

Originalien

Urologe 2017 · 56:180–185
 DOI 10.1007/s00120-016-0271-6
 Online publiziert: 15. November 2016
 © Der/die Autor(en) 2016. Dieser Artikel ist
 eine Open-Access-Publikation.



H. Braunwarth¹ · F. H. H. Brill² · J. Steinmann⁴ · D. Hegeholz¹ · W. Droste³

¹ Coloplast GmbH, Hamburg, Deutschland

² Dr. Brill + Partner GmbH Institut für Hygiene und Mikrobiologie, Hamburg, Deutschland

³ Selm, Deutschland

⁴ Institut für Medizinische Mikrobiologie, Universitätsklinikum Essen, Essen, Deutschland

Wanderungsgeschwindigkeit von uropathogenen Erregern

Bestimmung im Ureterkatheter im praxisnahen In-vitro-Modell

Einleitung

Bei Dauerableitung von Harn mittels Splintkatheter besteht ein erhöhtes Infektionsrisiko für die betroffenen Patienten [6, 12]. Ein Anlass für eine dauerhafte künstliche Harnableitung ist die Entfernung der Harnblase und/oder dauerhafte Schädigung des Harntraktes z. B. durch einen Tumor. In diesem Fall ist eine chirurgische Maßnahme, wie die Herstellung eines Ileumconduit aus einem Dünndarmabschnitt, eine wichtige Technik, um den Harntransport zu gewährleisten. Dieses Ileumconduit ist in Deutschland mit 33–63 % und weltweit die derzeit häufigste Form der Harnableitung nach operativer Entfernung der Harnblase. In den Fällen, in denen die Anlage eines Ileumconduit nicht durchgeführt werden kann, erfolgt in den meisten Fällen die Ableitung des Harns über die Ureterhautfistel [9]. Für 10–14 Tage wird nach diesen Operationen in der Heilungsphase der Harn über Splintkatheter in einen Urinbeutel abgeführt. Diese Splintkatheter werden dann bei komplikationslosem Verlauf entfernt [2]. Bei Auftreten von Komplikationen kann dieser Zeitraum verlängert werden. Das Einlegen von Splintkathetern während der Operation ist die übliche Vorgehensweise und der Nutzen durch Studien ausreichend belegt [3]. Es ist nicht auszuschließen, dass in der Praxis die Splintkatheter länger als 10–14 Tage liegen und mit ggf. kontaminiertem Harn im Beutel in Kontakt kommen können, z. B. beim Durch-

stoßen der Rücklaufsperrung. Außerdem werden nicht nur bei Ileumconduits, sondern auch bei anderen Formen der supravessikalen Harnableitung temporär Harnleiterschienen eingelegt. Da diese auch durch das für die Harnableitung verwendete Darmstück gezogen werden, ist eine Kontamination auch bei intakter Rücklaufsperrung die Regel.

Ziel unserer In-vitro-Untersuchungen war es, die Wanderungs- bzw. Wachstumsgeschwindigkeit von klinisch relevanten Bakterien durch das harnableitende System zu untersuchen. Hiermit sollte geprüft werden, wie wahrscheinlich es ist, dass Bakterien aufgrund einer

Kontamination, z. B. aus einem kontaminierten Urinbeutel oder Katheter die Niere innerhalb der Liegedauer der Splintkatheter von bis zu 14 Tagen erreichen, um dort evtl. eine Infektion auslösen zu können.

Material und Methoden

Alle Versuche wurden unter einer Reinraumwerkbank durchgeführt, um Kontaminationen über die Luft auszuschließen. Ein Vorratsgefäß wurde über die bei der Harnleiterimplantation üblichen Splintkatheter (Splints Coloplast Porges ACA107, Ch/Fr07/2.3 mm Vortek single

