



Rapid Review

Kontrastmittelinduzierte Nephropathie: CO₂ versus jodhaltige Kontrastmittel bei peripherer Angiographie

erstellt von Dr. Gernot Wagner, Dr. Anna Glechner, Dipl.-Kult. Irma Klerings

https://www.ebminfo.at/CO2_vs_jodhaltiger_Kontrastmittel_bei_Angiographie

Bitte den Rapid Review wie folgt zitieren:

Wagner G., Glechner A., Klerings I., Kontrastmittelinduzierte Nephropathie: CO₂ versus jodhaltige Kontrastmittel bei peripherer Angiographie: Rapid Review. EbM Ärztinformationszentrum; September 2021. DOI: 10.48341/fcpm-j460

Available from: https://www.ebminfo.at/CO2_vs_jodhaltiger_Kontrastmittel_bei_Angiographie

Anfrage / PIKO-Frage

Ist das Risiko einer akuten kontrastmittelinduzierten Nephropathie bei einer peripheren Angiographie mit Kohlendioxid (CO₂) geringer, als wenn jodhaltige Kontrastmittel zum Einsatz kommen?

Ergebnisse

Studien

Zur Fragestellung haben wir eine randomisierte kontrollierte Studie (RCT) und fünf Kohortenstudien mit 954 PatientInnen identifiziert, die eine periphere Angiographie (mit oder ohne Gefäßintervention) mit CO₂ in Bezug auf das Auftreten einer akuten kontrastmittelinduzierten Nephropathie in Vergleich zur alleinigen Verwendung eines jodhaltigen Kontrastmittels setzten. Das Durchschnittsalter der StudienteilnehmerInnen lag bei 63 bis 74 Jahren. Zwischen 17 Prozent und 65 Prozent von ihnen hatten einen Diabetes mellitus. Ein Teil der Studien schloss – entweder ausschließlich oder nur in der CO₂-Gruppe – Personen mit eingeschränkter Nierenfunktion ein. In der CO₂-Gruppe wurde, falls notwendig, auch eine geringe Menge jodhaltigen Kontrastmittels appliziert. In der Kontrollgruppe kam zur Gefäßdarstellung ausschließlich ein jodhaltiges Kontrastmittel zum Einsatz. Das Risiko für Verzerrung (Bias) haben wir für den RCT als niedrig und für die Beobachtungsstudien als unklar oder hoch eingestuft. Ein Grund für ein hohes Bias-Risiko lag darin, dass sich die StudienteilnehmerInnen in den Gruppen in Bezug auf prognostische Faktoren wie Nierenfunktionsparameter unterschieden.

Resultate

Kontrastmittelinduzierte Nephropathie

- Die Inzidenz einer kontrastmittelinduzierten Nephropathie variierte in den eingeschlossenen Studien stark (siehe Abbildung 2). Eine Random-Effects-Meta-Analyse mit 954 PatientInnen aus sechs Studien (ein RCT, fünf Kohortenstudien) zeigte, dass Personen, die eine periphere Angiographie (mit oder ohne Gefäßintervention) mit CO₂ alleine oder zusätzlich einer kleinen Menge jodhaltigen Kontrastmittels erhielten, ein statistisch nicht signifikantes geringeres Risiko einer kontrastmittelinduzierten Nephropathie hatten als PatientInnen, die ausschließlich jodhaltiges Kontrastmittel verabreicht bekamen (9,7 Prozent [28 von 288] versus 15 Prozent [100 von 666]; Relatives Risiko [RR]: 0,68; 95% Konfidenzintervall [KI]: 0,39–1,21).

