen, sowie ExpertInnen- und BeraterInnenrolle der RadiologInnen.
- ✦ Schaffung multi-disziplinärer Teams, um die Expertise von ZuweiserIn und RadiologIn zu kombinieren und den Einsatz bildgebender Verfahren in Spitälern zu koordinieren.
- ✦ „Point-of-care“-Beteiligung der RadiologInnen durch Telefonberatung (Hotlines) oder „radiology benefits manager“ (externe BeraterInnen).
- ✦ Standardisierte digitale Zuweisungen, um die Vollständigkeit der Zuweisungsinformation zu gewährleisten, eventuell gemeinsam mit elektronischem „Decision support“.
- ✦ Qualitätssteigerung durch Monitoring der Nutzung bildgebender Verfahren, gemeinsam mit entweder öffentlicher Berichterstattung oder mit zielgerichteten Ausbildungsbesuchen bei ZuweiserInnen mit ungewöhnlichen Zuweisungsmustern.

multi-disziplinäre Teams, Einbindung von RadiologInnen standardisierte, digitale Zuweisungen und Monitoring

3.5.2 Refundierungspolitikansätze: USA

Centers for Medicare & Medicaid Services, (CMS)

In den USA befasst sich das „Centers for Medicare & Medicaid Services“ (CMS) und andere Versicherungen (u. a. Blue Cross Blue Shields (BCBS)) seit längerem mit Politikansätzen zur Dämpfung von und zur Reduktion der Kosten für unangemessenen Einsatz von „low value advanced imaging“ [64]. Folgende Initiativen wurden im Kontext der Implementierung des „Deficit Reduction Act (DRA)“ (2007) und des „Affordable Care Act (ACA)“ (2010) gesetzt und Effekte gemessen:

zahlreiche Politikansätze

Reduktion der technischen Komponente des Tarifs

- ✦ **Reduktion der 2 Komponenten Refundierung:** Im niedergelassenen Bereich setzt sich die Refundierung für „advanced imaging“ (CT, MRI, PET) aus 2 Komponenten zusammen: der technischen (Kompensation für Anschaffung und Betrieb des Geräts) und der professionellen Komponente (Kompensation für die Interpretation der Bilder). Im Zuge der

¹² Diese Maßnahme reduziert nicht notwendigerweise unangemessene Diagnostik, sondern setzt an der Reduktion der Menge an.

¹³ Diese Maßnahme reduziert nicht notwendigerweise unangemessene Diagnostik, sondern dämpft Nachfrage und wirkt sich primär auf sozio-ökonomisch benachteiligte Gruppen aus.

Implementierung des DRA 2007 wurde die technische Komponente stark reduziert, mit der Intention, den Anreiz teure Geräte in Privatordinationen anzuschaffen, zu reduzieren [65].

- ❖ **Radiology Benefit Managers (RBM):** In den Jahren nach 2007 etablierte sich eine neue Form von Unternehmen (Radiology Business Management Companies), deren Aufgabe es wurde, den Zugang zu „advanced imaging“ durch „prior Authorization“ oder „prior Notification“ zu kontrollieren. Die sogenannten „Benefit Manager“ basieren ihre Bewilligungen auf den „imaging appropriateness criteria“ des „American College of Radiology“ (ACR) und des „American College of Cardiology“ (ACC) aber auch auf online „Clinical Decision Support Systems“ und „Computerized Radiology Order Entry Systems“ [65, 66] ebenso wie peer-to-peer Rückfragen. Datenanalysen derartiger RBMs (von kommerziell, aber auch Medicare Versicherten) zeigen, dass im 1. Jahr eine Reduktion von MRI/MRA-scans um 8-15 % beobachtet wurden, im 2. Jahr fielen die Reduktionen geringer aus und waren vor allem bei älteren Menschen, nicht aber bei Jüngeren zu beobachten [66]. Die Abflachung des Effekts wird durch das Erlernen der „richtigen“ Kodierungen und dem „gaming the system“ (Umgehen des Systems) erklärt [66].

In einer „Medicaid“ Population (mit geringerer Wahrscheinlichkeit, sich gegen eine Ablehnung zu wehren) wurde sogar eine Reduktion der MRI-scans von 52 % innerhalb von 2 Jahren verzeichnet [67].

- ❖ **Practice Variation und Physician Profiling:** Die Analyse von regionalen Unterschieden in der Verwendung von „advanced imaging“ [68] und entsprechende Analysen von Zuweisungsverhalten wie auch dem „Profiling“ von Zuweisern ist eine weitere Strategie zur Eindämmung von unangemessenen radiologischen Aufnahmen [66]. Diese Analyse von Practice Variation und Physician Profiling wird in den USA auch von RBMs angeboten.
- ❖ **Clinical Decision Support Systems** für high-volume Indikationen: Zahlreiche Studien zeigen, dass die Implementierung von Entscheidungshilfen nicht nur im stationären, sondern auch extramuralen Sektor zu einem Rückgang an CT und MRI-scans führt [1, 69-71].
- ❖ **Qualitätsmessung und -berichterstattung (CMS-Public Reporting Initiative: <http://go.cms.gov/2dsEsu2>):** Im Rahmen des „Hospital Outpatient Quality Report“ (OQR) Programms zur Performanzmessung von Serviceanbietern wurden 6 Indikatoren zur Messung ineffizienter Verwendung von „imaging“ entwickelt (<http://bit.ly/2ek1keo>) und die Ergebnisse veröffentlicht. Ein Indikator betrifft die Verwendung von MRI bei Rückenschmerzen ohne vorherige konservative Behandlungen: Eine Analyse von 330.463 Daten (2008-2011) zur Verwendung von MRI bei Rückenschmerzen in unterschiedlichen Settings, Regionen zeigte *keine* Effekte aufgrund der Einführung der Public Reporting Initiative [72]. Eine weitere Analyse von Kopf-CTs in „Emergency Departments“ fand, dass die Performanzindikatoren in der alltäglichen Praxis nicht ausreichend verlässlich und valide sind [73]. Eine weitere Initiative zur Qualitätsmessung (National Quality Forum (NQF) Imaging Efficiency Project) führte ebenfalls zu keinen akzeptierten Ergebnissen [74].

Zugangskontrollen durch Abgleich mit ACR Guidelines

führt zu teils hohen Ablehnungsraten

(= Reduktion von imaging)

vor allem bei älteren Menschen,

weniger bei Jüngeren

Analysen zum Zuweisungsverhalten und -profilen

Entscheidungsunterstützungssysteme bei Zuweisern

Qualitätsindikatoren ohne Effekt

Performanzmessung zu komplex

<p>Zusammenlegung von Abrechnungscodes zur Reduktion von zeitgleichen doppelten Abrechnungen</p>	<p>✳ Tarif- und Kodierungsveränderungen – Resource-based Relative Value Scale (RBRVS) und Coding Policies: Datenanalysen nach Reduktion der Refundierung um 25 % bei multiplen Aufnahmen in einer Session, am selben Patienten, vom/n selben/r Radiologen/in zeigte beim MRI ein 7 %ige „duplication“-Rate (Duszak 2013). Die Zusammenlegung von Abrechnungscodes (wie Abdomen und Pelvis) hatte zum Ziel, die doppelte Refundierung für zeitgleiche radiologische Aufnahme zu eliminieren. Diese Re-Kodierung führte zumindest im Folgejahr nach Zusammenlegung zu einer Reduktion der abgerechneten Aufnahmen [75].</p>
<p>Zusammenspiel von Politikansätzen:</p> <p style="padding-left: 40px;">Autorisierung Reduktion von Vergütungen Kostenbeteiligung</p> <p>Kostenbeteiligung: Patienten können nicht zwischen „low und high value“ Diagnostik unterscheiden</p>	<p>Policy-Mix aus „Pre-Authorization“, „Cost-sharing“ „Reimbursement Reductions“: Analyse von Daten von sowohl Medicare Versicherten (2000-2011: [76]) als auch von überregionalen kommerziellen Versicherungen (non-Medicare, non-elderly Population) (2004-2010: [34]; 2007-2013: [75, 77]) zu den Effekten verschiedener Politikansätze auf die Verlangsamung und Eindämmung der Verwendung von CT/MRI kommen zu dem Schluss, dass eine Kombination von Politiken, die nicht-medizinischen Inzents (Generierung von Einkommen und Angst vor Rechtsstreitigkeiten) „low value imaging“ zu verwenden ausgeglichen haben. Relativ große Beiträge zur Verlangsamung/Eindämmung haben dabei eine Reduktion von MRI an den unteren und oberen Extremitäten, Kopf-MRIs, Rücken-MRIs etc. geleistet [78]. Da PatientInnen aber nicht zwischen „low-value“ und „high-value“ unterscheiden können, wird Kostenbeteiligung allein ohne deren Aufklärung zu unangemessenen Leistungen als nicht adäquates Instrument beschrieben [79].</p>
<p>Appropriateness-Leitlinien und elektronische Zugang zu Patientendaten</p>	<p>✳ EbM-Leitlinien und elektronische Gesundheitsakte: Neben den konkreten Refundierungspolitiken wird die zunehmende Verwendung von Evidence-based Medicine Leitlinien und der elektronische Zugang zu Patientendaten mit der Eindämmung von unangemessener Verwendung von „low value“ radiologischen Aufnahmen assoziiert [76]. Auch Kampagnen wie Choosing Wisely®, Image Wisely® und Image Gently® sind US-amerikanische Initiativen, um Aufmerksamkeit für „low value“ Leistungen zu erlangen.</p>
<p>CMS:</p> <p style="padding-left: 40px;">Pilotierung zahlreicher neuer Refundierungsmodelle</p> <p style="padding-left: 40px;">abseits von fee-for-service</p>	<p>✳ Im CMS-Innovation Center (https://innovation.cms.gov/) werden derzeit in 20 unterschiedlichen Modellen Anreiz- und Refundierungssysteme sowie Erbringermodelle pilotiert, die zum Ziel haben, bessere Versorgung zu geringeren Kosten zu identifizieren. Diese Pilotierungen wurden entlang eines Frameworks (Table 3.5-1) analysiert, das von einer Abgeltung „fee-for-service“ ohne Bezug zu Qualität, über eine Refundierung „fee-for-service“ mit Bezug zu Qualität, bis zu organisatorischen Modellen der Leistungserbringung, die auf „fee-for-service“ aufbauen aber auch einer Leistungserbringung, die Populationsbezogen refundiert wird, reicht [80]. Derzeit werden bereits 20 % der CMS Ausgaben über alternative Refundierungsmodelle abgewickelt.</p>
<p>BCBS: alternative Refundierung</p>	<p>In einem Pilotversuch der BCBS-Versicherung, im Rahmen des „Alternative Quality Contract“, in welchem statt fee-for-service, ein globales Budget für Krankheitsepisoden zu bezahlen war, zeigte sich, dass der „imaging“ Anteil sank. Die Kostenreduktionen beim MRI ergab sich aber nur durch ein Ausweichen in kostengünstigere Settings ergaben [81].</p>

Table 3.5-1: Framework for Progression of Payment to Clinicians and Organizations in Payment Reform ([80], Suppl.)

	Category 1: Fee for Service – No Link to Quality	Category 2: Fee for Service – Link to Quality	Category 3: Alternative Payment Models Built on Fee-for-Service Architecture	Category 4: Population-Based Payment
Description	Payments are based on volume of services and not linked to quality or efficiency	At least a portion of payments vary based on the quality or efficiency of health care delivery	Some payment is linked to the effective management of a population or an episode of care Payments still triggered by delivery of services, but opportunities for shared savings or 2-sided risk	Payment is not directly triggered by service delivery so volume is not linked to payment Clinicians and organizations are paid and responsible for the care of a beneficiary for a long period (eg, >1 year)
Examples				
Medicare	Limited in Medicare fee-for-service Majority of Medicare payments now are linked to quality	Hospital value-based purchasing Physician Value-Based Modifier Readmissions/Hospital Acquired Condition Reduction Program	Accountable care organizations Medical homes Bundled payments	Eligible Pioneer accountable care organizations in years 3-5 Some Medicare Advantage plan payments to clinicians and organizations Some Medicare-Medicaid (duals) plan payments to clinicians and organizations
Medicaid	Varies by state	Primary care case management Some managed care models	Integrated care models under fee for service Managed fee-for-service models for Medicare-Medicaid beneficiaries Medicaid Health Homes Medicaid shared savings models Medicaid waivers for delivery reform incentive payments Episodic-based payments	Some Medicaid managed care plan payments to clinicians and organizations Some Medicare-Medicaid (duals) plan payments to clinicians and organizations

3.5.3 Abgeltungsregeln: Deutschland und Schweiz

<p>Deutschland: MRT im Spital: in DRG berechnet</p> <p>MRT im niedergelassenen Bereich: Tarif im EBM festgelegt</p> <p>MRT des Schädels, der Wirbelsäule, etc. € 126, 60.- + € 50,93 für Kontrastmittel</p>	<p>CT/MRT sind im stationären Bereich in den Fallpauschalen nach Diagnosis Related Groups (DRG) enthalten. Im ambulanten/niedergelassenen Bereich erfolgt die Vergütung mittels eines Einzelleistungstarifs, der alljährlich im „Einheitlichen Bewertungsmaßstab“ (EBM) festgelegt wird (http://www.kbv.de/media/sp/EBM_Radiologe_20161001_V00.pdf). Der Preis pro Punkt wird einmal im Jahr vom Bewertungsausschuss empfohlen („Orientierungswert“), kann von Kassenärztlicher Vereinigung zu Kassenärztlicher Vereinigung aber geringfügig unterschiedlich vereinbart sein („regionaler Punktwert“).</p> <p>Für MRT Untersuchungen (des Schädels, der Wirbelsäule, Hand, des Fußes und/oder deren Teile) können 1.213 Punkte oder 126,59 Euro, Kontrastmittel gegebenenfalls extra (488 Punkte, 50,93 €) verrechnet werden (EBM Radiologie, Pkt 3.4, ab S 280).</p> <p>Ob es Volumen-Deckelungen gibt, mag regional unterschiedlich gehandhabt werden (dazu konnte kein Wissen eruiert werden).</p>
<p>Schweiz: MRT im Spital: in DRG berechnet</p> <p>MRT im niedergelassenen Bereich: Tarif im TARMED festgelegt</p> <p>Tarif errechnet sich aus 3 Komponenten:</p> <p>Grundkonsultation Organ</p> <p>technische Grundleistung</p> <p>(Verbrauchsmaterial)</p>	<p>CT/MRT sind im stationären Bereich in den Fallpauschalen nach DRG enthalten (www.swissdr.org).</p> <p>Im ambulanten/niedergelassenen Bereich erfolgt die Vergütung mittels eines Einzelleistungstarifs (TARMED: http://www.fmh.ch/ambulante_tarife/tarmed-tarif/tarmed_tarifbrowser-datenbank.html). Der Tarif ist für alle Versicherungsformen in der ganzen Schweiz einheitlich.</p> <p>Der durchschnittliche Taxpunktwert (der sich je nach Kanton und Leistungserbringergruppe Arzt oder Spital unterscheidet), mit welchen die im Tarif angegeben Taxpunkte zu multiplizieren sind, beträgt CHF 0.89.</p> <p>Für MRT Untersuchungen errechnet sich der Tarif folgendermaßen:</p> <p>Grundkonsultation/Betriebsstelle</p> <ul style="list-style-type: none"> ✿ Grundkonsultation/Betriebsstelle Radiologie im Röntgeninstitut außerhalb Spital, KVG (39.0010) → 84.17 Taxpunkte <i>oder</i> ✿ Grundkonsultation/Betriebsstelle Radiologie im Spital, KVG (39.0015) → 58.03 Taxpunkte <p><i>plus</i></p> <p>Untersuchung der Organe</p> <ul style="list-style-type: none"> ✿ MRI Thorax (39.5090) → 291.92 Taxpunkte ✿ MRI Schultergelenk und/oder Oberarme (39.5140) → 336.61 Taxpunkte ✿ MRI Neurokranium Übersicht (39.5050) → 375.20 Taxpunkte ✿ etc. (siehe im Tarifbrowser) ✿ + Zuschlag weitere Serien MRI (39.5010) → 232.85 Taxpunkte <p><i>plus</i></p> <p>Technische Grundleistung</p> <p>Technische Grundleistung 0, MRI, ambulanter Patient (39.5300) → 77.35 Taxpunkte</p> <p><i>plus</i></p> <p>+ Verbrauchsmaterial, etc.</p>

Ein MRT des Schädels inkl. weitere Serien kostet im Spital ca. CHF 670.- (€ 616,4.-). $\rightarrow (58.03 + 375.20 + 232.85 + 77.35) * 0.89 + \text{Verbrauchsmaterial, etc.}$

Ein MRT des Schädels inkl. weitere Serien kostet im ambulanten Bereich ca. CHF 770.- (€ 708,4.-). $\rightarrow (84.17 + 375.20 + 232.85 + 77.35) * 0.89 + \text{Verbrauchsmaterial, etc.}$

Im Durchschnitt wurden 84,9 % der MRI-Untersuchungen zu ambulanten Tarifen verrechnet.

Derzeit finden weder Mengensteuerung noch Deckelung noch Diskussionen zu neuen Abgeltungsformen für CT/MRT statt. Die Höhe der Vergütung für CT/MRT ist jedoch ein Thema. Die Tarifpartner (Versichererverbände (santésuisse oder curafutura) und Ärzteverbände) arbeiten seit 2010 an einer Revision des ambulanten Tarifsystems TARMED, jedoch wurde bisher noch keine Einigung erzielt. Der Bundesrat hat angekündigt, dass er allenfalls per 2018 Eingriffe bei nicht sachgerechten Tarifen machen wird, wenn die Tarifpartner keine entsprechende Lösung vorlegen. Ein besonderes Augenmerk wird dabei auf die Bereiche CT/MRT gelegt werden.

In der Schweiz sind große geographische Unterschiede (bei verschiedenen Interventionen), welche erstmals 2016 in der neu eingeführten ambulanten Statistik analysiert werden konnten. Eine genauere Evaluierung dieser Daten steht allerdings noch aus.

MRT des Schädels im Spital:
€ 616,4.- (CHF 670.-)

ambulant:
708.- (CHF 770.-)

keine Diskussionen zur Mengensteuerung, wohl aber zur Höhe der Vergütung

politische Verhandlungen

3.6 Häufigkeit von MRT „untere Extremitäten“ in low-frequency Ländern

Es konnten keine systematisch aufbereiteten Daten zur Häufigkeit von MRT an unteren Extremitäten in anderen Ländern gefunden werden.

keine Daten identifiziert

3.7 Interventionen nach MRT an „unteren Extremitäten“

Aufgrund der Vielzahl von möglichen Interventionen bei unterschiedlichen Indikationen an den unteren Extremitäten und aber der geringen Granularität der Abrechnungsdaten wurde in Absprache mit dem Hauptverband der Sozialversicherungen (HVB) der Beantwortung dieser Frage nicht weiter nachgegangen.

Frage wurde wegen Mangel an Details in Abrechnungsdaten nicht weiter nachgegangen

4 Diskussion

Es war die Zielsetzung des vorliegenden Projektes – aufbauend auf den beiden Vorberichten MRT I und MRT 2 – weitere Bausteine zum methodischen Vorgehen zur Identifikation von unangemessener Versorgung zusammenzutragen und damit die methodische Basis für eigene Auswertungen von Routinedaten durch den HVB zu unterstützen.