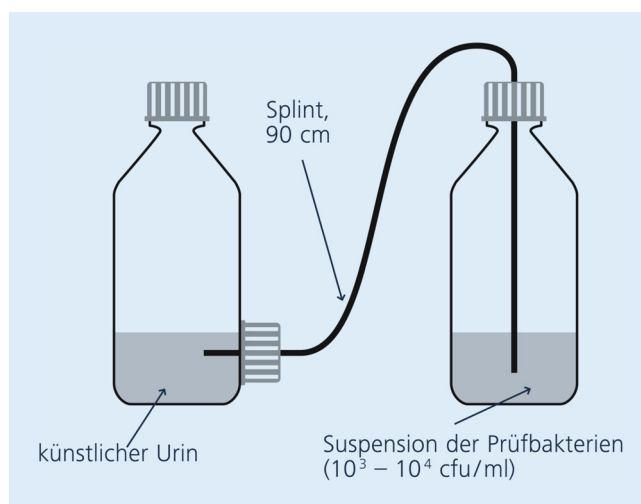


Abb. 1 ▲ Versuchsaufbau: Ein Vorratsgefäß wurde über die bei der Urostomaversorgung üblichen Katheter (Splints, Länge 90 cm), die vorher einmalig mit künstlichem Harn gespült wurden, mit einem zweiten Vorratsgefäß verbunden. Im Vorratsgefäß wurde die Bakteriensuspension in künstlichem Harn vorgelegt. Die beiden Vorratsgefäße wurden in einem Brutschrank bei 36 °C, 24–72 h unter leichtem Schütteln bebrütet

Hier steht eine Anzeige.



Tab. 1 Mittelwerte und Standardabweichungen der Wanderungsstrecken von *E. coli*, *S. aureus* und *P. mirabilis* nach 24, 48 und 72 h im Splint

	<i>E. coli</i>		<i>S. aureus</i>		<i>P. mirabilis</i>	
	cm	SD	cm	SD	cm	SD
24 h	26,7	20,6	27,2	10,6	9,4	14,0
48 h	36,1	12,7	51,7	7,5	30,6	21,3
72 h	45,6	11,0	57,5	15,1	67,8	3,6

SD Standardabweichung

Tab. 2 Ergebnis der statistischen Prüfung auf Unterschiede der Mittelwerte der Wanderungsstrecken von *E. coli*, *S. aureus* und *P. mirabilis* im t-Test. Angegeben sind die *p*-Werte, signifikante statistische Unterschiede sind fett hervorgehoben

	<i>E. coli</i>	<i>S. aureus</i>	<i>P. mirabilis</i>
24 h/48 h	<i>p</i> = 0,26	<i>p</i> < 0,001	<i>p</i> < 0,01
48 h/72 h	<i>p</i> = 0,03	<i>p</i> = 0,18	<i>p</i> = 0,01
24 h/72 h	<i>p</i> = 0,02	<i>p</i> < 0,001	<i>p</i> < 0,001

Tab. 3 Ergebnis der statistischen Prüfung auf Unterschiede der Mittelwerte der Wanderungsstrecken von *E. coli*, *S. aureus* und *P. mirabilis* nach 24, 48 und 72 h im t-Test. Angegeben sind die *p*-Werte, signifikante statistische Unterschiede sind fett hervorgehoben

	24 h		48 h		72 h	
	<i>E. coli</i>	<i>S. aureus</i>	<i>E. coli</i>	<i>S. aureus</i>	<i>E. coli</i>	<i>S. aureus</i>
<i>S. aureus</i>	<i>p</i> = 0,94	–	<i>p</i> < 0,01	–	<i>p</i> = 0,16	–
<i>P. mirabilis</i>	<i>p</i> = 0,13	<i>p</i> = 0,04	<i>p</i> = 0,46	<i>p</i> = 0,25	<i>p</i> < 0,01	<i>p</i> = 0,17

loop ureteral stent, open renal tip drainage, Länge 90 cm), die vorher einmalig mit künstlichem Harn gespült wurden, mit einem zweiten Vorratsgefäß verbunden, in dem eine Bakteriensuspension der Testbakterien in künstlichem sterilen Harn vorgelegt wurde. Der Versuchsaufbau ist in **Abb. 1** dargestellt. Die beiden Vorratsgefäße wurden in einem Brutschrank bei 36 °C, 24, 48 oder 72 h unter leichtem Schütteln bebrütet. Der künstliche Harn entsprach in seiner Zusammensetzung der DIN EN 1616:2003 [1].

Als Testbakterien wurden *Escherichia coli* K12 (*E. coli*, NCTC 10538), Methicillin-resistenter *Staphylococcus aureus* (MRSA, *S. aureus*, ATCC 33592) und *Proteus mirabilis* (*P. mirabilis*, ATCC 14153) verwendet. Alle Testkeime gehören zu häufigsten Erregern der unkomplizierten Harnwegsinfektionen die zu 80 % auf *E. coli* zurückzuführen sind [4]. Die Ausgangskeimzahlen betragen ca. 10⁴ koloniebildende Einheiten (KBE)/ml (bei 24 und 48 h Bebrütung) bzw. 10³ KBE/ml (bei 72 h Bebrütung).