Abbildung 1: Ergebnisse im Überblick

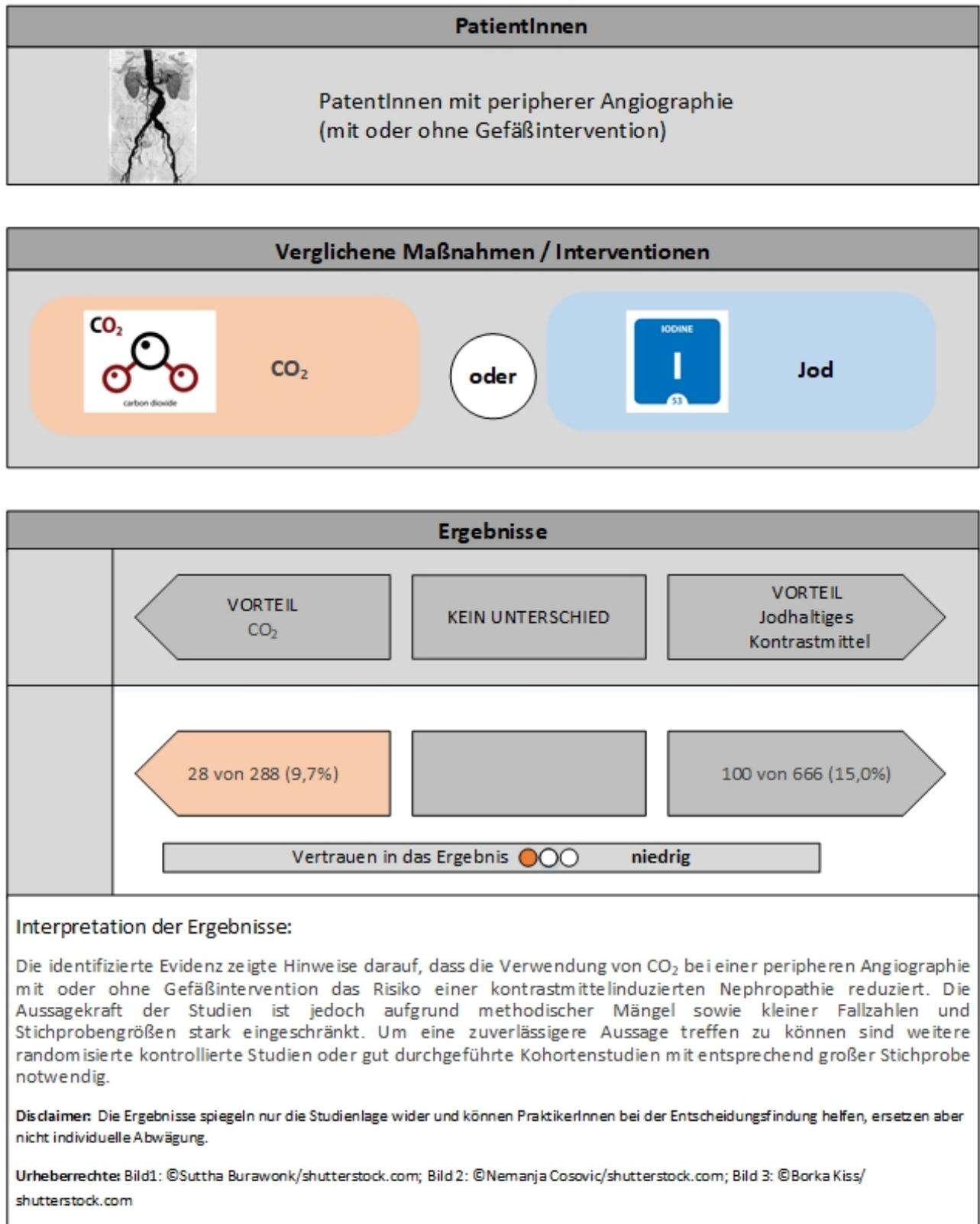


Tabelle 1: CO₂ plus jodhaltiges Kontrastmittel versus jodhaltiges Kontrastmittel alleine bei peripherer Angiographie mit oder ohne Intervention

Studien	Risiko für Bias	Teilnehmende		Effekte			Stärke der Evidenz
		CO ₂	IKM	Relativ (95% KI)	Mit CO ₂ (95% KI)	CO ₂ versus IKM	
Akute kontrastmittelinduzierte Nephropathie							
1 RCT (1) und 5 Kohortenstudien (2-7) N=954	hoch ^a	28/288 (9,7%)	100/666 (15,0%)	RR: 0,68 (0,39–1,21)	5 Personen weniger (95% KI: von 9 weniger bis 3 mehr)	Trend weniger Personen mit kontrastmittelinduzierter Nephropathie bei CO ₂ -Angiographie; Unterschied nicht statistisch signifikant	

Abkürzungen: CO₂ = Kohlendioxid; IKM = jodhaltiges Kontrastmittel; KI = Konfidenzintervall, RCT = Randomisierte kontrollierte Studie; RR = Relatives Risiko

^aDas Bias-Risiko wurde bei drei Studien als hoch, bei zwei als unklar und bei einer als niedrig eingestuft.

Vertrauen in das Ergebnis



hoch

Das Vertrauen in das Ergebnis ist hoch. Es ist unwahrscheinlich, dass neue Studien die Einschätzung des Behandlungseffektes/der Intervention verändern werden.



moderat

Das Vertrauen in das Ergebnis ist moderat. Möglicherweise werden neue Studien aber einen wichtigen Einfluss auf die Einschätzung des Behandlungseffektes/der Intervention haben.



niedrig

Das Vertrauen in das Ergebnis ist niedrig. Neue Studien werden mit Sicherheit einen wichtigen Einfluss auf die Einschätzung des Behandlungseffektes/der Intervention haben.



insuffizient

Das Vertrauen in das Ergebnis ist unzureichend oder es fehlen Studien, um die Wirksamkeit und Sicherheit der Behandlung/der Intervention einschätzen zu können.

