

CHIRURGISCHE ALLGEMEINE

CHAZ 10_2020

ZEITUNG FÜR KLINIK UND PRAXIS

Elektronischer Sonderdruck

Antiseptisch beschichtetes Nahtmaterial

Wirkmechanismen, wissenschaftliche Evidenz, Leitlinien und Empfehlungen



Diese PDF wurde für die Johnson & Johnson Medical GmbH erstellt und dient ausschließlich zur Verbreitung über die unternehmenseigenen digitalen Kommunikationskanäle inklusive Social Media. Jegliche weitere darüber hinaus gehende Nutzung, Vervielfältigung und Verbreitung bedarf der Genehmigung des Verlages.

Christoph Justinger¹, Michael Stoffel², Robert Pfitzmann³,
Martin E. Kreis⁴, Thilo Schwandner⁵, Axel Kramer⁶

Antiseptisch beschichtetes Nahtmaterial

Wirkmechanismen, wissenschaftliche Evidenz, Leitlinien und Empfehlungen

Das verwendete Nahtmaterial spielt bei der Entstehung postoperativer Wundinfektionen eine nicht unerhebliche Rolle. Der Einsatz von antiseptisch beschichtetem Nahtmaterial zur Vermeidung dieser Komplikation wurde bislang in über 50 Studien und 17 Metaanalysen untersucht. Dieser Beitrag erörtert die Evidenzlage und gibt einen Überblick über die aktuellen Empfehlungen.

Zwischen 370 000 bis 940 000 Menschen erkranken hierzulande jährlich an Krankenhausinfektionen [70]. Einer aktuellen Hochrechnung zufolge liegt die Zahl der durch nosokomiale Infektionen verursachten Todesfälle bei etwa 10 000 bis 20 000 pro Jahr [71]. Krankenhäuser und Gesundheitssysteme erfahren durch nosokomiale Infektionen eine hohe finanzielle Mehrbelastung – nach aktuellen Veröffentlichungen kosteten Krankenhausinfektionen das europäische Gesundheitssystem 2008 mindestens sieben Milliarden Euro, für Deutschland wurden 2011 die Mehrkosten auf etwa 1,5 Milliarden Euro geschätzt [72].

Während 1994 SSI (Surgical Site Infection: postoperative Wundinfektion) in deutschen Akutkrankenhäusern mit zirka 16 Prozent an dritter Stelle der nosokomialen Infektionen rangierten [73], gefolgt von nosokomialen Harnwegsinfektionen und Infektionen der unteren Atemwege, waren in den europäischen Prävalenzerhebungen 2011 und 2016 SSI in Deutschland mit 24,3 bzw. 22,4 Prozent an die erste bzw. zweite Stelle gerückt [74]. Eine SSI ist für die Betroffenen ein schwerwiegendes Ereignis: Die Genesung wird verzögert – der Krankenhausaufenthalt verlängert sich im Durchschnitt um bis zu zehn Tage [66]. In Deutschland führt eine SSI

jährlich in etwa 2300 Fällen zum Tod [71]. Zusätzlich entstehen individuelle Behandlungskosten in einem Rahmen von etwa 4000 bis 20 000 Euro [75]. Die Manifestation einer SSI ist ein multifaktorielles Geschehen. Unter anderem spielen die mikrobielle Belastung im Operationsgebiet, der Gesundheitszustand und das Vorhandensein von Risikofaktoren wie Alter oder Komorbiditäten (u. a. Diabetes, Adipositas, Rauchen, immunsuppressive Medikamente) sowie operativ-technische Bedingungen und die Eingriffsart (elektiv oder Notfall) eine Rolle [76].

Care Bundle – eine multifaktorielle Lösung

Aufgrund der multifaktoriellen Genese postoperativer Wundinfektionen bedarf es einer Optimierung verschiedenster prä-, peri- und postoperativer Prozesse und Maßnahmen, um das Risiko für diese häufige Komplikation zu vermindern. Eine Reihe von Studien hat gezeigt, dass die konsequente Umsetzung und Einführung solcher „care bundle“ zu einer deutlichen Verminderung der postoperativen Wundinfektionsraten führt [77]. Interessanterweise scheint dabei nicht der Einzelfaktor des Maßnahmenbündels, sondern vielmehr die Konsequenz der Anwendung entscheidend zu sein [78]. Neben diesen umfassenden Maßnahmen zur Verbesserung der Wundheilung werden seit vielen Jahren weitere Ansätze untersucht, um die Komplikationen des chirurgischen Zugangswegs zu reduzieren. Ein vielversprechender Ansatz ist die Verwendung antiseptisch-beschichteten Nahtmaterials.

¹Klinik für Allgemein- und Viszeralchirurgie, Städtisches Klinikum Karlsruhe, ²Klinik für Neurochirurgie und Wirbelsäulenchirurgie, Helios Klinikum Krefeld, ³Klinik für Allgemein-, Viszeral- und Minimalinvasive Chirurgie, Jüdisches Krankenhaus Berlin, ⁴Klinik für Allgemein-, Viszeral- und Gefäßchirurgie, Charité Universitätsmedizin Berlin, ⁵Klinik für Allgemein- und Viszeralchirurgie, Asklepios Klinik Lich, ⁶Institut für Hygiene und Umweltmedizin, Universitätsmedizin Greifswald

Triclosan-beschichtetes Nahtmaterial verhindert die Bildung eines Biofilms

SSI können unter anderem dadurch entstehen, dass Bakterien vom Nahtmaterial ausgehend die Wunde besiedeln und am Nahtmaterial einen Biofilm bilden, der sie vor Angriffen des Immunsystems schützt und gegenüber Antibiotika unempfindlich macht. Hierdurch kommt dem Fadenmaterial als Fremdkörper die Rolle als Infektionsherd mit einer sekundären Kontamination der Wunde zu. Es ist gesichert, dass in bakteriell kontaminierten Bereichen wie Dickdarm, Gallenwegen und unterer Dünndarm das Nahtinsuffizienzrisiko durch Infektion deutlich erhöht ist [79]. Nähte in kontaminierten Bereichen befähigen Bakterien zur Penetration in tiefere Gewebeschichten [80]. Die Infektionsdosis reduziert sich etwa 10000-fach in Gegenwart von Nahtmaterial [81]. Diese Erkenntnis hat seit den 1980er Jahren zur Entwicklung antiseptisch beschichteter Nahtmaterialien geführt. Verschiedenste Ansätze wurden und werden dabei verfolgt – etwa die Verwendung von Silberionen, Antibiotika und Antiseptika [82–84]. Am weitesten verbreitet und am besten wissenschaftlich untersucht sind dabei Nahtmaterialien, die mit Triclosan imprägniert sind. Triclosan ist ein Antiseptikum, das bereits seit über 50 Jahren im Krankenhaus und Gesundheitsbereich eingesetzt wird. Die bakterizide Wirkung von Triclosan beruht zum einen auf seinen membranschädigenden Eigenschaften, zum anderen auf der Inhibition spezifischer Enzyme der bakteriellen Fettsäuresynthese [85, 86]. Aktuell sind die Nahtmaterialien Polydioxanon (PDS), Polyglecapron 25 (Monocryl) und Polyglactin-910 (Vicryl) mit Triclosan beschichtet bzw. durchtränkt verfügbar („Plus Nahtmaterial“). Die mono-

Tabelle 1 Wirkspektrum von Triclosan-beschichtetem Nahtmaterial [96–98].

Wirkspektrum	Vicryl PLUS	Monocryl PLUS	PDS PLUS
Staph. aureus	✓	✓	✓
Staph. epidermidis	✓	✓	✓
Escherichia coli		✓	✓
Methicillin-resistenter Staph. aureus (MRSA)	✓	✓	✓
Methicillin-resistenter Staph. epidermidis (MRSE)	✓	✓	✓
Klebsiella pneumoniae		✓	✓

filen Nahtmaterialien PDS Plus und Monocryl Plus enthalten nicht mehr als 2360 µg/m Triclosan, das geflochtene Vicryl Plus nicht mehr als 275 µg/m Triclosan. Die Resorptionszeit ist vom jeweiligen Material abhängig und wird durch die Triclosanbeschichtung nicht beeinflusst [87–89].