Nach 24, 48 und 72 h wurden die Splinkatheter in ganzer Länge in je 5 cm lange Abschnitte zerteilt und die Ab-

schnitte auf Caseinpepton-Sojamehlpepton-Agar (CSA) für 24 h bei 36 °C bebrütet und anschließend die KBE gezählt. Als Maß für die Wanderungsstrecke diente der am weitesten vom Vorratsgefäß entfernte noch kolonisierte 5 cm Abschnitt des Splinkatheters. Jeder Versuch wurde neunmal durchgeführt. Aus den neun Versuchen wurden der arithmetische Mittelwert und die Standardabweichungen bestimmt. Die Prüfung der Mittelwerte auf statistische Unterschiede erfolgte im t-Test.

Ergebnisse

Die Ergebnisse der Wanderungsgeschwindigkeiten für *E. coli*, *S. aureus* und *P. mirabilis* im Splinkatheter sind in **Tab. 1** und **Abb. 2** dargestellt. Die durchschnittliche Wanderungsstrecke liegt umgerechnet auf eine Stunde auf Basis der bewachsenen Strecken nach 72 h bei 0,63 cm für *E. coli*, 0,80 cm für *S. aureus* und 0,94 cm für *P. mirabilis*.

Der Vergleich der Wanderungsstrecken ergibt im t-Test bei *E. coli* eine statistische Signifikanz im Vergleich der Daten von 48 und 72 h (*p* = 0,03) und

bei den Daten von 24 und 72 h (*p* = 0,02; **Tab. 2**). Bei *S. aureus* sind die Unterschiede der Wanderungsstrecken von *S. aureus* 48 und 72 h signifikant (*p* < 0,001) und 24 und 72 h (*p* < 0,001). Bei *P. mirabilis* sind alle Datensätze statistisch signifikant unterschiedlich (24 und 48 h, *p* = 0,01; 48 und 72 h, *p* = 0,01 und 24 und 72 h, *p* < 0,001; **Tab. 2**). Nach 72 h ist nur die Wanderungsstrecke von *E. coli* im Vergleich zu *P. mirabilis* statistisch signifikant unterschiedlich (**Tab. 3**).

Diskussion

Die Ergebnisse zeigen, dass die Testbakterien *P. mirabilis*, *S. aureus* und *E. coli* im Splinkatheter innerhalb kurzer Zeit relativ weite Strecken wandern bzw. wachsen können. Erwartungsgemäß nimmt die Strecke mit zunehmender Zeit bei allen geprüften Bakterien zu. Die weiteste Strecke legte *P. mirabilis* nach 72 h zurück. Im t-Test sind nach 72 h (**Tab. 3**) die Wanderungsstrecken von *P. mirabilis* und *E. coli* statistisch signifikant unterschiedlich, nicht jedoch die von *P. mirabilis* und *S. aureus* (bzw. *S. aureus* und *E. coli*). Dies spricht dafür, dass sowohl beeißelte und damit in Flüssigkeit mobile Bakterien wie *P. mirabilis* und *E. coli* als auch nicht beeißelte Bakterien wie *S. aureus* relativ schnell mit 0,63–0,94 cm/h durch den Splinkatheter wachsen können. Die Ergebnisse deuten jedoch auch darauf hin, dass für eine Besiedlung des Splinkatheters eine Beeißelung nicht notwendig ist und dies zumindest in unserem Versuchsaufbau nicht entscheidend für die Besiedlungsgeschwindigkeit und Wanderungsstrecke ist. Aus Tests an biologischen Systemen ist eine oftmals größere Streubreite der Messwerte trotz einer Standardisierung bekannt, die sich auch in unserem Versuchsansatz trotz der 9-maligen Wiederholungen findet. Die Ursache hierfür ist nicht klar, doch könnten hierfür Inhomogenitäten im Kathetermaterial, die Einfluss auf das Bakterienwachstum haben, verantwortlich sein. Solche Materialinhomogenitäten können auch innerhalb einer Charge auftreten. Aufgrund der vorliegenden Daten kann dies jedoch nicht abschließend bewertet werden.