**Zielsetzung:
Vorbereitung zu
Routinedaten-
auswertungen des HVB**

4.1 Zusammenfassung und Interpretation auf Übertragbarkeit

Über alle berücksichtigten Indikationen der unteren Extremitäten waren die Empfehlungen zur MRT von der ACR am umfangreichsten und differenziertesten. Unterschiede bei den Empfehlungen zwischen den Organisationen fanden sich, wie schon im *MRT-Bericht Teil 1* [1] berichtet, nur vereinzelt. Von besonderer Relevanz sind die Empfehlungen zur Verwendung der MRT als initiales bildgebendes Verfahren. Hier war auffällig, dass in der Orientierungshilfe Radiologie die Empfehlungen zur MRT als erstes Bildgebungsverfahren waren. Dies steht in starkem Kontrast zur AIM, welche generell von der MRT als initiales Verfahren abrät. Auch das ACR empfiehlt MRT nur in wenigen Indikationen als Primärdiagnostik. Diese Tatsache könnte zu den hohen Nutzungsraten von MRT in Österreich beitragen.

**ACR umfangreichste
und differenzierteste
Empfehlungen**

**Orientierungshilfe
Radiologie empfiehlt
MRT am häufigsten als
initiales Verfahren:**

**Potentielle Ursache für
hohe Nutzungsrate**

**8 Methoden zur
Identifikation von
unangemessener
Versorgung**

Wir identifizierten acht methodische Ansätze, die sich mit der Feststellung von unangemessener Versorgung an den unteren Extremitäten, Rücken oder Kopf befassten. Alle Methoden weisen spezifische Stärken und Schwächen auf. Deshalb erscheint eine Methodenkombination zur Feststellung von (un-)angemessener Versorgung am geeignetsten. Die Kombination verschiedener Methoden wurde bereits von anderen AutorInnen angewendet: Parma et al [82], zum Beispiel, verglichen vorhandene Daten mit Leitlinienempfehlungen und berechnet Prädiktoren, die in Verbindung mit unangemessener CT Nutzung stehen.

**Methodenkombination,
um Vorteile der
verschiedene Verfahren
zu nutzen**

Für die Auswertung von aggregierten Daten bietet sich eine Kombination aus Leitlinienempfehlungen, diagnostische Information, Prädiktoren, die in Verbindung mit der Nutzung von bildgebenden Verfahren und Patientenpfade an:

**Leitlinienempfehlungen,
Patientenpfade,
diagnostische
Information,
Prädiktoren zur Analyse
von aggregierten Daten**

Leitlinienempfehlungen können hierbei zum Formulieren von Hypothesen unter Verwendung der zur Verfügung stehenden Daten dienen. Hierbei können Patientenpfade (z. B. CT oder MRT soll erst nach konventionellem Röntgen durchgeführt werden), diagnostische Information (z. B. führt Bildgebung zu einer Behandlung?) oder unerwünschten Folgen (z. B. zeigen sich Zusammenhänge zwischen Bildgebung und Eingriffe, die bei Nutzung anhand der Leitlinienempfehlungen nicht vorhanden sein sollten) berücksichtigt werden. Wichtige Prädiktoren, die in Verbindung mit der Nutzung von bildgebenden Verfahren stehen (z. B. PatientInnenalter oder Gesundheitsausgaben) sollten bei dieser Analyse konstant gehalten werden. Dementsprechend ist die Anwendung eines multivariaten Modells Voraussetzung.

3 Hypothesen, die mittels Methodenkombination überprüft werden können

Beispiele für Hypothesen, die auf diese Art untersucht werden könnten, sind: (1) Bildgebungsraten sollten nicht mit Prädiktoren in Verbindung stehen, die bekannt sind, unangemessene Nutzung zu fördern. So sollte sich bei angemessener Nutzung zum Beispiel kein Zusammenhang zwischen privaten Gesundheitsausgaben und der Anzahl der durchgeführten bildgebenden Verfahren zeigen. (2) In der Regel sollte Bildgebung mit darauf folgenden Behandlungen korreliert sein (abgesehen von Screening). Zeigt sich keine Verbindung von Bildgebung zu weiterführenden Behandlungen, so ist dies ein Indiz für fehlende diagnostische Information. (3) Eine Untersuchung, die in evidenzbasierten Leitlinien nicht empfohlen wird und in Verbindung mit einer höheren Rate an folgenden Behandlungen steht, kann ein Indiz für unangemessene Versorgung, die in Verbindung mit negativen Folgen steht, sein (z. B. Chirurgie als Folge auf unangemessene Bildgebung). Exemplarisch führten wir Analysen anhand dieser Hypothesen mit aggregierte OECD Daten durch (Kapitel 3.3) und fanden Indizien, die auf unangemessene MRT in Verbindung mit Kniegelenkersatz hinweisen.

exemplarisch anhand von OECD Daten durchgeführt

Table 4.1-1: Publierte Methoden zur Identifikation von unangemessener Versorgung

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

Finnland: Leitliniennutzung hohe Bedeutung

Zugangskontrolle

Mediziner-Ausbildung

Die MRT und CT Nutzung ist in Finnland im Vergleich zu anderen OECD Nationen relativ gering (46,5 MRT und 31,9 CT Untersuchungen auf 1.000 Einwohner; OECD Median: 54,9 MRT und 140,6 CT). Laut den Informationen einer befragten Expertin sind in Finnland verschiedene Steuerungsansätze implementiert, die dazu beitragen sollen, die Bildgebungsraten gering zu halten. Dazu gehören, unter anderem, dass die Akzeptanz und Nutzung von Leitlinien hoch ist, dass niedergelassene AllgemeinmedizinerInnen keine MRT oder CT verschreiben dürfen und dass die sinnvolle Nutzung von Bildgebung zur Diagnostik bereits im Studium gelehrt wird.

Auf Österreich übertragbar sind die Erkenntnisse zur Bedeutung der Zugangskontrolle basierend auf Leitlinien und Zweitmeinungen zur Angemessenheit. Auch der Stellenwert einer kritischen Verschreibungspraxis von Bildgebung (unter Verwendung von evidenzbasierten Leitlinien) in der österreichischen Medizinerbildung ist zu hinterfragen

Die Analyse der Refundierungspolitikansätze konnte zeigen, dass Datenverfügbarkeit und Datenanalysen die notwendige Voraussetzung zum Messen von Effekten von Politikansätzen sind. In einigen ausgewählten Projekten konnten durch Bildungsmaßnahmen, Entscheidungshilfen („Decision support tools“) oder Zugangskontrollen nachweislich Erfolge in der Reduktion unangemessener Untersuchungen mit bildgebenden Verfahren erzielt werden. Generell ist die Erfolgsaussicht auf eine Veränderung der vorherrschenden Praxis größer, wenn mehrere Maßnahmen als „Paket“ eingesetzt werden.

Es scheint plausibel, dass durch ein Monitoring von „Practice Patterns“, regionalen Unterschieden, Zuweiser-Profilen und bei einer Überprüfung der Zuweisungsindikationen unangemessene Diagnostik auch durch den edukativen Effekt zurückgehen [67]. Bestimmte Refundierungspolitiken, wie solche, die in erster Linie die Nutzungsraten reduzieren sollen (z. B. gedeckelte Bezahlungsmodelle oder Zusatzzahlungen der PatientInnen), stehen aber in Gefahr auch angemessene Versorgung zu reduzieren und damit die Versorgungsqualität negativ zu beeinflussen. Dies steht mit der Tatsache in Zusammenhang, dass die Nutzungsraten nicht notwendigerweise mit der Angemessenheit der Bildgebung verbunden sind [51, 54].

**Indikationen für
Bildgebung in der Lehre
von Bedeutung**

**Datenverfügbarkeit und
-analysen notwendige
Voraussetzung für
Überprüfung von Erfolg
von Politik-Maßnahmen**

**Maßnahmenpakete
scheinen besser zu wirken
als Einzelinitiativen**

**Monitoring von
Zuweiserverhalten**

Edukation der Zuweiser

4.2 Limitationen

Die vorliegende Arbeit ist als Baustein in einem verhältnismäßig jungen Forschungsgebiet zu sehen. Dementsprechend und aufgrund der gewählten Methoden ist dieser Bericht verbunden mit einigen Limitationen.

- ✿ Es wurden für die Empfehlungen zur Verwendung der MRT nur drei Empfehlungslisten (ACR, AIM, Orientierungshilfe Radiologie) verwendet. Weitere derartige (nationale) Empfehlungslisten könnten das Bild von Übereinstimmungen und Abweichungen noch vertiefen.
- ✿ Die Literatursuche und -auswertung musste 4.556 Zitate verarbeiten. Es wurden dementsprechend im ersten Screening nach relevanten Methoden nur Titel und Abstracts gelesen. Es könnte also durchaus sein, sofern Titel und Abstract nicht ausreichend aussagekräftig waren, dass Publikationen (ins. Pilotprojekte) in der Fülle der Materialien übersehen wurden.
- ✿ Es erfolgte keine doppelte Prüfung der ausgeschlossenen bzw. eingeschlossenen Literatur durch einen zweiten Autor.
- ✿ Für die Regressionsanalyse mussten Daten per Hand in tabellarische Form aus verschiedenen Quellen übertragen werden. Dies wurde lediglich von einem Autor durchgeführt. Die Richtigkeit der Datenextraktion wurde von keinem weiteren Autor geprüft.
- ✿ Die Regressionsanalyse basiert auf der Verwendung hoch-aggregierter OECD-Daten, die sehr anfällig für Fehler sind. Die Ergebnisse sind daher mit großer Vorsicht zu betrachten.

**nur 3 Quellen
zu Empfehlungen
berücksichtigt**

**unter Umständen
relevante Publikationen
nicht berücksichtigt**

**Literaturauswahl und
Datenextraktion durch
nur einen Autor**

**hochaggregierte
OECD Daten**

- Finland:
nur eine Quelle befragt**
 - ✳ Die Analyse der Ursachen, warum ein hoch-entwickeltes Gesundheitswesen wie Finnland deutlich weniger hoch-technologische Bildgebung verwendet, basiert auf nur einer Quelle (einer email-Befragung). Diese Quelle hat vor allem die Situation in der Region, in welcher sie tätig ist, beschrieben. Es ist daher wahrscheinlich, dass diese Ursachen unvollständig sind.
- nur US-amerikanische Studien zu Politikansätze gefunden**
 - ✳ Die Analyse von Politikansätzen verwendete ausschließlich US-amerikanische Studien, da für den Europäischen Raum keine Publikationen gefunden werden konnten. Da die starke Zunahme von MRT-Untersuchungen aber für alle westlichen Länder ein Problem darstellt, ist die Wahrscheinlichkeit sehr groß, dass weitere Europäische Refundierungsinstitutionen (Sozialversicherungen) an Steuerungsmaßnahmen arbeiten, die wir in dieser Arbeit nicht berücksichtigen konnten – in Ermangelung an Zugang zu diesem Wissen.
- 2 Fragestellungen unbeantwortet**
 - ✳ Zu zwei Fragestellungen konnten wir gar keine Informationen finden.

4.3 Schlussfolgerungen und Empfehlungen

MRT als initiales Verfahren kritisch zu betrachten

Folgende Schlussfolgerungen können aus der vorliegenden Arbeit gezogen und Empfehlungen abgeleitet werden:

Kombination verschiedener Verfahren, um Hinweise auf Angemessenheit zu finden

- ✳ Insgesamt konnten wir zeigen, dass eine MRT an den unteren Extremitäten als initiale Untersuchung nur vereinzelt in Leitlinien empfohlen wird. Meistens wird eine MRT erst zur weiteren Abklärung rekommandiert, nachdem andere Verfahren angewendet wurden. Dementsprechend ist die MRT als erstes bildgebendes Verfahren in vielen Fällen eher kritisch zu betrachten.
- ✳ Alle Methoden zur Feststellung der Angemessenheit von Bildgebung weisen bestimmte Vor- und Nachteile auf. Aus diesem Grund erscheint eine Methodenkombination verschiedener Verfahren als das optimale Vorgehen bei Routinedaten-Auswertungen, um Hinweise auf unangemessene Versorgung zu finden. Wie eine derartige Kombination zur Auswertung von aggregierten Daten aussehen könnte, haben wir anhand von, auf Nationalebene aggregierten, OECD Daten gezeigt. Damit konnten wir prüfen, ob sich Hinweise für unangemessene MRT Nutzung zeigen, die außerdem mit vermehrten Eingriffen in Verbindung stehen könnten, zeigen. Doch selbst eine derartige Methodenkombination, kann lediglich Hinweise für eine unangemessene Versorgung finden, ohne diese tatsächlich zu beweisen.

Refundierungspolitikansätze können die Nutzungsraten beeinflussen

- ✳ Wir konnten eine Reihe von Besonderheiten identifizieren, die für die geringere MRT Nutzung in einem „low-imaging“ Land verantwortlich sein könnten. In diesem Zusammenhang sind auch die unterschiedlichen Refundierungspolitikansätze zu betrachten. Diese erscheinen geeignet, Einfluss auf die Häufigkeit und Angemessenheit von bildgebenden Verfahren auszuüben. Eine Analyse der Zuweisungen (Indikationen, Verdachtsdiagnosen) und der ZuweiserInnen (Zuweisungsmuster, und -profile) könnte dazu beitragen, die Ursachen für die Nachfrage nach MRT-Untersuchungen in Österreich zu identifizieren.

5 Literatur

- [1] Kisser A, Mayer J, Wild C. Opportunities and strategies to drive appropriate use of MRI in Austria. LBI-HTA Projektbericht Nr.: 80. Vienna: 2014.
- [2] NHS England, Public Health England, RightCare. The NHS Atlas of Variation in Healthcare. 2015.
- [3] OECD Data. Magnetic resonance imaging (MRI) exams: Total, Per 1000 inhabitants, 1995 – 2013. 2016 [cited 06.09.2016]; Available from: <https://data.oecd.org/healthcare/magnetic-resonance-imaging-mri-exams.htm>.
- [4] Kisser A, Naimer C. Möglichkeiten und Strategien unangemessen MRT Einsatz zu reduzieren, Teil 2. LBI-HTA Projektbericht Nr.: 80b. Wien: 2015.
- [5] Lavis JN, Anderson GM. Appropriateness in health care delivery: definitions, measurement and policy implications. CMAJ: Canadian Medical Association journal = journal de l'Association medicale canadienne. 1996;154(3):321-8. Epub 1996/02/01.
- [6] Schwartz FW, Wille E, Fischer G, Kuhlmeier A, Lauterbach KW, Rosenbrock R, et al. Bedarf, bedarfsgerechte Versorgung, Über-, Unter- und Fehlversorgung im Rahmen der deutschen gesetzlichen Krankenversicherung – Herleitung grundlegender Begriffe: Arbeitspapier 2000.
- [7] Joshi NP, Stahnisch FW, Noseworthy TW. Reassessment of Health Technologies: Obsolescence and Waste. Ottawa: 2009.
- [8] Carter SM, Rogers W, Heath I, Degeling C, Doust J, Barratt A. The challenge of overdiagnosis begins with its definition. BMJ (Clinical research ed). 2015;350:h869. Epub 2015/03/06.
- [9] The Dartmouth Institute. The Dartmouth Atlas. 2016 [cited 3.10.2016]; Available from: <http://tdi.dartmouth.edu/research/evaluating/health-system-focus/the-dartmouth-atlas>.
- [10] Lüring C, Niethard F-U, Günther K-P, Schäfer T, Hannemann F, Pritzkeleit R, et al. Faktencheck Gesundheit: Knieoperationen (Endoprothetik) – Regionale Unterschiede und ihre Einflussfaktoren. 2013.
- [11] OECD. Geographic Variations in Health Care: OECD Publishing; 2014.
- [12] NHS. The NHS Atlas of Variation in Healthcare: Reducing unwarranted variation to increase value and improve quality. London: 2015.
- [13] American College of Radiology. Appropriateness Criteria. 2016 [cited May-June 2016]; Available from: <https://acsearch.acr.org/list>.
- [14] AIM. Clinical Appropriateness Guidelines: Advanced Imaging. AIM, 2016.
- [15] Breitensteiner M, Wicke K, Klausner A, Kramer J, Nöbauer-Huhmann I, Schüller-Weidekamm C, et al. Muskuloskelettale Erkrankungen. In: Wicke K, Frühwald F, Tscholakoff D, Kainberger F, editors. Orientierungshilfe Radiologie. Wien 2011.
- [16] Hruby W, Glos W, Oberhauser G, Pärtan G, Schüller G. Trauma. In: Wicke K, Frühwald F, Tscholakoff D, Kainberger F, editors. Orientierungshilfe Radiologie. Wien 2011.
- [17] Kärnel F, Cejna M, Bale R, Chemelli A, Gschwendtner M, Hausegger K, et al. Interventionen. In: Wicke K, Frühwald F, Tscholakoff D, Kainberger F, editors. Orientierungshilfe Radiologie. Wien 2011.
- [18] Schima W, Knapp R, Forstner R, Krestan C, Kurtaran A, Metz-Schimmerl S, et al. Onkologie. In: Wicke K, Frühwald F, Tscholakoff D, Kainberger F, editors. Orientierungshilfe Radiologie. Wien 2011.
- [19] abstrackr. abstrackr. 2016 [cited 1.7.2016]; Available from: <http://abstrackr.cebm.brown.edu>.
- [20] OECD. Total expenditure on health per capita at current prices and PPPs. 2014 [8.8.2016]; Available from: http://www.keepeek.com/Digital-Asset-Management/oecd/social-issues-migration-health/health-at-a-glance-2013/health-expenditure-per-capita-2011-or-nearest-year_health_glance-2013-graph150-en#page1.

- [21] OECD. Health Care Utilisation: Diagnostic exams. 2016 [cited 8.8.2016]; Available from: <http://stats.oecd.org/#>.
- [22] Fox J, Weisberg S. An {R} Companion to Applied Regression. Thousand Oaks CA: Sage; 2011.
- [23] R Core Team. R: A Language and Environment for Statistical Computing. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing; 2015.
- [24] Amrhein TJ, Paxton BE, Lungren MP, Befera NT, Collins HR, Yurko C, et al. Physician self-referral and imaging use appropriateness: negative cervical spine MRI frequency as an assessment metric. *AJNR American journal of neuroradiology*. 2014;35(12):2248-53. Epub 2014/08/12.
- [25] Babbel D, Rayan G. Magnetic resonance imaging in evaluating workers' compensation patients. *The Journal of hand surgery*. 2012;37(4):811-5. Epub 2012/02/07.
- [26] Ibrahim AW, Magbool G, El-Hassen AY, Al-Shail E. The use and misuse of the CT scan of the brain. *Annals of Saudi medicine*. 1992;12(2):166-9. Epub 1992/03/01.
- [27] Kim JS, Dong JZ, Brener S, Coyte PC, Rampersaud YR. Cost-effectiveness analysis of a reduction in diagnostic imaging in degenerative spinal disorders. *Healthcare policy = Politiques de sante*. 2011;7(2):e105-21. Epub 2012/11/02.
- [28] Heller MT, Kanal E, Almusa O, Schwarz S, Papachristou M, Shah R, et al. Utility of additional CT examinations driven by completion of a standard trauma imaging protocol in patients transferred for minor trauma. *Emergency radiology*. 2014;21(4):341-7. Epub 2014/02/18.
- [29] Gelb HJ, Glasgow SG, Sapega AA, Torg JS. Magnetic resonance imaging of knee disorders. Clinical value and cost-effectiveness in a sports medicine practice. *The American journal of sports medicine*. 1996;24(1):99-103. Epub 1996/01/01.
- [30] Vosburgh CL, Kopta JA. Appropriate use of magnetic resonance imaging of the spine and extremities. *Southern medical journal*. 1994;87(8):801-4. Epub 1994/08/01.
- [31] Swedlow A, Johnson G, Smithline N, Milstein A. Increased costs and rates of use in the California workers' compensation system as a result of self-referral by physicians. *The New England journal of medicine*. 1992;327(21):1502-6. Epub 1992/11/19.
- [32] Vance EA, Xie X, Henry A, Wernz C, Slonim AD. Computed tomography scan use variation: patient, hospital, and geographic factors. *The American journal of managed care*. 2013;19(3):e93-9. Epub 2013/03/29.
- [33] Mathias JS, Feinglass J, Baker DW. Variations in US hospital performance on imaging-use measures. *Medical care*. 2012;50(9):808-14. Epub 2012/05/31.
- [34] Lee CI, Ponce NA, Ettner SL, Kahn KL, Bassett LW, Forman HP. Ordering of CT by emergency department provider type: analysis of a nationally representative sample. *AJR American journal of roentgenology*. 2012;199(5):1054-9. Epub 2012/10/26.
- [35] Jame SZ, Majdzadeh R, Sari AA, Rashidian A, Arab M, Rahmani H. Indications and overuse of computed tomography in minor head trauma. *Iranian Red Crescent medical journal*. 2014;16(5):e13067. Epub 2014/07/18.
- [36] Kovacs FM, Arana E, Royuela A, Cabrera A, Casillas C, Pinero P, et al. Appropriateness of lumbar spine magnetic resonance imaging in Spain. *European journal of radiology*. 2013;82(6):1008-14. Epub 2013/02/21.
- [37] Jame SZ, Sari AA, Majdzadeh R, Rashidian A, Arab M, Rahmani H. The extent of inappropriate use of magnetic resonance imaging in low back pain and its contributory factors. *International journal of preventive medicine*. 2014;5(8):1029-36. Epub 2014/12/10.
- [38] Stanley RM, Hoyle JD, Jr., Dayan PS, Atabaki S, Lee L, Lillis K, et al. Emergency department practice variation in computed tomography use for children with minor blunt head trauma. *The Journal of pediatrics*. 2014;165(6):1201-6 e2. Epub 2014/10/09.