Methoden

Um relevante Studien zu finden, hat eine Informationsspezialistin in folgenden Datenbanken recherchiert: Ovid MEDLINE, Cochrane Library und Epistemonikos. Die verwendeten Suchbegriffe leiteten sich vom MeSH-System (Medical Subject Headings System) der National Library of Medicine ab. Zusätzlich wurde mittels Freitexts gesucht und eine Pubmed-similar-articles-Suche durchgeführt. Als Ausgangsreferenzen dienten Publikationen, deren Abstracts in der Vorabsuche als potenziell relevant identifiziert worden waren. Die Suche erfasste alle Studien bis 19. bzw. 20. Mai 2021. Der vorliegende Rapid Review fasst die beste Evidenz zusammen, die in den genannten Datenbanken zu diesem Thema durch Literatursuche zu gewinnen war. Die Methoden von der Frage bis zur Erstellung des fertigen Rapid Review sind auf unserer Website abrufbar: <http://www.ebminfo.at/wp-content/uploads/Methoden-Manual.pdf>. Tabelle 1 wurde mit GRADE pro GDT erstellt: <https://gradepro.org/>

Einleitung

Angiographien der peripheren Gefäße mit oder ohne Gefäßintervention werden vor allem im Bereich der Angiologie und interventionellen Radiologie häufig durchgeführt. Dabei ist zur Darstellung des Gefäßes immer die Verabreichung eines Kontrastmittels erforderlich. Am häufigsten kommen dabei derzeit jodhaltige Kontrastmittel zur Anwendung. Diese können jedoch in Abhängigkeit von der applizierten Kontrastmittelmenge und bei einer vorbestehenden Einschränkung der Nierenfunktion zu einer akuten kontrastmittelinduzierten Nephropathie führen (8). Eine systematische Übersichtsarbeit fand bei einer Angiographie der peripheren Gefäße für die akute kontrastmittelinduzierte Nephropathie eine Inzidenz von ungefähr 10 Prozent (9). Außerdem besteht bei der Anwendung von Kontrastmittel das Risiko einer allergischen Reaktion. Mit Kohlendioxid (CO₂) wurde eine Alternative zum jodhaltigen Kontrastmittel entwickelt (10). Dessen wesentliche Vorteile liegen darin, dass es keinen unmittelbar nephrotoxischen Effekt hat und dass für die PatientInnen kein Risiko einer allergischen Reaktion besteht (10). Bei der Anwendung von CO₂ gibt es jedoch auch Limitationen und Risiken (10).

Resultate

Studien

Zur Fragestellung fanden wir eine systematische Übersichtsarbeit (11); die darin inkludierte Studie haben wir gesichtet. Aus diesem Review haben wir eine randomisierte kontrollierte Studie (RCT) und drei Beobachtungsstudien herangezogen, die eine periphere Angiographie (mit oder ohne Gefäßintervention) mit CO₂ mit oder ohne ergänzendes jodhaltiges Kontrastmittel in Vergleich zur alleinigen Verwendung eines jodhaltigen Kontrastmittels setzten. Weiters haben wir nach Erscheinen des Reviews zwei relevante Beobachtungsstudien (3, 4) identifiziert, sodass wir für dieses Antwortdokument insgesamt sechs Studien (einen RCT, fünf Beobachtungsstudien) zusammenfassen konnten.

Die älteste dieser in Schweden, England, Deutschland und den USA durchgeführten Studien wurde im Jahr 2001, die aktuellste 2021 publiziert. Die von uns identifizierten Studien schlossen jeweils 82 bis 313 TeilnehmerInnen ein, deren Durchschnittsalter zwischen 63 und 74 Jahren lag. Der Anteil der Frauen und der Personen mit Diabetes mellitus variierte zwischen den Studien (siehe Tabelle 2). Zum Großteil bezogen diese ausschließlich Personen mit eingeschränkter Nierenfunktion ein. Bei zwei Studien (2, 6) unterschied sich die Nierenfunktion der StudienteilnehmerInnen zwischen den Gruppen deutlich.

