مجلة جامعة بنغازي العلمية

www.sjuob.uob.edu.ly

تقويم كفاءة المنظفات والمطهرات المستخدمة قبل التعقيم للأدوات الجراحية بقسم خدمات التعقيم المركزي بمركز بنغازي الطبي

نورة عبد الجواد عبد الله[1] * وفاطمة مفتاح الرجيلي[1] ومبروكة أحمد عبد الهادي[1] و حنين محمد عمر الشركسي[1] وعلاء الدين الصلابي[1] وسامية العبيدي[1]

1 كلية الصحة العامة-جامعة بنغازي.

تاريخ الاستلام: 28 / 04/ 2021 تاريخ القبول: 10 / 06 / 2021

الملخص:

هدفت هذه الدراسة لمعرفة مدى كفاءة عمليات التنظيف والتطهير والتعقيم للأدوات الجراحية القابلة لإعادة الاستخدام بقسم التعقيم المركزي بمركز بنغازي الطبي. أجريت هذه الدراسة بأخذ 65 مسحة من الأدوات الجراحية قبل مرورها بعملية التنظيف والتطهير والتعقيم وبَعْدَه في مركز بنغازي الطبي بقسم خدمات التعقيم. اسْتُخْدِم Stabimed و Actoclean ومطهر Helipur H Plus في تنظيف الأدوات وتطهيرها قبل تعقيمها باستخدام جهاز التعقيم. وبعد أخذ المسحات نقلت العينات وأجريت الاختبارات عليها في مختبر أحياء دقيقة.

بينت النتائج أن التنظيف بالعامل الإنزيمي كونه منظفاً ومطهراً في الوقت نفسه (بتركيز 4%) أدى إلى ظهور نتائج أفضل من استخدامه منظفاً إنزيمياً فقط (تركيز 0.5)، وأن عملية التطهير العالي المستوى أظهرت نتائج أفضل بعد عملية التنظيف الميكانيكي ووضع الأدوات في منظف إنزيمي، كما تُوصِّل إلى أهمية إجراء عملية التعقيم باستخدام جهاز التعقيم، حيث إنه فعال جدا بعد القيام بعمليتي التنظيف والتطهير بالطريقة الصحيحة والتراكيز المعتمدة.

أظهرت النتائج أيضاً عزل بكتيريا من عدد 16 مسحة فقط من أصل 65 مسحة جُمِعَتْ من الأدوات الجراحية، كما احتوت تلك المسحات على 6 أنواع فقط من البكتيريا هي Acinetobacter، Lactobacillus، P.aeruginosa، Bacillus، E. coli، وKlebsiella. بينت نتائج اختبارات المضادات الحيوية عزل بكتيريا Klebsiella و E. coli المفرزة لإنزيمات البيتا لاكتاميز واسعة الطيف (Extended Spectrum Beta Lactamases) (ESBLs) ومقاومتها لعدة أنواع من المضادات الحيوية. كما بينت النتائج أيضاً مقاومة بكتيريا Acinetobacter spp. و P. aeruginosa للعديد من المضادات الحيوية والميكروبية.

الكلمات المفتاحية:

التنظيف، التطهير، التلوث البكتيري، المطهرات، الأدوات الجراحية.

Abstract

This study aimed to evaluate the efficacy of cleaning, disinfection and sterilization products on the provision of sterile surgical instruments and equipment. This study was conducted at the Central Sterilization Service Department of Benghazi Medical Center, by collecting 65 swabs from surgical instruments before and after cleaning, disinfection and sterilization, by using Stabimed, Actoclean perfect, Helipur H Plus and sterilization by steam sterilizers. The swabs were collected and sent to a microbiology laboratory for investigation.

The results revealed that using Actoclean as an enzymatic cleaner and disinfectant with a concentration of 4% was more effective than using it as enzymatic alone at 0.5% concentration. The results also demonstrated the efficacy of the cleaning and disinfection of instruments and equipment by using mechanical cleaning followed by enzymatic detergent and high-level disinfection. Furthermore, the results indicated that sterilization after proper cleaning and disinfection using proved concentrations would ensure the best outcomes.

The results of the microbiological investigation showed that 16 swabs out of 65 yielded 6 species of bacteria; Acinetobacter spp., Lactobacillus spp., P. aeruginosa, Bacillus spp., E. coli, and Klebsiella spp. Extended Spectrum Beta Lactamase (ESBL) production was observed in E. coli and Klebsiella spp. that were resistant to antibiotics examined. On the other hand, Acinetobacter spp. and P. aeruginosa were also resistant to antibiotics used in antibiotic sensitivity testing.

Keywords: Decontamination, Disinfection, Sterilization, Surgical Instruments, Central Sterilization Service Department.

1. المقدمة:

تعد معالجة الأدوات الجراحية جانبًا مهمًا في سلامة المرضى وواحدة من المجالات الأساسية التي تتطلب جهودا كبيرة للتقليل من خطر العدوى قبل العمليات الجراحية وأثنائها وبعدها. ومن الأمور بالغة الأهمية لمنع الإصابة بالمرض الجراحي هي إزالة التلوث من المعدات الجراحية (المواد العضوية وغير العضوية) وذلك يكون بإجراء عملية التنظيف اليدوي (استخدام الماء والمنظفات والمنتجات الإنزيمية) في أقرب وقت ممكن بعد استخدام الأدوات لأن المواد العضوية تجف بسرعة. لذلك تنصح المنظمات الدولية بأن تبدأ عملية المعالجة في موعد لا يتجاوز 6 ساعات بعد الانتهاء من الجراحة. [1]

كذلك أصدرت مراكز مكافحة الأمراض والوقاية منه (Center for Disease Control and Prevention-CDC)) ومنظمة الغذاء والدواء (Food and Drug Administration-FDA) تقريراً تحذيرياً في سبتمبر 2015 لمقدمي الرعاية الصحية والمرافق؛ بخصوص الصحة العامة التي تتطلب الحفاظ على الشكل الصحيح لإجراءات التنظيف والتطهير

* للمراسلات إلى علاء الدين الصلابي.
البريد الإلكتروني:
Allaadeein.elsalabi@uob.edu.ly

والتعقيم للأدوات الطبية المعاد استخدامها. [2-4]

وتُصَّنفُ المطهرات بحسب استخدامها من عدة أنظمة دولية على الأدوات إلى ثلاثة مستويات، مطهرات منخفضة المستوى، وتُعد عملية التطهير بها محدودة الفعالية فتستخدم في القضاء على بعض أنواع البكتيريا وبعض الفطريات وبعض الفيروسات[5،6]، كما لوحظ عدم الاعتماد عليها في قتل البكتيريا المقاومة مثل (بكتيريا الدرنات) وتستغرق هذه العملية من الوقت من دقيقة إلى عشر دقائق.[5،7] أما بالنسبة للمطهرات متوسطة المستوى فيمكن الاعتماد عليها للقضاء على البكتيريا ومعظم الفيروسات ولكن لا يقتل بالضرورة الأبواغ البكتيرية [5]، كما تستخدم المطهرات عالية المستوى في القضاء على البكتيريا والفطريات والفيروسات ويشترط أن تكون غير مسببة لتلف وتآكل الأدوات وأجزائها وتكون قادرة على تدمير كل الفيروسات والفطريات والبكتيريا النامية والبكتيريا المسببة للسل الرئوي.[7]