- [39] Levine MB, Moore AB, Franck C, Li J, Kuehl DR. Variation in use of all types of computed tomography by emergency physicians. *The American journal of emergency medicine*. 2013;31(10):1437-42. Epub 2013/09/04.
- [40] Natale JE, Joseph JG, Rogers AJ, Mahajan P, Cooper A, Wisner DH, et al. Cranial computed tomography use among children with minor blunt head trauma: association with race/ethnicity. *Archives of pediatrics & adolescent medicine*. 2012;166(8):732-7. Epub 2012/08/08.
- [41] Pham HH, Landon BE, Reschovsky JD, Wu B, Schrag D. Rapidity and modality of imaging for acute low back pain in elderly patients. *Archives of internal medicine*. 2009;169(10):972-81. Epub 2009/05/27.
- [42] Linder R, Horenkamp-Sonntag D, Engel S, Schneider U, Verheyen F. [Quality Assurance using routine data: Overdiagnosis by radiological imaging for back pain]. *Deutsche medizinische Wochenschrift (1946)*. 2016;141(10):e96-e103. Epub 2016/05/14. Uberdiagnostik mit Bildgebung bei Ruckenschmerzen.
- [43] Schwartz AL, Landon BE, Elshaug AG, Chernew ME, McWilliams JM. Measuring low-value care in Medicare. *JAMA internal medicine*. 2014;174(7):1067-76. Epub 2014/05/14.
- [44] Schroth WS, Schectman JM, Elinsky EG, Panagides JC. Utilization of medical services for the treatment of acute low back pain: conformance with clinical guidelines. *J Gen Intern Med*. 1992;7(5):486-91. Epub 1992/09/01.
- [45] Butler GJ, Stolberg HO. The use of cross-sectional diagnostic imaging in a major Canadian health care centre. *Canadian Association of Radiologists journal = Journal l'Association canadienne des radiologistes*. 2004;55(3):174-7. Epub 2004/07/09.
- [46] Tocci SL, Madom IA, Bradley MP, Langer PR, DiGiovanni CW. The diagnostic value of MRI in foot and ankle surgery. *Foot & ankle international*. 2007;28(2):166-8. Epub 2007/02/14.
- [47] Bradley MP, Tung G, Green A. Overutilization of shoulder magnetic resonance imaging as a diagnostic screening tool in patients with chronic shoulder pain. *Journal of shoulder and elbow surgery/American Shoulder and Elbow Surgeons [et al]*. 2005;14(3):233-7. Epub 2005/05/13.
- [48] Chwals WJ, Robinson AV, Sivit CJ, Alaedeem D, Fitzenrider E, Cizmar L. Computed tomography before transfer to a level I pediatric trauma center risks duplication with associated increased radiation exposure. *Journal of pediatric surgery*. 2008;43(12):2268-72. Epub 2008/12/02.
- [49] Sheehan SE, Coburn JA, Singh H, Vanness DJ, Sittig DF, Moberg DP, et al. Reducing Unnecessary Shoulder MRI Examinations Within a Capitated Health Care System: A Potential Role for Shoulder Ultrasound. *J Am Coll Radiol*. 2016;13(7):780-7. Epub 2016/05/11.
- [50] NHS England, Public Health England, RightCare. *The NHS Atlas of Variation in Healthcare*. 2011.
- [51] 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.
- [52] Carter JL, Coletti RJ, Harris RP. Quantifying and monitoring overdiagnosis in cancer screening: a systematic review of methods. *BMJ (Clinical research ed)*. 2015;350:g7773. Epub 2015/01/09.
- [53] Vanderby S, Pena-Sanchez JN, Kalra N, Babyn P. Finding the Truth in Medical Imaging: Painting the Picture of Appropriateness for Magnetic Resonance Imaging in Canada. *Canadian Association of Radiologists journal = Journal l'Association canadienne des radiologistes*. 2015;66(4):323-31. Epub 2015/08/19.
- [54] Fitch K, Bernstein SJ, Aguilar MD, Burnand B, LaCalle JR, Lázaro P, et al. *The RAND/UCLA Appropriateness Method User's Manual*. Rand; 2001 [cited 26.8.2016]; Available from: http://www.rand.org/content/dam/rand/pubs/monograph_reports/2011/MR1269.pdf.
- [55] Baker LC, Atlas SW, Afendulis CC. Expanded use of imaging technology and the challenge of measuring value. *Health affairs (Project Hope)*. 2008;27(6):1467-78. Epub 2008/11/11.
- [56] Martin GM, Thornhill T, Katz JN. Total knee arthroplasty. *UpToDate*; 2015 [cited 10.08.2016]; Available from: <http://www.uptodate.com/contents/total-knee-arthroplasty>.

- [57] MedicineNet. Definition of Degenerative joint disease. 2016 [cited 10.08.2016]; Available from: <http://www.medicinenet.com/script/main/art.asp?articlekey=2932>.
- [58] OECD. Hip and knee replacement. Health at a Glance 2013: OECD Indicators. Paris: OECD Publishing; 2013.
- [59] Osborne J, Overbay A. The power of outliers (and why researchers should always check for them). Practical Assessment, Research & Evaluation; 2004 [cited 13.09.2016]; Available from: <http://PAREonline.net/getvn.asp?v=9&n=6>.
- [60] The World Bank. World Development Indicators: Mortality. 2016 [cited 09.09.2016]; Available from: <http://wdi.worldbank.org/table/2.21#>.
- [61] The World Bank. Health expenditure per capita, PPP (constant 2011 international \$). 2016 [cited 09.09.2016]; Available from: <http://data.worldbank.org/indicator/SH.XPD.PCAP.PP.KD>.
- [62] OECD. Health Care Utilisation: Surgical procedures. 2016 [cited 8.8.2016]; Available from: <http://stats.oecd.org/#>.
- [63] Oikarinen H. MRI overuse. In: Emprechtinger R, editor. 2016.
- [64] Iglehart JK. Health insurers and medical-imaging policy – A work in progress. New England Journal of Medicine. 2009;360(10):1030-7.
- [65] Levin DC, Rao VM, Parker L. Physician orders contribute to high-tech imaging slowdown. Health Affairs. 2010;29(1):189-95.
- [66] Mitchell JM, Lagalia RR. Controlling the escalating use of advanced imaging: The role of radiology benefit management programs. Medical Care Research and Review. 2009;66(3):339-51.
- [67] Rapoport RJ, Parker L, Levin DC, Hiatt MD. A large state medicaid outpatient advanced imaging utilization management program: Substantial savings without the need for denials. Medical Care Research and Review. 2015;73(3):369-80.
- [68] Rosenkrantz AB, Hughes DR, Duszak R, Jr. State variation in medical imaging: Despite great variation, the medicare spending decline continues. American Journal of Roentgenology. 2015;205(4):817-21.
- [69] Blackmore CC, Mecklenburg RS, Kaplan GS. Effectiveness of clinical decision support in controlling inappropriate imaging. Journal of the American College of Radiology. 2011;8(1):19-25.
- [70] Siström CL, Dang PA, Weilburg JB, Dreyer KJ, Rosenthal DI, Thrall JH. Effect of computerized order entry with integrated decision support on the growth of outpatient procedure volumes: Seven-year time series analysis. Radiology. 2009;251(1):147-55.
- [71] Solberg LI, Wei F, Butler JC, Palattao KJ, Vinz CA, Marshall MA. Effects of electronic decision support on high-tech diagnostic imaging orders and patients. American Journal of Managed Care. 2010;16(2):102-6.
- [72] Ganduglia CM, Zezza M, Smith JD, John SD, Franzini L. Effect of public reporting on MR imaging use for low back pain. Radiology. 2015;276(1):175-83.
- [73] Schuur JD, Brown MD, Cheung DS, Graff Iv L, Griffey RT, Hamedani AG, et al. Assessment of medicare's imaging efficiency measure for emergency department patients with atraumatic headache. Annals of emergency medicine. 2012;60(3):280-90.
- [74] Raja AS, Wright C, Sodickson AD, Zane RD, Schiff GD, Hanson R, et al. Negative appendectomy rate in the era of CT: An 18-year perspective. Radiology. 2010;256(2):460-5.
- [75] Horný M, Burgess JF, Horwitt J, Cohen AB. Advanced diagnostic imaging in privately insured patients: Recent trends in utilization and payments. Journal of the American College of Radiology. 2014;11(7):692-7.
- [76] Lee DW, Duszak Jr R, Hughes DR. Comparative analysis of medicare spending for medical imaging: Sustained dramatic slowdown compared with other services. American Journal of Roentgenology. 2013;201(6):1277-82.
- [77] Horný M, Burgess JF, Jr., Cohen AB. Advanced Imaging Utilization Trends in Privately Insured Patients From 2007 to 2013. Journal of the American College of Radiology. 2015;12(12):1380-7.e4.

- [78] Lee DW, Levy F. The sharp slowdown in growth of medical imaging: an early analysis suggests combination of policies was the cause. *Health affairs (Project Hope)*. 2012;31(8):1876-84. Epub 2012/07/31.
- [79] Zheng S, Ren ZJ, Heineke J, Geissler KH. Reductions in diagnostic imaging with high deductible health plans. *Medical care*. 2016;54(2):110-7.
- [80] Rajkumar R, Conway PH, Tavenner M. CMS-engaging multiple payers in payment reform. *JAMA – Journal of the American Medical Association*. 2014;311(19):1967-8.
- [81] Song Z, Fendrick AM, Safran DG, Landon BE, Chernew ME. Global budgets and technology-intensive medical services. *Healthcare*. 2013;1(1-2):15-21.
- [82] Parma C, Carney D, Grim R, Bell T, Shoff K, Ahuja V. Unnecessary head computed tomography scans: a level 1 trauma teaching experience. *The American surgeon*. 2014;80(7):664-8. Epub 2014/07/06.
- [83] Hergan K, Haudum G, Loewe C, Sommer O, Sorantin E, Trieb T. Cardiovasculäres System. In: Wicke K, Frühwald F, Tscholakoff D, Kainberger F, editors. *Orientierungshilfe Radiologie*. Wien 2011.
- [84] Issa K, Jauregui JJ, McElroy M, Banerjee S, Kapadia BH, Mont MA. Unnecessary magnetic resonance imaging of hips: an economic burden to patients and the healthcare system. *The Journal of arthroplasty*. 2014;29(10):1911-4. Epub 2014/07/12.
- [85] Jindal A, Velmahos GC, Rofougaran R. Computed tomography for evaluation of mild to moderate pediatric trauma: are we overusing it? *World journal of surgery*. 2002;26(1):13-6. Epub 2002/03/19.
- [86] Kaups KL, Davis JW, Parks SN. Routinely repeated computed tomography after blunt head trauma: does it benefit patients? *The Journal of trauma*. 2004;56(3):475-80; discussion 80-1. Epub 2004/05/07.
- [87] Moore HB, Loomis SB, Destigter KK, Mann-Gow T, Dorf L, Streeter MH, et al. Airway, breathing, computed tomographic scanning: duplicate computed tomographic imaging after transfer to trauma center. *The journal of trauma and acute care surgery*. 2013;74(3):813-7. Epub 2013/02/22.
- [88] Sharma A, Chatterjee A, Goyal M, Parsons MS, Bartel S. Location of core diagnostic information across various sequences in brain MRI and implications for efficiency of MRI scanner utilization. *AJR American journal of roentgenology*. 2015;204(4):804-9. Epub 2015/03/21.
- [89] Velmahos GC, Gervasini A, Petrovick L, Dorer DJ, Doran ME, Spaniolas K, et al. Routine repeat head CT for minimal head injury is unnecessary. *The Journal of trauma*. 2006;60(3):494-9; discussion 9-501. Epub 2006/03/15.
- [90] Kung PT, Tsai WC, Yaung CL, Liao KP. Determinants of computed tomography and magnetic resonance imaging utilization in Taiwan. *International journal of technology assessment in health care*. 2005;21(1):81-8. Epub 2005/03/02.
- [91] Rohacek M, Albrecht M, Kleim B, Zimmermann H, Exadaktylos A. Reasons for ordering computed tomography scans of the head in patients with minor brain injury. *Injury*. 2012;43(9):1415-8. Epub 2012/01/27.
- [92] Becker J, Jenkins LS, de Swardt M, Sayed R, Viljoen M. Appropriateness of computed tomography and magnetic resonance imaging scans in the Eden and Central Karoo districts of the Western Cape Province, South Africa. *South African medical journal = Suid-Afrikaanse tydskrif vir geneeskunde*. 2014;104(11):762-5. Epub 2015/04/25.
- [93] Benedict LA, Paulus JK, Rideout L, Chwals WJ. Are CT scans obtained at referring institutions justified prior to transfer to a pediatric trauma center? *Journal of pediatric surgery*. 2014;49(1):184-7; discussion 7-8. Epub 2014/01/21.
- [94] Brettig T, Clooney M, Kelly AM, Kerr D. Head computed tomography guidelines are being followed. *Emerg Med Australas*. 2006;18(3):238-44. Epub 2006/05/23.
- [95] Eddy K, Beaton A, Eddy R, Mathieson J. ACR Select Identifies Inappropriate Underutilization of Magnetic Resonance Imaging in British Columbia. *Canadian Association of Radiologists journal = Journal l'Association canadienne des radiologistes*. 2015;66(3):208-11. Epub 2015/06/16.

- [96] Friedman D, Feldon S, Holloway R, Fisher S. Utilization, diagnosis, treatment and cost of migraine treatment in the emergency department. *Headache*. 2009;49(8):1163-73. Epub 2009/09/02.
- [97] Lehnert BE, Bree RL. Analysis of appropriateness of outpatient CT and MRI referred from primary care clinics at an academic medical center: how critical is the need for improved decision support? *J Am Coll Radiol*. 2010;7(3):192-7. Epub 2010/03/03.
- [98] Melnick ER, Szlezak CM, Bentley SK, Dziura JD, Kotlyar S, Post LA. CT overuse for mild traumatic brain injury. *Joint Commission journal on quality and patient safety/Joint Commission Resources*. 2012;38(11):483-9. Epub 2012/11/24.
- [99] Wilson RJ, Zumsteg JW, Hartley KA, Long JH, Mesko NW, Halpern JL, et al. Overutilization and Cost of Advanced Imaging for Long-Bone Cartilaginous Lesions. *Annals of surgical oncology*. 2015;22(11):3466-73. Epub 2015/01/08.

6 Anhang

6.1 Empfehlungen MRT

6.1.1 Hüfte

Table 6.1-1: Indikationen für MRT Hüfte, AIM Guideline

Indication	Description
Labral tear	Not further specified
Legg-Calvé-Perthes disease	Eponym for osteonecrosis (infarction) of bony epiphysis in femoral heads, usually in 4-8 year old age range. Requires initial radiographic evaluation.
Occult hip fracture	With high clinical suspicion and negative or inconclusive hip radiographs.
Slipped capital femoral epiphysis	Atraumatic fracture through the physeal plate; affected population is often overweight teenagers Requires initial radiographic evaluation.

Table 6.1-2: MRT Empfehlungen Hüfte, American College of Radiology Appropriateness Criteria (2016)

Indication	Patient Characteristics & Symptoms	FE	Score		
			- C	-/+C	MR art
Hip pain, acute – suspected fracture	Middle-aged and elderly patients. MRI Region: pelvis; affected hip.	x	1	1	
	Middle-aged and elderly patients. Negative or indeterminate radiographs. MRI Region: pelvis; affected hip.		9	4	
Hip pain, chronic	Initial evaluation for chronic hip pain.	x	1	1	1
	Radiographs negative, equivocal or nondiagnostic, suspect osseous or surrounding soft-tissue abnormality, excluding osteoid osteoma.		9	6	3
	Radiographs negative, equivocal, or nondiagnostic suspect osteonecrosis. Includes circumstance in which hip is asymptomatic but osteonecrosis is suspected due to known predisposing factors.		n.r.	9	2
	Radiographs negative, equivocal or nondiagnostic. Suspect osteoid osteoma.		n.r.	7	1
	Radiographs negative, equivocal, or nondiagnostic. Suspect labral tear with or without clinical findings consistent with or suggestive of femoroacetabular impingement.		6	5	9
	Radiographs negative, equivocal, nondiagnostic, or mild osteoarthritis. Suspect referred pain but wish to exclude hip.		5	n.r.	2
	Radiographs positive, arthritis of uncertain type. Infection not a consideration.		n.r.	5	2
	Radiographs positive, suggestive of pigmented villonodular synovitis or osteochondromatosis.		9	2	2
Hip, after total arthroplasty	Follow-up of the asymptomatic patient with a total hip arthroplasty.		1	1	
	Total hip arthroplasty, evaluating suspected component malposition		1	1	
	Evaluating patients with a painful primary total hip arthroplasty: infection not excluded.		4	5	
	Evaluating patients with a painful primary total hip arthroplasty: suspect aseptic loosening (infection excluded).		3	1	
	Evaluating suspected particle disease (aggressive granulomatous disease, infection excluded)		7	5	
	Evaluating patients with a painful primary metal-on-metal total hip arthroplasty or surface replacement: evaluate for aseptic lymphocyte-dominated vasculitis-associated lesion.		8	5	

Indication	Patient Characteristics & Symptoms	FE	Score		
			- C	-/+C	MR art
	Total hip arthroplasty, trochanteric pain; suspect abductor injury or trochanteric bursitis.		8	2	
	Total hip arthroplasty; suspect iliopsoas bursitis or tendinitis		8	1	
	Total hip arthroplasty, suspect nerve damage.		9	2	
	Total hip arthroplasty, evaluate heterotopic bone.		5	1	
	Total hip arthroplasty, suspect periprosthetic fracture.		5	1	
Hip, osteonecrosis	Adult or Child. Clinically suspected osteonecrosis.	x	1	1	
	Adult. Clinically suspected osteonecrosis. Normal radiographs or radiographs that show femoral head lucencies suspicious for osteonecrosis.		9	5	
	Child. Clinically suspected osteonecrosis. Normal radiographs or radiographs suspicious for osteonecrosis.		8	8	
	Adult. Osteonecrosis with femoral head collapse by radiographs in the painful hip(s). Surgery contemplated.		8	1	
	Child. Osteonecrosis with femoral head collapse by radiographs in the painful hip(s). Surgery contemplated.		8	7	

Note: - C = without intravenous contrast; +/- C = without and with intravenous contrast; MR art = MR arthrography; FE = first examination; Rating Scale: 1,2,3 usually not appropriate; 4,5,6, may be appropriate; 7,8,9, usually appropriate. **Bold score:** MR had a higher rating than the other imaging alternatives.