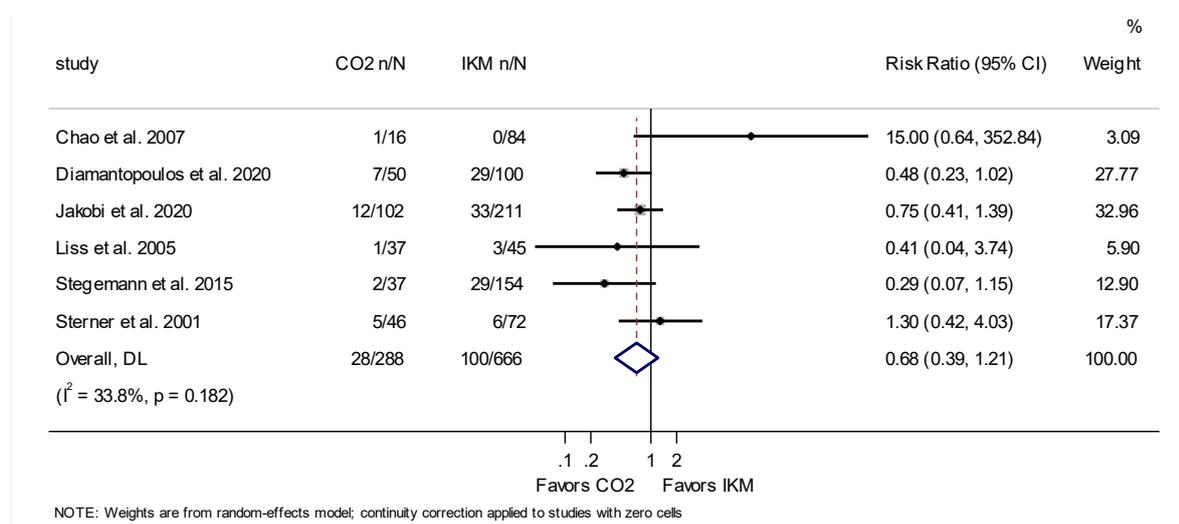
An den TeilnehmerInnen der Studien wurde eine Angiographie durchgeführt, teils mit anschließender endovaskulärer Intervention an unterschiedlichen Gefäßen (Aorta, Nierenarterie, Becken-Bein-Arterien). Die Mengen an CO₂ sowie an jodhaltigem Kontrastmittel variierten in Studien auch in Abhängigkeit vom untersuchten bzw. behandelten Gefäß und der durchgeführten Intervention. In der CO₂-Gruppe wurde, falls notwendig, auch eine geringe Menge jodhaltigen Kontrastmittels appliziert (durchschnittlich 15 ml bis 42 ml). In der Kontrollgruppe kam zur Gefäßdarstellung ausschließlich ein jodhaltiges Kontrastmittel zum Einsatz. Dadurch wurden in den Studien durchschnittlich 88 ml bis 148 ml intraarteriell injiziert. Tabelle 2 fasst die Charakteristika der eingeschlossenen Studien zusammen.

Das Risiko für Verzerrung (Bias) haben wir für den RCT als niedrig, für die Beobachtungsstudien als unklar oder hoch eingestuft. Ein Grund für ein hohes Bias-Risiko lag darin, dass sich die StudienteilnehmerInnen in den Gruppen in Bezug auf prognostische Faktoren wie Nierenfunktionsparameter unterschieden.

Akute kontrastmittelinduzierte Nephropathie

Die akute kontrastmittelinduzierte Nephropathie wurde in den von uns identifizierten Studien unterschiedlich definiert (siehe Tabelle 2). Häufig wird ein Anstieg des Serumkreatinins um mehr als 25 Prozent im Vergleich zum Ausgangswert als kontrastmittelinduzierte Nephropathie interpretiert. Eine akute kontrastmittelinduzierte Nephropathie trat in der CO₂-Gruppe bei 9,7 Prozent (28 von 288) der StudienteilnehmerInnen und in der Gruppe, die ausschließlich ein jodhaltiges Kontrastmittel erhielt, bei 15 Prozent auf (100 von 666). Eine Random-Effects-Meta-Analyse zeigte für die CO₂-Angiographie eine statistisch nicht signifikante Risikoreduktion in Bezug auf eine kontrastmittelinduzierte Nephropathie (Relatives Risiko [RR]: 0,68; 95% Konfidenzintervall [KI]: 0,39–1,21; siehe Abbildung 1).

Abbildung 2: Forest-Plot Meta-Analyse CO₂ (mit oder ohne jodhaltiges Kontrastmittel) versus jodhaltiges Kontrastmittel



Abkürzungen: CO₂ = Kohlendioxid; DL = DerSimonian und Laird; IKM = jodhaltiges Kontrastmittel