Durch den jahrelangen Einsatz von Triclosan in Seifen und Zahncremes ist das Sicherheitsprofil dieses Wirkstoffes für den Menschen gut belegt

In In-vitro- und In-vivo-Experimenten konnte eine antimikrobielle Wirkung auf die häufigsten Erreger postchirurgischer Wundinfektionen nachgewiesen werden (→ Tabelle 1). Allerdings besteht eine Wirkungslücke gegen *P. aeruginosa* [90, 91] und gegen resistente *A.-baumannii*-Stämme [92] sowie eine Wirkungsschwäche gegen resistente *E.-coli*-Stämme [93]. Das dürfte eine Ursache für die unterschiedlichen Ergebnisse

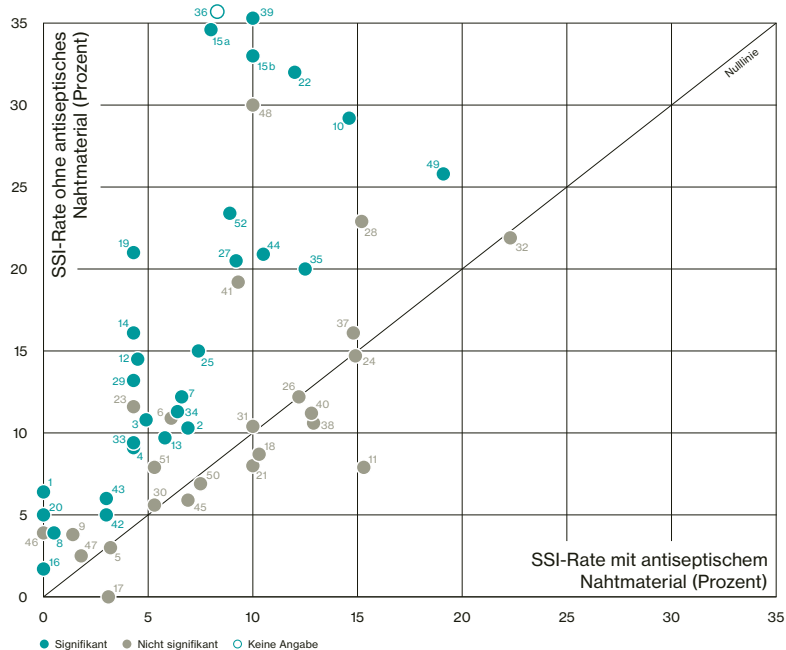


Abbildung 1 Gegenüberstellung der SSI-Raten mit und ohne Triclosan-Beschichtung der seit 2005 veröffentlichten Studien.

klinischer Studien mit dem Triclosan-beschichtetem Nahtmaterial sein. Durch den jahrelangen Einsatz von Triclosan in Seifen und Zahncremes ist das Sicherheitsprofil dieses Wirkstoffes für den Menschen gut belegt. Die mit beschichtetem Nahtmaterial aufgenommene Menge an Triclosan wird als toxikologisch unkritisch eingestuft [94]. Nahtmaterialien mit alternativen Beschichtungen, wie etwa Chlorhexidin, stehen mittlerweile auch zur Verfügung, sind jedoch kaum in wissenschaftlichen Studien untersucht [95].

Antiseptisches Nahtmaterial – die Evidenzlage

Kaum ein anderes Nahtmaterial wurde in klinischen Studien so intensiv untersucht wie Triclosan-beschichtetes Nahtmaterial: Seit 2005 wurden 52 Studien publiziert, die SSI-Raten von Triclosan-beschichtetem Material im Vergleich zu nicht-beschichtetem Nahtmaterial untersuchten (⇨ Abb. 1, ⇨ Tabelle 2), darunter 36 randomisierte, kontrollierte Studien (RCT) aus unterschiedlichen chirurgischen Disziplinen. Hinzu kommen bislang 17 Metaanalysen, die die stetig wachsende Anzahl von Studien auswerten und so die Evidenzlage stärken (⇨ Abb. 2).

Vergleicht man die in allen Studien publizierten SSI-Raten mit und ohne Triclosan-Beschichtung, lässt sich ein erster Überblick zur Evidenzlage gewinnen (⇨ Abb. 1). Bei den meisten Studien liegt die SSI-Rate beim antiseptischen Nahtmaterial niedriger als beim konventionellen. Nur wenige Studien verzeichnen bei Triclosan-beschichtetem Nahtmaterial höhere SSI-Raten als bei herkömmlichem Nahtmaterial, allerdings keine davon mit statistischer Signifikanz.

Nicht-randomisierte, kontrollierte Studien

Bislang wurden 16 nicht-randomisierte klinische Studien aus verschiedenen Disziplinen veröffentlicht [1–16]. Da sich die Studien hinsichtlich ihres Designs und der Patientenzahl stark unterscheiden, ist die Qualität unterschiedlich. Zehn der 16 Studien berichten hinsichtlich der SSI-Raten von einem signifikanten Vorteil für Triclosan-beschichtetes Nahtmaterial. In sechs Studien unterschieden sich die SSI-Raten nicht signifikant oder es gibt dazu keine Angaben (⇨ Abb. 1, ⇨ Tabelle 2). Letztere stammen überwiegend aus der pädiatrischen Chirurgie [2], der Gynäkologie [6, 9], der Neurochirurgie [16] und der Herzchirurgie [1, 5]. Beispielsweise berichten Stadler und Fleck in einer retrospektiven Studie mit 963 Patienten nach Koronararterien-Bypass (CABG) via medianer Sternotomie von ähnlichen SSI-Raten bei der Verwendung von antiseptischem oder konventionellem Nahtmaterial (SSI-Rate mit Triclosan-Beschichtung: 3,2 %; ohne Triclosan: 3,0 %; $p = 0,889$) [5]. Dabei ist zu beachten, dass das untersuchte Nahtmaterial in unterschiedlichen Funktionen (Fasziennaht, Subkutannaht u.ä.) verwendet wurde.

Ein Großteil der Studien mit positiven Ergebnissen für Triclosan-beschichtetes Nahtmaterial stammt aus der Abdominalchirurgie

Hier erfolgte die Verwendung antiseptischer Nahtmaterialien in der Mehrzahl der Studien zum abdominalen Faszienschluss. Zu den aussagekräftigsten Studien mit hoher Fallzahl zählen beispielsweise zwei deutsche Beobachtungsstudien von Justinger et al. zum Faszienschluss nach Laparotomie, die allerdings nicht prospektiv randomisiert konzipiert waren [3, 4]. Beide nutzten 2005 einen Wechsel des Nahtmaterials in der Routine des Krankenhauses von unbeschichtetem PDS auf Triclosan-beschichtetes Vicryl. Die erste Studie mit retrospektivem Design von 2009 schloss 2088 Patienten ein, die sich verschiedenen Eingriffen via Medianlaparotomie unterzogen. Nach Umstellung des Nahtmaterials auf Triclosan-beschichtetes Vicryl halbierte sich die Rate an Wundinfektionen (PDS: 10,8 % vs. Triclosan-beschichtetes Vicryl: 4,9 %; $p < 0,001$) [3]. Die zweite Studie mit prospektivem Design untersuchte 839 Patienten nach hepatobiliären Eingriffen via transversaler Laparotomie. Auch hier führte die Umstellung zu einer signifikanten Reduktion der SSI-Rate von 9,2 Prozent mit PDS auf 4,3 Prozent mit Triclosan-beschichtetem Vicryl ($p < 0,05$). Übereinstimmend beschreibt eine retrospektive Studie aus Japan mit 1051 Patienten einen Rückgang der SSI-Raten nach einem Wechsel von unbeschichtetem Vicryl (12,2 %) auf Triclosan-beschichtetes Vicryl (6,6 %; $p = 0,002$) beim abdominalen Faszienschluss [7]. In der Studie von Takeno et al. bei gastrointestinalen (GI) Eingriffen wurden durch „propensity score matching“ möglichst vergleichbare Patientengruppen geschaffen. Hier lag die SSI-Rate in der Gruppe mit Triclosan-beschichtetem PDS bei 5,8 Prozent und damit signifikant niedriger als in der Kontrollgruppe (9,7 %; $p = 0,022$) [13]. Zu einem anderen Ergebnis kamen Itatsu et al. in einer prospektiven, multizentrischen Kohortenstudie bei knapp 2000 kolorektalen Eingriffen [11]. Sie beschreiben mit Triclosan-beschichtetem Vicryl höhere SSI-Raten als bei konventionellem Vicryl (15,3 % vs. 7,9 %). Allerdings fällt die erheblich ungleiche Verteilung der Patientenzahlen auf. Während 1030 Patienten mit unbeschichtetem Nahtmaterial versorgt wurden, wurde Triclosan-beschichtetes Nahtmaterial nur bei 137 Patienten eingesetzt. Dies könnte ein Bias des Operateurs bei der Wahl des Nahtmaterials in Abhängigkeit vom vermuteten SSI-Risiko nahelegen. Bei 452 weiteren Patienten, bei denen unbeschichtetes PDS verwendet wurde, lag die SSI-Rate bei 14,2 Prozent. Die Autoren schlussfolgern, dass sie nicht feststellen konnten, welches Nahtmaterial sich am besten für den Faszienschluss eignet [11].