Die unterschiedlichen Wachstumsbedingungen in vitro (Bebrütung bei 36°C) und in vivo werden oftmals als limitierender Faktor für die Übertragbarkeit der Ergebnissen aus In-vitro-Untersuchungen in den klinischen Alltag diskutiert. In unserem Versuchsaufbau wurde er kontinuierliche Harnfluss, der beim Urostoma auftritt, nicht nachgestellt, so dass die im Versuch nachgewiesenen intraluminalen Wanderungstrecken nicht unkritisch auf den klinischen Alltag übertragen werden können. Es wurden jedoch an geschlossenen harnableitenden Systemen vergleichbare Ergebnisse erzielt [8]. Bakterien können in diesem System im Harnwegkatheter intraluminal etwa 3- bis 4-mal schneller in die Harnblase wandern als extraluminal, wie frühere Untersuchungen zeigten [8, 10]: Für die Ausbreitung eines *Pseudomonas*-Films wurde dabei eine Wanderungsgeschwindigkeit von 1–2 cm/h entgegen dem Harnfluss nachgewiesen. Auch wenn diese Ergebnisse nicht auf unseren Versuchsansatz kritiklos übertragen werden können, stützen diese Ergebnisse jedoch unsere Interpretation, dass die fehlende Simulation des Harnflusses kein limitierender Faktor ist. Die Autoren konnten zudem zeigen, dass eine Antibiotikagabe die Wanderung der Bakterien nicht vollständig verhinderte, aber auf ca. 1/10 verringerte [8, 10]. Im vorgestellten Prüfmodell wird bei der geringsten Besiedlungsgeschwindigkeit von 0,63 cm/h bereits in etwas mehr als 3 Tagen eine Gesamtstrecke von 80 cm bewachsen. Bei einer Liegedauer der Splintkatheter von 10–14 Tagen kann davon ausgegangen werden, dass Bakterien aus dem Urostomabeutel in die Niere gelangen, wenn der Harn kontaminiert ist, da hier nur eine Strecke von <40 cm zurückgelegt werden muss.

Entwickelt sich bei Menschen mit einer solchen Urostomie eine Harnwegsinfektion, so ist die Gefahr einer aufsteigenden Infektion der Nieren besonders groß. Die chronischen Harnwegsinfektionen beim Ileumconduit werden in der Literatur mit ca. 23 % angegeben, wobei nicht klar unterschieden wird zwischen den Urostomien mit und ohne liegende Splintkatheter [2].

Urologe 2017 · 56:180–185 DOI 10.1007/s00120-016-0271-6
© Der/die Autor(en) 2016. Dieser Artikel ist eine Open-Access-Publikation.

H. Braunwarth · F. H. H. Brill · J. Steinmann · D. Hegeholz · W. Droste

Wanderungsgeschwindigkeit von uropathogenen Erregern. Bestimmung im Ureterkatheter im praxisnahen In-vitro-Modell

Zusammenfassung

Hintergrund. Bei den verschiedenen Urostomien wie dem Ileumconduit und der Ureterhautfistel besteht ein hohes Infektionsrisiko für die Nieren und das harnableitende System des Patienten. Deshalb ist das Vermeiden des Aufstiegs von Bakterien im künstlichen Abfluss (Splintkatheter) durch z. B. kontaminierten Harn wichtigstes Ziel der hygienischen Maßnahmen. Es sollte in vitro nachgewiesen werden, wie schnell klinisch relevante Prüfbakterien diese Splintkatheter besiedeln können.

Methode. Es wurde die Wanderungsgeschwindigkeit von Bakterien in einem handelsüblichen Splintkatheter in einem praxisnahen In-vitro-Modell untersucht. Hierzu wurde ein Vorratsgefäß mit Splintkathetern mit einem zweiten Vorratsgefäß verbunden, in dem eine Bakterien suspension der Prüfbakterien *Escherichia coli*, *Proteus mirabilis* und *Staphylococcus aureus* in künstlichem Harn vorgelegt wurde. Die

beiden Vorratsgefäße wurden bei 36 °C bis zu 72 h inkubiert. Die Keimzahl in den Splintkathetern wurde nach 24 h, 48 h und 72 h bestimmt, um die Besiedlungsstrecke nachzuweisen.