Tabelle 2: Charakteristika der eingeschlossenen Studien

Studien- autorInnen, Jahr, Land	Studien- design, Land, Bias-Risiko	N	Alter (Jahre) Mean (SD) oder Median (Range) Frauen (%)	Diabetes mellitus, %	CNI, % GFR (mL/min)	Intervention und Erkrankung	CO ₂ -Menge (ml) Mean oder Median [IQR]	IKM Menge (ml) Mean (SD) oder Median [IQR], Type	Definition KM- induzierte Nephropathie	Inzidenz KM- induzierte Nephropathie n/N (%)
Sterner et al. 2001 (7)	Kohorten- studie	Gesamt: 118 CO ₂ : 46 ^d IKM: 72	<i>Alter:</i> CO ₂ : 71±NA IKM: 72±NA <i>Frauen:</i> CO ₂ : 15% IKM: 33%	<i>Diabetes mellitus:</i> alle: 21% CO ₂ : 20% IKM: 22%	<i>CNI Stadium 3–5:</i> CO ₂ : NA IKM: NA <i>GFR:^b</i> CO ₂ : NA IKM: NA	Angiographie mit oder ohne endovaskuläre Intervention	CO ₂ : NA IKM: 0	CO ₂ : 5 [NA] IKM: 22 [NA] lohexol	Anstieg des Serumkreatinins um >25% innerhalb von 2 Wochen	CO ₂ : 5/46 (10,9%) IKM: 6/72 (8,3%)
Schweden	unklar									
Liss et al. 2005 (1)	RCT	Gesamt: 82 CO ₂ : 37 IKM: 45	<i>Alter:</i> CO ₂ : 67±8 IKM: 63±11 <i>Frauen:</i> CO ₂ : NA IKM: NA	<i>Diabetes mellitus:</i> alle: 17% CO ₂ : 27% IKM: 9%	<i>CNI Stadium 3–5:</i> CO ₂ : NA IKM: NA <i>GFR:^c</i> CO ₂ : 54±22 IKM: 59±29	Angiographie mit oder ohne endovaskuläre Intervention der Nierenarterien	CO ₂ : 191±118 IKM: 0	CO ₂ : 35,1±6,4 IKM: 88,4±42,9 loxaglate	Anstieg des Serumkreatinins von >25% innerhalb 1 Woche	CO ₂ : 1/37(2,7%) IKM: 3/45 (6,7%)
Schweden	niedrig									
Chao et al. 2007 (2)	Kohorten- studie	Gesamt: 100 CO ₂ : 16 IKM: 84	<i>Alter:</i> CO ₂ : 77±NA IKM: 76±NA <i>Frauen:</i> CO ₂ : 6% IKM: 18%	<i>Diabetes mellitus:</i> alle: 13% CO ₂ : 20% IKM: 12%	<i>CNI Stadium 3–5:</i> CO ₂ : 88% IKM: 34% <i>GFR:</i> CO ₂ : 36±NA ^e IKM: 81±NA	Endovaskuläre Intervention bei EVAR	CO ₂ : 50±NA IKM: 0	CO ₂ : 27±55 IKM: 148±20 lopamidol	Anstieg des Serumkreatinins um >20% innerhalb von 24 Stunden	CO ₂ : 1/16 (6,3%) IKM: 0/84 (0)
USA	hoch									
Stegemann et al. 2015 (6)	Kohorten- studie	Gesamt: 191 CO ₂ : 37 IKM: 154	<i>Alter:</i> CO ₂ : 70±10 IKM: 73±12 <i>Frauen:</i> CO ₂ : 38% IKM: 23%	<i>Diabetes mellitus:</i> alle: 51% CO ₂ : 51% IKM: 51%	<i>CNI Stadium 3–5:</i> CO ₂ : 86% IKM: 29% <i>GFR:</i> CO ₂ : 22±34 IKM: 76±28	Endovaskuläre Intervention bei PAVK	CO ₂ : 33*±NA IKM: 0	CO ₂ : 34±41 IKM: 112±76 lodixanol	Anstieg des Serumkreatinins um >25% oder >0,5 mg/dL innerhalb von 48 Stunden	CO ₂ : 2/37 (5%) IKM: 29/154 (19%)
Deutschland	hoch									

Studien- autorInnen, Jahr, Land	Studien- design, Land, Bias-Risiko	N	Alter (Jahre) Mean (SD) oder Median (Range) Frauen (%)	Diabetes mellitus, %	CNI, % GFR (mL/min)	Intervention und Erkrankung	CO ₂ -Menge (ml) Mean oder Median [IQR]	IKM Menge (ml) Mean (SD) oder Median [IQR], Type	Definition KM- induzierte Nephropathie	Inzidenz KM- induzierte Nephropathie n/N (%)
Jakobi et al. 2021 (4)	Kohorten- studie	Gesamt: 313 CO ₂ : 102 IKM: 211	<i>Alter:</i> CO ₂ : 74,8±8,7 IKM: 72,4±9,3 <i>Frauen:</i> CO ₂ : 36,3% IKM: 24,6%	<i>Diabetes mellitus:</i> alle: 52% CO ₂ : 51% IKM: 54%	<i>CNI Stadium 3–5:</i> CO ₂ : 100% IKM: 100% <i>GFR:</i> CO ₂ : 32,4±11,8 IKM: 32,4±11,8	Endovaskuläre Intervention bei PAVK	CO ₂ : 114,5±53,4 IKM: 0	CO ₂ : 41,9±31,6 IKM: 118,9±51,1 NA	Anstieg des Serumkreatinins um das 1,5- bis 1,9- Fache oder um ≥0,3 mg/dL innerhalb von 48 Stunden	CO ₂ : 12/102 (11,9%) IKM: 33/211 (15,6%)
Deutschland	hoch									
Diamantopoulos et al. 2020 (3)	Kohorten- studie	Gesamt: 150 CO ₂ : 50 IKM: 100	<i>Alter:</i> CO ₂ : 77,5±10,4 IKM: 76,5±10,5 <i>Frauen:</i> CO ₂ : 66% IKM: 64%	<i>Diabetes mellitus:</i> alle: 65% CO ₂ : 66% IKM: 64%	<i>CNI Stadium 3–5:</i> CO ₂ : 100% IKM: 100% <i>GFR:</i> CO ₂ : 38,6±13,2 IKM: 43,3±12,2	Endovaskuläre Intervention bei PAVK	CO ₂ : NA IKM: 0	CO ₂ : 15,1±14,0 IKM: 115,6±58,1 Iodixanol	Anstieg des Serumkreatinins um >25% oder >0,5 mg/dL innerhalb von 72 Stunden	CO ₂ : 7/50 (14%) IKM: 29/100 (29%)
England	unklar									