Tabelle 2a Studienübersicht (Ts = Triclosan)

Studie	Jahr	Land	Eingriff	n	p-Wert	SSI-Rate mit Ts (%)	SSI-Rate ohne Ts (%)
Nicht-randomisierte klinische Studien							
Fleck et al. [1]	2007	A	Sternotomie (Herzchirurgie)	479	0,008	0,0	6,4
Beltrà-Picó et al. [2]	2008	ESP	Appendektomie bei Kindern	116	0,05	6,9	10,3
Justinger et al. [3]	2009	DE	Medianlinienlaparotomie	2088	<0,001	4,9	10,8
Justinger et al. [4]	2011	DE	transverse Laparotomie	839	<0,05	4,3	9,2
Stadler, Fleck [5]	2011	A	Sternotomie (CABG)	963	0,889	3,2	3,0
Laas et al. [6]	2012	FR	Brustoperation	190	0,2	6,1	10,9
Hoshino et al. [7]	2013	JP	gastrointestinale Chirurgie	1051	0,002	6,6	12,2
Ueno et al. [8]	2013	JP	Wirbelsäulenoperationen	405	0,02	0,5	3,9
Hedde-Parison et al. [9]	2013	FR	Deszensusoperation	150	0,62	1,4	3,8
Fraccalvieri et al. [10]	2014	ESP	kolorektale Chirurgie	480	<0,001	14,6	29,2
Itatsu et al. [11]	2014	JP	kolorektale Chirurgie	1980	k.A.	15,3	7,9
Okada et al. [12]	2014	JP	Pankreatikoduodenektomie	198	<0,037	4,5	14,5
Takeno et al. [13]	2016	JP	Bauchwandverschluss nach GI-Eingriff	966	0,022	5,8	9,7
Yamashita et al. [14]	2016	JP	kolorektale Chirurgie	186	0,007	4,3	16,1
Ruiz-Tovar et al. [15a]	2018	ESP	Faszienverschl. nach kolorekt. Chirurgie	51	0,0296	8,0	34,6
Ruiz-Tovar et al. [15b]	2018	ESP	Faszienverschl. nach kolorekt. Chirurgie	53	0,0296	10,0	33,0
Zhang et al. [16]	2018	PRC	Kraniotomie	245	0,025	0,0	1,7

Randomisierte, kontrollierte Studien (RCT)

Von den 36 randomisierten, kontrollierten Studien (RCT) [17–52] berichten 24 von niedrigeren SSI-Raten bei Einsatz von Triclosan-beschichtetem Nahtmaterial. In 14 davon war dieser Vorteil statistisch signifikant. In fünf RCT waren die SSI-Raten mit und ohne Triclosan etwa gleich (≤ 1 Prozentpunkt Unterschied), in sieben Studien wurden in der Triclosan-Gruppe höhere SSI-Raten verzeichnet, jedoch ohne statistische Signifikanz (\rightarrow Abb. 1, \rightarrow Tabelle 2). Ähnlich wie die nicht-randomisierten Studien wurden auch die RCT in verschiedenen chirurgischen Disziplinen durchgeführt (\rightarrow Tabelle 2). Uneinheitliche Ergebnisse ergaben sich für antiseptisches Nahtmaterial bei gefäßchirurgischen Eingriffen. Während Thimour-Bergström et al. eine 37-prozentige Risikoreduktion für SSI nach der Beinvenenentnahme nachwiesen (95%-Konfidenzintervall [KI]: 0,39–1,00; $p = 0,0497$) [35], berichten weitere Studien von nahezu gleichen SSI-Raten bei beschichtetem und unbeschichtetem Nahtmaterial [30, 31], auch nach Revaskularisierung [32] (\rightarrow Tabelle 2).

In der Abdominalchirurgie sind zwei große Laparotomie-Studien aus Deutschland hervorzuheben, die die Häufigkeit von SSI nach Verschluss der abdominalen Faszie mit Triclosan-beschichtetem PDS und unbeschichtetem PDS verglichen. Die PROUD-Studie von Diener et al. schloss 1185 Patienten

aus 24 Kliniken ein. Die Autoren konnten keine signifikante Senkung der Wundinfektionsrate durch antiseptisches Nahtmaterial feststellen (SSI-Rate mit Triclosan-beschichtetem PDS: 14,8%; PDS: 16,1%; OR 0,91 (95%-KI: 0,66–1,25; $p = 0,64$) [37]. Allerdings zeigte sich bei dem sekundären Endpunkt „Platzbauch“ ein statistisch signifikanter Effekt zugunsten von Triclosan-beschichtetem Nahtmaterial: Neun Fälle (1,9%) vs. 22 Fälle (4,5%), OR 0,40 (95%-KI: 0,18–0,88; $p = 0,0194$). Dagegen wiesen Justinger et al. nahezu eine Halbierung der SSI-Rate durch die Verwendung von antiseptischem Nahtmaterial nach (SSI-Rate mit Triclosan-beschichtetem PDS: 6,4%; PDS: 11,3%; OR 0,501 (95%-KI: 0,3–0,9; $p < 0,05$) [34]. Mögliche Gründe dieser Diskrepanz finden sich in Unterschieden im Studiendesign, der Operationsart bzw. -technik und der mikrobiellen Ätiologie der SSI. Während die Studie von Diener et al. multizentrisch war, war die Studie von Justinger et al. lediglich unizentrisch angelegt. Zudem unterscheiden sich die Anteile der Patienten mit Eingriffen der Wundkontaminationsklassen I und II zwischen den beiden Studien deutlich. Bei Justinger et al. erhielten 62 Prozent der Patienten einen Eingriff der Wundkontaminationsklasse I. Bei Diener et al. waren 74 Prozent der Eingriffe der Klasse II zuzuordnen, und es wurde für den Hautverschluss in dieser Studie in beiden Versuchsgruppen jeweils ein Stapler verwendet, der grundsätzlich Einfluss auf die postoperative Wundinfektion gehabt haben könnte [34, 37].

Tabelle 2b Studienübersicht (Ts = Triclosan)

Studie	Jahr	Land	Eingriff	n	p-Wert	SSI-Rate mit Ts (%)	SSI-Rate ohne Ts (%)
Randomisierte klinische Studien (RCT)							
Ford et al. [17]	2005	USA	pädiatrische Allgemeinchirurgie	147	k.A.	3,1	0,0
Defazio et al. [18]	2005	USA	Nabelfaszienverschluss nach Laparoskopie	93	>0,050	10,3	8,7
Rozzelle et al. [19]	2008	USA	Zerebral-Shunt-OP	84	0,038	4,3	21,0
Zhuang et al. [20]	2009	PRC	Laparotomie	450	<0,010	0,0	5,0
Mingmalairak et al. [21]	2009	THAI	Appendektomie	100	0,727	10,0	8,0
Singh et al. [22]	2010	SING	CABG	100	0,03	12,0	32,0
Zhang et al. [23]	2011	PRC	Mastektomie	89	>0,05	4,3	11,6
Chen et al. [24]	2011	TW	Kopf- und Halschirurgie	241	1	14,9	14,7
Galal, El-Hindawy [25]	2011	EG	GI-Chir., CABG, Thyreoidekt., Brustchirurgie	450	0,011	7,4	15,0
Baracs et al. [26]	2011	HU	kolorektale Chirurgie	385	0,982	12,2	12,2
Khachatryan et al. [27]	2011	RUS	Bauchwandverschluss und GI-Anastomose	133	<0,05	9,2	20,5
Williams et al. [28]	2011	GB	Brustoperation	127	>0,05	15,2	22,9
Rasic et al. [29]	2011	CRO	kolorektale Chirurgie	184	0,035	4,3	13,2
Isik et al. [30]	2012	TY	CABG: Sternotomie u. Beinvenenentnahme	510	>0,05	5,3	5,6
Seim et al. [31]	2012	NO	Beinvenenentnahme für CABG	323	1	10,0	10,4
Turtiainen et al. [32]	2012	FIN	Revaskul. d. unt. Extremitäten (Gefäßchir.)	276	0,94	22,3	21,9
Nakamura et al. [33]	2013	JP	kolorektale Operationen	410	0,047	4,3	9,3
Justinger et al. [34]	2013	DE	Laparotomie	856	<0,05	6,4	11,3
Thimour-Bergström et al. [35]	2013	SE	Venenentnahme für CABG	374	0,0497	12,5	20,0
Yam, Orlina [36]	2013	PHIL	sauber-kontaminierte Eingriffe	26	k.A.	8,3	35,7
Diener et al. [37]	2014	DE	Laparotomie	1185	0,64	14,8	16,1
Mattavelli et al. [38]	2015	IT	kolorektale Chirurgie	281	0,564	12,9	10,6
Ruiz-Tovar et al. [39]	2015	ESP	kolorektale Chirurgie	110	0,004	10,0	35,3
Steingrimsson et al. [40]	2015	SE	CABG	357	0,64	12,8	11,2
Karip et al. [41]	2016	TY	Steißbeinfistel-OP	106	0,233	9,3	19,2
Renko et al. [42]	2017	FIN	pädiatr. Allgemeinchirurgie u. Orthopädie	1557	0,004	3,0	5,0
Adepu, Adepu [43]	2018	IND	Appendektomie	200	<0,05	3,0	6,0
Arslan et al. [44]	2018	TY	Steißbeinfistel-OP	177	0,044	10,5	20,9
Ichida et al. [45]	2018	JP	Bauchwandverschluss nach GI-Eingriff	1013	0,609	6,9	5,9
Lin et al. [46]	2018	TW	Kniearthroplastik	102	0,495	0	3,9
Sprowson et al. [47]	2018	GB	Knie- oder Hüftarthroplastik	2546	0,266	1,8	2,5
Suhas et al. [48]	2018	IND	Bauchwandverschluss	60	0,053	10	30
Olmez et al. [49]	2019	TY	Faszienverschluss nach abd. Chirurgie	890	0,016	19,1	25,8
Tabrizi et al. [50]	2019	IR	Kieferchirurgie	320	0,5	7,5	6,9
Santos Filho et al. [51]	2019	BRA	Venenentnahme für CABG	508	0,281	5,3	7,9
Ruiz-Tovar et al. [52]	2020	ESP	Bauchwandverschluss	92	0,03	8,9	23,4