Ergebnisse. Die durchschnittliche Wanderungsgeschwindigkeit lag bei 0,63 cm/h für *E. coli*, 0,80 cm/h für *S. aureus* und 0,94 cm/h für *P. mirabilis*. Dies ergibt eine gemittelte Besiedlungsstrecke von 80 cm in ca. 3 Tagen.
Schlussfolgerungen. Aus den Ergebnissen im In-vitro-Modell lässt sich eine hohe Wanderungsgeschwindigkeit der Bakterien ableiten. In vivo würde es bedeuten, dass innerhalb der üblichen Liegedauer der Splintkatheter beim Urostoma von 10–14 Tagen vollständig besiedelt wird.

Schlüsselwörter

Urostoma · Splint · Bakterien · Hygiene · Bakterienwanderung

Migration speed of uropathogens. Determination in the ureteral splint in a practice-like in vitro model

Abstract

Background. A urostomy with an ileum conduit or a skin fistula leads to a high infection risk for the kidneys and the ureter of the patient. Therefore, the prevention of retrograde colonization of the artificial drain (splint) with e. g. contaminated urine is the most important objective of infection prevention measurements. We performed an in vitro experiment to determine the migration speed of clinically relevant bacteria in a commercially available splint catheter system.

Methods. The migration speed of bacteria in commonly used splint catheters was determined in a practice-like in vitro model. Two storage vessels were connected with splints. The second vessel contained a bacterial suspension of the test bacteria *Escherichia coli*, *Proteus mirabilis*, and *Staphylococcus aureus* in artificial urine. The two vessels were incubated at 36 °C for 24–72 h. The microbial count in the catheters was determined after

each experiment to investigate the migration distance.

Results. The average migration speed was 0.63 cm/h for *E. coli*, 0.80 cm/h for *S. aureus*, and 0.94 cm/h for *P. aeruginosa*. This results in a colonization distance of approximately 80 cm in 3 days.

Conclusion. If the system, e. g., the stoma pouch is contaminated, it can be expected that during the common application time of a splint of 10–14 days, the complete splint will be contaminated due to the high bacteria migration speed. Consequently there is a high infection risk for kidneys and ureters. A return stop feature in the stoma pouch should minimize this risk. However, it is of utmost importance to not applying the splint through the return stop to prevent any contact with potentially contaminated urine.