ومن الشروط الواجب توافرها عند اختيار المطهر المناسب تطابق المنتج أو امتزاجه مع الأدوات (Material Compatibility)، حيث إن المناظير ومعالجات الآلات تتكون من مجموعة متنوعة من المواد مثل المطاط، والمواد البلاستيكية، والمعادن، التي تتأثر بالمكونات الموجودة في المطهرات عالية المستوى، ولهذا الغرض راجعت الشركات المصنعة لهذه المعدات بعض النتائج لبعض الدراسات المتعلقة بقابلية وتطابق المنتج على الأدوات في أثناء اختيار المطهر أو المعقم المناسب. [7،8]

ومن الجدير بالذكر أن عملية التنظيف أو عملية إزالة التلوث التي تسبق عملية التطهير؛ وهي العملية التي تُنَظَّف فيها الأدوات والأجهزة الطبية بهدف إزالة المواد العضوية الناتجة عن معالجة المريض كالدم، والعظام، والمخاط، والإفرازات، والبول، والبراز. بالإضافة إلى أن عملية التنظيف تقلل مستوى الحمل الميكروبي على الأجهزة لنضمن أن الخطوة اللاحقة للتطهير عالي المستوى أو التعقيم ستتم بشكل ملائم ويُفْضَى فيها على أي ميكروبات متبقية. [9-17]

وفي دراسة قام بها Bundgaard ومعاونوه نشرت في عام 2018 كان الهدف منها تقويم الست ساعات الموصي بها لإعادة معالجة المعدات الطبية القابلة للتعقيم بواسطة تحديد ما إذا كان البروتين المتبقي زاد نسبيا مع وقت الانتظار أو قبل البدء في إعادة المعالجة، وكذلك إذا كان هناك تناسب بين تآكل الأدوات الجراحية ووقت الانتظار، اخْتُبِرَت الأدوات الجراحية البسيطة مثل المقصات وأعمدة السكاكين، والأدوات الأكثر تعقيدا مع تجاويف مثل القنيات التي تخترق الجسم (Puncture Cannula) التي تحتوي على دم بشري خالٍ من الفايبرين، كانت الأدوات ملوثة بالدم، ثم تركت لتجف على فترات (0 – 3 – 6 – 9 -12 – 24 – 36) ساعة في درجة حرارة الغرفة قبل الغسيل، فُحِصَت الأدوات قبل التطهير لمعرفة نسبة البروتين المتبقي باستخدام طريقة الاوفثالدهيد ((Ophthaldehyde (OPA)، حُدِّد التآكل على المقص الجراحي الملوث بدم الإنسان بعد أوقات احتجاز مختلفة وبعد إعادة المعالجة باستخدام المجهر الضوئي الخفيف، ومسح المجهر الالكتروني، تراوحت بقايا البروتين بين 14.0 و 51.9 ملغ؛ وبالتالي أقل من الحد المقبول لـ100 ملغ لكل سطح أداة، التآكل المتطابق بنسبة 0.05% على سطح 22 من 30 مقص.[1]

ومن خلال دراسة أجرتها Dancer وزملاؤها خلال شهر أبريل سنة 2009 تصف التحقيق في الزيادة المفاجئة لمعدل الإصابة في المواقع الجراحية بعد التنظيف الجراحي، تضمنت الدراسة فحص الأدوات الجراحية وطريقة تغليفها باستخدام برتوكول الاختبار القياسي وقد تبين أن هناك تلوثاً بالمكورات العنقودية السالبة المخثرة (Coagulase Negative Staphylococcus-CONS) وبكتيريا Bacillus spp [18]، كما بين Fry بقسم الجراحة بكلية الطب بجامعة المكسيك بأن التهابات المواقع الجراحية هي السبب الرئيس في عدوى ما بعد الجراحة، وتختلف التكاليف المقدرة لها باختلاف نوع العملية، ودرجة العدوى نفسها، وقدرت تكاليف التهابات العدوى ما بعد الجراحة التي يُعْتَنَى بها في الخدمة الصحية الوطنية بالمملكة المتحدة بأقل من 400 دولار لكل حالة، في حين تتراوح التقديرات بين عشرات الآلاف من الدولارات لكل حالة في الولايات المتحدة للعدوى المعقدة مثل (الأطراف الصناعية المصابة، أو التهابات الصدرية التالية لجراحة القلب)، وتم تأكيد مقدار أو حجم المشكلة بواسطة تقرير من الدنمارك، الذي يوضح أن تكلفة العناية بالتهابات المواقع الجراحية تستهلك 0.5% من ميزانية المستشفى السنوي.[19]

وفي دراسة أجراها Costa ومعاونوه نشرت في عام 2018 هدفت إلى تحديد حالة الأدوات المستعارة ذات التصميم المعقد المعاد معالجتها بواسطة التنظيف اليدوي، وتقويم تأثير إعادة المعالجة المتعددة على مسمار الزرع ذي الاستخدام الواحد، وأشارت النتائج إلى وجود الدم قبل التنظيف، حيث كان مرئياً على الأدوات الجراحية القابلة لإعادة الاستخدام، وبراغي الأدوات الجراحية القابلة لإعادة الاستخدام كانت ملوثة بكميات عالية من ATP، البروتين والبكتيريا. بعد التعقيم، اكْتُشِفَ تلوث وأغشية حيوية (Biofilm)، نتيجة لعدم تطبيق التنظيف والتطهير بطريقة صحيحة. [20]

أجريت دراسة من قبل de Souza Evangelista وزملاؤها في البرازيل دراسة تجريبية في قسم خدمات التعقيم المركزي في مستشفى كبير بالشراكة مع مختبر الأحياء الدقيقة التابع لمعهد العلوم البيولوجية، جامعة ميناس جيرايس الفيدرالية، بيلو هوريزونتي عام 2015، هدفها مراقبة الحمل الميكروبي وتحديد الميكروبات الموجودة على الأدوات الجراحية بعد الاستخدام وبعد التنظيف اليدوي والآلي أُخِذَت العينات من 125 أداة جراحية استخدمت في 25 نوعاً من جراحات الجهاز الهضمي وقد بينت أن متوسط الحمل الميكروبي على الأدوات في أثناء خطوات التنظيف أكثر وضوحا عند استخدام التنظيف اليدوي مقارنة بالتنظيف الآلي، بعد خطوات التنظيف انخفض متوسط الحمل الميكروبي على الأدوات التي خضعت للتنظيف الأولي من 93.1 إلى 41.0 (Colony-Forming Unit-CFU/100 ml) في حالة تنظيف الأدوات باستخدام العملية اليدوية أي <55%، أما في الأدوات التي نُظِّفَت في غسالة بالموجات الفوق صوتية فانخفض الحمل الميكروبي 75 CFU/100ml أي ما يقارب 21%. [21]