Die neueste RCT zum abdominalen Wundverschluss wurde 2019 veröffentlicht

Bei 890 Patienten reduzierte Triclosan-beschichtetes Nahtmaterial das Risiko für eine SSI signifikant um bis zu 24 Prozent (p=0,016). Dabei lag die SSI-Rate mit Triclosan-beschichtetem Nahtmaterial in allen Wundkontaminationsklassen signifikant niedriger als mit unbeschichtetem [49]. Die größte Studie in der pädiatrischen Chirurgie mit 1557 Patienten untersuchte diverse allgemein-chirurgische und orthopädische Eingriffe, bei denen Triclosan-beschichtetes Vicryl, Monocryl oder PDS oder das jeweilige unbeschichtete Kontrollmaterial eingesetzt wurde. Die Autoren beschreiben einen signifikanten Vorteil für die Triclosanbeschichtung (⇨ Tabelle 2), insbesondere hinsichtlich der Reduktion von tiefen Wundinfektionen (Relatives Risiko [RR] für tiefe SSI: 0,21; 95%-KI: 0,07–0,66) [42].

Im orthopädischen Bereich sehen die Autoren einer umfangreichen Studie aus Großbritannien mit über 2500 Patienten bislang keinen Hinweis dafür, dass Triclosan-beschichtetes Nahtmaterial die Wundinfektionsrate nach einer Knie- oder Hüftarthroplastik reduzieren kann [47] (⇨ Tabelle 2). Das wird in einem neueren RCT an 150 Patienten mit Triclosan-beschichtetem Vicryl bestätigt, wobei im Follow-up nach sechs Wo-

chen die Rate an Wundkomplikationen (SSI, Erythem, eitriger Wundausfluss) in der Verumgruppe signifikant höher war [99].

Metaanalysen legen eine signifikante Risikoreduktion für SSI nahe

Seit 2012 befassen sich 17 Metaanalysen und systematische Übersichtsartikel mit der Evidenz für die Anwendung von Triclosan-beschichtetem Nahtmaterial bei chirurgischen Eingriffen [53–69]. Sie schließen Daten mit ein, die in RCT und nicht-randomisierten, klinischen Studien hoher Qualität erhoben wurden, und belegen eine durchschnittliche Risikoreduktion für SSI von zirka 30 Prozent. Bei 13 von 17 Metaanalysen ist das Gesamtergebnis statistisch signifikant, die restlichen vier Metaanalysen zeigen einen positiven Trend (⇨ Abb. 2). Bei Letzteren handelt es sich überwiegend um Auswertungen, die sich mit speziellen Eingriffsarten befassen und deshalb nur eine kleine Anzahl von Studien einschließen. Elsolh et al. [63] berücksichtigen in ihrer Metaanalyse von 2017 beispielsweise nur die zu dieser Zeit verfügbaren fünf RCT zur Anwendung von Triclosan-beschichtetem Nahtmaterial bei Laparotomien (u. a. die Studien von Diener et al. [37] und Justinger et al. [34]). Die berechnete Odds ratio (OR) liegt bei 0,70 (95%-KI: 0,57–1,09; p=0,15). Die Autoren merken

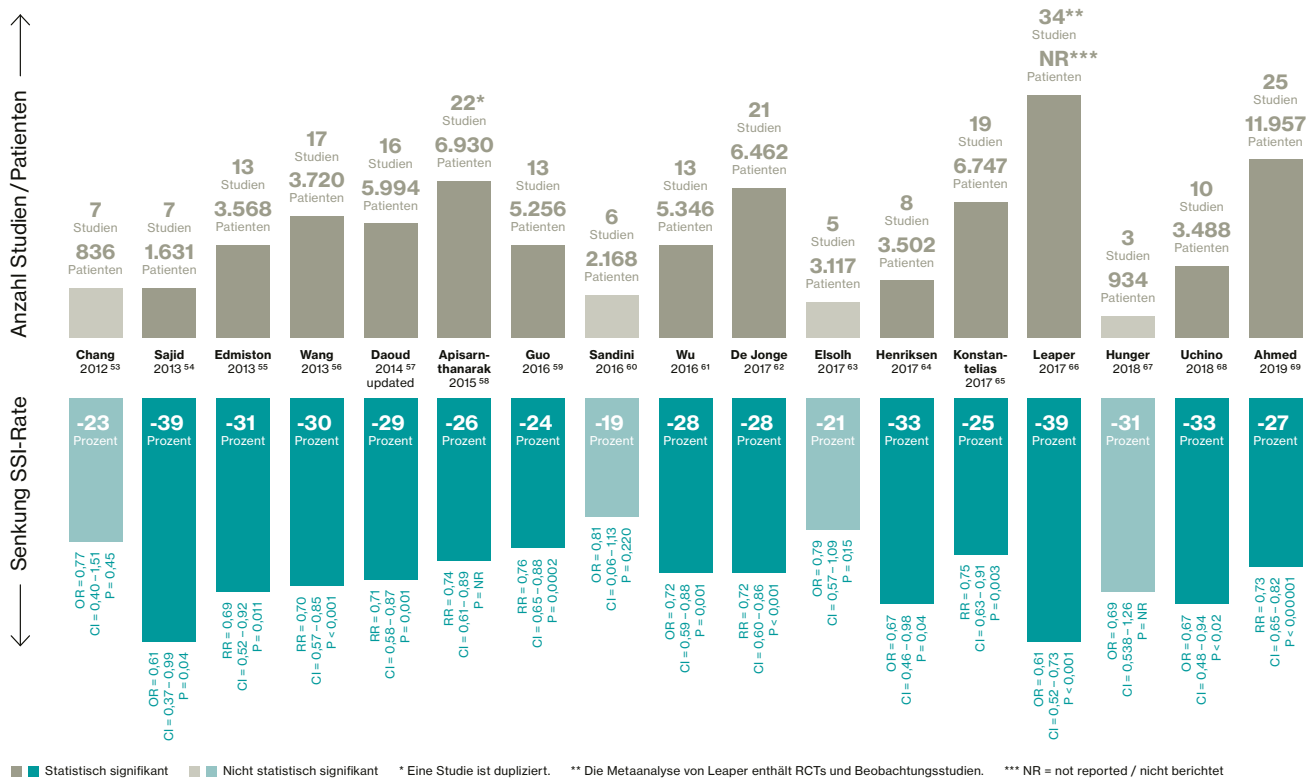


Abbildung 2_ Metaanalysen zu Triclosan-beschichtetem Nahtmaterial zwischen 2012 und 2019.

jedoch an, dass eine größere Patientenzahl möglicherweise zu einem signifikanten Ergebnis zugunsten von Triclosan-beschichtetem Nahtmaterial geführt hätte [63].