Abkürzungen: CO₂ = Kohlendioxid; CNI = Chronische Niereninsuffizienz; EVAR = Endovaskuläre Intervention bei intrarenalem Aortenaneurysma; GFR = glomeruläre Filtrationsrate; IKM = jodhaltiges Kontrastmittel; IQR = Interquartilsabstand; KM = Kontrastmittel; SD = Standardabweichung; NA = nicht angegeben; PAVK = periphere arterielle Verschlusskrankheit

a: Selbst berechnet

b: Eingeschlossen wurden nur PatientInnen mit einem Serumkreatinin von 1,7 mg/dL oder höher (150 µmol/L).

c: Eingeschlossen wurden nur PatientInnen mit einem Serumkreatinin von 2,3 mg/dL oder niedriger (200 µmol/L).

d: Gruppe B (Iodine + CO₂) und Gruppe C (CO₂)

e: Eingeschlossen wurden in der CO₂-Gruppe nur PatientInnen mit einem Serumkreatinin von 1,5 mg/dL oder höher.

Suchstrategien

Ovid Medline, 19.05.2021

	#	Searches	Results
A. CO2	1	exp Angiography/	249112
angiography	2	Carbon Dioxide/	89635
	3	1 and 2	684
	4	((carbon dioxide or carbondioxide or CO2 or "CO(2)" or "CO 2") adj3 (arteriograph* or angiograph*)).ti,ab,kf.	253
	5	3 or 4	754
humans	6	limit 5 to "humans only (removes records about animals)"	640
language	7	(english or german).lg.	28705675
	8	6 and 7	576
SR-Filter	9	Systematic Review.pt.	154284
	10	review.pt.	2800269
	11	(medline or medlars or embase or pubmed or cochrane or (scisearch or psychinfo or psycinfo) or (psychlit or psyclit) or cinahl or ((hand adj2 search\$) or (manual\$ adj2 search\$)) or (electronic database\$ or bibliographic database\$ or computeri?ed database\$ or online database\$) or (pooling or pooled or mantel haenszel) or (peto or dersimonian or der simonian or fixed effect)).tw,sh. or (retraction of publication or retracted publication).pt.	396172
	12	10 and 11	170848
	13	meta-analysis.pt. or meta-analysis.sh. or (meta-analys\$ or meta analys\$ or metaanalys\$).tw,sh. or (systematic\$ adj5 review\$).tw,sh. or (systematic\$ adj5 overview\$).tw,sh. or (quantitativ\$ adj5 review\$).tw,sh. or (quantitativ\$ adj5 overview\$).tw,sh. or (quantitativ\$ adj5 synthesis\$).tw,sh. or (methodologic\$ adj5 review\$).tw,sh. or (methodologic\$ adj5 overview\$).tw,sh. or (integrative research review\$ or research integration).tw.	367974
	14	9 or 12 or 13	436245
SR-Results	15	8 and 14	4
RCT-Filter	16	exp randomized controlled trial/ or (random* or placebo).mp.	1517799
RCT-Results	17	8 and 16	28

	#	Searches	Results
cNRS-Filter	18	exp cohort studies/ or exp epidemiologic studies/ or exp clinical trial/ or exp evaluation studies as topic/ or exp statistics as topic/	5843170
	19	((control and (study or group*)) or (time and factors) or cohort or program or comparative stud* or evaluation studies or survey* or follow-up* or ci).mp.	7683452
	20	18 or 19	10101719
	21	(animals/ not humans/) or comment/ or editorial/ or exp review/ or meta analysis/ or consensus/ or exp guideline/ or hi.fs. or case report.mp.	9341988
	22	20 not 21	7830270
cNRS-Results	23	8 and 22	222
excluding	24	case reports/ or (case? not control).ti,kf.	2645159
case reports	25	8 not 24	492
Total	26	15 or 17 or 23 or 25	507

Cochrane Library, 20.05.2021

ID	Search	Hits
#1	[mh Angiography] and [mh ^"Carbon Dioxide"]	24
#2	("carbon dioxide" OR carbondioxide OR "CO2" OR "CO(2)" OR "CO 2") NEAR/3 (arteriograph* OR angiograph*):ti,ab,kw	16
#3	#1 OR #2	35