قام Ganavadiya وزملاؤه بدراسة هدفت إلى المقارنة بين فاعلية تطهير ثلاثة مطهرات كيميائية على أدوات التشخيص الملوثة، حيث أجريت هذه التجربة العشوائية على ثلاثة مشاركين اخْتِيرُوا من مختبر للأبحاث، بوبال، ماديا، براديش في الهند، حيث نتج عن الأدوات التي عُقِّمَت في القضاء التام على الكائنات الحية الدقيقة القابلة للنمو، حيث لوحظ انخفاض الحد الأقصى في الحمل الميكروبي بعد التطهير مع H2O2 فوق أكسيد الهيدروجين يليها الجلوتارالدهيد، الكحول الإيثيلي والماء المقطر في ترتيب تنازلي، علاوة على ذلك سُجِّلَ الحد الأقصى من التلوث الجرثومي على المرايا المصنعة محليا، في حين أظهرت المرايا العادية القياسية أقل تلوث، واستنتج الباحثون لهذه الدراسة بأنه على الرغم من حدوث انخفاض كبير في العدد الكلي القابل للتطبيق على جميع المطهرات التي قُوِّمت في هذه الدراسة، لم ينجح أي من المطهرات في القضاء التام على الكائنات الحية القابلة للنمو.[22]

وقد أسفرت إحدى الدراسات أيضاً عن نتائج مقلقة تثبت أن سيميثيكون (Simethicone) يتبقى على منظار الاثني عشر، وهو دواء مضاد للفطريات يعطى عادة (عن طريق الفم أو من خلال قنوات المنظار) للمرضى الذين يخضعون لإجراءات بالمنظار لتقليل الرغوة والفقاقيع لتحسين الرؤية ودقة التشخيص. وقد يظل داخل المناظير الداخلية على الرغم من إعادة المعالجة. وقد يكون الجزء المتبقي من السيميثيكون نتيجة لمنافذ معينة وقنوات متأصلة في تصميم المنظار التي يمكن أن تؤثر على القدرة على تحقيق إعادة معالجة فعالة. على الرغم من فاعلية التطهير والتعقيم فقد زاد الوعي بالمواصفات العامة لتنظيف المستشفيات والثغرات في جهود سلامة المرضى المرتبطة بممارسات التطهير والتعقيم.[23]

وفي عام 2016 أبلغت إنجلترا عن إجراء تحقيق في تفشي Burkholderia cepacia في إحدى المراكز الطبية لديها، تعاونت مراكز السيطرة على الأمراض ومنظمة الغذاء والدواء (FDA) للتحقيق في هذا التفشي التي تورط فيها السائل الملوث لـ Docusate (a Stool softener) وأيضاً وجدت في صابون اليد والمطهرات الملوثة التي تحتوي على

الكلوروهيكسيدين وتستخدم كـ Skin antiseptic لتطهير الجلد قبل جمع الدم. كشفت نتائج هذا التحقيق عن وجود منظار معاد معالجته سابقا وثبت إصابته ببكتيريا B. cepacia.[23]

2. مشكلة البحث:

يكمن الخطر الرئيس وراء عدم تنظيف الأدوات الجراحية أو الأجهزة الطبية بشكل كافٍ، ثم تطهيرها أو تعقيمها على مستوى عالٍ إلى انتقال العدوى بين المرضى بما في ذلك الالتهابات في مواقع الجراحة، والالتهابات بمسببات الأمراض المنقولة عن طريق الدم مثل الالتهاب الكبدي نوع ب و نوع ج وفيروس نقص المناعة المكتسبة المسبب للإيدز وكذلكcytomegalovirus ، لذلك تعد عدوى المواضع الجراحية من أهم الإصابات المرتبطة بالرعاية الصحية حيث إنها تتطلب تدخلات رعاية صحية إضافية، تزيد من مدة البقاء في المستشفى من 6-30 يوم وتزيد من تكاليف المضادات الحيوية وتكاليف المختبر.

وفي هذا الصدد وجدنا دليلا يرتبط بالتعقيم للمجموعات التي تحتوي على أدوات جراحية خاصة بمرضى العظام والعيون مع زيادة معدل عدوى المواضع الجراحية(Surgical Site Infection-SSI) ، ونظرا لأن هؤلاء المرضى عرضة لمسببات الأمراض، فإن تحديد سبب الإصابة يمثل تحدياً كبيرا. حيث يزداد خطر العدوى عند استخدام الأدوات غير المعقمة.[18] وبالتالي فإن الممارسات السليمة في عمليات التنظيف والتطهير والتعقيم تضمن الاستخدام الآمن للأدوات الجراحية وغيرها من المعدات الطبية. ومع ذلك توجد العديد من السياسات والبروتوكولات بخصوص التطهير والتعقيم يجب اتباعها بحذافيرها لتفادي مثل تلك المشاكل والعدوى.

ومن الجدير بالذكر أن الفشل في تطهير المعدات وتعقيمها بشكل صحيح ناتج عن عدم الالتزام بالسياسات الموصي بها، وبالتالي سيكون له ملحقات سلبية من ناحية ضياع الوقت وجهد العاملين والتكلفة، ومن جانب آخر تلف للأدوات المعاد معالجتها بشكل خاطئ أو تعرضها للصدأ. وبازدياد الحاجة الملحة لمعرفة فاعلية المطهرات وانتشار مسببات عدوى المستشفيات؛ بالإضافة لارتفاع نسبة الأمراض والوفيات نتيجة للأدوات الملوثة؛ حاولنا في هذا العمل أن نطرح إجراءات إعادة معالجة المعدات الجراحية المستخدمة داخل قسم إمداد التعقيم المركزي لفهم كيفية العمل بها ومعرفة مدى كفاءتها ومطابقتها للمواصفات القياسية المعمول بها على النطاق المحلي والدولي.

3. اهداف البحث:

1- معرفة مدى كفاءة عمليات التنظيف والتطهير والتعقيم للأدوات الجراحية القابلة لإعادة الاستخدام بقسم التعقيم المركزي لمركز بنغازي الطبي.

2- معرفة أفضل عملية تنظيف وتطهير للأدوات الجراحية.

3- معرفة مدى اتباع العاملين في قسم التعقيم المركزي لمركز بنغازي الطبي للتعليمات واللوائح المتعارف عليها دوليا.

4. المواد وطريقة العمل:

1.4. مكان الدراسة وزمنها:

اخْتِيرَ مركز بنغازي الطبي قسم التعقيم المركزي مكاناً لإجراء الدراسة وقد نُظِّمَت عدة زيارات للمركز بالتعاون مع القسم. تراوحت فترة العمل بالمشروع ما بين شهر ديسمبر 2018 إلى شهر يوليو لسنة 2019.

2.4. تجميع المسحات:

جُمِعَت مسحات وقد بلغ عددها 65 مسحة باستخدام الممسحة القطنية المعقمة (Sterile Cotton Swab)، وقد جُمِعَت المسحات قبل تحضير العينات بحيث احتوت كل مسحة على 1 مل من محلول الديكستروز والغرض من هذه الخطوة هو ترطيب الممسحة ليُجْمَع أكبر عدد ممكن من البكتيريا وكذلك حفظ العينات التي جُمِعَت حتى الوصول بها للمختبر لِتُزْرَع بعد ذلك.

3.4. المواد المستخدمة:

- مطهر الستابيميد (Stabimid)، بتركيز 4% وهو مادة تستخدم لتنظيف الأدوات والمعدات الطبية .
- المنظف الأنزيمي الأكتوكلين بيرفيكت (Actoclean Perfect)، بتركيز 0.5% ويستخدم منظفاً إنزيمياً.
- المنظف الإنزيمي (Actoclean perfect)، بتركيز 3% ويستخدم منظفاً ومطهراً.
- مطهر الهليبيور (Helipur H plus N)، بتركيز 4% يستخدم مطهراً عالي المستوى.