In der jüngsten, bislang größten Metaanalyse werden die Daten von 11957 Patienten aus 25 RCT aus verschiedenen chirurgischen Disziplinen einschließlich des RCT in der Hüft- und Kniechirurgie [47] berücksichtigt [69]. Die Autoren kommen zu dem Ergebnis, dass die Anwendung von Triclosan-beschichtetem Nahtmaterial die SSI-Rate signifikant um 27 Prozent senken kann (RR 0,73; 95%-KI: 0,65–0,82) [69]. In den Subgruppenanalysen zeigte sich eine signifikante Reduktion der SSI-Rate bei Eingriffen der Wundkontaminationsklassen I (RR 0,71; 95%-KI: 0,58–0,88) und III (RR 0,43; 95%-KI: 0,27–0,70). In der Wundkontaminationsklasse II konnte kein Effekt nachgewiesen werden (RR 1,02; 95%-KI: 0,83–1,25). Ein Trend zu geringeren SSI-Raten wurde bei der Wundkontaminationsklasse IV festgestellt (RR 0,74; 95%-KI: 0,46–1,18). Bei der Interpretation der Ergebnisse ist laut Autoren die Heterogenität der Studienpopulation zu berücksichtigen. Beispielsweise würden auch Wahl und Dauer einer Antibiotikagabe die SSI-Raten beeinflussen. Die Subgruppe der Wundkontaminationsklasse IV beinhaltet zudem nur eine geringe Patientenzahl. Obwohl in der Studie keine Kostenanalyse vorgenommen wurde, weisen die Autoren auf die hohen Kosten, die durch SSI entstehen können, hin – und schlagen vor, einen routinemäßigen Einsatz von Triclosan-beschichtetem Nahtmaterial in Erwägung zu ziehen.

Antiseptisches Nahtmaterial könnte die Kosten einer OP senken

Eine quantitative Einschätzung der potentiellen Kostensparnis durch Einsatz antiseptischen Nahtmaterials stellen 2017 Leaper et al. in einer Metaanalyse vor, die alle 34 zu diesem Zeitpunkt verfügbaren, komparativen Studien berücksichtigt. In ihrem Kostenmodell berechnen die Autoren eine durchschnittliche Ersparnis von etwa 105,09 Euro/Operation (90%-KI: 57,15–164,41) [66]. Die Frage, ob antiseptisches Nahtmaterial speziell bei GI-Eingriffen mit einer Wundkontaminationsklasse \geq II Vorteile bringen kann, untersuchten 2018 Uchino et al. in ihrer Metaanalyse. Die Autoren kommen durch die Auswertung von zehn RCT und Beobachtungsstudien zu dem Schluss, dass sich die SSI-Rate mit Triclosan-beschichtetem Nahtmaterial bei dieser Eingriffsart signifikant um durchschnittlich 33 Prozent reduzieren lässt (RR 0,67; 95%-KI: 0,48–0,94; $p=0,02$) [68].

Marja Boermeester, die an der Entwicklung der WHO-Leitlinie beteiligt war (s. unten), hat mit ihrer Arbeitsgruppe 2017 ebenfalls eine Metaanalyse mit gleichzeitiger Bewertung des Evidenzgrades vorgenommen. Das Fazit der Veröffentlichung lautet: „triclosan-coated sutures are effective in reducing SSI“ – und zwar mit „moderate-quality of evidence.“ Und weiter: „... the effect was robust, and additional data are unlikely to alter the summary effect.“ [62]. Die Autoren gehen also nicht davon aus, dass weitere Erhebungen das Gesamtergebnis ändern würden.

Tabelle 3 Übersicht der aktuellen Leitlinien und Empfehlungen zu antiseptisch beschichtetem Nahtmaterial.

KRINKO 2018 [104]	„Antiseptisch beschichtetes Nahtmaterial hat nur bei sehr hohen Ausgangs-SSI-Raten, bei Operationen der Kontaminationsklassen III und IV sowie bei multimorbiden Patienten einen die Infektionsgefahr reduzierenden Effekt (Kat. II).“
WHO 2016 [100]	„The panel suggests the use of triclosan-coated sutures for the purpose of reducing the risk of SSI, independent of the type of surgery. (Conditional recommendation, moderate quality of evidence).“
CDC 2017 [103]	„Consider the use of triclosan-coated sutures for the prevention of SSI“
ACS & SIS 2016 [101]	SSI-Guidelines: „Triclosan antibacterial suture use is recommended for wound closure in clean and clean-contaminated abdominal cases when available“.
EUnetHTA 2017 [105]	„A statistically significant benefit of triclosan-coated sutures in reducing the risk of total incisional SSI was demonstrated in our systematic review/metaanalysis, based on moderate quality RCT data.“
NICE 2013 [106]	„Antimicrobial-coated sutures may reduce surgical site infection risk versus uncoated sutures, although this effect may be specific to particular types of surgery (such as abdominal procedures).“
NHMRC 2019 [107]	„Using antimicrobial-coated sutures (included on the ARTG e.g. triclosan-coated sutures) can help to reduce SSI rates“

KRINKO – Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention, WHO – World Health Organization, CDC – Centers for Disease Control and Prevention, ACS & SIS – American College of Surgeons & Surgical Infection Society, EUnetHTA – European Network for Health Technology Assessment, NICE – National Institute for Health and Care Excellence, NHMRC – National Health and Medical Research Council (Australien), ARTG – Australian Register of Therapeutic Goods

Unterschiedliche Fachgesellschaften – differenzierte Empfehlungen

Die breite Datenlage zu antiseptisch beschichtetem Nahtmaterial führte zur Aufnahme dieses Ansatzes in verschiedenste Leitlinien und Empfehlung von Organisationen weltweit (→ Tabelle 3). Während es eine große Einigkeit über die Effektivität des antiseptischen Nahtmaterials bei der Reduktion postoperativer Wundinfektionen gibt, unterscheidet sich doch das Ausmaß der Empfehlung. Während beispielsweise die KRINKO den Effekt nur bei Operationen der Kontaminationsklassen III und IV sieht, spricht die WHO seit 2016 eine vorbehaltliche Empfehlung zur Anwendung von Triclosan-beschichtetem Nahtmaterial unabhängig von der Art des Eingriffes aus [100]. Die Wisconsin Division of Public Health empfiehlt den generellen Einsatz, weil alle Wunden kontaminiert sind und in keiner Studie ein negativer Einfluss auf die Wundheilung offenkundig wurde; weist aber auf die eingriffsabhängig unterschiedliche Evidenz hin [102]. Die CDC-Leitlinie zur Prävention chirurgischer Wundinfektionen empfiehlt den Einsatz von Triclosan-beschichtetem Nahtmaterial für alle Eingriffsarten zu erwägen (Kategorie-II-Empfehlung). Allerdings nehmen die Autoren eine differenzierte Bewertung vor [103]. Beispielsweise spricht die CDC von einer hohen Evidenz in der Abdominalchirurgie, bei Laparotomie und Appendektomie bei Verschluss tief abdominal und Faszie mit absorbierbarem Nahtmaterial und von einer geringen Evidenz für Koronararterien-Bypass und pädiatrische Shunt-Chirurgie. Keinen Vorteil sieht sie für die Gefäßchirurgie der unteren Extremität. Die detaillierte Empfehlung der CDC zur Verwendung antiseptischen Nahtmaterials ist in einer Ergänzung der Leitlinie nachzulesen [103].

Antiseptisches Nahtmaterial – effektiv, aber nicht die alleinige Lösung

In der Diskussion um die Vermeidung postoperativer Wundinfektionen ist es wichtig, die Entstehung von Infektionen als multifaktoriellen Prozess zu begreifen, für den es nur multifaktorielle Verbesserungsmöglichkeiten gibt. Die hohe Effektivität von gebündelten Maßnahmen ist dabei nicht nur gut belegt, sondern essentiell. Die Verwendung antiseptischen Nahtmaterials ist hier als weiterer effektiver und wichtiger Baustein gesamtstrategisch zu verstehen. Kritisch muss in der Diskussion der Thematik weiterhin fehlende Standardisierung der Begrifflichkeiten und Definitionen gesehen werden. Auch wenn die meisten Autoren angeben, die Wundinfektion nach CDC zu definieren, so fällt bei näherer Betrachtung der Studienergebnisse doch auf, dass die Beurteilung von Wun-

den häufig sehr subjektiv ist. Diese Unschärfen erschweren die Vergleichbarkeit von Studienergebnissen und öffnen Raum für Interpretationen. Zukünftige Studien sollten sich verstärkt mit der Standardisierung der Definitionen auseinandersetzen und weniger Einzelmaßnahmen untersuchen.