6.1.2 Knie

Table 6.1-3: Indikationen MRT Knie, AIM

Indication	Recommendation
Chondromalacia patella (patellofemoral pain syndrome)	In a patient following a focused history and physical exam; AND Following non-diagnostic conventional radiographs; AND Patient has completed a minimum of four (4) consecutive weeks of physician supervised conservative treatment for the current episode of pain; AND Patient fails to show substantial improvement on clinical re-evaluation
Ligament tear	In a patient where focused history and physical exam suggests a ligament tear; AND Patient has completed a minimum of four (4) consecutive weeks of physician supervised conservative treatment for the current episode of pain, including but not limited to: Physical therapy (home exercise only if physical therapy is not available); AND After trial of conservative treatment as listed above, patient fails to show substantial improvement on clinical reevaluation; OR For pre-operative evaluation, based on physical exam findings which may include one of the following: Positive Lachman test; OR Positive pivot shift test; OR Positive anterior or posterior drawer test; OR Positive medial or lateral stress tests
Meniscal tear/injury	In a patient where focused history and physical exam suggests a meniscal tear; AND Patient has completed a minimum of four (4) consecutive weeks of physician supervised conservative treatment for the current episode of pain, including but not limited to: NSAIDs or steroids (oral or injection) – unless contraindicated; AND Physical therapy (home exercise only if physical therapy is not available); AND After trial of conservative treatment as listed above, patient fails to show substantial improvement on clinical reevaluation; OR For pre-operative evaluation, based on physical exam findings which may include one of the following: Positive McMurray test with minimal knee flexion; OR A severe twisting injury after which activity could not be resumed; OR An anterior cruciate ligament tear is present; OR Locking; OR Swelling and symptoms develop immediately after an acute injury; OR Inability to bear weight; OR Inability to fully extend knee
Osteochondritis dissecans	Not further specified
Post-operative evaluation following repair of a ligamentous or tendinous tear, with new symptoms	Not further specified

Table 6.1-4: Indikationen MRT Knie, ACR

Indication	Patient Characteristics & Symptoms	FE	Score		
			- C (MRA)	+/- C (MRA)	MR art
Knee trauma, acute	Age >1. Fall or twisting injury, no focal tenderness, no effusion; able to walk.	x	2 (1)	1 (1)	
	Age >1. Fall or twisting injury, with one or more of the following: focal tenderness, effusion, inability to bear weight.	x	5 (1)	1 (1)	
	Age >1. Fall or twisting injury with either no fracture or a Second fracture seen on a radiograph, suspect internal derangement. Next study.		9 (1)	1 (1)	
	Age >1. Fall or twisting injury with a tibial plateau fracture on a radiograph, with additional bone or soft-tissue injury suspected. Next study.		7 (1)	1 (1)	
	Age >1. Injury to knee, mechanism unknown. Focal patellar tenderness, effusion, able to walk.	n.r.	5 (1)	1 (1)	
	Age >1. Significant trauma to the knee from motor vehicle accident, suspect knee dislocation.	n.r.	9 (3)	1 (7)	
Knee, after total arthroplasty	Routine follow-up of asymptomatic patient		1	n.r.	
	Pain after arthroplasty: initial evaluation, suspect periprosthetic infection.		1	n.r.	
	Pain after arthroplasty: positive aspiration for infection. Next study following radiographs.		n.r.	5 ¹⁴	
	Pain after arthroplasty: suspect infection, joint aspiration culture(s) negative or inconclusive. Next study following radiographs.		n.r.	5 ¹⁵	
	Pain after arthroplasty: positive radiograph for loosening. Negative aspiration for infection.		4	n.r.	
	Pain after arthroplasty: negative radiograph for loosening. Low probability of infection.		6	n.r.	
Knee pain, nontraumatic	Child or adolescent: nonpatellofemoral symptoms. Initial examination.	x	1	1	1
	Child or adult: patellofemoral (anterior) symptoms. Initial examination.	x	1	1	1
	Adult: nontrauma, nonlocalized pain. Initial examination.	x	1	1	1
	Child or adolescent: nonpatellofemoral symptoms. Initial knee radiographs are negative or demonstrate a joint effusion.		9	3	1
	Child or adult: patellofemoral (anterior) symptoms. Initial knee radiographs are negative or demonstrate a joint effusion.		9	3	1
	Adult: nontrauma, nonlocalized pain. Initial knee radiographs are negative or demonstrate a joint effusion.		9	3	1
	Child or adolescent: nonpatellofemoral symptoms. Initial knee radiographs demonstrate osteochondral injuries (fracture/ osteochondritis dissecans or a loose body).		9	1	6
	Adult: patellofemoral (anterior) symptoms. Initial knee radiographs demonstrate degenerative joint disease and/or chondrocalcinosis.		1	1	n.r.
	Adult: Initial knee radiographs demonstrate inflammatory, crystalline, or degenerative joint disease (uni- to tri-compartmental sclerosis, hypertrophic spurs, joint space narrowing, and/or subchondral cysts).		1	1 (1)	1
	Adult: Initial knee radiographs demonstrate avascular necrosis.		7	1 (1)	1
	Adult: Initial knee radiographs demonstrate evidence of internal derangement (eg, Second fracture, deep lateral femoral notch sign).		9	1 (1)	1

Note: - C = without intravenous contrast; +/- C = without and with intravenous contrast; FE = first examination; MR art = MR arthrography; MRA = MR angiography; Rating Scale: 1,2,3 usually not appropriate; 4,5,6, may be appropriate; 7,8,9, usually appropriate. **Bold score:** MR had a higher rating than the other imaging alternatives.

¹⁴ With or without contrast

¹⁵ With or without contrast

6.1.3 Sprunggelenk

Table 6.1-5: Indikationen MRT Sprunggelenk, AIM

Indication	Recommendation
Acute and chronic tendon injuries	In a patient following a focused history and physical exam; AND Following non-diagnostic conventional radiographs; AND After a trial of conservative treatment (that may include physical therapy, for the current episode of pain); AND Patient fails to show substantial improvement on clinical re-evaluation
Acute tendon rupture	For pre-operative evaluation based on: Severe muscle weakness from the involved tendon; OR Non-diagnostic X-ray for bone avulsion; OR Non-diagnostic ultrasound evaluation
Tarsal tunnel	Following EMG nerve conduction study if not responsive to four weeks of conservative treatment Neuropathy secondary to entrapment or compression of the posterior tibial nerve or its branches in the fibro-osseous tunnel, deep to the flexor retinaculum

Table 6.1-6: Indikationen MR Sprunggelenk, ACR

Indication	Patient Characteristics & Symptoms	FE	Score		
			- C	-/+C	MR art
Ankle trauma, acute	Age >5. Ottawa Ankle Rules not met. No point tenderness over the malleoli, talus, or calcaneus on physical examination. Able to walk. Neurologically intact (including no peripheral neuropathy).	x	1	1	
	Age >5. Ottawa Ankle Rules not met. Not neurologically intact and/or has a peripheral neuropathy that involves the ankle and foot.	x	1	1	
	Age >5. Persistent pain. Radiographs not obtained at time of injury.	x	1	1	
	Age >5. >1 week persistent pain. Initial radiographs negative.		6	1	
	Age >5. Radiographs demonstrate talus fracture. Next study.		5	1	
	Age >5. Radiographs suggest an osteochondral injury. Next study.		8	1	
	Age >5. Radiographs and/or physical examination suggest syndesmotomic injury. Next study		8	1	
Ankle Pain, chronic	Chronic ankle pain of any origin.	x	1	1	
	Multiple sites of degenerative joint disease in the hindfoot detected by ankle radiographs. Next study. MRI region: hindfoot/ankle.		5	1	1
	Ankle radiographs normal, suspected osteochondral injury. Next study.		9	1	6
	Ankle radiographs normal or nonspecific, suspected tendon abnormality. Next study.		9	3	1
	Ankle radiographs normal or nonspecific, suspected ankle instability. Next study.		9	1	7
	Ankle radiographs normal or nonspecific, suspected ankle impingement syndrome. Next study.		5	1	6
	Ankle radiographs normal, pain of uncertain etiology. Next study.		9	1	1
	Suspected inflammatory arthritis detected by ankle radiographs. Next study.		8	9	1

Note: - C = without intravenous contrast; +/- C = without and with intravenous contrast; FE = first examination; MR art = MR arthrography; Rating Scale: 1,2,3 usually not appropriate; 4,5,6, may be appropriate; 7,8,9, usually appropriate. **Bold score:** MR had a higher rating than the other imaging alternatives.

6.1.4 Fuß

Table 6.1-7: Indikationen MRT Fuß, AIM

Indication	Recommendation
Diabetic foot disease	Osteomyelitis – following non-diagnostic radiographs
Morton's neuroma	When the diagnosis is not clear on physical examination or ultrasound
Neuropathic osteodystrophy (Charcot joint)	Following foot radiographs, when there is need for additional diagnostic information from an MRI exam to direct treatment decisions (such as concern for an underlying infectious process)
Plantar fasciitis	For pre-operative evaluation following a failure of six (6) months of physician supervised conservative treatment
Tarsal coalition	Following foot radiographs (CT may be preferred for bony coalition)

Table 6.1-8: Indikationen MRT Fuß, ACR

Indication	Patient Characteristics & Symptoms	FE	Score	
			- C	-/+C
Foot trauma, acute	Age >5. Positive Ottawa Rules, suspicious for fracture	x	1	1
	Age >5. Ottawa Rules not met. No focal tenderness, or palpable abnormality on physical examination; able to walk; neurologically intact (including nu peripheral neuropathy).	x	1	1
	Age >5. Ottawa Rules not met. Not neurologically intact and/or peripheral neuropathy that involves feet.	x	1	1
	Age >5. Ottawa Rules not met. Polytrauma.	x	1	1
	Age >5. Ottawa Rules not met. Physical examination is concerning for a Lisfranc injury.	x	1	1
	Age >5. Physical examination is concerning for a Lisfranc injury. Radiographs are normal and patient is not able to tolerate a weight-bearing radiographic view. Next imaging study.		9	1
	Age >5. Physical examination is concerning for an acute tendinous rupture or dislocation in the foot; radiographs are negative. Next imaging study.		9	1
	Age >5. Metatarsal-phalangeal joint injury. Suspect plantar plate injury.	x	5	1
	Age >5. Physical examination is concerning for penetrating trauma with a foreign body in the soft tissues.	x	1	1
	Age >5. Physical examination is concerning for penetrating trauma with a foreign body in the soft tissues. Radiographs of the foot are negative. Next best study.		5	1
Foot pain, chronic	Chronic foot pain of unknown aetiology	x	1	1
	Adult or child. Painful rigid flat foot. Radiographs unremarkable or equivocal and clinical concern for tarsal coalition.		9	1
	Radiographs unremarkable or equivocal and clinical concern for complex regional pain syndrome type I.		2	1
	Adult or child. Radiographs noncontributory. Pain and tenderness over head of second metatarsal and clinical concern for Freiberg infraction.		2	2
	Pain and tenderness over tarsus, unresponsive to conservative therapy. Radiographs showed accessory ossicle.		9	2
	Radiographs unremarkable, equivocal, or further diagnostic information needed. Clinical concern for inflammatory arthropathy, including rheumatoid arthritis.		8	9
	Localized pain at the plantar aspect of the heel. Radiographs unremarkable or equivocal. Clinical concern for plantar fasciitis.		9	2
	Burning pain and paresthesias along the plantar surface of the foot and toes. Radiographs unremarkable or equivocal. Clinical concern for tarsal tunnel syndrome.		9	7

Indication	Patient Characteristics & Symptoms	FE	Score	
			- C	-/+C
	Pain in the 3-4 web space with radiation to the toes. Radiographs unremarkable or equivocal. Clinical concern for Morton neuroma.		7	9
	Athlete with pain and tenderness over tarsal navicular. Radiographs unremarkable or equivocal. Clinical concern for stress injury or occult fracture.		9	2
	Radiographs unremarkable or equivocal and with persistent clinical concern for tendinopathy.		9	5
Foot, suspected osteomyelitis in patients with diabetes mellitus ¹⁶	Soft-tissue swelling without neuropathic arthropathy or ulcer.		9	9
	Soft-tissue swelling with neuropathic arthropathy without ulcer.		9	9
	Soft-tissue swelling without neuropathic arthropathy with ulcer.		9	9
	Soft-tissue swelling with neuropathic arthropathy and ulcer.		9	9

Note: - C = without intravenous contrast; +/- C = without and with intravenous contrast; FE = first examination; Rating Scale: 1,2,3 usually not appropriate; 4,5,6, may be appropriate; 7,8,9, usually appropriate.

Bold score: MR had a higher rating than the other imaging alternatives.

6.1.5 Gefäßsystem

Table 6.1-9: Indikationen MRA und CTA, AIM

Indication	Recommendation
Considerations	Other generally available non-invasive arterial studies of the lower extremity circulation should be considered prior to advanced diagnostic imaging with CTA or MRA. These may include segmental systolic pressure measurements, plethysmographic analysis, continuous wave Doppler and/or duplex ultrasonography of the lower extremity arterial or venous circulations MRA should also be considered in patients with a history of either previous contrast reaction to intravascular administration of iodinated radiographic contrast material or atopy CT angiography utilizes the data obtained from standard CT imaging. An authorization request for a CT exam in addition to a CT angiography of the same anatomic area during the same imaging session is inappropriate A request for a CT lower extremity venogram is a request for a CTA of the lower extremity. A quick look at the vasculature of the lower extremity at the time of a CT or CTA of the chest for pulmonary embolism evaluation should not be separately entered or reported
Aneurysm/dilation	Not further specified
Arterial entrapment syndrome	Not further specified
Arteriovenous malformation (AVM) or fistula (AVF)	Not further specified
Critical ischemia	For instance, in diabetic vascular disease with ischemic ulcers or gangrene
Dissection	Not further specified
Intramural hematoma	Not further specified
Post-operative or post-procedure evaluation	Not further specified
Pre-operative or pre-procedure evaluation	This indication is to be used for pre-operative evaluation of conditions not specifically referenced elsewhere in the AIM guideline
Thromboembolic disease – arterial or venous	Not further specified
Vascular assessment for lower extremity claudication	Not further specified

¹⁶ X-ray is recommended as initial study.

Indication	Recommendation
Vascular invasion or compression by a musculoskeletal neoplasm	Current Procedural Terminology (CPT) coding for abdominal aortic and run-off evaluation, which involves image post-processing for three-dimensional reconstructions, should follow: For CTA: 75635 – CTA of abdominal aorta and bilateral iliofemoral lower extremity run-off without contrast, followed by re-imaging with contrast; For MRA: 74185 – abdominal MRA and 73725 – bilateral lower extremity MRAs Either CTA or MRA is indicated in a patient with classic presenting symptoms of claudication from peripheral arterial disease, such as diminished/absent peripheral pulses and cramping pain in the legs (particularly in the thighs and calves) when walking, which disappears at rest In the absence of classic peripheral symptoms of claudication, then obtain a vascular surgical consultation and perform lower extremity non-invasive arterial evaluation, which may include the following: segmental systolic pressure measurements, segmental limb plethysmography, Continuous wave Doppler and duplex ultrasonography. Ankle brachial indices (ABI) of < 0.9 may undergo advanced imaging. Rest pain or severe occlusive disease typically occurs with ABI < 0.5
Vasculitis	Not further specified
Venous compression, due to surrounding mass effect	Not further specified
Venous thrombosis	Not further specified

Table 6.1-10: Indikationen MRA, ACR

Indication	Patient Characteristics & Symptoms	FE	Score	
			- C MRA	-/+C MRA
Claudication	Suspected Vascular Etiology	n.r.	5	8
Lower extremity, arterial bypass surgery, follow up	Infrainguinal vein graft. Asymptomatic patient. Surveillance.		2	3
	Infrainguinal vein graft. Pain and/or swelling and/or ischemia and/or abnormal ankle brachial index (ABI).		8	5
Lower extremity, recurrent symptoms following angioplasty	Claudication		6	8
	Threatened limb	n.r.	5	4
Lower extremity, deep vein thrombosis – suspected	Suspected Lower-Extremity Deep Vein Thrombosis. MR venography lower extremity and pelvis.	n.r.	7	7
Leg, painful cold, sudden onset	Sudden onset of cold, painful leg	n.r.	5	7

Note: - C = without intravenous contrast; +/- C = without and with intravenous contrast; FE = first examination; MRA = MR angiography; Rating Scale: 1,2,3 usually not appropriate; 4,5,6, may be appropriate; 7,8,9, usually appropriate.
Bold score: MR had a higher rating than the other imaging alternatives.