4.4. تجميع المسحات وطريقة العمل:

جُمِعَت المسحات من الأدوات الجراحية المبينة في جدول رقم 1 بمجرد وصولها لقسم خدمات التعقيم (شكل رقم 1)، على النحو التالي:

التجميع الأول:

جُمِعَت المسحات بأربع طرق، تمثلت في الآتي:

1- جُمِعَت مسحات من العدة الجراحية بمجرد وصولها لقسم التعقيم المركزي.

2- جُمِعَت مسحات من العدة الجراحية بعد معاملتها بمطهر الستابيميد بتركيز 4 % وبزمن تعرض 15 دقيقة.

3- جُمِعَت مسحات من العدة الجراحية بعد معاملتها بمطهر الهليبيور بتركيز 4 % وبزمن تعرض 15 دقيقة.

4- جُمِعَت مسحات بعد تعقيم العدة الجراحية في جهاز التعقيم بالبخار.

التجميع الثاني:

جُمِعَت المسحات بالطريقة التالية:

1- جُمِعَت مسحات من العدة الجراحية بمجرد وصولها لقسم التعقيم المركزي.

2- جُمِعَت المسحات من العدة الجراحية بعد معاملتها بمنظف الاكتوكلين بتركيز 0.5% وبعد زمن تعرض 15 دقيقة.

3- جُمِعَت مسحات من العدة الجراحية بعد معاملتها بمطهر الهليبيور بتركيز 4% وبعد زمن تعرض 15 دقيقة.

4- جُمِعَت مسحات بعد تعقيم العدة الجراحية في جهاز التعقيم بالبخار.

التجميع الثالث:

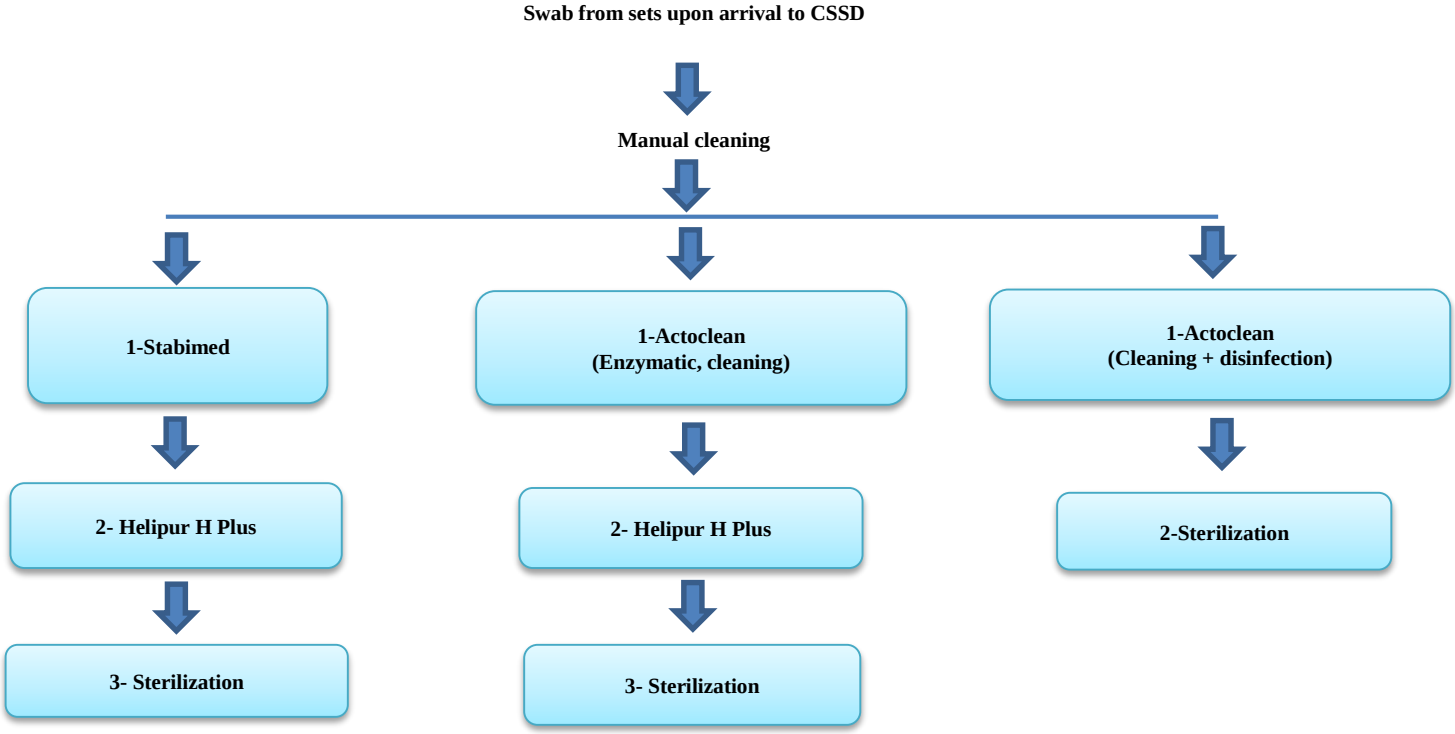
1- جُمِعَت مسحات من العدة الجراحية بمجرد وصولها لقسم التعقيم المركزي.

2- جُمِعَت المسحات من العدة الجراحية بعد معاملتها بمنظف الاكتوكلين بتركيز 3% (منظف ومطهر) وبعد زمن تعرض 5 دقائق.

3- جُمِعَت مسحات بعد تعقيم العدة الجراحية في جهاز التعقيم بالبخار.

ملاحظة: شُطِفَت الأدوات بالماء وجُفِّفت بعد إخراجها من الأحواض الخاصة بالمطهرات

أُرسِلَت المسحات إلى مختبر الأحياء الدقيقة لغرض عزل البكتيريا إن وجدت وعُرِّفت وأجريت اختبارات حساسيتها للمضادات الحيوية وذلك بزرع المسحات على أطباق خاصة باختبار المزرعة البكتيرية.



شكل رقم 1: الخطوات الثلاثة للتنظيف والتطهير المستخدمة في الدراسة

جدول 1: قائمة بالأطقم الجراحية التي أُخِذَت منها المسحات

Sets Name	Number of Sets
Hysterectomy	2
Laparoscopy	2
Thyroidectomy	2
Vascular	1
Urology	1
Pediatric	2
Ortho Major	1
Basic ACL Graft	2
ACL Arthroscopy	1
Orthoscope	1
Shaver	1
Total	**16**

5. النتائج:

أُخِذَت في هذه الدراسة 65 مسحة من الأدوات الجراحية بعد استخدامها وإرسالها من مختلف الأقسام بالمستشفى لقسم التعقيم المركزي، مركز بنغازي الطبي.

1.5. عزل البكتيريا وتعريفها:

عند أخذ المسحات وزراعتها على الأوساط الغذائية، أظهرت النتائج نمواً بكتيرياً في عدد 16 مسحة من أصل 65 مسحة جُمِعَت، كما احتوت تلك المسحات الست عشرة على 6 أنواع من البكتيريا؛ هي:

1- Acinetobacter spp.

2- Lactobacillus spp.

3- Psuedomonas aeruginosa

4- Bacillus spp.

5- Klebsiella spp.