Epistemonikos, 19.05.2021

Search	Results
("carbon dioxide" OR carbondioxide OR "CO2" OR "CO(2)" OR "CO 2") AND (arteriograph* OR angiograph*)	6
Filter: Systematic Review	4
Filter: Primary Study	2

Pubmed Similar Articles (based on the first 100 linked references for each article), 18.05.2021

Search number	Query	Results
1	15640411	1
2	Similar articles for PMID: 15640411	189
3	33555574	1
4	Similar articles for PMID: 33555574	102
5	28463460	1
6	Similar articles for PMID: 28463460	254
7	26535013	1
8	Similar articles for PMID: 26535013	169
9	15640411 33555574 28463460 26535013 10207465 28463460 26946253 26567126 12148095 31843298 31583416 24704050 16949481 25380326 26535013 25449989 10584800 33555574 26567126 28463460 9840034 32064540 31843298 27380993 11793285 26567126 29636253 23246079 19463464 26431707 24704050 27318704 15713929 24076297 27821094 27590533 12650035 28939956 26112028 22504126 31712187 24704050 31054788 25380326 8548465 28550589 33555574 28550589 2596812 27995343 28939956 28479456 18256017 26667947 23324952 26460289 10693711 33527684 23994417 27671460 2354386 30641399 28550589 27692467 8944120 29636253 24076297 28735955 8624196 22504126 27995343 25589696 21288688 27318704 28231903 27986482 8225887 28891160 31961262 24080134 21570871 31583416 25589696 28378609 9323247 26946253 27671460 10693711 9577501 30187381 29802583 25147039 26567126 25519207 29772311 27209402 10357491 29802583 27566903 28527930 11312200 25499712 22383347 31419029 1799190 29110930 30261736 26389534 15365517 32063447 28891160 28595481 10431273 31419029 28112470 24650745 8634409 30269828 31264950 25135875 12563205 22383347 309899349 27288105 9378023 30865912 24403826 25216216 16611682 26509137 31961262 22341837 15280530 31255335 29467030 20824749 2688531 309899328 25699983 24478190 17254739 33330351 26460289 121332028 17003814 26535013 29069419 29549415 25589696 24726211 20975263 8507115 9694446 31187227 26797158 30292616 8762947 28479456 3242864 23155171 14712411 32425447 25005762 17538131 21522098 31823699 28735955 26946253 8065882 9323247 25380326 28366300 12034949 33466210 26819427 27594393 9585778 27462884 3242864 23581754 11338095 15640411 27665399 23129039 11960230 25438909 30132106 27432201 28463460 21406544 26899537 25463341 12481147 32184976 25438909 27288107 10803187 30143056 18802377 27481496 2014280 31230933 22887964 28440113 12431148 29772311 30368506 24941300 10619301 32437415 30561410 24002391 23931876 10787201 25519207 29224939 10795832 30261736 24909428 27385151 23521455 26250726 15640411 28964617 14600187 25736516 22504126 27575814 17884368 27988086 20540038 25595408 8634406 23324952 28647690 27288900 12877615 32432003 21570871 31814551 1462006 2308805 32471671 9798858 7942829 2966905 26298226 25290790 12594698 26658089 23548372 15607391 6385671 28947366 27001054 27793622 15894775 24530668 33466210 21494517 10845486 33355750 23314136 23683380 8610396 30989349 23770181 22178664 7583725 28726528 25688117 26245819 9510571 24305547 28197679 20338130 1473919 30154014 27659469 24095039 8883529 29069419 23379629 27099285 8894938 33498733 25982920 26362632 7872367 29549415 30290766 31626944 15077867 30139467 27778420 21887964 20189850 10693711 29948863 29563894 12066157 27653990 21943940 20506547 8020522 29522871 31215488 27195520 11887978 31386574 24530668 27444365 16123870 26460289 22592896 17254739 7614794 31079840 25780733 26525064 8793433 30406762 28404621 26776895 1931218 21040324 23413087 26902938 7648588 26240732 27318704 22157477 12891113 17254739 23246079 28421855 31626944 27259368 32192658 27423995 9419625 26699012 28947366 29084493 11981070 25589696 23622917 26412436 21277800 31587663 25780349 26806239 8144334 32292766 33254372 25194550 19033249 12650035 23604313 19453527 2919599 29293980 25616679 27427347 12492082 28648650 30464400 28479446 11323513 22288088 32253719 26584581 8507115 31530501 32259900 25241319 12642273 33188865 31626944 28216361 8995472 33711514 31814551 25060042 8088970 30480977 27707552 28126175 23092640 33742201 29432373 25241317 11227644 33532287 23907993 21030201 11104872 33882497 22516682 33466210 2729314 33993231 28692484 32476034	338
10	#9 NOT ("Animals"[Mesh] NOT "Humans"[Mesh])	334
11	#10 AND ("english"[Language] OR "german"[Language])	323
12	#11 AND systematic[sb]	13
13	#11 AND (randomized controlled trial[Publication Type] OR (random*[Title/Abstract] AND controlled[Title/Abstract] AND trial[Title/Abstract]))	43
14	#11 AND (cohort[all] OR (control[all] AND study[all]) OR (control[tw] AND group*[tw]) OR epidemiologic studies[mh] OR program[tw] OR clinical trial[pt] OR comparative stud*[all] OR evaluation studies[all] OR statistics as topic[mh] OR survey*[tw] OR follow-up*[all] OR time factors[all] OR ci[tw]) NOT ((animals[mh:noexp] NOT humans[mh:noexp]) OR comment[pt] OR editorial[pt] OR review[pt] OR meta analysis[pt] OR case report[tw] OR consensus[mh] OR guideline[pt] OR history[sh])	255
15	#12 OR #13 OR #14	265