6.1.6 Unspezifische Indikationen

Table 6.1-11: Unspezifische Indikationen, AIM

Indication	Recommendation
Abnormalities	Detected on other imaging studies which require additional clarification to direct treatment
Fracture	To confirm a suspected occult/stress fracture following non-diagnostic initial radiographs at high risk sites: <ul style="list-style-type: none"> ✦ Femoral neck/proximal femur; Tibia (anterior/lateral), Patella, Medial malleolus, Talus, Navicular, Metatarsal base (second and fifth digits), Great toe sesamoid ✦ To define the extent of an acute fracture when surgery is being considered ✦ To assess fracture healing for delayed union or non-union, when repeat radiographs are non-diagnostic
Haemarthrosis (bloody joint effusion)	Documented by arthrocentesis except in cases when arthrocentesis is contraindicated (e.g. non-traumatic causes of haemarthrosis such as sickle cell, anticoagulant, or haemophilia)
Infection	In a patient where focused history and physical exam suggest an underlying soft tissue infection when: Patient is unresponsive to treatment including but not limited to antibiotics or incision/drainage Abscess – to determine the location and extent for surgical treatment Osteomyelitis – following non-diagnostic radiographs Fasciitis
Intraarticular loose body	Following non-diagnostic radiographs (includes synovial osteochondromatosis)
Accompanying arthrogram	MRI accompanying an arthrogram (MR arthrography)
Myositis	To determine optimal location for biopsy; OR To monitor treatment response
Osteochondral lesion	Not further specified
Osteonecrosis [avascular necrosis (AVN); aseptic necrosis]	Requires initial plain film, prior to advanced imaging MRI is often the preferred imaging modality, particularly for evaluation during the early stages of osteonecrosis
Persistent lower extremity pain (excluding knee joint)	In a patient where focused history and physical exam suggest non-specific lower extremity pain; AND Following non-diagnostic conventional radiographs; AND After a trial of conservative treatment (that may include physical therapy, NSAIDs, steroids unless contraindicated, for this current episode of pain); AND Patient fails to show substantial improvement on clinical re-evaluation
Pigmented Villonodular synovitis (PVNS)	Not further specified
Post-operative or post-procedure evaluation	For post-operative evaluation of conditions not specifically referenced elsewhere in the AIM guideline. This guideline does not include post-operative knee replacement for osteoarthritis
Pre-operative or pre-procedure evaluation, for conditions other than knee replacements for osteoarthritis	For pre-operative evaluation of conditions not specifically referenced elsewhere in the AIM guideline. This indication does NOT apply to pre-operative evaluation for total knee arthroplasty for osteoarthritis. Radiographs are typically sufficient for the preoperative evaluation for osteoarthritis prior to total knee arthroplasty
Septic arthritis	When any of the following risk factors are present: Underlying joint disease; Joint prosthesis; IV drug abuse; Diabetes; Presence of cutaneous ulcers; OR Pre-operative planning
Significant trauma	Usually preceded by initial plain film radiographs
Soft tissue mass	Any one of the following: <ul style="list-style-type: none"> ✦ Soft-tissue evaluation when prominent calcifications are seen on radiograph ✦ Spontaneous soft tissue haemorrhage with or without palpable mass ✦ Surveillance, without pathologic tissue confirmation, of an unexplained mass identified on prior imaging

Table 6.1-12: Unspezifische Indikationen, ACR

Indication (other MR technique)	Patient Characteristics & Symptoms	FE	Score	
			- C	-/+C
Follow-up of Malignant or Aggressive Musculoskeletal Tumours	Evaluation for osseous metastatic disease from musculoskeletal primary. Asymptomatic. Baseline and follow-up examination. MR whole body.		2	2
	Evaluation for osseous metastatic disease from musculoskeletal primary. Symptomatic. Baseline and follow-up examination. MR whole body.		5	1
	Osseous tumour, without significant hardware present. Local recurrence. MR area of interest.		8	9
	Osseous tumour, with significant hardware present. Local recurrence. MR area of interest.		7	7
	Soft-tissue tumours. Local recurrence surveillance. Follow-up examination 3–6 months after treatment or surgery. MR area of interest.		8	9
Metastatic Bone Disease	Stage 1 carcinoma of the breast. Initial presentation, asymptomatic. MR area of interest.		1	1
	Stage 2 carcinoma of the breast. Initial presentation, with back and hip pain. MR hip and spine.		1	1
	Patient with known bone metastatic disease (carcinoma of the breast). Presenting with pathological fracture of a femur on radiography.		1	1
	Prostate nodule on physical examination proven to be a well- or moderately differentiated carcinoma and PSA <20 mg/ml. Patient asymptomatic. MR area of interest.		1	1
	Prostate nodule on physical examination proven to be a poorly differentiated carcinoma or PSA ≥20 mg/ml. Patient asymptomatic. MR area of interest.		1	1
	Young patient with osteosarcoma of long bone, coming for staging. Chest CT normal. Looking for bone metastases. MR area of interest.		9	9
	Osteosarcoma, resected clear margins. Chemotherapy, asymptomatic. Six-month follow-up after treatment to rule out bone metastases. MR area of interest.		1	1
Osteoporosis and Bone Mineral Density	Patients on long-term treatment (3–5 years) of bisphosphonates with thigh or groin pain. MR thigh.	x	1	1
	Patients on long-term treatment (3–5 years) of bisphosphonates with thigh or groin pain and negative radiographs.		9	1
Primary Bone Tumours	Screening. MR Area of interest.	x	1	1
	Positive localized or regional symptoms. Radiographs negative or findings do not explain symptoms. MR area of interest.		9	7
	Lesion on radiographs definitively benign. Not osteoid osteoma. MR area of interest.		4	1
	Lesion on radiographs. Radiographic and/or clinical pattern suspicious for osteoid osteoma. MR area of interest.		5	6
	Lesion on radiographs. Indeterminate for malignancy with mineralized matrix. MR area of interest.		7	8
	Lesion on radiographs. Indeterminate for malignancy. Lytic lesion. MR area of interest.		7	8
	Lesion on radiographs. Indeterminate for malignancy. Sclerotic or mixed lytic/sclerotic lesion. MR area of interest.		7	8
	Lesion on radiographs. Aggressive, suspicious for malignancy. MR area of interest.		8	9
	Lesion with pathological fracture on radiographs. Not definitively benign. MR area of interest.		7	8
	No radiographs. „Incidental“ finding on MRI. Not clearly benign. MR area of interest		5	5
	No radiographs. „Incidental“ finding on CT. Not clearly benign.		9	7

Indication (other MR technique)	Patient Characteristics & Symptoms	FE	Score	
			- C	-/+C
Soft-Tissue Masses	Soft-tissue mass. Clinically suspect superficial lipoma. MR area of interest.	x	6	5
	Soft-tissue mass. Nonspecific clinical assessment. Initial imaging study. MR area of interest.	x	1	1
	Juxta-articular soft-tissue mass. Clinically suspect ganglion or popliteal cyst. MR area of interest.	x	7	6
	Soft-tissue mass. Nondiagnostic radiologic evaluation. Next study. MR area of interest.		9	8
	Soft-tissue mass. Prominent calcification on radiologic evaluation. Next study.		8	9
	Patient presenting with spontaneous haemorrhage, with or without palpable mass. Nondiagnostic radiographic evaluation. Next study.		7	9
Stress (Fatigue/ Insufficiency) Fracture, Including Sacrum, Excluding Other Vertebrae	Suspect stress fracture. MR area of interest	x	1	1
	Suspect stress fracture in patient with "need-to-know diagnosis," not hip or sacrum. Radiographs normal. MR area of interest.		9	1
	Suspect stress fracture, not hip or sacrum. Radiographs normal. Bone scan positive and nonspecific. MR area of interest.		9	1
	Suspect stress fracture in otherwise normal patient. Radiographs normal. MR area of interest.		2	1
	Clinical differential fracture versus metastasis in long bone. Radiographs normal, bone scan hot but nonspecific. MR area of interest.		9	5
	Suspect insufficiency fracture (any location) in osteoporotic patient or patient on long-term corticosteroid therapy. Radiographs normal. MR area of interest.		9	1
	Suspect insufficiency fracture in osteoporotic patient or patient on long-term corticosteroid therapy. Radiographs and bone scan obtained within the preceding 48 hours are normal. MR area of interest.		9	1
Suspected Osteomyelitis, Septic Arthritis, or Soft Tissue Infection (Excluding Spine and Diabetic Foot)	Suspected osteomyelitis, septic arthritis, or soft-tissue infection (excluding spine and diabetic foot). MR area of interest.	x	1	1
	Soft-tissue or juxta-articular swelling. Suspected soft-tissue infection. Additional imaging following radiographs. MR area of interest.		7	9
	Soft-tissue or juxta-articular swelling with a history of puncture wound. Suspected foreign body. Negative radiographs. MR area of interest.		6	7
	Soft-tissue or juxta-articular swelling with cellulitis and a skin lesion, injury, wound, ulcer, or blister. Suspected osteomyelitis. Additional imaging following radiographs. MR area of interest.		7	9
	Soft-tissue or juxta-articular swelling with a history of prior surgery. Suspected osteomyelitis or septic arthritis. Additional imaging following radiographs. MR area of interest.		7	9
	Pain and swelling or cellulitis associated with site of previous nonarthroplasty hardware. Suspected osteomyelitis or septic arthritis. Additional imaging following radiographs. MR area of interest.		8	9
	Draining sinus (not associated with a joint prosthesis). Suspected osteomyelitis. Additional imaging following radiographs.		7	9
	Clinical examination suggesting crepitus. Suspected soft-tissue gas.	x	1	1
	Initial radiographs showing soft-tissue gas in absence of puncture wound.		5	5

Note: - C = without intravenous contrast; +/- C = without and with intravenous contrast; FE = first examination; Rating Scale: 1,2,3 usually not appropriate; 4,5,6, may be appropriate; 7,8,9, usually appropriate.

Bold score: MR had a higher rating than the other imaging alternatives.

6.1.7 Orientierungshilfe Radiologie gesamt

Table 6.1-13: Empfehlungen Orientierungshilfe Radiologie, Bewertung MRT nach Indikation

Indication	Investigation procedure	Recommendation	LoE
Muscular/skeletal system [15]			
Osteomyelitis	MRI	P (to assess bone and soft tissue)	B
Primary bone tumour in question	MRI or CT	F (MRI relevant for local staging)	B
Bone metastases, unspecific suspicion, known primary tumour	MRI or CT	F (if radiography indeterminate)	B
Soft tissue, suspected tumour	MRI	P (preferred over CT if adult and staging > 5cm sub fascial)	B
	Biopsy under CT, MRI, US	F	B
Soft tissue tumour, relapse	MRI	P	B
Myeloma, suspected	MRI	F	B
Metabolic bone diseases (e.g. osteomalacia, hyperparathyroidism)	MRI	F (search for focal changes)	A
	MRI, NM, CT	F	B
Impingement syndrome	MRI	F	B
Hip pain	MRI	F (if radiography indeterminate or suspected necrosis of the femur head, morbus Perthes, Femoroacetabular impingement)	B
	MR Arthroscopy	F	C
Knee, pain	MRI	F	B
Painful prosthesis, suspected easing or infection	CT or MRI	F (radiography negative and suspected ease or periprosthetic fracture or soft tissue infection)	C
Polyarthropathy	MRI	F (shows early changes: bone marrow oedema, synovitis, tendovaginitis)	B
Achylodynia	MRI	F	B
Heel pain – plantar fasciitis	MRI	F	B
Ligament lesion, ankle	MRI	P	B
Muscle injury	MRI	P (under specific circumstances: haematoma, graduated muscle tear, compartment syndrome)	C
Diabetic foot	MRI	P (for the distinction of arthropathy or infection; Osteomyelitis – if complications like fistulas or abscesses)	B
Complex regional pain syndrome	MRI	P	C
Lymphedema	MRI	P	B
Stress fracture, bone contusion	MRI	F	B
Oncology [18]			
Lymphoma, Hodgkin & Non Hodgkin	MRI (Diagnostic)	F (for central nervous system or bone lymphoma; in selected populations, like children, pregnant or contrast media incompatibility)	B
	MRI (Staging)	F (in selected populations, like children, pregnant or contrast media incompatibility containing iodine)	C
	MRI (Follow up)	MRI (in selected populations, like children, pregnant or contrast media incompatibility containing iodine or central nervous system lymphoma)	C
Tumour, muscular/skeletal	MRI (Diagnostic)	P (assessment of soft tissue expansion, bone marrow and skip lesions)	B
	MRI (Staging)	P (assessment of the tumour; base examination prior therapy)	C
	MRI (Follow up)	P (local control)	C
Bone metastases	CT or MRI	F (if radiography and NM were indeterminate)	C

Trauma [16]			
Fracture (general)	MRI	F (indications: displaced fracture, stress and insufficiency fracture, bone-bruise-lesions, fractures caused by neoplasms and occult fracture caused by third party)	B
Hip and thigh	MRI	F (to detect labrum lesions, osteonecrosis of the femoral head and fissures)	B
Knee	MRI	P (to assess ligaments, menisci, cartilage tissue, synovia and medullary canal)	B
Ankle and bones of the foot	MRI	F (ligament lesions, osteochondral lesions)	B
Achilles tendon, muscle tear	MRI	P	B
Stress fracture	MRI	F (marrow oedema)	B
Fracture, healing disorder	MRI	F (to differ between neo- and pseudarthrosis)	B
Vascular system [83]			
Ischemia lower extremities	MRA	P	B

Note: P = indicated as primary examination, F = indicated as follow up, NM = nuclear medicine, US = ultrasound, LoE = level of evidence

6.2 Methods to detect Appropriateness and Overdiagnosis

6.2.1 Diagnostic information

Table 6.2-1: Studies that used diagnostic information as criterion for appropriateness

Source	Year	Method							Results
		Design	N	Setting	Data	MR/CT	Body region	Description	
Amrhein [24]	2014	Obs	500	Out-patient	Pat HR	MR	Cervical Spine	<i>Diagnostic findings + Predictors associated with MRI use:</i> Are MRI of self-referring physicians more often non diagnostic? + Do order self-referring physicians more often concurrent shoulder MRI?	Self-referring have 17.3% more non-diagnostic MRI (P = .006) and a higher utilization of concurrent shoulder MRI (P = .02)
Babbel [25]	2012	Obs	62 (67 MR exams)	Single Practice	Pat HR	MR	Upper extremity	<i>Diagnostic information:</i> Was the MRI available at the initial visit? Did the MRI and clinical diagnose agree? Did the MRI contribute to the hand surgeon's arriving at a clinical diagnosis? Did the MRI and referral diagnoses agree? Was the MRI necessary for the hand surgeon to make the clinical diagnosis? Did the MRI alter or influence the treatment prescribed?	Only 16 MR images were available for evaluation by the senior author. All patients brought the official MRI report. In none of the cases the MRI contributed to the clinical diagnosis.
Gelb [29]	1996	Obs	72	Hospital	Pat P	MR	Musculo-skeletal	<i>Diagnostic information:</i> Questionnaire. Physicians were asked: Did MRI findings change your diagnosis? Was the MRI scan of value? Did the treatment plan for the patient change? <i>Imaging findings compared with surgery results:</i> Arthroscopic surgery compared to MRI (37 patients)	MRI changed clinical diagnosis in 3 (4%) cases. MRI contributed in patient management in 14 (19%) cases. In 2 of the 14 patients the treatment plan changed from nonoperative to operative. Compared with surgery findings there was a slight increase in both false-positive and false-negative findings.
Heller [28]	2014	Obs	101	Hospital	Pat HR	CT		<i>Diagnostic information:</i> Patients already had CT before admission to hospital. Did the additional CT change the clinical management of the trauma patient (defined as patients with major findings)?	0 patients had major findings
Ibrahim [26]	1992	Obs	897	Hospital	Pat HR	CT	Head	<i>Diagnostic information:</i> Percentage of patients that showed a reportable abnormality.	Results: 32.7% of the patients did show a reportable abnormality.
Issa [84]	2014	Obs	383	Hospital	Pat P	MRI	Hip	<i>Diagnostic information:</i> When patients had radiographs and MRI at presentation an orthopaedic surgeon judged whether MRI was useful to achieve the diagnosis or treatment plan. MRI was judged unnecessary for patients with osteoarthritis. <i>Factors affecting the inappropriate use of MRI</i> <i>Cost analysis</i>	59 patients presented with MRI concurrently prescribed with plain hip radiographs. All of the MRIs were judged as unnecessary. No significant difference between patient groups was found. The 59 unnecessary MRI caused additional costs of \$46,138 to \$94,400. Extrapolating these results to America the unnecessary costs are estimated to a total of 330 to 440.4 dollars per year.
Jindal [85]	2002	Obs	204	Hospital	Pat HR	CT	n.r.	<i>Diagnostic information:</i> Children were matched with adult patients.	Pediatric patients received more often CT than matched adults. None of the pediatric patients had injuries identified on CT that required surgical intervention.

Source	Year	Method							Results
		Design	N	Setting	Data	MR/CT	Body region	Description	
Kaups [86]	2004	Obs	462	Hospital	Pat HR	CT	Head	<i>Diagnostic information:</i> Interventions caused by repeated head CT.	No patient had interventions in response to worsening repeated routine head CT results in the absence of clinical findings.
Kim [27]	2011	Obs	2046	Hospital	Pat HR	MR	Spine	<i>Patient paths: Cost-Effectiveness and Outcome Analysis of different patient paths (standard care compared to hypothetical triage program).</i> <i>Diagnostic information:</i> How many MRIs are needed to identify one surgical candidate	Ontario-wide annual savings were estimated at \$ 24 234 929 More than a twofold increase in the efficiency of MRI usage would be possible
Moore [87]	2013	Obs	177	Hospital	Pat P	CT	n.r.	<i>Diagnostic information:</i> Did repeated CT change patient management? Were the images of the initial CT available?	In total 38 patients had duplicate CT scan. 16 patients had a change in management after duplicate CT scan. In 14 cases the data of the initial CT was inappropriate.
Sharma [88]	2015	Obs	207	n.r.	Pat HR	MR	Head	<i>Diagnostic information:</i> Information was assessed in 6 categories (e.g. Clinical impact; Scanning time).	Only one case had a complete lack of clinical impact. Authors conclude that scanning time could be reduced to improve MRI efficiency.
Sheehan [49]	2016	Obs	237	Hospital	Pat HR	MR	Shoulder	<i>Data compared with guideline recommendations:</i> Adequate diagnostic imaging modalities were determined via literature review. Examinations were deemed inappropriate if: preceding radiograph was not obtained for patients aged 40 years or older; radiograph and MRI were placed concurrently; diagnosis was established prior imaging; diagnosis could be established via clinical examination and radiograph; examination was inadequate to address the indication. <i>Predictors associated with MR use</i> <i>Comparing different imaging modalities</i>	106 (45) shoulder MRI were judged as inappropriate, mostly because missing preceding radiograph. Higher frequency of inappropriate MRI among nonorthopaedic provider compared to orthopaedic specialists [OR: 3.15; 95% CI: 1.24-8.01] When ultrasonography was indicated it could be expected to diagnose 85% of case pathologies. Ultrasonography and radiography was expected to diagnose 50% of orthopaedic cases and 80% of nonorthopaedic cases.
Velmahos [89]	2006	Obs	692	Hospital	Pat HR	CT	Head	<i>Diagnostic information:</i> Findings with routine repeated head CT for minimal head injury.	CT led to further interventions in 7 patients. These patients would have received a CT anyway because of clinical deterioration. Authors conclude that routine repeated head CT is unnecessary.
Vosbourgh [30]	1994	Obs	71 (90 scans)	Hospital	Pat HR	MR	Back or Extremity	<i>Diagnostic information:</i> A list of 7 different appropriateness criteria. 4 of them are specific to the spine (e.g. „Are there objective signs of nerve root irritation and localized neurologic deficit?“). If all 7 criteria were met, the exam was judged to be appropriate. Deviation from these criteria resulted that the study was assessed as inappropriate.	20 (22%) of the MRI exams were considered inappropriate.