6- Escherichia coli

2.5. نتائج المسحات من التجميع الأول:

بينت نتائج زرع عدد 18 مسحة التي أُخِذَت من الأدوات الجراحية التي وصلت لقسم خدمات التعقيم، ظهور ثلاثة أنواع من البكتيريا عند تطبيق بعض خطوات التنظيف والتطهير للأدوات الجراحية. كما بينت النتائج ظهور بكتيريا Acinetobacter spp. في العدة الجراحية الخاصة بعمليات Hysterectomy بعد استخدام الستابيميد (S1)، بينما لم تظهر في مرحلة التنظيف قبل استخدام الستابيميد (BS) وبعد التطهير والتعقيم (S2 وS3). كما بينت النتائج أيضاً عزل بكتيريا Lactobacillus spp. من العدة الجراحية الخاصة بعمليات Thyroidectomy، عند تطبيق الخطوة (S2) بينما باقي مراحل التنظيف والتطهير لم تُظهر أي عزل للبكتيريا من العدة الجراحية. يُلاحظ من نتائج أخذ المسحات من العدة الجراحية Hysterectomy، عزل بكتيريا Lactobacillus spp. في خطوة استخدام المنظف الإنزيمي. أما عند تجميع المسحات من العدة الجراحية الخاصة بعمليات Vascular وLaparoscopy، فقد عُزِلَت بكتيريا P. aeruginosa، في العدة الأولى قبل التنظيف اليدوي (BAD) والأخرى بعد استخدام المنظف الإنزيمي بتركيزه مطهراً (AD1)، بينما لم تُظهر المسحات

المأخوذة من العدة نفسـها وجود بكتيريا بعد التعقيم (AD2) أما في العدة الثانية فقد عُزِلَت هذه البكتيريا بعد الخطوة (AD1) ولم تُعْزَلْ قبل عملية التنظيف أو بعد عملية التعقيم. جدول (2).

جدول 2: نتائج المسحات التي أُخِذَت من الأدوات الجراحية في التجميع الأول

Set name	Steps	Results
Hysterectomy	BS	No growth
	S1	MDR *Acinetobacter* spp.
	S2	No growth
	S3	No growth
Thyroidectomy	BS	No growth
	S1	No growth
	S2	*Lactobacillus* spp.
	S3	No growth
Hysterectomy	BA	No growth
	A1	*Lactobacillus* spp.
	A2	No growth
	A3	No growth
Vascular	BAD	MDR *P. aeruginosa*
	AD1	MDR *P. aeruginosa*
	AD2	No growth
Laparoscopy	BAD	No growth
	AD1	MDR *P.aeruginosa*
	AD2	No growth

BS: Before Stabimid. **S1:** After Stabimid. **S2:** After Helipur. **S3:** After sterilization. **BA:** Before Actoclean. **A1:** After Actoclean. **A2:** After Helipur. **A3:** After sterilization. **BAD:** Before Actoclean as disinfectant. **AD1:** After Actoclean. **AD2:** After sterilization.

3.5. نتائج المسحات في التجميع الثاني:

نتائج المسحات التي أُخِذَت من أطقم مختلفة للأدوات الجراحية Paediatric instruments، Sysdoscopes، Hysterectomy وThyroidectomy موضحة في جدول (3). عُزِلَت بكتيريا Bacillus sp. المكونة للجراثيم الداخلية (Endospores) من عدة Paediatric قبل استخدام الستابيميد (BS) وبعد استخدامه (S1) وبعد استخدام الهليبيور (S2)، ولم تبين النتائج وجود البكتيريا بعد التعقيم. أما عند تطبيق الطريقة الثانية للتطهير على عدة Sysdoscopes الخاصة بالمسالك، فقد بينت النتائج خُلو العدة من الجراثيم في جميع مراحل التنظيف والتطهير والتعقيم، بينما عُزِلَت نفس البكتيريا من عدة Hysterectomy قبل التنظيف اليدوي بالقسم (BAD) ولم تُعْزَل في الخطوات التالية من تطبيق الاكتوكلين كإنزيم ومطهر (AD1) وبعد التعقيم (AD2). بينت النتائج أيضاً خلو عدة Thyroidectomy من أي جراثيم عند التنظيف اليدوي واستخدام الستابميد والهليبيور.

جدول 3: نتائج المسحات التي أُخِذَت من الأدوات الجراحية في التجميع الثاني

Set name	Steps	Results
Pediatric instruments	BS	*Bacillus* spp.
	S1	*Bacillus* spp.
	S2	*Bacillus* spp.
	S3	No growth
Sysdoscopes(Urology)	BA	No growth
	A1	No growth
	A2	No growth
	A3	No growth
Hysterectomy	BAD	*Bacillus*
	AD1	No growth
	AD2	No growth
Thyroidectomy	BS	No growth
	S1	No growth
	S2	No growth
	S3	لم تُؤخَذ العينة بسبب عطل في جهاز التعقيم

BS: Before Stabimed. **S1:** After Stabimed. **S2:** After Helipure. **S3:** After sterilization. **BA:** Before Actoclean. **A1:** AterActoclean. **A2:** After Helipure. **A3:** After sterilization. **BAD:** Before Actoclean as Disinfectant. **AD1:** After Actoclean. **AD2:** After sterilization.

4.5. نتائج المسحات في التجميع الثالث

الجدول رقم 4 يبين نتائج المسحات وعددها 22 مسحة التي أُخِذَت من عدة Laparoscopy، Ortho major، Shaver، Basic ACL graft وOrthoscope. عُزِلَت بكتيريا Lactobacillus spp. من عدة Laparoscopy قبل التنظيف اليدوي أي قبل استخدام الاكتوكلين (BA)، كما عُزِلَت من Orthoscope قبل استخدام الاكتوكلين محلولاً إنزيمياً ومطهراً (BAD) ومن عدة Laparoscopy أخرى قبل استخدام الستابميد وقبل التنظيف اليدوي (BS)، ولم تُعْزَلْ في الخطوات اللاحقة من التنظيف والتطهير، بينما تم عزلها بعد التعقيم (S3). كما عُزِلَتْ بكتيريا E. coli من عدة Basic ACL graft بعد التنظيف اليدوي واستخدام الستابميد (S1)، ولم تُعْزَلْ في الخطوات اللاحقة من التطهير والتعقيم.

جدول 4: نتائج المسحات التي أُخِذَت من الأدوات الجراحية في التجميع الثالث

Set name	Steps	Results
Laparoscopy	BA	Lactobacillus spp.
	A1	No growth
	A2	No growth
	A3	No growth
Ortho major	BAD	No growth
	AD1	No growth
	AD2	No growth
Shaver	BS	No growth
	S1	No growth
	S2	No growth
	S3	No growth
Basic ACL graft	BS	No growth
	S1	E. coli (ESBL Producer)
	S2	No growth
	S3	No growth
Orthoscope	BAD	Lactobacillus spp.
	AD1	No growth
	AD2	No growth
Laparoscopy	BS	Lactobacillus spp.
	S1	No growth
	S2	No growth
	S3	Lactobacillus spp.

BS: Before Stabimid. **S1:** After Stabimid. **S2:** After Helipur. **S3:** After sterilization. **BA:** Before Actoclean. **A1:** After Actoclean. **A2:** After Helipur. **A3:** After sterilization. **BAD:** Before Actoclean as disinfectant. **AD1:** After Actoclean. **AD2:** After sterilization.