Keywords

Urostomy · Splint · Bacteria · Hygiene · Bacteria migration speed

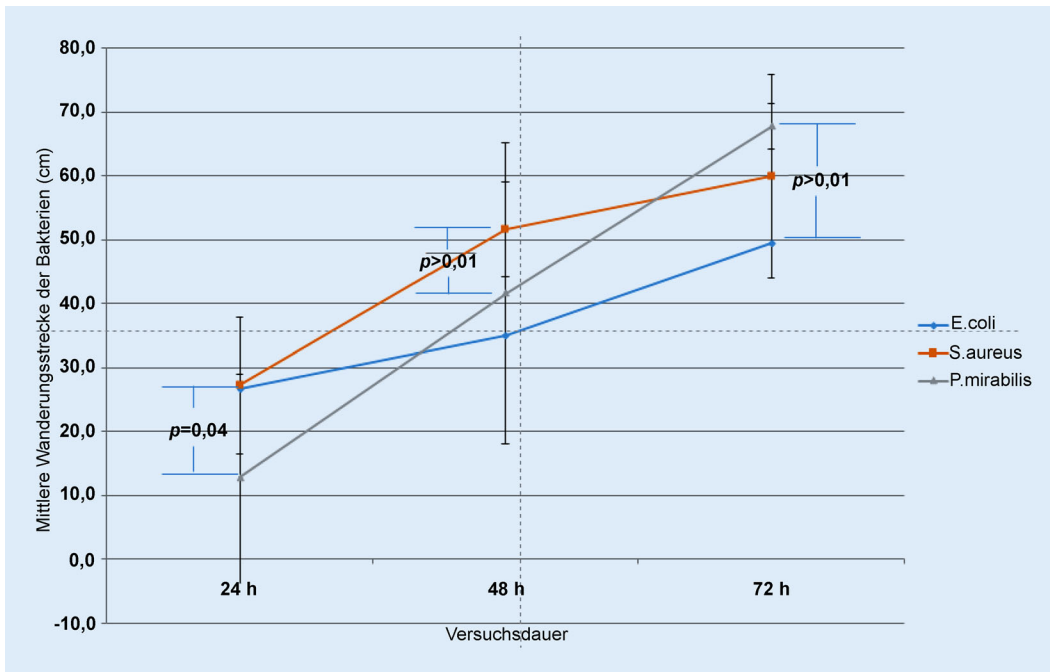


Abb. 2 ◀ Die mittlere Wanderungstrecke in cm nach 24, 48 und 72 h von *E. coli*, *S. aureus* und *P. mirabilis*: Angegeben sind die Mittelwerte und Standardabweichung aus je 9 Versuchen

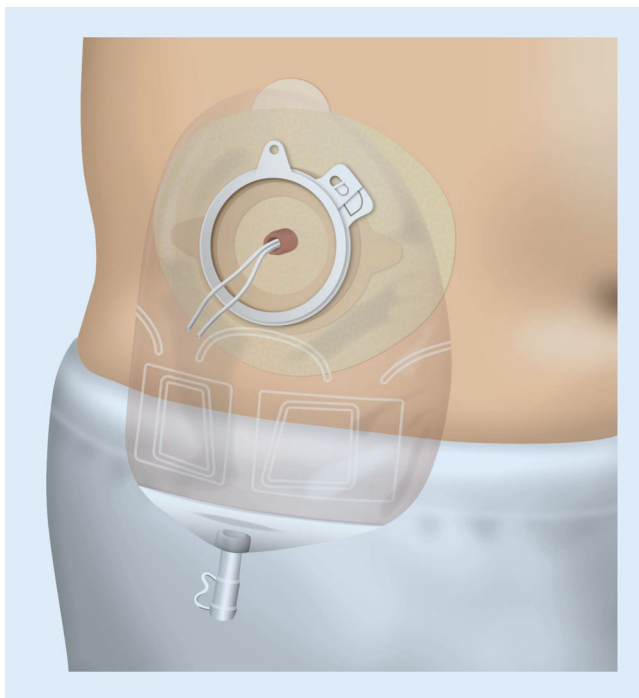


Abb. 3 ◀ Urostomabeutel am Bauch: Die Splintkatheter im Beutel müssen auf eine Länge deutlich oberhalb der Rücklaufsperrung gekürzt werden, wie hier im Bild gezeigt. Die Rücklaufsperrung ist in der Abbildung nicht sichtbar verläuft oberhalb der weißen rechteckigen Strukturen

die aufsteigenden Bakterien durch die ca. 30–40 cm langen Splintkatheter die Nieren erreichen.

Fazit für die Praxis

Bei einer bakteriellen Kontamination des aufgefangenen Urins können aufgrund der Wanderungsgeschwindigkeit der Bakterien diese nach wenigen Tagen über den Ureter in die Nieren aufsteigen. Die nicht unübliche Praxis, die Rücklaufsperrung aufgrund der besseren Fixierung der Splinte zu durchstoßen, muss daher unbedingt vermieden werden (▣ Abb. 3).

Korrespondenzadresse

Dr. H. Braunwarth
Coloplast GmbH
Kuehnstraße 75, 22045 Hamburg, Deutschland
dedbr@coloplast.com

Eine effektive Infektionsprävention und ein schnelles Erkennen und Behandeln einer sich entwickelnden Infektion sind wichtig. Unsere Ergebnisse stützen besonders den Infektionspräventionsgedanken, der zum Grundsatz hat, jeglichen zusätzlichen vermeidbaren Keimeintrag auch in bereits keimbelastete Areale zu vermeiden. In diesem Fall das in der Praxis durchaus zu beobach-

tende Durchstoßen der Rücklaufsperrung im Urostomiebeutel.

Schlussfolgerung

Bakterien können in harnableiteten Systemen bis zu 1 cm/h voranwachsen. Es muss davon ausgegangen werden, dass innerhalb der vorgesehenen Liegedauer eines Splintkatheters von 10–14 Tagen,

Einhaltung ethischer Richtlinien

Interessenkonflikt. F. H. H. Brill, J. Steinmann und W. Droste geben an, dass kein Interessenkonflikt besteht. H. Braunwarth und D. Hegeholz sind Angestellte der Fa. Coloplast GmbH.