Antiseptisches Nahtmaterial – Zusammenfassung und Fazit

SSI mindern die Lebensqualität der betroffenen Patienten und führen zu erhöhten Versorgungskosten. Ein Faktor, der zur Entstehung von SSI beitragen kann, ist das Nahtmaterial, das Bakterien einen potentiellen Ausgangspunkt bietet. Durch die antimikrobielle Wirkung etwa von Triclosan bietet antiseptisch beschichtetes Nahtmaterial eine Möglichkeit, diesen Effekt zu reduzieren. In über 50 Originalstudien wurde der Effekt von Triclosan-beschichtetem Nahtmaterial im Vergleich zu unbeschichtetem Nahtmaterial auf die Wundinfektionsraten bei unterschiedlichen Eingriffsarten untersucht. Nicht alle Studien kommen zum selben Ergebnis, was durch die Heterogenität der Studienpopulationen, der Eingriffsarten, der mikrobiellen Ätiologie und der Qualität der Studien zu begründen ist. Der Großteil dieser Studien legt jedoch nahe, dass sich mit Triclosan-beschichtetem Nahtmaterial die SSI-Raten verringern lassen. Ein kleinerer Teil der Studien konnte einen positiven Effekt von Triclosan-beschichtetem Nahtmaterial nicht nachweisen oder fand in ganz wenigen Fällen einen leicht negativen Trend. Allerdings fand sich bei keiner der 52 Studien ein statistisch signifikantes Ergebnis zu Ungunsten antiseptisch beschichteten Nahtmaterials. 17 Metaanalysen zeigen durchweg positive Ergebnisse zugunsten von antiseptisch beschichtetem Nahtmaterial (13 statistisch signifikant, 4 mit positiven Trend): die Risikoreduktion für SSI beläuft sich danach auf 19 bis 39 Prozent. Auf Basis dieser Evidenzlage sprechen sich mehrere Fachgesellschaften weltweit im unterschiedlichen Ausmaß für den Einsatz von antiseptischem Nahtmaterial aus. ■■■

Literatur

1. Fleck T, Moidl R, Blacky A, et al (2007) Triclosan-coated sutures for the reduction of sternal wound infections: economic considerations. *Ann Thorac Surg* 84: 232–236
2. Picó RB, Jiménez LA, Sánchez MC, et al (2008) Prospective study comparing the incidence of wound infection following appendectomy for acute appendicitis in children: conventional treatment versus using reabsorbable antibacterial suture or gentamicin-impregnated collagen fleeces. *Cir Pediatr* 21: 199–202
3. Justinger C, Moussavian MR, Schlueter, C et al (2009) Antibiotic coating of abdominal closure sutures and wound infection. *Surgery* 145: 330–334
4. Justinger C, Schuld J, Sperling J, et al (2011) Triclosan-coated sutures reduce wound infections after hepatobiliary surgery – a prospective non-randomized clinical pathway driven study. *Langenbecks Arch Surg* 396: 845
5. Stadler S, Fleck T (2011) Triclosan-coated sutures for the reduction of sternal wound infections? A retrospective observational analysis. *Interact Cardiovasc Thorac Surg* 13: 296–299
6. Laas E, Poilroux C, Bézu C, et al (2012) Antibacterial-coated suture in reducing surgical site infection in breast surgery: a prospective study. *Int J Breast Cancer* 2012: 819578

7. Hoshino S, Yoshida Y, Tanimura S, et al (2013) A study of the efficacy of antibacterial sutures for surgical site infection: a retrospective controlled trial. *Int Surg* 98: 129–132
8. Ueno M, Saito W, Yamagata M, et al (2015) Triclosan-coated sutures reduce wound infections after spinal surgery: a retrospective, nonrandomized, clinical study. *Spine J* 15: 933–938
9. Hedde-Parison A, Minchella A, Bastide S, et al (2013) Surgical site infections in vaginal prolapse surgery. *Prog Urol* 23: 1474–1481
10. Fraccalvieri D, Kreisler Moreno E, Flor Lorente B, et al (2014) Predictors of wound infection in elective colorectal surgery. Multicenter observational case-control study. *Cir Esp* 92: 478–484
11. Itatsu K, Sugawara G, Kaneoka Y, et al (2014) Risk factors for incisional surgical site infections in elective surgery for colorectal cancer: focus on intraoperative meticulous wound management. *Surg Today* 44: 1242–1252
12. Okada N, Nakamura T, Ambo Y, et al (2014) Triclosan-coated abdominal closure sutures reduce the incidence of surgical site infections after pancreaticoduodenectomy. *Surg Infect (Larchmt)* 15: 305–309
13. Takeno S, Yamashita K, Yamashita Y et al (2016) The results of a propensity score matching analysis of the efficacy of abdominal fascia and skin closure using PDS® plus antibacterial (polydioxanone) sutures on the incidence of superficial incisional surgical site infections after gastroenterologic surgery. *Surg Infect (Larchmt)* 17: 94–99
14. Yamashita K, Takeno S, Hoshino S, et al (2016) Triclosan sutures for surgical site infection in colorectal cancer. *J Surg Res* 206: 16–21
15. Ruiz-Tovar J, Alonso N, Ochagavía A, et al (2018) Effect of the abdominal fascial closure with triclosan-coated sutures in fecal peritonitis, on surgical site infection, and evisceration: a retrospective multi-center study. *Surg Infect (Larchmt)* 19: 61–64
16. Zhang Q, Zhang C, Fang X, et al (2018) Biomaterial suture vicryl plus reduces wound-related complications. *Ther Clin Risk Manag* 14: 1417–1421
17. Ford HR, Jones P, Gaines B, et al (2005) Intraoperative handling and wound healing: controlled clinical trial comparing coated vicryl plus antibacterial suture (coated polyglactin 910 suture with triclosan) with coated vicryl suture (coated polyglactin 910 suture). *Surg Infect (Larchmt)* 6: 313–321
18. Defazio A, Datta M, Nezhad C (2005) Does the use of vicryl™ plus antibacterial suture decrease the incidence of umbilical infection when compared to vicryl™ suture? *Fert Steril* 84 (Suppl 1): S161
19. Rozzelle CJ, Leonardo J, Li V (2008) Antimicrobial suture wound closure for cerebrospinal fluid shunt surgery: a prospective, double-blinded, randomized controlled trial. *J Neurosurg Pediatr* 2: 111–117
20. Zhuang CP, Cai GY, Wang YQ (2009) Comparison of two absorbable sutures in abdominal wall incision. *J Clin Rehab Tissue Eng Res* 13: 4045–4048
21. Mingmalairak C, Ungbhakorn P, Paocharoen V (2009) Efficacy of antimicrobial coating suture coated polyglactin 910 with triclosan (vicryl plus) compared with polyglactin 910 (vicryl) in reduced surgical site infection of appendicitis, double blind randomized control trial, preliminary safety report. *J Med Assoc Thai* 92: 770–775
22. Singh H, Emmert MY, Sakaguchi H (2010) Antibacterial suture reduces surgical site infections in coronary artery bypass grafting. *Heart Surg Forum* 13: S85
23. Zhang ZT, Zhang HW, Fang XD, et al (2011) Cosmetic outcome and surgical site infection rates of antibacterial absorbable (Polyglactin 910) suture compared to Chinese silk suture in breast cancer surgery: a randomized pilot research. *Chin Med J (Engl)* 124: 719–724
24. Chen SY, Chen TM, Dai NT, et al (2011) Do antibacterial-coated sutures reduce wound infection in head and neck cancer reconstruction? *Eur J Surg Oncol* 37: 300–304
25. Galal I, El-Hindawy K (2011) Impact of using triclosan-antibacterial sutures on incidence of surgical site infection. *Am J Surg* 202: 133–138
26. Baracs J, Huszár O, Sajjadi SG, et al (2011) Surgical site infections after abdominal closure in colorectal surgery using triclosan-coated absorbable suture (PDS Plus) vs. uncoated sutures (PDS II): a randomized multicenter study. *Surg Infect (Larchmt)* 12: 483–489
27. Khachatryan NDM, Omelyanovsky V, Chupalov M, Gasanova G (2011) Prevention of postoperative infections in abdominal surgery using reabsorbable suture with antibacterial activity (vicryl™ plus) versus reabsorbable standard sutures. *Surg Infect (Larchmt)* 12 (Suppl 2): A13–A14
28. Williams N, Sweetland H, Goyal S, et al (2011) Randomized trial of antimicrobial-coated sutures to prevent surgical site infection after breast cancer surgery. *Surg Infect (Larchmt)* 12: 469–474
29. Rasić Z, Schwarz D, Adam VN, et al (2011) Efficacy of antimicrobial triclosan-coated polyglactin 910 (vicryl™ plus) suture for closure of the abdominal wall after colorectal surgery. *Coll Antropol* 35: 439–443
30. Isik I, Selimen D, Senay S, et al (2012) Efficiency of antibacterial suture material in cardiac surgery: a double-blind randomized prospective study. *Heart Surg Forum* 15: E40–45
31. Seim BE, Tønnessen T, Woldbaek PR (2012) Triclosan-coated sutures do not reduce leg wound infections after coronary artery bypass grafting. *Interact Cardiovasc Thorac Surg* 15: 411–415
32. Turtaainen J, Saimanen EI, Mäkinen KT, et al (2012) Effect of triclosan-coated sutures on the incidence of surgical wound infection after lower limb revascularization surgery: a randomized controlled trial. *World J Surg* 36: 2528–2534
33. Nakamura T, Kashimura N, Noji T, et al (2013) Triclosan-coated sutures reduce the incidence of wound infections and the costs after colorectal surgery: a randomized controlled trial. *Surgery* 153: 576–583
34. Justinger C, Slotta JE, Ningel S, et al (2013) Surgical-site infection after abdominal wall closure with triclosan-impregnated polydioxanone sutures: results of a randomized clinical pathway facilitated trial (NCT00998907). *Surgery* 154: 589–595
35. Thimour-Bergström L, Roman-Emanuel C, Scherstén H, et al (2013) Triclosan-coated sutures reduce surgical site infection after open vein harvesting in coronary artery bypass grafting patients: a randomized controlled trial. *Eur J Cardiothorac Surg* 44: 931–938
36. Yam JM, Orlina EA (2013) Effectiveness of antimicrobial sutures in preventing surgical site infection in clean-contaminated wounds – a preliminary study. *Surg Infect (Larchmt)* 14 (Suppl 1): S29
37. Diener MK, Knebel P, Kieser M, et al (2014) Effectiveness of triclosan-coated PDS plus versus uncoated PDS II sutures for prevention of surgical site infection after abdominal wall closure: the randomised controlled PROUD trial. *Lancet* 384: 142–152
38. Mattavelli I, Rebora P, Doglietto G, et al (2015) Multi-center randomized controlled trial on the effect of triclosan-coated sutures on surgical site infection after colorectal surgery. *Surg Infect (Larchmt)* 16: 226–235
39. Ruiz-Tovar J, Alonso N, Morales V, et al (2015) Association between triclosan-coated sutures for abdominal wall closure and incisional surgical site infection after open surgery in patients presenting with fecal peritonitis: a randomized clinical trial. *Surg Infect (Larchmt)* 16: 588–594
40. Steingrimsson S, Thimour-Bergström L, Roman-Emanuel C, et al (2015) Triclosan-coated sutures and sternal wound infections: a prospective randomized clinical trial. *Eur J Clin Microbiol Infect Dis* 34: 2331–2338
41. Karip AB, Celik K, Aydin T, et al (2016) Effect of triclosan-coated suture and antibiotic prophylaxis on infection and recurrence after karydakias flap repair for pilonidal disease: a randomized parallel-arm double-blinded clinical trial. *Surg Infect (Larchmt)* 17: 583–588
42. Renko M, Paalanne N, Tapiainen T, et al (2017) Triclosan-containing sutures versus ordinary sutures for reducing surgical site infections in children: a double-blind, randomised controlled trial. *Lancet Infect Dis* 17: 50–57
43. Adepu J, Adepu S (2018) A comparative study between polyglactin 910 versus triclosan-coated polyglactin 910 sutures on the incidence of surgical site infections. *J Cont Med A Dent* 6: 51–55
44. Arslan NC, Atasoy G, Altintas T, et al (2018) Effect of triclosan-coated sutures on surgical site infections in pilonidal disease: prospective randomized study. *Int J Colorectal Dis* 33: 1445–1452
45. Ichida K, Noda H, Kikugawa R, et al (2018) Effect of triclosan-coated sutures on the incidence of surgical site infection after abdominal wall closure in gastroenterological surgery: a double-blind, randomized controlled trial in a single center. *Surgery*: S0039-6060(17)30893-0. doi: 10.1016/j.surg.2017.12.020
46. Lin SJ, Chang FC, Huang TW, et al (2018) Temporal change of Interleukin-6, c-reactive protein, and skin temperature after total knee arthroplasty using triclosan-coated sutures. *Biomed Res Int* 2018: 9136208
47. Sprowson AP, Jensen C, Parsons N, et al (2018) The effect of triclosan-coated sutures on the rate of surgical site infection after hip and knee arthroplasty: a double-blind randomized controlled trial of 2546 patients. *Bone Joint J* 100-B: 296–302