5.5. نتائج المسحات في التجميع الرابع:

جُمِعَت عدد 11 مسحة من ثلاث عدد جراحية، Paediatric minor، Basic ACl graft وACL Orthoscopy (جدول 5). بينت نتائج المسحات التي جُمِعَت بعد كل مرحلة من التنظيف والتطهير والتعقيم، عزل نوع واحد من البكتيريا هي Klebsiella spp. من عدة Basic ACL graft بعد استخدام المنظف الأنزيمي الاكتوكلين (Actoclean)، ولم يُعْزَل اي نوع من الجراثيم عند اتباع كل الخطوات من تنظيف وتطهير وتعقيم.

جدول 5: نتائج المسحات المأخوذة من أطقم العدة الجراحية في التجميع الرابع

Set name	Steps	Results
Pediatric minor	BAD	No growth
	AD1	No growth
	AD2	No growth
Basic ACL graft	BA	No growth
	A1	Klebsiella spp. (ESBL Producer)
	A2	No growth
	A3	No growth
ACL Orthoscopy	BA	No growth
	A1	No growth
	A2	No growth
	A3	No growth

BS: Before stabimid. **S1:** After Stabimid. **S2:** After Helipur**. S3:** After sterilization. **BA:** Before Actoclean. **A1:** After Actoclean. **A2:** After Helipur. **A3:** After sterilization. **BAD:** Before Actoclean as Disinfectant. **AD1:** After Actoclean. **AD2:** After sterilization.

6.5. اختبارات المضادات الميكروبية:

حساسية البكتيريا المعزولة من العدة الجراحية للمضادات الحيوية مبينة في جدول رقم 6، بينت النتائج عزل بكتيريا Klebsiella spp. وبكتيريا E. coli المقاومة للمضادات الحيوية ومن خلال اختبارات الأنزيمات المحللة للمضادات الحيوية تبين أنها منتجة لإنزيمات البيتالاكتاميز واسعة الطيف (Extended Spectrum Beta Lactamses (ESBLs). كما بينت نتائج اختبارات المضادات الحيوية أيضاً مقاومة بكتيريا P. aeruginosa وبكتيريا Acinetobacter spp. للعديد من المضادات الحيوية وتعد هذه الأنواع البكتيرية من أخطر أنواع البكتيريا التي تصيب المواضع الجراحية وهي مصنفة ضمن بكتيريا عدوى المستشفيات الأكثر خطورة.

جدول 6: نتائج اختبارات حساسية البكتيريا المعزولة للمضادات الحيوية

	.Acinetobacter spp	P. aeruginosa	P. aeruginosa	P. aeruginosa	.Klebsiella Spp	E. coli
Gentamicin	R	S	S	S	R	R
Erythromycin	R	ND	ND	ND	ND	ND
Clindamycin	R	R	R	R	ND	ND
Ciprofloxacin	R	S	S	S	R	R
Augmentin	R	R	R	R	R	R
Ertapenem	R	R	ND	ND	ND	ND
Tazociline	S	S	S	S	S	R
Aztreonam	R	S	S	S	R	R
Ceftazidime	S	S	S	S	R	R
Imipenem	R	S	S	S	S	S
Ticarcilline + Clavulinic acid	S	ND	S	S	ND	ND
Azithromycin	ND	R	R	I	ND	ND
Cefoxitine	ND	R	R	R	ND	ND
R: Resistant . S: Sensitive. ND: Not detected						

6. المناقشة

هدفت الدراسة إلى معرفة فعالية المنظفات والمطهرات وتقويمها بثلاث طرق في نظافة وتطهير الأدوات الجراحية القابلة لإعادة الاستخدام في قسم التعقيم المركزي، مركز بنغازي الطبي والتعرف على الأسباب التي تؤثر على جودة تعقيم الأدوات الجراحية ومعرفة ما إذا كان قسم خدمات التعقيم يقدم خدمة للعمليات بالشكل الصحيح.

جُمِعَت العينات من الأدوات الجراحية على عدة مراحل مختلفة. العينات الأولى كانت عند استقبال الأدوات الجراحية من الأقسام بعد التنظيف اليدوي وقبل استخدام أي منظف وذلك لمعرفة الحمل الميكروبي على الأدوات الجراحية وباقي المسحات بعد تطبيق خطوات التنظيف والتطهير باستخدام الستابيميد الذي يعمل منظفاً والأكتوكلين منظفاً إنزيمياً بتركيز معين ومنظف ومطهر بتركيز آخر، والهلبيبور المطهر عالي المستوى وذلك لمعرفة جودة المواد المستخدمة في تنظيف وتطهير الأدوات الجراحية والأخيرة كانت بعد عملية تعقيم الأدوات لتقويم كفاءة وجودة جهاز التعقيم المستخدم في قسم خدمات التعقيم. ومن ثم نُقِلَت المسحات وعددها 65 مسحة إلى مختبر السليم لإجراء الاختبارات الميكروبيولوجية عليها.

وعلى الرغم من أن نتائج اختبار المزرعة البكتيرية بينت عزل 6 أنواع فقط من البكتيريا إلا أن نتائج حساسية المضادات الحيوية أو الميكروبية عليها أظهرت مقاومة البكتيريا لمعظم أنواع المضادات الحيوية والميكروبية التي استُخْدِمَت، كما أن 3 أنواع منها تعتبر من أكثر أسباب تفشي عدوى المستشفيات وفقا لما أدرجته منظمة CDC لعام 2008، وهذه الأنواع هي: K. pneumonie و spp. Acinetobcter و P. aeruginosa.

تشابهت دراستنا مع دراسة مرجعية قام بها Southworth بهدف معرفة مستوى ونوع التلوث الميكروبي على الأدوات الجراحية المختلفة، وذلك بمراجعة الدراسات التي أجريت في هذا المجال، وتأثير التطهير غير الصحيح على فعالية التعقيم، وقد تبين من خلال البحث أن بعض أنواع البكتيريا مثل Mycobacteria و P. aeruginosa كانت أحد أسباب تلوث الأدوات الجراحية. [24]

وأظهرت النتائج المختبرية في دراستنا عزل بكتيريا Bacillus spp. المكونة للجراثيم الداخلية (Endospores) من عدة Paediatric بعد التنظيف المبدئي في قسم العمليات وقبل استخدام الستابيميد (BS) وبعد استخدامه (S1) وبعد استخدام الهلبيبور (S2) ولكن لم تُعْزَل بعد عملية التعقيم (S3) ويدل هذا على كفاءة الخطوات التي سبقتها حيث إن بكتيريا Bacillus من الأنواع المكونة للأبواغ البكتيرية (Endospores) فإذا لم تتم عملية التنظيف والتطهير بشكل صحيح لن يقضي الأوتوكلاف على تلك الأبواغ.

كما أوضحت النتائج بعد عملية تنظيف الأدوات الجراحية ظهور بكتيريا Acinetobacter في العدة الجراحية الخاصة بعمليات Hysterectomy بعد استخدام المنظف ستابيميد (S1) وعُزِلَتْ بكتيريا E. coli من عدة الجراحة Basic ACL graft بعد التنظيف اليدوي واستخدام الستابميد (S1) وكانت مفرزة لإنزيمات البيتالاكتاميز واسعة الطيف (ESBLs) حيث أظهرت مقاومة لعدة أنواع من المضادات الحيوية.