Design: Obs = Observational; RCT = Randomized Controlled Trial; nRCT = non Randomised Controlled Trial; Sim = Simulation Study; SR = Systematic Review; ED = Emergency Department

Data: Pat = Patient Level; Reg = Region Level or Insurance Level; P = Primary Data; IR = Insurance or Register Data; HR = Hospital Records/Institution Records

6.2.2 Predictors associated with imaging

Table 6.2-2: Studies that used Predictors associated with imaging as criterion for appropriateness

Source	Year	Method						Results	
		Design	N	Setting	Data	MR/CT	Body region		Description
Amrhein [24]	2014	Obs	500	Out-patient	Pat HR	MR	Cervical Spine	<i>Diagnostic findings + Predictors associated with MRI use:</i> Are MRI of self-referring physicians more often non diagnostic? + Do order self-referring physicians more often concurrent shoulder MRI?	Self-referring have 17.3% more non-diagnostic MRI (P = .006) and a higher utilization of concurrent shoulder MRI (P = .02)
Issa [84]	2014	Obs	383	Hospital	Pat P	MRI	Hip	<i>Diagnostic information:</i> When patients had radiographs and MRI at presentation an orthopaedic surgeon judged whether MRI was useful to achieve the diagnosis or treatment plan. MRI was judged unnecessary for patients with osteoarthritis. <i>Factors affecting the inappropriate use of MRI Cost analysis</i>	59 patients presented with MRI concurrently prescribed with plain hip radiographs. All of the MRIs were judged as unnecessary. No significant difference between patient groups was found. The 59 unnecessary MRI caused additional costs of \$46,138 to \$94,400. Extrapolating these results to America the unnecessary costs are estimated to a total of 330 to 440.4 dollars per year.
Jame [35]	2014	Obs	400	Hospital	Pat P	CT	Head	<i>Data compared with guideline recommendations:</i> Medline was searched to find appropriateness criteria + additional items from other sources. Data collection was conducted using a questionnaire via face-to-face interviews and medical records. <i>Factors affecting the use of MRI</i>	147 (36.8%) had no indication for CT. Ear, nose and throat specialists were five times more likely to order inappropriate CT than emergency physicians.
Jame [37]	2014	Obs	400	Hospital	Pat P	MR	Back	<i>Data compared with guideline recommendations:</i> Medline was searched to find appropriateness criteria + additional items from other sources. Data collection was conducted using a questionnaire via face-to-face interviews. <i>Factors affecting the use of MRI</i>	187 patients had no indications for MRI, 18 patients had indications and contraindications at the same time, 9 patients had contraindications. Patients of public hospitals did less likely undergo inappropriate MRI than patients of private hospitals (OR 0.48; P < .001). Complementary health insurance did not show a statistically significant effect (P = .22).
Kovacs [36]	2013	Obs	602	Hospital	Pat P	MR	Spine	<i>Data compared with guideline recommendations:</i> Criteria derived from evidence based guidelines. At least 1 indication („red flag“) was needed to rate the MRI exam as appropriate. Red flags were assessed via questionnaire. <i>Predictors associated with MRI use</i>	530 cases appropriate; 8 uncertain; 64 inappropriate. Agreement between questionnaire and radiologist: k = .625. Prescription was more often inappropriate in private (17.2%) practice than in public practice (7.4%) (P < .001). Primary care physicians prescribed more often inappropriate MRI (P = .04). Private practice [OR (CI 95%): 2.25 (1.20; 4.22)] and not reporting pain [13.75 (6.72; 28.16)] was associated with higher rate of inappropriate prescription.

Source	Year	Method							Results
		Design	N	Setting	Data	MR/CT	Body region	Description	
Kung [90]	2005	Obs	n.r.	n.r.	Reg IR	MR & CT	n.r.	<i>Predictors associated with MRI and CT use:</i> multiple regression.	CT use was influenced by the number of hospital-based physicians per 10,000 population, CT units per 1 million population, percentage of female patients, percentage of pediatric patients, and average family income, but the percentage of aged patients did not significantly influence the CT utilization As for the factors influencing MRI utilization, all other factors significantly influenced MRI utilization, except for the percentage of pediatric population and of the aged
Lee [34]	2012	Obs	34 134	Hospital	Pat IR & Reg IR	CT	n.r.	<i>Predictors associated with CT use:</i> multivariate analysis	Odds of undergoing CT were lower when the patient was assessed by a nonphysician compared to a physician (OR: 0.38; $p < .001$). Patients with private insurance (OR, 1.26; $p < 0.001$), urgent immediacy scores (OR, 2.06; $p < 0.001$), moderate-to-severe pain (OR, 1.70; $p < 0.001$), and older age (OR, 1.02 for each additional year; $p < 0.001$)
Levine [39]	2013	Obs	49 physicians	Hospital	Pat HR	CT	Head, Chest, Abdomen	<i>Predictors associated with CT use:</i> Is the number of requested CTs influenced by physicians' characteristics.	The upper quartile caused 78% of the CT scans ordered above the mean CT ordering rate.
Mathias [33]	2012	Obs	3367 hospitals	Hospital	Pat IR (Aggregated on hospital level)	MR (& CT)	Back (& Mamma, Abdomen, Chest)	<i>Data compared with guideline recommendations:</i> Hospital Outpatient Quality Reporting Program (HOQR) measures. The HOQR measures are created by review of literature, guidelines, and appropriateness criteria. <i>Predictors associated with MRI and CT use:</i> multiple bivariate correlations + logistic regression for regions + multivariate analysis. <i>Region</i>	No consistent relationship between region and imaging-use was found. Highest-decile imaging use was more likely in hospitals with low imaging volume; rural setting (all multivariate results).
Natale [40]	2012	Obs	42 412	Hospital	Pat P	CT	Head	<i>Predictors associated with MRI and CT use:</i> Race/ethnicity differences.	Children of white non-Hispanic ethnicity were more likely to undergo CT than black non-Hispanic or Hispanic children, across all clinical and sociodemographic characteristics. CT more often in: Pts 2 years and older; Glasgow coma scale 14; non-isolated head injury; higher risk of clinically important head injury
Parma [82]	2014	Obs	438	Hospital	Pat HR	CT	Head	<i>Data compared with guideline recommendations:</i> Based on Canadian CT Head Rule: Unnecessary head CT (UHCT) defined as those without head injury; loss consciousness; amnesia; or neurologic complaint. <i>Predictors associated with CT use:</i> Univariate analysis. <i>Costs analysis</i>	106 (24.2) patients fulfilled the criteria UHCT. UHCT was associated with ($P < .05$): age group 41-64 years (higher); drug use (higher); vehicular injury (higher), surgery within 24 hours (lower), ventilator days (higher) and length of hospital stay (higher). UHCT caused \$149,778 extra costs

Source	Year	Method							Results
		Design	N	Setting	Data	MR/CT	Body region	Description	
Pham [41]	2009	Obs	35 039	Out-patient	Pat IR	Imaging	n.r.	<i>Predictors associated with imaging use:</i> Clustering of patients within physicians and multiple observations. Bivariate and multivariate analyses.	Minority patients received less rapid and less advanced imaging. Same is true for patients also covered with by Medicaid. If payment was based only on patient satisfaction the patients received more rapid and more advanced imaging.
Sheehan [49]	2016	Obs	237	Hospital	Pat HR	MR	Shoulder	<i>Data compared with guideline recommendations:</i> Adequate diagnostic imaging modalities were determined via literature review. Examinations were deemed inappropriate if: preceding radiograph was not obtained for patients aged 40 years or older; radiograph and MRI were placed concurrently; diagnosis was established prior imaging; diagnosis could be established via clinical examination and radiograph; examination was inadequate to address the indication. <i>Predictors associated with MR use</i> <i>Comparing different imaging modalities</i>	106 (45) shoulder MRI were judged as inappropriate, mostly because missing preceding radiograph. Higher frequency of inappropriate MRI among nonorthopaedic provider compared to orthopaedic specialists [OR: 3.15; 95% CI: 1.24-8.01] When ultrasonography was indicated it could be expected to diagnose 85% of case pathologies. Ultrasonography and radiography was expected to diagnose 50% of orthopaedic cases and 80% of nonorthopaedic cases.
Stanley [38]	2014	Obs	42 412	Hospital	Pat P	CT	Head	<i>Data compared with guideline recommendations:</i> Predictions rules to identify children at very low risk of clinically important traumatic brain injury. <i>Predictors associated with CT use</i>	Difference between hospitals, which was not explained by the rate of clinically important traumatic brain injuries or the severity of clinical findings. CT in low risk children was overused.
Swedlow [31]	1992	Obs	502	Hospital & Out-patient	Pat HR	MR		<i>Predictors associated with MR use:</i> Does self-referral influence the use of MRI (additionally physical therapy and psychiatric evaluation was assessed). <i>Data compared with recommendations:</i> Criteria for appropriateness were established by a panel of specialists in orthopaedics, industrial medicine, and radiology.	No significant difference in the distribution of cases between self-referral and independent-referral groups. But MRI was more likely inappropriate in the self-referral group (P < .05).
Rohacek [91]	2012	Obs	1018/168	Hospital	Pat P	CT	Head	<i>Predictors associated with CT use:</i> Subjective reasons for ordering CT. <i>Data compared with guideline recommendations:</i> Criteria derived from Canadian CT Head Rule	23% of 1018 CTs were inappropriate. The most common reasons for CT ordering were according to the 168 completed questionnaires: confirm/rule out traumatic intracranial lesion (94%); to expedite diagnosis (63%); guidelines (58%); fear of missing a traumatic intracranial lesion (50%)
Vance [32]	2013	Obs	2485498	Hospital	Pat IR	CT		<i>Predictors associated with MR use:</i> Modelling the association of CT use with patient characteristics, hospital characteristics and geographic characteristics. Univariate statistics + Logistic regression model to predict the odds of a patient receiving a CT scan. Schwarz criterion to evaluate the influence of each independent variable. <i>Geographic variation</i>	Significant geographic variation due patient characteristics but few due hospital characteristics. Males were more likely to undergo CT than females [OR: 1.172; 95% CI 1.165-1.178]. Patients from a minority group received less often CT than white patients (Asians [OR: 0.687; 95% CI 0.675-0.697], Blacks [OR: 0.881; 95% CI 0.875-0.888]. Major diagnostic category was the variable associated with the greatest variation in CT use.

Design: Obs = Observational; RCT = Randomized Controlled Trial; nRCT = non Randomised Controlled Trial; Sim = Simulation Study; SR = Systematic Review; ED = Emergency Department

Data: Pat = Patient Level; Reg = Region Level or Insurance Level; P = Primary Data; IR = Insurance or Register Data; HR = Hospital Records/Institution Records

6.2.3 Data compared with guideline recommendation

Table 6.2-3: Studies that used guideline comparisons as criterion for appropriateness

Source	Year	Method							Results
		Design	N	Setting	Data	MR/CT	Body region	Description	
Becker [92]	2014	Obs	219	Hospital	Pat HR	MR CT		<i>Data compared with guideline recommendations:</i> Using ACR guidelines	6.4% inappropriate; 15.5% may be appropriate; 63.5% were appropriate; 14.6 ACR non-codable
Benedict [93]	2014	Obs	262	Hospital	Pat HR	CT		<i>Data compared with guideline recommendations:</i> Using standardized transfer criteria and recommendations of the American College of Surgeons: CT should not be conducted prior transfer	Descriptive analysis of the included patients (all patients had CT prior transfer): 10% of CT had to be duplicated within four hours
Brettig [94]	2006	Obs	231	Hospital	Pat Hr	CT	Head	<i>Data compared with guideline recommendations:</i> Guideline was developed by a search of available literature. At least one of the guideline criteria must have been followed to judge that the guideline was being followed.	Guideline was followed in 217 (93.9%, 95% CI 91–97%) cases
Eddy [95]	2015	Obs	1141	n.r.	Pat HR	CT & MR		<i>Data compared with guideline recommendations:</i> A radiologist manually reviewed ratings of the „ACR Select“ software.	The review showed that 0.6% (7/1141) should have scored as „usually not appropriate“, but the software ordered 92 cases in this category. In the category „may be appropriate“ the radiologist disagreed in 20% (67/294) of cases. All of a sample of 300 „usually appropriate“ cases was deemed as appropriate by the radiologist.
Friedman [96]	2009	Obs	172	Hospital	Pat HR	Neuroimaging	Head	<i>Data compared with guideline recommendations:</i> Neuroimaging was considered appropriate when specific conditions were met (e.g. changes in previous pattern of migraine; headaches increasing in frequency or severity; stiff neck or rash)	36 patients had neuroimaging exams. 89% were considered to be justified.
Jame [35]	2014	Obs	400	Hospital	Pat P	CT	Head	<i>Data compared with guideline recommendations:</i> Medline was searched to find appropriateness criteria + additional items from other sources. Data collection was conducted using a questionnaire via face-to-face interviews and medical records. <i>Factors affecting the use of MRI</i>	147 (36.8%) had no indication for CT. Ear, nose and throat specialists were five times more likely to order inappropriate CT than emergency physicians.

Source	Year	Method							Results
		Design	N	Setting	Data	MR/CT	Body region	Description	
Jame [37]	2014	Obs	400	Hospital	Pat P	MR	Back	<i>Data compared with guideline recommendations:</i> Medline was searched to find appropriateness criteria + additional items from other sources. Data collection was conducted using a questionnaire via face-to-face interviews. <i>Factors affecting the use of MRI</i>	187 patients had no indications for MRI, 18 patients had indications and contraindications at the same time, 9 patients had contraindications. Patients of public hospitals did less likely undergo inappropriate MRI than patients of private hospitals (OR 0.48; P < .001). Complementary health insurance did not show a statistically significant effect (P = .22).
Kovacs [36]	2013	Obs	602	Hospital	Pat P	MR	Spine	<i>Data compared with guideline recommendations:</i> Criteria derived from evidence based guidelines. At least 1 indication („red flag“) was needed to rate the MRI exam as appropriate. Red flags were assessed via questionnaire. Predictors associated with MRI use.	530 cases appropriate; 8 uncertain; 64 inappropriate. Agreement between questionnaire and radiologist: k = .625. Prescription was more often inappropriate in private (17.2%) practice than in public practice (7.4%) (P < .001). Primary care physicians prescribed more often inappropriate MRI (P = .04). Private practice [OR (CI 95%): 2.25 (1.20; 4.22)] and not reporting referred pain [13.75 (6.72; 28.16)] was associated with higher rate of inappropriate prescription.
Lehnert [97]	2010	Obs	459	Hospital	Pat HR	CT & MR	n.r.	<i>Data compared with guideline recommendations:</i> Criteria derived from a radiology benefits management program.	74% were appropriate; 26% inappropriate; none of the patients with inappropriate imaging had positive findings that altered their management;
Levy [39]	2013	Obs	194	Hospital (military)	Pat HR	MR	n.r.	<i>Data compared with guideline recommendations:</i> Criteria derived from the ACR.	51% were appropriate; 3.3% inappropriate; 3.3% gray zone requests; 42% could not be assigned
Linder [42]	2016	Obs	265	Not specified.	Pat IR	Imaging	Back	<i>Data compared with guideline recommendations:</i> If the time from the first diagnosis „back pain“ to first imaging was less than 6 weeks the exam was judged as inappropriate.	In 76 (28.7%) cases the exams was conducted in less than 6 weeks after the initial diagnosis.
Mathias [33]	2012	Obs	3367 hospitals	Hospital	Pat IR (Aggregated on hospital level)	MR (& CT)	Back (& Mamma, Abdomen, Chest)	<i>Data compared with guideline recommendations:</i> Hospital Outpatient Quality Reporting Program (HOQR) measures. The HOQR measures are created by review of literature, guidelines, and appropriateness criteria. <i>Predictors associated with MRI and CT use:</i> multiple bivariate correlations + logistic regression for regions + multivariate analysis.	No consistent relationship between region and imaging-use was found. Highest-decile imaging use was more likely in hospitals with low imaging volume; rural setting (all multivariate results).
Melnick [98]	2012	Obs	346	Hospital	Pat HR	CT	Head	<i>Data compared with guideline recommendations:</i> Criteria derived from Canadian CT Head Rule (CCHR), American College of Emergency Physicians – Clinical Policy Recommendations (ACEP), National Institute for Health and Care Excellence – Head Injury Guideline Recommendations (NICE), New Orleans Criteria (NOC)	Appropriateness: CCHR 64.7% [95% CI: 0.60-0.70]; ACEP 74.3% [95% CI: 0.70-0.79]; NICE 86.7% [95% CI: 0.83-0.90]; NOC 90.5% [95% CI: 0.87-0.94]

Source	Year	Method							Results
		Design	N	Setting	Data	MR/CT	Body region	Description	
Parma [82]	2014	Obs	438	Hospital	Pat HR	CT	Head	<i>Data compared with guideline recommendations:</i> Based on Canadian CT Head Rule: Unnecessary head CT (UHCT) defined as those without head injury; loss consciousness; amnesia; or neurologic complaint. <i>Predictors associated with CT use:</i> Univariate analysis. <i>Costs analysis</i>	106 (24.2) patients fulfilled the criteria UHCT. UHCT was associated with (P < .05): age group 41-64 years (higher); drug use (higher); vehicular injury (higher), surgery within 24 hours (lower), ventilator days (higher) and length of hospital stay (higher). UHCT caused \$149,778 extra costs
RAND ¹ [54]	2001							<i>Data compared with guideline recommendations:</i> Handbook of the RAND method to assess appropriateness. The RAND method is a systematic appropriateness rating method that involves a systematic literature review.	
Rohacek [91]	2012	Obs	1018/ 168	Hospital	Pat P	CT	Head	<i>Predictors associated with CT use:</i> Subjective reasons for ordering CT. <i>Data compared with guideline recommendations:</i> Criteria derived from Canadian CT Head Rule	23% of 1018 CTs were inappropriate. The most common reasons for CT ordering were according to the 168 completed questionnaires: confirm/rule out traumatic intracranial lesion (94%); to expedite diagnosis (63%); guidelines (58%); fear of missing a traumatic intracranial lesion (50%)
Schroth [44]	1992	Obs	183	Primary Care	Pat HR	MR & CT	Back	<i>Data compared with guideline recommendations:</i> Criteria derived from multiple guidelines.	18 Patients underwent either CT or MRI. 12 were considered inappropriate.
Schwartz [43]	2014	Obs	1360908	n.r.	Pat IR	CT & MR	n.r.	<i>Data compared with guideline recommendations:</i> Low-value services derived from American Board of Internal Medicine Foundation's Choosing Wisely initiative, the US Preventive Services Task Force „D“ recommendations, the National Institute for Health and Care Excellence „do not do“ recommendations, the Canadian Agency for Drugs and Technologies in Health technology assessments, or peer-reviewed medical literature. Low value services were categorized in the following topics: Cancer Screening; Diagnostic and Preventive Testing; Preoperative Testing; Imaging; Cardiovascular Testing and Procedures; Other Surgery Several covariates were considered to account for sociodemographic and clinical characteristics.	Imaging for nonspecific back pain caused between 14% and 15% of all low value services.
Sheehan [49]	2016	Obs	237	Hospital	Pat HR	MR	Shoulder	<i>Data compared with guideline recommendations/patient paths:</i> Adequate diagnostic imaging modalities were determined via literature review. Examinations were deemed inappropriate if: preceding radiograph was not obtained for patients aged 40 years or older; radiograph and MRI were placed concurrently; diagnosis was established prior imaging; diagnosis could be established via clinical examination and radiograph; examination was inadequate to address the indication. <i>Predictors associated with MR use</i>	106 (45) shoulder MRI were judged as inappropriate, mostly because missing preceding radiograph. Higher frequency of inappropriate MRI among nonorthopaedic provider compared to orthopaedic specialists [OR: 3.15; 95% CI: 1.24-8.01] When ultrasonography was indicated it could be expected to diagnose 85% of case pathologies. Ultrasonography and radiography was expected to diagnose 50% of orthopaedic cases and 80% of nonorthopaedic cases.

Source	Year	Method							Results
		Design	N	Setting	Data	MR/CT	Body region	Description	
Stanley [38]	2014	Obs	42 412	Hospital	Pat P	CT	Head	<i>Data compared with guideline recommendations:</i> Predictions rules to identify children at very low risk of clinically important traumatic brain injury. <i>Predictors associated with CT use</i>	Difference between hospitals, which was not explained by the rate of clinically important traumatic brain injuries or the severity of clinical findings. CT in low risk children was overused.
Swedlow [31]	1992	Obs	502	Hospital & Out-patient	Pat HR	MR		<i>Predictors associated with MR use:</i> Does self-referral influence the use of MRI (additionally physical therapy and psychiatric evaluation was assessed). <i>Data compared with recommendations:</i> Criteria for appropriateness were established by a panel of specialists in orthopaedics, industrial medicine, and radiology.	No significant difference in the distribution of cases between self-referral and independent-referral groups. But MRI was more likely inappropriate in the self-referral group (P < . 05).