48. Suhas M RM, Venkata Reddy M, Inamdar P, Vijayendra P (2018) Efficacy of anti-bacterial coated versus uncoated suture material in subcutaneous closure of laparotomy incisions in prevention of postoperative superficial surgical site infection. *Ind J Appl Res* 8: 51–52
49. Olmez T, Berkesoglu M, Turkmenoglu O, et al (2019) Effect of triclosan-coated suture on surgical site infection of abdominal fascial closures. *Surg Infect (Larchmt)* 20: 658–664
50. Tabrizi R, Mohajerani H, Bozorgmehr F (2019) Polyglactin 910 suture compared with polyglactin 910 coated with triclosan in dental implant surgery: randomized clinical trial. *Int J Oral Maxillofac Surg* 48: 1367–1371
51. Santos PSF, Santos M, Colafranceschi AS, et al (2019) Effect of using triclosan-impregnated polyglactin suture to prevent infection of saphenectomy wounds in CABG: a prospective, double-blind, randomized clinical trial. *Braz J Cardiovasc Surg* 34: 588–595
52. Ruiz-Tovar J, Llavero C, Jimenez-Fuertes M, et al (2020) Incisional surgical site infection after abdominal fascial closure with triclosan-coated barbed suture vs triclosan-coated polydioxanone loop suture vs polydioxanone loop suture in emergent abdominal surgery: a randomized clinical trial. *J Am Coll Surg* 230: 766–774
53. Chang WK, Srinivasa S, Morton R, et al (2012) Triclosan-impregnated sutures to decrease surgical site infections: systematic review and meta-analysis of randomized trials. *Ann Surg* 255: 854–859
54. Sajid MS, Craciunas L, Sains P, et al (2013) Use of antibacterial sutures for skin closure in controlling surgical site infections: a systematic review of published randomized, controlled trials. *Gastroenterol Rep (Oxf)* 1: 42–50
55. Edmiston CE Jr, Daoud FC, Leaper D (2014) Is there an evidence-based argument for embracing an antimicrobial (triclosan)-coated suture technology to reduce the risk for surgical-site infections? A meta-analysis. *Surgery* 155: 362–363
56. Wang ZX, Jiang CP, Cao Y, et al (2013) Systematic review and meta-analysis of triclosan-coated sutures for the prevention of surgical-site infection. *Br J Surg* 100: 465–473
57. Daoud FC, Edmiston CE Jr, Leaper D (2014) Meta-analysis of prevention of surgical site infections following incision closure with triclosan-coated sutures: robustness to new evidence. *Surg Infect (Larchmt)* 15: 165–181
58. Apisarnthanarak A, Singh N, Bandong AN et al (2015) Triclosan-coated sutures reduce the risk of surgical site infections: a systematic review and meta-analysis. *Infect Control Hosp Epidemiol* 36: 169–179
59. Guo J, Pan LH, Li YX, et al (2016) Efficacy of triclosan-coated sutures for reducing risk of surgical site infection in adults: a meta-analysis of randomized clinical trials. *J Surg Res* 201: 105–117
60. Sandini M, Mattavelli I, Nespoli L, et al (2016) Systematic review and meta-analysis of sutures coated with triclosan for the prevention of surgical site infection after elective colorectal surgery according to the PRISMA statement. *Medicine (Baltimore)* 95: e4057
61. Wu X, Kubilay NZ, Ren J, et al (2017) Antimicrobial-coated sutures to decrease surgical site infections: a systematic review and meta-analysis. *Eur J Clin Microbiol Infect Dis* 36: 19–32
62. de Jonge SW, Atema JJ, Solomkin JS et al (2017) Meta-analysis and trial sequential analysis of triclosan-coated sutures for the prevention of surgical-site infection. *Br J Surg* 104: e118–e133
63. Elsolh B, Zhang L, Patel SV (2017) The effect of antibiotic-coated sutures on the incidence of surgical site infections in abdominal closures: a meta-analysis. *J Gastrointest Surg* 21: 896–903
64. Henriksen NA, Deerenberg EB, Venclauskas L, et al (2017) Triclosan-coated sutures and surgical site infection in abdominal surgery: the TRISTAN review, meta-analysis and trial sequential analysis. *Hernia* 21: 833–841
65. Konstantelias AA, Andriakopoulou CS, Mourgela S (2017) Triclosan-coated sutures for the prevention of surgical-site infections: a meta-analysis. *Acta Chir Belg* 117: 137–148
66. Leaper DJ, Edmiston CE Jr, Holy CE (2017) Meta-analysis of the potential economic impact following introduction of absorbable antimicrobial sutures. *Br J Surg* 104: e134–e144
67. Hunger R, Mantke A, Herrmann C, et al (2019) Triclosan-beschichtete Nahtmaterialien in der kolorektalen Chirurgie: Bewertung und Metaanalyse zu den Empfehlungen der WHO-Richtlinie. *Chirurg* 90: 37–46
68. Uchino M, Mizuguchi T, Ohge H, et al (2018) The efficacy of antimicrobial-coated sutures for preventing incisional surgical site infections in digestive surgery: a systematic review and meta-analysis. *J Gastrointest Surg* 22: 1832–1841
69. Ahmed I, Boulton AJ, Rizvi S, et al (2019) The use of triclosan-coated sutures to prevent surgical site infections: a systematic review and meta-analysis of the literature. *BMJ Open* 9: e029727
70. Suetens C, Latour K, Käarki T, et al (2018) Prevalence of healthcare-associated infections, estimated incidence and composite antimicrobial resistance index in acute care hospitals and long-term care facilities: results from two European point prevalence surveys, 2016 to 2017. *Euro Surveill* 23(46): 1800516
71. Zacher B, Haller S, Willrich N, et al (2019) Application of a new methodology and R package reveals a high burden of healthcare-associated infections (HAI) in Germany compared to the average in the European Union/European Economic Area, 2011 to 2012. *Euro Surveill* 24(46): 1900135
72. Dietrich ES, Felder S, Kaier K (2018) Kosten nosokomialer Infektionen. In: Dettenkofer M, et al (Hrsg) *Praktische Krankenhaushygiene und Umweltschutz*. Springer, Heidelberg, S 335–346
73. Kampf G, Schumacher M, Daschner F, et al (1996) Postoperative Wundinfektionen in der Chirurgie – Prävalenz in Deutschland. *Langenbeck's Arch Chir Suppl (Kongressbd)* 113: 698–703
74. Behnke M, Aghdassi SJ, Hansen S, et al (2017) Prävalenz von nosokomialen Infektionen und Antibiotika-Anwendung in deutschen Krankenhäusern. *Dtsch Arztebl Int* 114: 851–857
75. <https://www.leading-medicine-guide.de/erkrankungen/infektionen/nosokomiale-infektion#topics> [Zugriff 15.9.2020]
76. Cheadle WG (2006) Risk factors for surgical site infection. *Surg Infect (Larchmt)* 7 (Suppl 1): S7–11
77. Weiser MR, Gonen M, Usiak S, et al (2018) Effectiveness of a multidisciplinary patient care bundle for reducing surgical-site infections. *Br J Surg* 105: 1680–1687
78. Tanner J, Padley W, Assadian O, et al (2015) Do surgical care bundles reduce the risk of surgical site infections in patients undergoing colorectal surgery? A systematic review and cohort meta-analysis of 8515 patients. *Surgery* 158: 66–77
79. Osterberg B, Blomstedt B (1979) Effect of suture materials on bacterial survival in infected wounds. An experimental study. *Acta Chir Scand* 145: 431–434
80. Chu CC, Williams DF (1984) Effects of physical configuration and chemical structure of suture materials on bacterial adhesion. A possible link to wound infection. *Am J Surg* 147: 197–204
81. Howe CW, Marston AT (1962) A study on sources of postoperative staphylococcal infection. *Surg Gynecol Obstet* 115: 266–275
82. Rodeheaver GT, Kurtz LD, Bellamy WT, et al (1983) Biocidal braided sutures. *Arch Surg* 118: 322–327
83. Chu CC, Tsai WC, Yao JY, et al (1987) Newly made antibacterial braided nylon sutures. I. In vitro qualitative and in vivo preliminary biocompatibility study. *J Biomed Mat Res* 21: 1281–1300
84. Sharp WV, Belden TA, King PH, et al (1982) Suture resistance to infection. *Surgery* 91: 61–63
85. Villalain J, Mateo CR, Aranda FJ, et al (2001) Membrantropic effects of the antibacterial agent Triclosan. *Arch Biochem Biophys* 390: 128–136
86. Lu H, Tonge PJ (2008) Inhibitors of FabI, an enzyme drug target in the bacterial fatty acid biosynthesis pathway. *Acc Chem Res* 41: 11–20
87. VICRYL™ Plus Antibacterial Suture, instructions for use. Ethicon Inc.
88. PDS™ Plus Antibacterial Suture, instructions for use. Ethicon Inc.
89. MONOCRYL™ Plus Antibacterial Suture, instructions for use. Ethicon Inc.
90. Chuanchuen R, Karkhoff-Schweizer RR, Schweizer HP (2003) High-level triclosan resistance in *Pseudomonas aeruginosa* is solely a result of efflux. *Am J Infect Contr* 31: 124–127
91. Huang YH, Lin JS, Ma JC, et al (2016) Functional characterization of triclosan-resistant enoyl-acyl-carrier protein reductase (FabV) in *Pseudomonas aeruginosa*. *Front Microbiol* 7: 1903
92. Chen Y, Pi B, Zhou H, et al (2009) Triclosan resistance in clinical isolates of *Acinetobacter baumannii*. *J Med Microbiol* 58: 1086–1091
93. Escalada MG, Harwood JL, Maillard JY, et al (2005) Triclosan inhibition of fatty acid synthesis and its effect on growth of *Escherichia coli* and *Pseudomonas aeruginosa*. *J Antimicrob Chemother* 55: 879–882
94. Leaper D, McBain AJ, Kramer A, et al (2010) Healthcare associated infection: novel strategies and antimicrobial implants to prevent surgical site infection. *Ann R Coll Surg Engl* 92: 453–458
95. Onesti MG, Carella S, Scuderi N (2018) Effectiveness of antimicrobial-coated sutures for the prevention of surgical site infection: a review of the literature. *Eur Rev Med Pharmacol Sci* 22: 5729–5739