وفي دراسة قامت بها Dancer .لوحظ زيادة في معدل الإصابات بعدوى المواضع الجراحية (SSI) بعد إجراء العمليات الجراحية النظيفة وأظهرت النتائج أن أنواع البكتيريا التي عُزِلَتْ كانت Coagulase-negative Staphylococci (CoNS) و.Bacillus spp، حيث إن العدوى التي حدثت كانت بسبب الحفظ الخاطئ للأدوات بعد التعقيم.[18]

تشابهت دراستنا مع هذه الدراسة من حيث ظهور نمو بكتيري بعد عملية التعقيم واختلفت من حيث نوع البكتيريا والسبب في نموها حيث إنه لم يُلاحظ أي نمو لبكتيريا .Bacillus spp بعد عملية تعقيم الأدوات الجراحية ومن خلال النتائج التي تحصلنا عليها، عُزِلَتْ بكتيريا .Lactobacillus spp بعد دخول الأدوات إلى جهاز التعقيم بالبخار (S3) وكانت من عدة Laproscopy ويرجح السبب إلى حدوث خلل في جهاز التعقيم (الضغط، الحرارة، مدة دورة التعقيم أو غير ذلك) لأن جميع الأدوات بعد خروجها من جهاز التعقيم وأخذ المسحات منها لم يُعْزَلْ أي نوع بكتيريا ومن المعروف أن جهاز التعقيم بالبخار يحقق التعقيم الناجح والكامل للأدوات ويقضي على جميع أنواع الميكروبات لذلك يجب الكشف وصيانة الأجهزة باستمرار لضمان وصول الأدوات الجراحية معقمة إلى أماكن استعمالها سواء قسم العمليات أو الأقسام الحرجة.

كما أظهرت أيضاً نتائج الدراسة أنه عُزِلَتْ بكتيريا P. aeruginosa مرتين، بعد التنظيف اليدوي (BAD) والأخرى بعد استخدام المنظف الأنزيمي بتركيزه منظفاً ومطهراً (AD1)، بينما لم يكن هناك نمو للبكتيريا بعد التعقيم (AD2) وأظهرت نتائج المختبر مقاومة البكتيريا للعديد من المضادات الحيوية منها Clindamycin و Augmentin.

وفي دراسة أجراها Shimono بعنوان تفشي عدوى P. aeruginosa بعد العمليات الجراحية الصدرية التي حدثت عن طريق تلوث المنظار القصبي حيث رجع التفشي لسبب وجود مشكلة في Automated Endoscope Reprocessor (AER) وعدم تطبيق التطهير عليه بشكل صحيح.[25]

وتشابهت دراستنا مع دراسة أجراها Saito ومعاونوه عن تلوث الأدوات الجراحية المستخدمة في العمليات الاستكشافية (Lapratomy) التي تُجْرى على المرضى، فقد عُزِلَ عدد 66 عزلة بكتيرية تتبع البكتيريا الموجبة والسالبة لصبغة جرام، وقد عزلت هذه الأنواع من عدد 44 عدة جراحية.[26]

كما تشابهت دراستنا مع دراسة Kameda وآخرين والتي نشرت عام 2018 عن تلوث الأدوات الجراحية المستخدمة في غلق الجروح، حيث بينت الدراسة أن نسبة 87.6% من الأدوات الجراحية ملوثة بالبكتيريا بعد التعقيم، وقد كانت الأنواع المعزولة هي Enterococcus species، E. coli، P. aeruginosa، K. pneumoniae، K. oxytoca، A. baumannii.[27]

لذلك لابد من التركيز والاهتمام بعملية التنظيف الجيد للأدوات الجراحية حيث إن التنظيف غير الجيد للأدوات أحد أسباب اكتساب عدوى المستشفيات ويجب علينا تطبيق خطوات معتمدة ووضع بروتوكولات وأسس صارمة يجب اتباعها من قبل موظفي قسم خدمات التعقيم تهدف إلى ضمان وصول الأدوات الجراحية معقمة إلى أماكن استخدامها سواء قسم العمليات أو الأقسام الحرجة.

7. الاستنتاجات:

1- تسهل عملية التنظيف اليدوي وباستخدام المنظفات أو المنظفات الإنزيمية عملية التطهير والتعقيم التي تليها.

2- إذا لم تُنَظَّف الأدوات يدويا لتقليل الحمل الميكروبي على الأدوات فإن الأدوات قد تلوث المادة المنظفة أو المطهرة وبالتالي تؤدي إلى فشل في عمليات التنظيف أو التطهير التي تتبعها خاصة إذا كانت البكتيريا من النوع الشرس المعروفة بأكثر الأنواع المسببة لعدوى المستشفيات.

3- التنظيف بالعامل الإنزيمي منظفاً ومطهراً في الوقت نفسه (بتركيز 4%) أدى إلى ظهور نتائج أفضل من استخدامه منظفاً إنزيمياً فقط (تركيز 0.5).

4- عملية التطهير العالي المستوى أظهرت نتائج أفضل بعد عملية التنظيف اليدوي ووضع الأدوات في منظف إنزيمي.

5- عملية التعقيم باستخدام جهاز التعقيم فعال جدا بعد القيام بعمليتي التنظيف والتطهير.

6- طريقة تصميم مركز خدمات التعقيم مثالي ومطابق للمواصفات وفقا لما أدرجته المنظمات العالمية كمنظمة الصحة العالمية (WHO) ومركز مكافحة الأمراض.(CDC)

7- طاقم العمل على وعي بأهمية عملهم حيث إننا رأينا ذلك في أدائهم لعملية التنظيف اليدوي بشكل جيد واتباعهم لبروتوكول القسم بخصوص خطوات التنظيف والتطهير.

8- لاحظنا كذلك وعي العاملين بالقسم بأهمية ارتداء الملابس الواقية كاملة ومعرفتهم لخطورة التعرض للمواد الكيميائية في المنطقة الملوثة وكذلك ارتدائهم لها في المنطقة النظيفة ومنطقة التعقيم لضمان المحافظة على سير العملية بشكل صحيح خاصة بعد عملية التعقيم.

8. التوصيات:

1- يعد التنظيف اليدوي للأدوات الجراحية ضرورياً ويجب إكماله في أسرع وقت بعد انتهاء العملية الجراحية وبشكل جيد لأن المخلفات العضوية تجف بسرعة على الأدوات ويصعب التخلص منها بسهولة حيث إن هذه الخطوة هي الحاسمة فهي التي تجعل الأدوات جاهزة للمعالجة وفشلها يتداخل مع عمليتي التطهير والتعقيم.

2- التطبيق الصحيح للتطهير والتعقيم من قبل موظفي قسم خدمات التعقيم يضمن الاستخدام الآمن للأدوات الجراحية والمعدات الطبية التي تستعمل للمرضى في أثناء العمليات الجراحية .

3- يجب على العاملين بقسم خدمات التعقيم ارتداء الملابس الواقية كاملة PPEفي أثناء القيام بعملية تنظيف الأدوات الجراحية في الـ Dirty room وذلك لحماية صحة العاملين ومساهمتهم في تقليل انتقال العدوى.