Dieser Beitrag beinhaltet keine von den Autoren durchgeführten Studien an Menschen oder Tieren.

Open Access. Dieser Artikel wird unter der Creative Commons Namensnennung 4.0 International Lizenz (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de>) veröffentlicht, welche die Nutzung, Vervielfältigung, Bearbeitung, Verbreitung und Wiedergabe in jeglichem Medium und Format erlaubt, sofern Sie den/die ursprünglichen Autor(en) und die Quelle ordnungsgemäß nennen, einen Link zur Creative Commons Lizenz beifügen und angeben, ob Änderungen vorgenommen wurden.

Literatur

1. EN 1616. Synthetischer Urin. 25,0 g/l Harnstoff; 9,0 g/l Natriumchlorid; 2,5 g/l Kaliumhydrogenphosphat; 2,5 g/l wasserfreies Dinatriumhydrogenorthophosphat; 3,0 g/l Ammoniumchlorid; 2,0 g/l Kreatinin; 3,0 g/l Natriumsulfit in destilliertem Wasser. Der pH-Wert beträgt ca. 6,6
2. Feil-Peter H (2001) Stomapflege: Enterostomatherapie; Stoma- und Wundversorgung, 7. Aufl. Schlütersche GmbH, Hannover
3. http://nurses.uroweb.org/wp-content/uploads/EAUN_IU_Guidelines_EN_2009_LR.pdf. Zugegriffen: 4.11.2016
4. http://www.urologielehrbuch.de/harnwegsinfektion_ursachen.html. Zugegriffen: 4.11.2016
5. <http://www.urologielehrbuch.de/ureterokutaneostomie.html>. Zugegriffen: 4.11.2016
6. Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention (KRINKO) (2015) Prävention und Kontrolle Katheter-assoziiierter Harnwegsinfektionen. Bundesgesundheitsblatt Gesundheitsforschung Gesundheitsschutz 58:641–650
7. Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention (KRINKO) (2010) Infektionsprävention in Heimen. Empfehlung der Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention beim Robert Koch-Institut (RKI). Bundesgesundheitsblatt Gesundheitsforschung Gesundheitsschutz 48(9):1061–1080
8. Liedel B (2007) Drainage des Harntraktes. In: Jochem D, Miller K (Hrsg) Praxis der Urologie. Thieme, Stuttgart, S 300
9. Mahoney M, Baxter K, Burgess J et al (2013) Procedure for obtaining a urine sample from a urostomy, ileal conduit, and colon conduit: a best practice guideline for clinicians. J Wound Ostomy Continence Nurs 40(3):277–279 (quiz E1–E2)
10. Nickel JC, Downey J, Costerton JW (1992) Movement of pseudomonas aeruginosa along catheter surfaces. A mechanism in pathogenesis of catheter-associated infection. Urology 39:93–99
11. Stein R, Hohenfellner M, Pahernik S, Roth S, Thüroff JW, Rübber H (2012) Urinary diversion approaches and consequences. Dtsch Arztebl Int 109(38):617–622
12. Thulin H, Steineck G, Kreicbergs U et al (2010) Hygiene and urinary tract infections after cystectomy in 452 Swedish survivors of bladder cancer. BJU Int 105(8):1107–1117

e.Curriculum Innere Medizin

Akutes Nierenversagen – Interaktive Fälle zur aktuellen KDIGO-Leitlinie

So nehmen Sie teil:

1. Anmelden: Bitte melden Sie sich mit Ihrem Springer-Medizin-Account an. Sollten Sie noch nicht angemeldet sein, können Sie sich hier registrieren: <https://registrierung.springer-medizin.de/>
2. Kurs auswählen und bearbeiten: Mit „Kurs starten“ können Sie die Fortbildung bearbeiten und die MC-Fragen des Fragebogens beantworten.
3. CME-Punkte sammeln: Mit 70% richtig beantworteten Fragen haben Sie bestanden. Fachärzten werden die Punkte an den EIV übermittelt.

 Springer Medizin



Jetzt
punkten!

Das Fortbildungsmodul ist:

- mit 3 CME-Punkten zertifiziert,
- interaktiv und multimedial,
- fallbasiert und leitlinienorientiert,
- exklusiv für DGIM-Mitglieder und e.Med-Abonnenten.



www.springermedizin.de/ecurriculum-innere-medizin