96. Ming X, Nichols M, Rothenburger S (2007) In vivo antibacterial efficacy of monocryl plus antibacterial suture (poliglecaprone 25 with triclosan). *Surg Infect (Larchmt)* 8: 209–214
97. Ming X, Rothenburger S, Nichols MM (2008) In vivo and in vitro antibacterial efficacy of PDS plus (polidioxanone with triclosan) suture. *Surg Infect (Larchmt)* 9: 451–457
98. Storch ML, Rothenburger SJ, Jacinto G (2004) Experimental efficacy study of coated vicryl plus antibacterial suture in guinea pigs challenged with staphylococcus aureus. *Surg Infect (Larchmt)* 5: 281–288
99. Sukeik M, George D, Gabr A, et al (2019) Randomised controlled trial of triclosan coated vs uncoated sutures in primary hip and knee arthroplasty. *World J Orthop* 10: 268–277
100. WHO. Guideliness for the prevention of surgical site infection. www.who.int/infection-prevention/publications/ssi-prevention-Guidelines/en
101. Ban KA, Minei JP, Laronga C, et al (2017) American College of Surgeons and Surgical Infection Society: surgical site infection guidelines, 2016 Update. *J Am Coll Surg* 224: 59–74
102. Supplemental guidance for prevention of SSI 2017. Verfügbar unter: <https://www.dhs.wisconsin.gov/publications/p01715.pdf> [Zugriff am 15.9.2020]
103. Berrios-Torres SI, Umscheid CA, Bratzler DW, et al (2017) Centers for disease control and prevention guideline for the prevention of surgical site infection, 2017. *JAMA Surg* 152: 784–791
104. KRINKO (2018) Prävention postoperativer Wundinfektionen. Empfehlung der Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention (KRINKO). *Bundesgesundheitsbl* 61:448–473
105. European network for health technology assessment (EUnetHTA). Project OTCA02. https://eunetha.eu/wp-content/uploads/2018/01/OTCA02_Antibacterial-coated-sutures-for-the-prevention-of-abdominal-SSI_0.pdf [Zugriff am 4.6.2020]
106. National Institute for Health and Care Excellence (NICE), UK. Quality standard surgical site infection 2013. www.nice.org.uk/guidance/qs49 [Zugriff am 4.6.2020]
107. National Health and Medical Research Council of the Australian Government. Australian guidelines for the prevention and control of infection in healthcare. <https://www.nhmrc.gov.au/about-us/publications/australian-guidelines-prevention-and-control-infection-healthcare-2019> [Zugriff am 4.6.2020]

Bei den Autoren bestehen folgende Interessenkonflikte:
Johnson & Johnson Medical GmbH, Pfizer, AbbVie, Takeda, Coloplast, Merck, GHD, Ulrich Medical.

Priv.-Doz. Dr. med. Christoph Justinger
Geschäftsführender Oberarzt, Klinik für Allgemein- und Visceralchirurgie
Städtisches Klinikum Karlsruhe
Moltkestraße 90, 76133 Karlsruhe
✉ christoph.justinger@klinikum-karlsruhe.de