4- قبل اختيار أي مطهر، يجب على الشخص المسؤول بالقسم أو المستشفى قراءة المعلومات كاملة التي تكون مسجلة في الـ Safety data sheet وعند اختيار المطهر يجب أن يتوافق مع المعايير الأساسية لاختيار المطهرات.

5- عند استخدام المطهر يراعى وضع تاريخ الفتح والانتهاء.

6- ضرورة تثقيف العاملين وتعليمهم في قسم خدمات التعقيم عن طرق إعادة المعالجة للأدوات والمعدات بناءً على المعايير المعترف بها دوليا من قبل المنظمات العالمية كمنظمة الصحة العالمية (WHO) ومركز مكافحة الأمراض CDC)) وتعليمات الشركة المصنعة .

7- التأكد من استخدام الماء النظيف في عملية تنظيف الأدوات الجراحية ويجب تخزين الأدوات المعاد معالجتها بعيدا عن أي مصدر محتمل لوجود تلوث لتجنب حدوث أي عدوى.

8- صيانة المعدات ومراقبتها، مثل أجهزة التعقيم بشكل مستمر لضمان العمل بشكل صحيح.

9- تنفيذ برامج للتدريب لضمان كفاءة جميع العاملين والرفع من مهاراتهم.

يعتبر هذا القسم من أهم الاقسام في المستشفى حيث إن عمليات التنظيف والتطهير والتعقيم للأدوات بالطريقة الصحيحة تحمي من حدوث عدوى المواضع الجراحية التي عند تجنبها تقلل من طول مدة الإقامة وزيادة تكاليف العلاج.

9. المراجع:

1. Bundgaard K, Sorensen E, Ripadal K, Christensen A, Schønheyder, H. Challenging the six-hour recommendation for reprocessing sterilizable medical equipment. J Hosp Infect. 2019; 101(1): 13-19 .
2. Rutala W.A, Weber D.J. How to assess risk of disease transmission to patients when there is a failure to follow recommended disinfection and sterilization guidelines. Infect Control Hosp Epidemiol. 2007; 28(2): 146-155.
3. Rutala W, Weber D. Disinfection and sterilization: An overview. Am J Infect Control. 2013; 41(5): S2-S5.
4. Rutala W, Weber D. Disinfection and Sterilization in Health Care Facilities. Infec Dis Clin North Am. 2016; 30(3): 609-637.
5. Rutala W.A, and Weber D.J,. Draft guideline for disinfection and sterilization in healthcare facilities. CDC. 2002 .
6. SGNA Practice Committee. Guideline for use of high-level disinfectants and sterilants for reprocessing flexible gastrointestinal endoscopes. Gastroenterol Nurs. 2013; 38(1): 70-80.
7. Rutala W., Weber D., Healthcare Infection Control Practices Advisory Committee. Guideline for disinfection and sterilization in healthcare facilities. 2008. Retrieved from:*http://www.cdc.gov/hicpac/pdf/guidelines/Disinfection_Nov_2008.pdf*
8. Association for the Advancement of Medical Instrumentation. Chemical sterilization and high-level disinfection in health care facilities (ANSI/AAMI ST58: 2005/(R) 2010). Arlington, VA: Author. 2010.
9. Alfa M.J, Degagne P., Olson N. Worst-case soiling levels for patient-used flexible endoscopes before and after cleaning. Am J Infect Control. 1999; 27(5): 392-401.
10. Alfa MJ, DeGagné P, Olson N., Fatima I. EVOTECH® endoscope cleaner and reprocessor (ECR) simulated-use and clinical-use evaluation of cleaning efficacy. BMC infectious diseases. 2010. 10(1): 200.
11. Alfa M.J, Olson N., Al-Fadhaly A. Cleaning efficacy of medical device washers in North American healthcare facilities. J Hosp Infect. 2010; 74(2):168-177.
12. Alfa M.J, Olson N, DeGagné P, Simner P.J. Development and validation of rapid use scope test strips to determine the efficacy of manual cleaning for flexible endoscope channels. Am J Infect Control. 2012; 40(9): 860-865.
13. Alfa M.J, Fatima I, Olson N. The adenosine triphosphate test is a rapid and reliable audit tool to assess manual cleaning adequacy of flexible endoscope channels. Am J Infect Control. 2013; 41(3): 249-253.
14. Alfa M.J, Olson N., Murray B.L. Comparison of clinically relevant benchmarks and channel sampling methods used to assess manual cleaning compliance for flexible gastrointestinal endoscopes. Am J Infect Control. 2014; 42(1): e1-e5.
15. Alfa M. Current issues result in a paradigm shift in reprocessing medical and surgical instruments. Am J Infect Control. 2016; 44(5): e41-e45.
16. Obee P.C, Griffith C.J, Cooper R.A, Cooke R.P, Bennion, N.E, Lewis M. Real-time monitoring in managing the decontamination of flexible gastrointestinal endoscopes. Am J Infect Control. 2005; 33(4): 202-206.
17. Langaly A.M.D, Ofstead C.L, Mueller N.J, Tosh P.K, Baron T.H, Wetzler H.P. Reported gastrointestinal endoscope reprocessing lapses: the tip of the iceberg. Am J Infect Control. 2013; 41(12): 1188-1194.
18. Dancer S, Stewart M, Coulombe C, Gregori A, Virdi M. Surgical site infections linked to contaminated surgical instruments. J Hosp Infect. 2012; 81(4): 231-238.
19. Fry D. The Economic Costs of Surgical Site Infection. Surgical Infections. 2002; 3(s1): s37-s43.
20. Costa D, Lopes L, Vickery K, Watanabe E, Vasconcelos L, de Paula M, et. al. Reprocessing safety issues associated with complex-design orthopaedic loaned surgical instruments and implants. Injury. 2018; 49(11): 2005-2012.
21. De Souza Evangelista S, dos Santos S.G, de Resende Stoianoff M.A., de Oliveira A.C. Analysis of microbial load on surgical instruments after clinical use and following manual and automated cleaning. Am J Infect Control. 2015; 43(5): 522-527.
22. Ganavadiya R, Gupta R, Khandelwal G, Saxena V, Tomar P., Chandra Shekar B. Disinfecting efficacy of three chemical disinfectants on contaminated diagnostic instruments: A randomized trial. J Basic and Clin Pharm. 2014; 5(4): 98.
23. Barnden M. Disinfection and Sterilization: Emerging Trends and Technologies. AORN Journal. 2016; 104(6): 523-530 .
24. Southworth P. Infections and exposures: reported incidents associated with unsuccessful decontamination of reusable surgical instruments. J Hosp Infect. 2014; 88(3): 127-131.
25. Shimono N, Murata M, Kanamoto Y, Uchida Y, Matsumoto H, Hayashi J, Takuma T, Tsuchimochi N, Shiose A, Morita S. An outbreak of Pseudomonas aeruginosa infections following thoracic surgeries occurring via the contamination of bronchoscopes and an automatic endoscope reprocessor. J Infect Chemother. 2008; 14(6): 418-423.
26. Saito Y, Kobayashi H, Uetera Y, Yasuhara H, Kajiura T, and Okubo T. Microbial contamination of surgical instruments used for laparotomy. Am J Infect Control. 2014; 42(1): 43-47.
27. Kameda N, Nishio J, Ogawa T, Okada S. Intestinal bacterial contamination of surgical instruments used for wound closure during intestinal surgery. 2018; 31(3): 7-8.