Referenzen

1. Liss P, Eklöf H, Hellberg O, Hägg A, Boström-Ardin A, Löfberg AM, et al. Renal effects of CO₂ and iodinated contrast media in patients undergoing renovascular intervention: a prospective, randomized study. *J Vasc Interv Radiol.* 2005;16(1):57-65.
2. Chao A, Major K, Kumar SR, Patel K, Trujillo I, Hood DB, et al. Carbon dioxide digital subtraction angiography-assisted endovascular aortic aneurysm repair in the azotemic patient. *J Vasc Surg.* 2007;45(3):451-8; discussion 8-60.
3. Diamantopoulos A, Patrone L, Santonocito S, Theodoulou I, Ilyas S, Dourado R, et al. Carbon dioxide angiography during peripheral angioplasty procedures significantly reduces the risk of contrast-induced nephropathy in patients with chronic kidney disease. *CVIR Endovasc.* 2020;3(1):9.
4. Jakobi T, Meyborg M, Freisinger E, Gebauer K, Stella J, Engelbertz C, et al. Feasibility and impact of carbon dioxide angiography on acute kidney injury following endovascular interventions in patients with peripheral artery disease and renal impairment. *Journal of Nephrology.* 2021;08:08.
5. Spinosa DJ, Matsumoto AH, Angle JF, Hagspiel KD, McGraw JK, Ayers C. Renal insufficiency: usefulness of gadodiamide-enhanced renal angiography to supplement CO₂-enhanced renal angiography for diagnosis and percutaneous treatment. *Radiology.* 1999;210(3):663-72.
6. Stegemann E, Tegtmeier C, Bimpong-Buta NY, Sansone R, Uhlenbruch M, Richter A, et al. Carbon dioxide-Aided Angiography Decreases Contrast Volume and Preserves Kidney Function in Peripheral Vascular Interventions. *Angiology.* 2016;67(9):875-81.
7. Sterner G, Nyman U, Valdes T. Low risk of contrast-medium-induced nephropathy with modern angiographic technique. *J Intern Med.* 2001;250(5):429-34.
8. Latus J, Schwenger V, Schlieper G, Reinecke H, Hoyer J, Persson PB, et al. [Contrast medium-induced acute kidney injury-Consensus paper of the working group "Heart and Kidney" of the German Cardiac Society and the German Society of Nephrology]. *Der Internist.* 2021;62(1):111-20.
9. Prasad A, Ortiz-Lopez C, Khan A, Levin D, Kaye DM. Acute kidney injury following peripheral angiography and endovascular therapy: A systematic review of the literature. *Catheter Cardiovasc Interv.* 2016;88(2):264-73.
10. Sharafuddin MJ, Marjan AE. Current status of carbon dioxide angiography. *J Vasc Surg.* 2017;66(2):618-37.
11. Ghumman SS, Weinerman J, Khan A, Cheema MS, Garcia M, Levin D, et al. Contrast induced-acute kidney injury following peripheral angiography with carbon dioxide versus iodinated contrast media: A meta-analysis and systematic review of current literature. *Catheter Cardiovasc Interv.* 2017;90(3):437-48.

Ein Projekt von

Das Evidenzbasierte Ärztinformationszentrum ist ein Projekt von Cochrane Österreich am **Department für Evidenzbasierte Medizin und Evaluation** der Donau-Universität Krems. Rapid Reviews für niederösterreichische SpitalsärztInnen werden von der Landeskliniken-Holding finanziert.



Disclaimer

Dieses Dokument wurde vom EbM Ärztinformationszentrum des Departments für Evidenzbasierte Medizin und Evaluation der Donau-Universität Krems – basierend auf der Anfrage eines praktizierenden Arztes/einer praktizierenden Ärztin – verfasst.

Das Dokument spiegelt die Evidenzlage zu einem medizinischen Thema zum Zeitpunkt der Literatursuche wider. Das EbM Ärztinformationszentrum übernimmt keine Verantwortung für individuelle PatientInnentherapien.