¹ Found by handsearch

Design: Obs = Observational; RCT = Randomized Controlled Trial; nRCT = non Randomised Controlled Trial; Sim = Simulation Study; SR = Systematic Review; ED = Emergency Department

Data: Pat = Patient Level; Reg = Region Level or Insurance Level; P = Primary Data; IR = Insurance or Register Data; HR = Hospital Records/Institution Records

6.2.4 Experts assessment

Table 6.2-4: Studies that used expert ratings or results from questionnaires as criterion for appropriateness

Source	Year	Method							Results
		Design	N	Setting	Data	MR/CT	Body region	Description	
Butler [45]	2004	Obs	2374 (1167 US, 925 CT, 282 MR)	Hospital	Pat P	CT & MR (& US)		<i>Questionnaire:</i> Appropriateness of imaging was scored on a scale ranging from 1 to 7 in 6 questions. Scoring was entirely subjective. An imaging exam was considered inappropriate if it scored lower than 3 in at least one question.	59 (2.5%) cases had a score lower than 3 in at least one question.
Tocci [46]	2007	Obs	201	Hospital	Pat HR	MR	Musculoskeletal (Foot and Ankle)	<i>Expert Assessment</i>	87% of the 41 pre-evaluation MRI exams were considered unnecessary; in 48.4% of 31 cases the surgeon's interpretation of the MRI scan was different than the radiological reading
Wilson [99]	2015	Obs	121	Hospital	Pat HR	MR & CT	Long Bone	<i>Expert assessment:</i> 2 Radiologists judged on initial imaging results whether advanced imaging was additionally necessary or not. If advanced imaging was conducted contrary to the experts' assessment the imaging exam was deemed as „unnecessary“.	The 2 radiologists deemed 100 and 115 advanced imaging exams as unnecessary, respectively.

Design: Obs = Observational; RCT = Randomized Controlled Trial; nRCT = non Randomised Controlled Trial; Sim = Simulation Study; SR = Systematic Review; ED = Emergency Department

Data: Pat = Patient Level; Reg = Region Level or Insurance Level; P = Primary Data; IR = Insurance or Register Data; HR = Hospital Records/Institution Records

6.2.5 Patient paths

Table 6.2-5: Studies that used patient paths as criterion for appropriateness

Source	Year	Method							Results
		Design	N	Setting	Data	MR/CT	Body region	Description	
Bradley [47]	2005	Obs	101 (104 shoulders)	n.r.	Pat P	MR	Shoulder	<i>Patient paths:</i> 2 Groups: (1) 43 shoulders with previous MRI; (2) 64 shoulders presented without previous MRI. MRI in group 2 was ordered if there was an indication based on the assessment of a shoulder specialist. Rate of overutilization = (MRI scans group 1 – patients undergoing MRI group 2)/MRI scans group 1	Rate of overutilization in group 1 was 90%.
Chwals [48]	2008	Obs	88	Hospital	Pat P	CT	Head (& abdomen)	<i>Patient paths:</i> 2 groups: (1) patients with initial CT conducted outside the hospital; (2) patients without initial outside CT. It was measured whether a second CT examination of the same body region was required within 4 hours.	91% of group 1 (30/33 patients) received duplicate CT. None of group 2 received duplicate CT (P <.0001)
Kim [27]	2011	Obs	2046	Hospital	Pat HR	MR	Spine	<i>Patient paths:</i> Cost-Effectiveness and Outcome Analysis of different patient paths. <i>Diagnostic information:</i> How many MRIs are needed to identify one surgical candidate	Ontario-wide annual savings were estimated at \$ 24 234 929 More than a twofold increase in the efficiency of MRI usage would be possible
Sheehan [49]	2016	Obs	237	Hospital	Pat HR	MR	Shoulder	<i>Data compared with guideline recommendations/ patient paths:</i> Adequate diagnostic imaging modalities were determined via literature review. Examinations were deemed inappropriate if: preceding radiograph was not obtained for patients aged 40 years or older; radiograph and MRI were placed concurrently; diagnosis was established prior imaging; diagnosis could be established via clinical examination and radiograph; examination was inadequate to address the indication. <i>Predictors associated with MR use</i>	106 (45) shoulder MRI were judged as inappropriate, mostly because missing preceding radiograph. Higher frequency of inappropriate MRI among nonorthopaedic provider compared to orthopaedic specialists [OR: 3.15; 95% CI: 1.24-8.01] When ultrasonography was indicated it could be expected to diagnose 85% of case pathologies. Ultrasonography and radiography was expected to diagnose 50% of orthopaedic cases and 80% of nonorthopaedic cases.

Design: Obs = Observational; RCT = Randomized Controlled Trial; nRCT = non Randomised Controlled Trial; Sim = Simulation Study; SR = Systematic Review; ED = Emergency Department

Data: Pat = Patient Level; Reg = Region Level or Insurance Level; P = Primary Data; IR = Insurance or Register Data; HR = Hospital Records/Institution Records

6.2.6 Imaging compared with surgery findings

Table 6.2-6: Studies that compared imaging results with surgery findings as criterion for appropriateness

Source	Year	Method						Results	
		Design	N	Setting	Data	MR/CT	Body region		Description
Gelb [29]	1996	Obs	72	Hospital	Pat P	MR	Musculo-skeletal	<p><i>Diagnostic information:</i> Questionnaire. Physicians were asked: Did MRI findings change your diagnosis? Was the MRI scan of value? Did the treatment plan for the patient change?</p> <p><i>Imaging findings compared with surgery results:</i> Arthroscopic surgery compared to MRI (37 patients)</p>	<p>MRI changed clinical diagnosis in 3 (4%) cases. MRI contributed in patient management in 14 (19%) cases. In 2 of the 14 patients the treatment plan changed from nonoperative to operative.</p> <p>Compared with surgery findings der was a slight increase in both false-positive and false-negative findings.</p>

Design: Obs = Observational; RCT = Randomized Controlled Trial; nRCT = non Randomised Controlled Trial; Sim = Simulation Study; SR = Systematic Review; ED = Emergency Department

Data: Pat = Patient Level; Reg = Region Level or Insurance Level; P = Primary Data; IR = Insurance or Register Data; HR = Hospital Records/Institution Records

6.2.7 Cost analysis

Table 6.2-7: Studies that conducted a costs analysis as criterion for appropriateness

Source	Year	Method							Results
		Design	N	Setting	Data	MR/CT	Body region	Description	
Kim [27]	2011	Obs	2046	Hospital	Pat HR	MR	Spine	<p><i>Cost analysis</i></p> <p><i>Patient paths: Cost-Effectiveness and Outcome Analysis of different patient paths (standard care compared to hypothetical triage program).</i></p> <p><i>Diagnostic information: How many MRIs are needed to identify one surgical candidate</i></p>	<p>Ontario-wide annual savings were estimated at \$ 24 234 929</p> <p>More than a twofold increase in the efficiency of MRI usage would be possible</p>
Issa [84]	2014	Obs	383	Hospital	Pat P	MRI	Hip	<p><i>Diagnostic information: When patients had radiographs and MRI at presentation an orthopaedic surgeon judged whether MRI was useful to achieve the diagnosis or treatment plan. MRI was judged unnecessary for patients with osteoarthritis.</i></p> <p><i>Factors affecting the inappropriate use of MRI</i></p> <p><i>Cost analysis</i></p>	<p>59 patients presented with MRI concurrently prescribed with plain hip radiographs. All of the MRIs were judged as unnecessary. No significant difference between patient groups was found.</p> <p>The 59 unnecessary MRI caused additional costs of \$46,138 to \$94,400. Extrapolating these results to America the unnecessary costs are estimated to a total of 330 to 440.4 dollars per year.</p>
Parma [82]	2014	Obs	438	Hospital	Pat HR	CT	Head	<p><i>Data compared with guideline recommendations: Based on Canadian CT Head Rule: Unnecessary head CT (UHCT) defined as those without head injury; loss consciousness; amnesia; or neurologic complaint.</i></p> <p><i>Predictors associated with CT use: Univariate analysis.</i></p> <p><i>Costs analysis</i></p>	<p>106 (24.2) patients fulfilled the criteria UHCT. UHCT was associated with (P < .05): age group 41-64 years (higher); drug use (higher); vehicular injury (higher), surgery within 24 hours (lower), ventilator days (higher) and length of hospital stay (higher).</p> <p>UHCT caused \$149,778 extra costs</p>

Design: Obs = Observational; RCT = Randomized Controlled Trial; nRCT = non Randomised Controlled Trial; Sim = Simulation Study; SR = Systematic Review; ED = Emergency Department

Data: Pat = Patient Level; Reg = Region Level or Insurance Level; P = Primary Data; IR = Insurance or Register Data; HR = Hospital Records/Institution Records

6.2.8 Geographic variation

Table 6.2-8: Studies that used geographic variation as criterion for appropriateness

Source	Year	Method							Results
		Design	N	Setting	Data	MR/CT	Body region	Description	
Keyhani [51]	2012	SR	5 studies	n.r.	Reg	n.r.	n.r.	<i>Geographic variation:</i> Aim of this study was to evaluate if inappropriate care is a source for geographic variation. Not exclusive to imaging. Defined acceptable standards to assess inappropriate care: guideline generated through a multidisciplinary iterative panel process involving literature review ¹ ; guideline from a regional or national organization; universally accepted standard of care.	Not enough evidence to support or refute the assumption that geographic variation is caused by inappropriate care. Also evidence of underuse in low-intensity areas.
Mathias [33]	2012	Obs	3367 hospitals	Hospital	Pat IR (Aggregated on hospital level)	MR (& CT)	Back (& Mamma, Abdomen, Chest)	<i>Data compared with guideline recommendations:</i> Hospital Outpatient Quality Reporting Program (HOQR) measures. The HOQR measures are created by review of literature, guidelines, and appropriateness criteria. <i>Predictors associated with MRI and CT use:</i> multiple bivariate correlations + logistic regression for regions + multivariate analysis. <i>Geographic variation</i>	No consistent relationship between region and imaging-use was found. Highest-decile imaging use was more likely in hospitals with low imaging volume; rural setting (all multivariate results).
NHS ² [50]	2011	Obs			Reg	MR/CT		<i>Geographic variation:</i> Refers to the concept of „unwarranted variation“: The variation cannot be explained by patient characteristics (illness or patient preferences). Authors compared the 5 highest utilization regions with the 5 lowest utilization regions	MRI: Variation 2.3 fold CT: Variation 2.2 fold
OECD ² [11]	2014	Obs			Reg	MR/CT		<i>Geographic variation:</i> Presented geographic variation in Europe. Refers to the concept of „unwarranted variation“.	Variation of MRI and CT was highest in Belgium, followed by Canada and the United Kingdom. In Belgium MRI may be substituted by CT and vice versa.
Vance [32]	2013	Obs	2485498	Hospital	Pat IR	CT		<i>Predictors associated with MR use:</i> Modelling the association of CT use with patient characteristics, hospital characteristics and geographic characteristics. Univariate statistics + Logistic regression model to predict the odds of a patient receiving a CT scan. Schwarz criterion to evaluate the influence of each independent variable. <i>Geographic variation</i>	Significant geographic variation due patient characteristics but few due hospital characteristics. Males were more likely to undergo CT than females [OR: 1.172; 95% CI 1.165-1.178]. Patients from a minority group received less often CT than white patients (Asians [OR: 0.687; 95% CI 0.675-0.697], Blacks [OR: 0.881; 95% CI 0.875-0.888]). Major diagnostic category was the variable associated with the greatest variation in CT use.

¹ E.g. RAND Appropriateness method; ² Found by handsearch;

Design: Obs = Observational; RCT = Randomized Controlled Trial; nRCT = non Randomised Controlled Trial; Sim = Simulation Study; SR = Systematic Review; ED = Emergency Department

Data: Pat = Patient Level; Reg = Region Level or Insurance Level; P = Primary Data; IR = Insurance or Register Data; HR = Hospital Records/Institution Records

6.2.9 Systematic reviews

Table 6.2-9: Systematic reviews on appropriateness

Source	Year	Method							Results
		Design	N	Setting	Data	MR/CT	Body region	Description	
Carter [52]	2015	Systematic Review	52 studies	n.r.				<p>Methods to assess overdiagnosis caused by cancer screening:</p> <p>Modelling studies: The effect of different screening scenarios is modelled. 15 of 21 modelling studies had a high risk of bias, mostly because of missing or inadequate sensitivity analyses. Strength of evidence was rated as low. Poor directness because of insufficiently supported assumption to draw conclusion about overdiagnosis, especially progression of cancer in the absence of screening. High risk of bias, good external validity, poor consistency and unclear precision. Discussion: Modelling studies require less time than RCTs but have a high degree of uncertainty and are depending in assumptions.</p> <p>Pathological and imaging studies: 8 studies drew conclusions about overdiagnosis on pathological or imaging findings. Because overdiagnosis is only assessed by non-progressive disease and not competing mortality the underestimate the real rate of overdiagnosis. 5 studies had high risk of bias und 3 moderate risk of bias. Strength of evidence was low. Poor directness (one exception). Moderate to high risk of bias, external validity fair to good, consistency poor and unclear precision. Summary: These studies tend to over-simplify overdiagnosis and are indirect because the use assumptions on cancer progression.</p> <p>Ecological and cohort studies: 20 ecological and cohort studies were included. Moderate risk of bias in 17 studies and 3 studies had high risk of bias. Patient selection was a problem (non-randomized). Cancer mortality of not screened population was compared to cancer mortality of screened population. 6 studies used cumulative incidence rate of cancer over the screening and follow up period. Overdiagnosis was defined as the rate of cancers that would have never caused symptoms. Rate of overdiagnosis depends on length of follow up time. 15 of 20 studies had good directness, exceptions were studies that performed an unjustified statistical adjustment for lead time. 5 studies had moderate risk of bias, unbiased analysis and fair to good time frames. External validity was good, precision fair, consistency poor, analysis good (6) or poor (14), time frame was fair. Summary: Well-designed ecological and cohort studies can provide credible estimates of overdiagnosis.</p> <p>Follow-up of RCT: 3 RCTs were included. Risk of bias was low in all of these. 2 studies had a good time frame (15 and 22 year average follow up), one was rated as fair (7 years follow up). The overall rating of strength of evidence was moderate. Summary: Follow up of RCTs is according to the authors the ideal method to assess overdiagnosis.</p>	
Keyhani [51]	2012	SR	5 studies	n.r.	Reg	n.r.	n.r.	<p><i>Geographic variation:</i> Aim of this study was to evaluate if inappropriate care is a source for geographic variation. Not exclusive to imaging.</p> <p>Defined acceptable standards to assess inappropriate care: guideline generated through a multidisciplinary iterative panel process involving literature review¹; guideline from a regional or national organization; universally accepted standard of care.</p>	Not enough evidence to support or refute that assumption that geographic variation is caused by inappropriate care. Also evidence of underuse in low-intensity areas.

Source	Year	Method							Results
		Design	N	Setting	Data	MR/CT	Body region	Description	
Vanderby [53]	2015	SR	14 studies			MR		<p><i>Study objective was to assess the literature on appropriateness of imaging in Canada. Literature was only partly on literature to assess appropriateness (e.g. one included study evaluated how many MR imaging facilities in Canada determined the appropriateness of the ordered requests: 42% had documented guidelines; none had employed quality assurance to ensure that the guidelines are being followed.)</i></p> <p><i>Mentioned methods to assess appropriateness: Adherence to computerized provider entry; unnecessary routine follow ups; questionnaire; RAND method; imaging compared to a summary of exam findings</i></p> <p><i>Rate of inappropriateness in Canada varies substantially in the included studies between 2%-28.5%. Reasons for this variation are different methods, populations and indications to conduct MRI.</i></p>	

¹ E.g. Rand Appropriateness method.

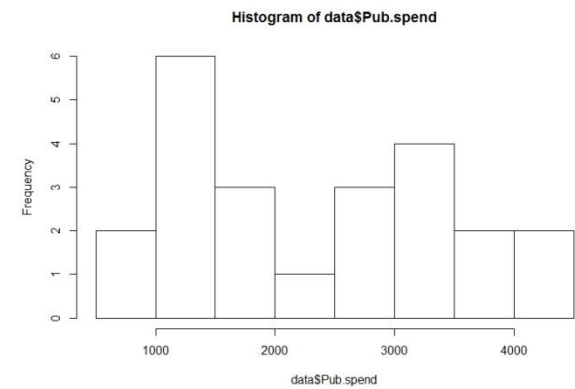
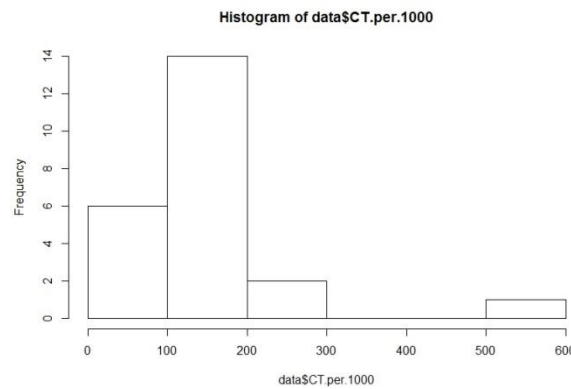
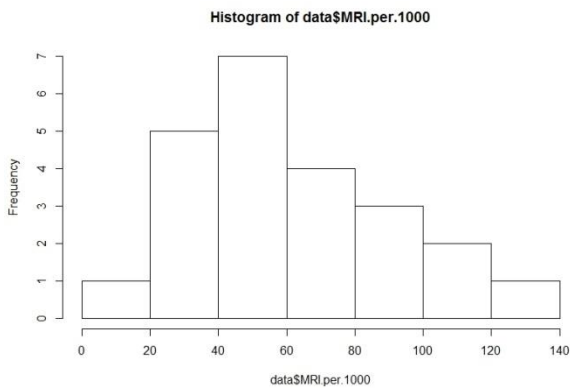
Design: Obs = Observational; RCT = Randomized Controlled Trial; nRCT = non Randomised Controlled Trial; Sim = Simulation Study;

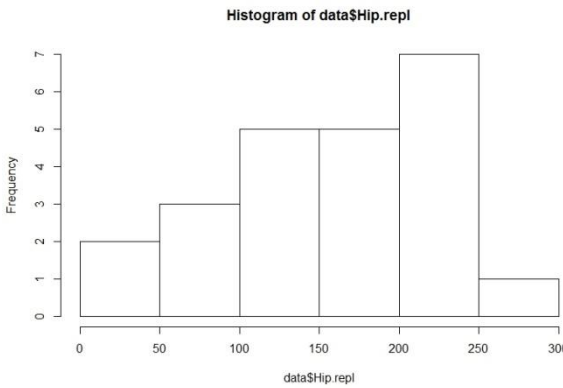
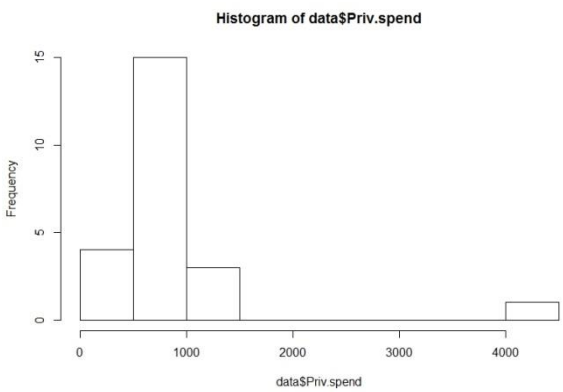
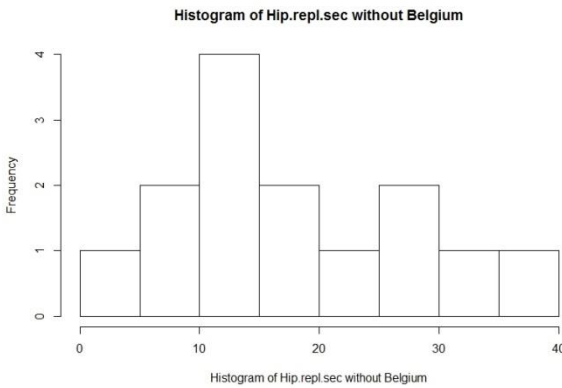
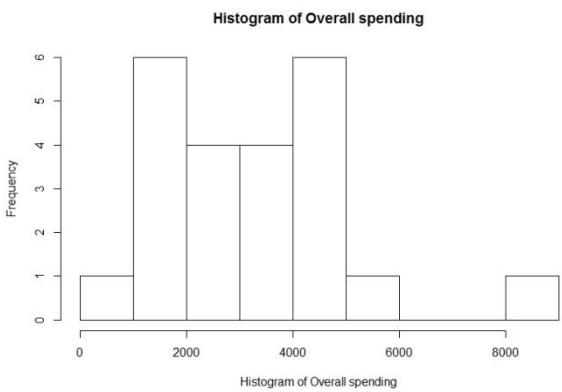
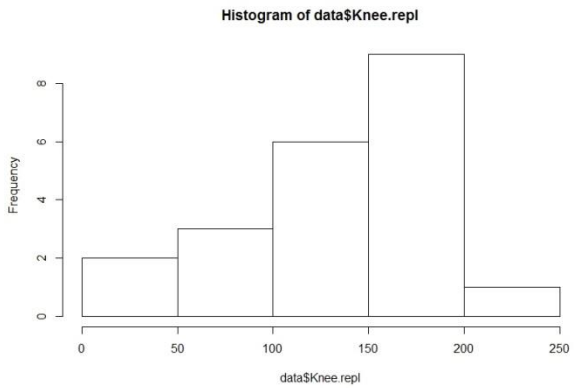
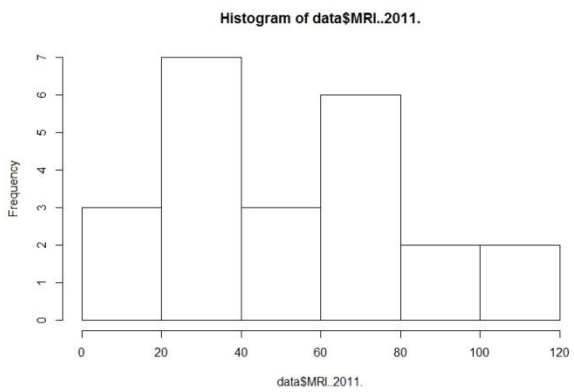
SR = Systematic Review; ED = Emergency Department

Data: Pat = Patient Level; Reg = Region Level or Insurance Level; P = Primary Data; IR = Insurance or Register Data; HR = Hospital Records/Institution Records

6.3 Relation of MRI in different regression models

6.3.1 Histograms of the variables





6.3.2 Relation of public and private spending to MRI

Table 6.3-1: Regression – relation of spending to MRI: Multicollinearity assessment

	Spending public	Spending private
VIF	1.30	1.30
Tolerance statistics	0.77	0.77

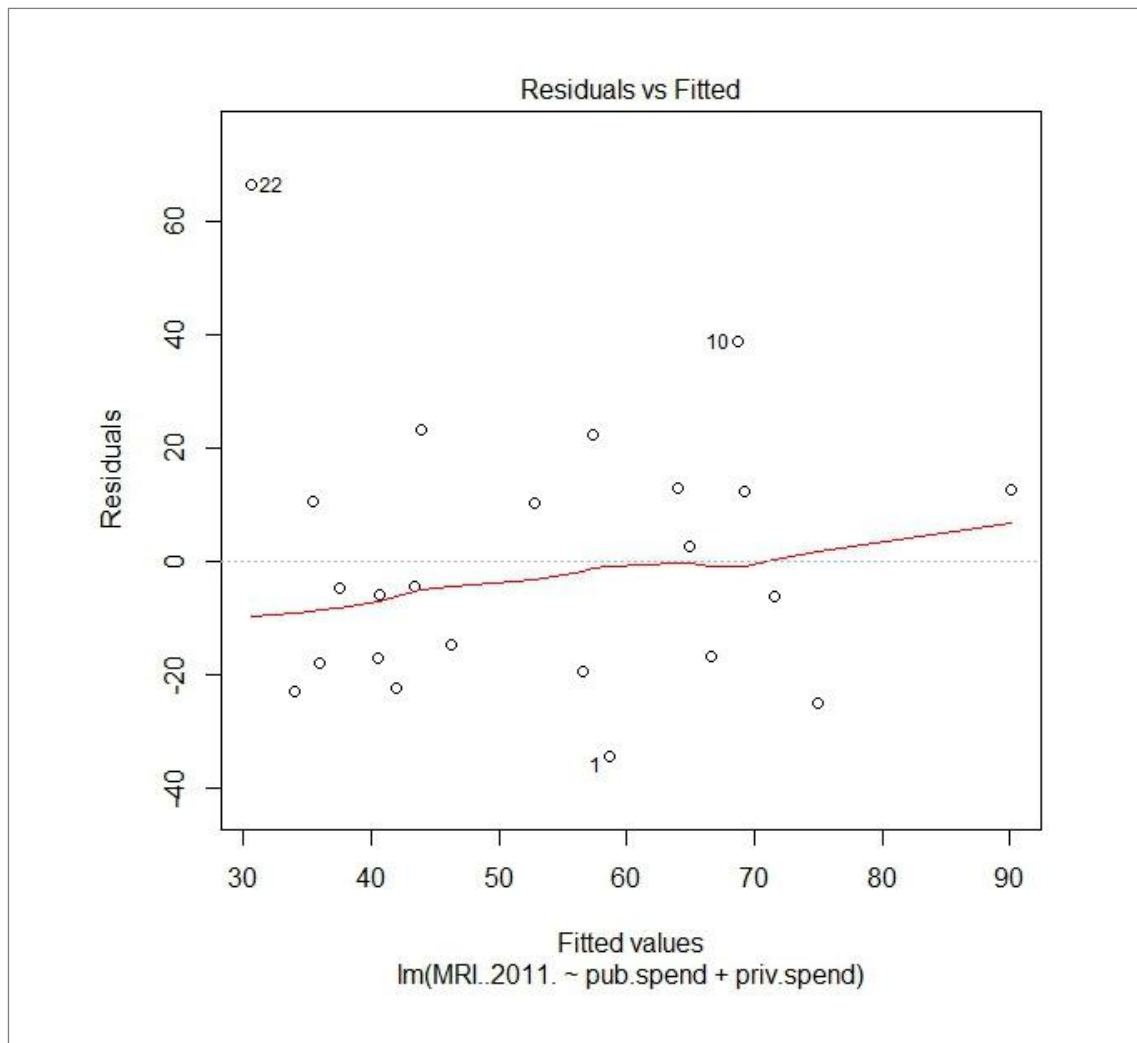


Figure 6.3-1: Regression – relation of spending to MRI. Visual check for heteroscedasticity

6.3.3 Relation of MRI, CT and spending to hip replacement

Table 6.3-2: Regression – Relation of MRI, CT and spending to hip replacement. Multicollinearity assessment

	Spending	MRI per 1000	CT per 1000
VIF	1.21	1.28	1.07
Tolerance statistics	0.83	0.78	0.93

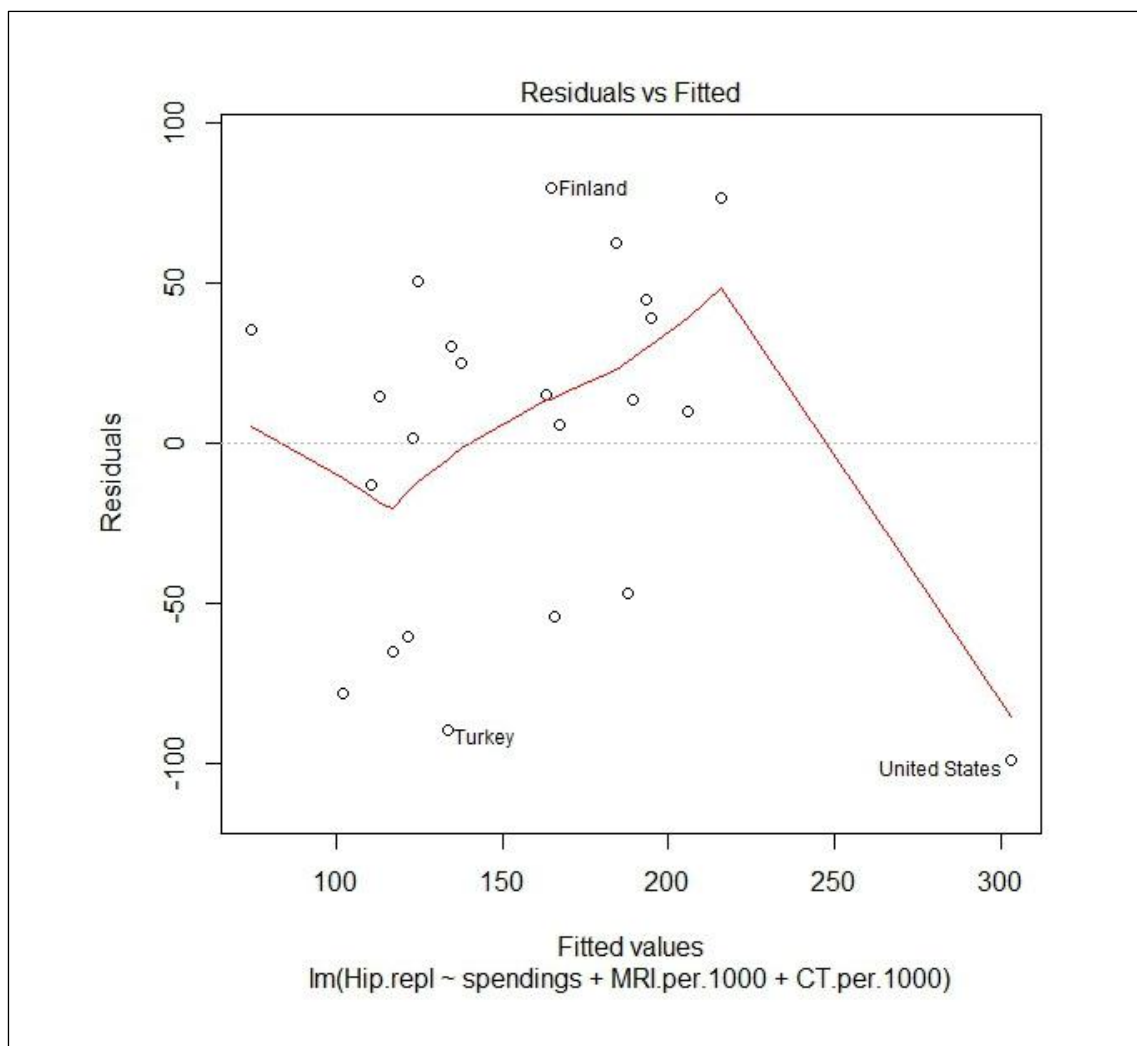


Figure 6.3-2: Regression – Relation of MRI, CT and spending to hip replacement. Visual check for heteroscedasticity

6.3.4 Relation of MRI, CT and spending to secondary hip replacement

Table 6.3-3: Regression – Relation of MRI, CT and spending to secondary hip replacement.
Multicollinearity assessment

	Spending	MRI per 1000	CT per 1000
VIF	2.19	1.78	2.61
Tolerance statistics	0.46	0.56	0.38

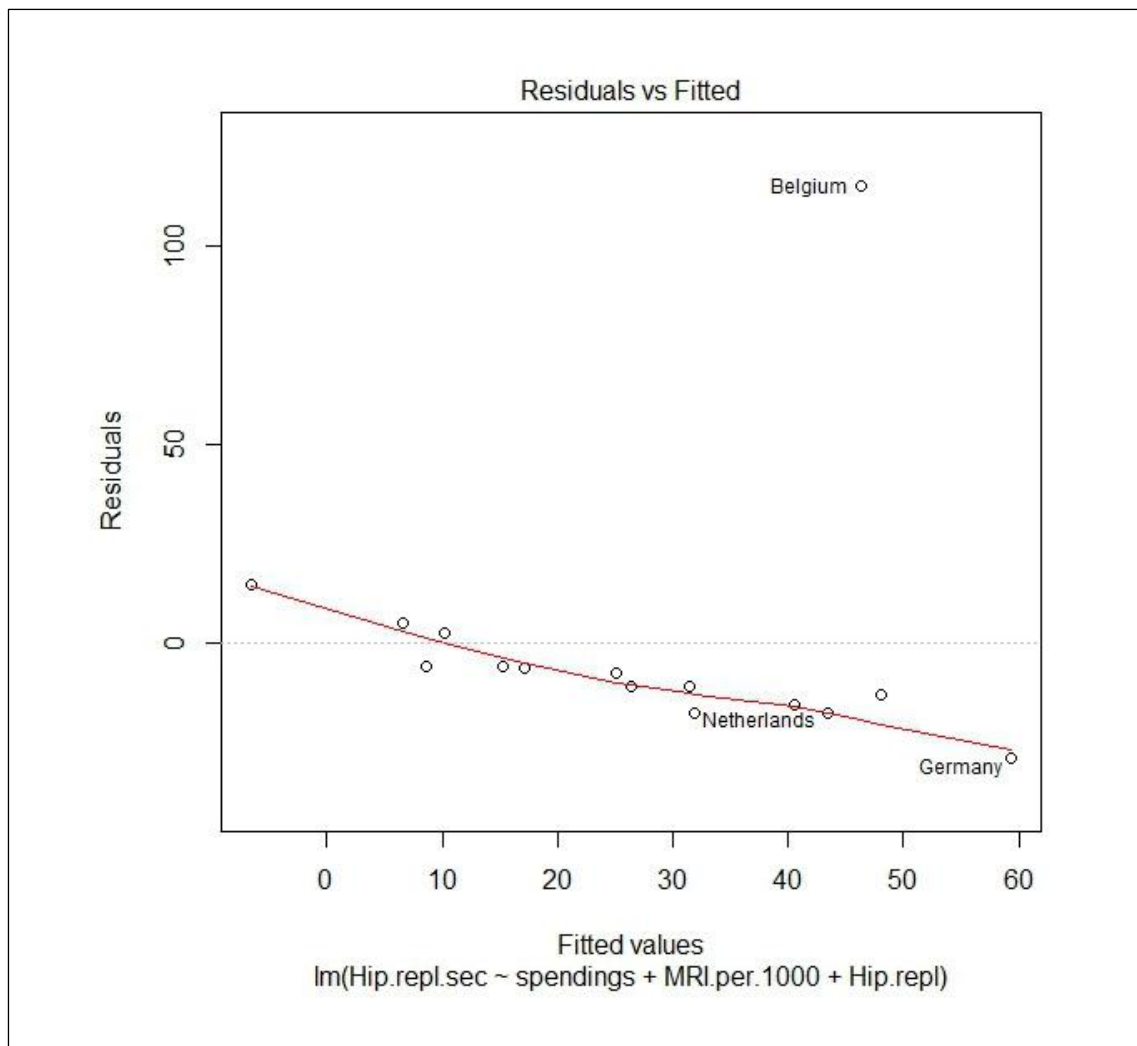


Figure 6.3-3: Regression – Relation of MRI, CT and spending to secondary hip replacement.
Visual check for heteroscedasticity

6.3.5 Relation of MRI, CT and spending to knee replacement

Table 6.3-4: Regression – Relation of MRI, CT and spending on hip replacement. Multicollinearity assessment

	Spending	MRI per 1000	CT per 1000
VIF	1.37	1.61	1.77
Tolerance statistics	0.73	0.62	0.56

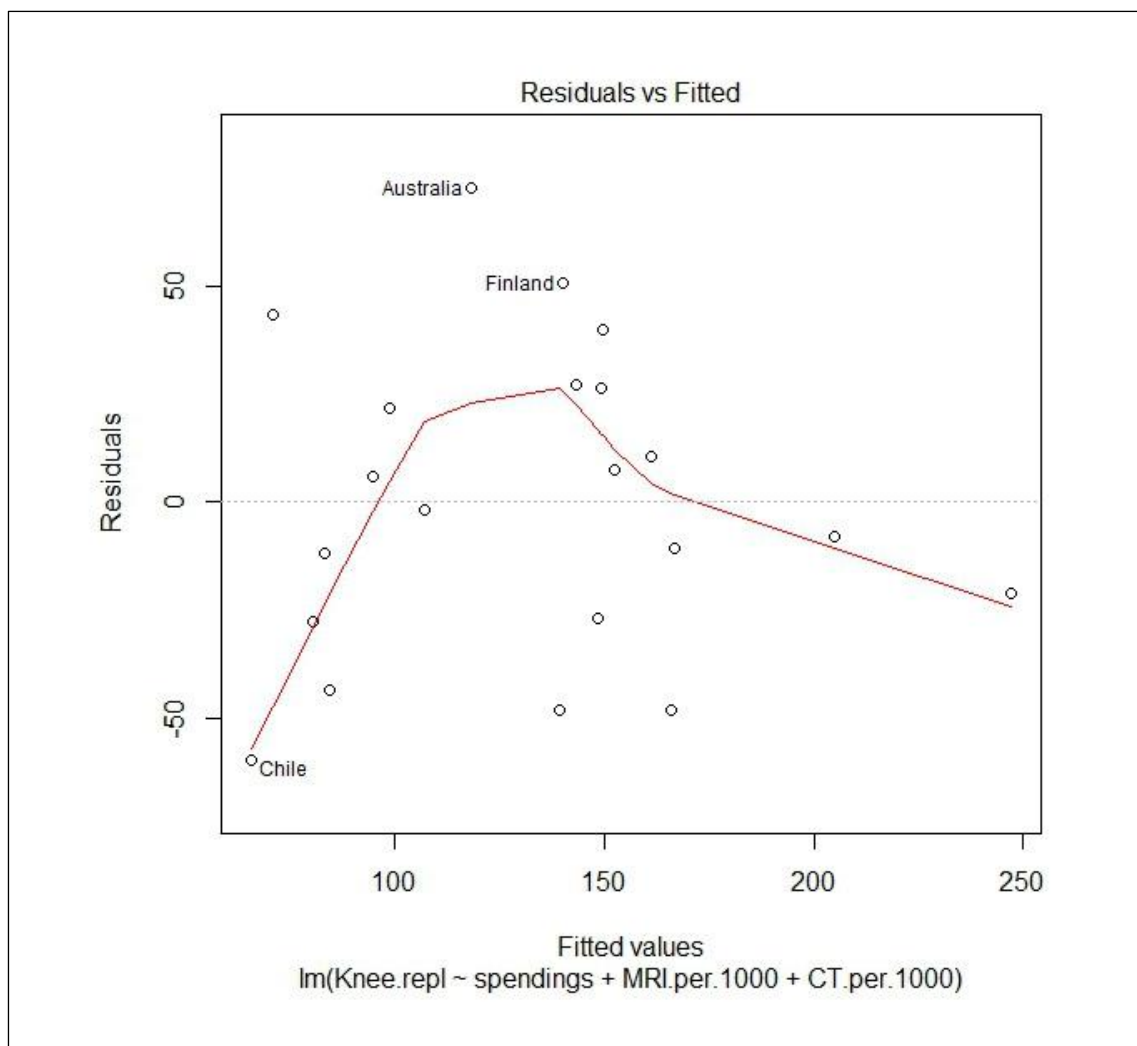


Figure 6.3-4: Regression – Relation of MRI, CT and spending to knee replacement. Visual check for heteroscedasticity