



الجمعية العلمية السعودية
للهندسة الطبية

دور أقسام الهندسة الطبية في تقليل النفقات الإلكترونية والإنبعثات الكربونية

المهندس / حاتم يوسف نجار

الرئيس التنفيذي لشركة الفكرة الأمثل لتقنية المعدات الطبية

عضو الجمعية العلمية السعودية للهندسة الطبية

إستشاري هندسة طبية حيوية

بحسب منظمة الصحة العالمية

- النفايات الإلكترونية هي مصدر النفايات الصلبة الأسرع تنامياً في العالم.
- في عام 2019، أُنتج ما يُقدر بنحو 53.6 مليون طن من النفايات الإلكترونية على مستوى العالم، ولكن الكمية التي تم توثيق جمعها وإعادة تدويرها رسمياً بلغت 17.4% فقط.
- الرصاص هو أحد المواد السامة التي تُطلق في البيئة عند إعادة تدوير النفايات الإلكترونية أو تخزينها أو التخلص منها عن طريق القيام بأنشطة رديئة، مثل الحرق في الهواء الطلق.
- قد تخلف أنشطة إعادة تدوير النفايات الإلكترونية العديد من الآثار الضارة على صحة الإنسان. والأطفال والنساء الحوامل هم الأشخاص المعرضون للخطر بشكل خاص.
- تشير الإحصائيات إلى أن النفايات الإلكترونية من المتوقع أن ترتفع بنسبة 50% خلال العقد القادم. ويعتبر قطاع الرعاية الصحية مسؤولاً عن نحو 2-10% من انبعاثات غازات الاحتباس الحراري.



بعض الجهات العالمية ذات العلاقة فيما يخص النفايات الإلكترونية والكهربائية للأجهزة الطبية

European Commission - Waste from Electrical and Electronic Equipment (WEEE)	المفوضية الأوروبية - النفايات الناتجة عن المعدات الكهربائية والإلكترونية (WEEE)
European WEEE registers network (EWRN)	شبكة سجلات النفايات الإلكترونية والكهربائية الأوروبية (EWRN)
Directive 2002/96/EC on Waste Electrical and Electronic Equipment (WEEE Directive). Annex 1A and 1B, Item 8 Medical devices	التوجيه EC /96/2002 بشأن نفايات المعدات الكهربائية والإلكترونية (توجيه WEEE). الملحق 1 أ و 1 ب، البند 8 الأجهزة الطبية
DIRECTIVE 2012/19/EU OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL related to WEEE in medical devices	التوجيه EU /19/2012 الصادر عن البرلمان الأوروبي والمجلس فيما يتعلق بمخلفات المعدات الكهربائية والإلكترونية في الأجهزة الطبية
ISO 14067 – specifies the principles, requirements and guidelines for the quantification and reporting of the carbon footprint of a product (PCF), and is consistent with life cycle assessment (LCA) Standards	ISO 14067 حدد المبادئ والمتطلبات والمبادئ التوجيهية لقياس البصمة الكربونية للمنتج (PCF) والإبلاغ عنها، ويتوافق مع معايير تقييم دورة الحياة (LCA)
International Federation for Medical and Biological Engineering (IFMBE): Supporting research into sustainable medical engineering technologies and reducing negative environmental impacts.	الاتحاد الدولي للهندسة الطبية والبيولوجية (IFMBE): دعم البحث في تقنيات هندسة الطبية المستدامة والحد من التأثيرات البيئية السلبية.



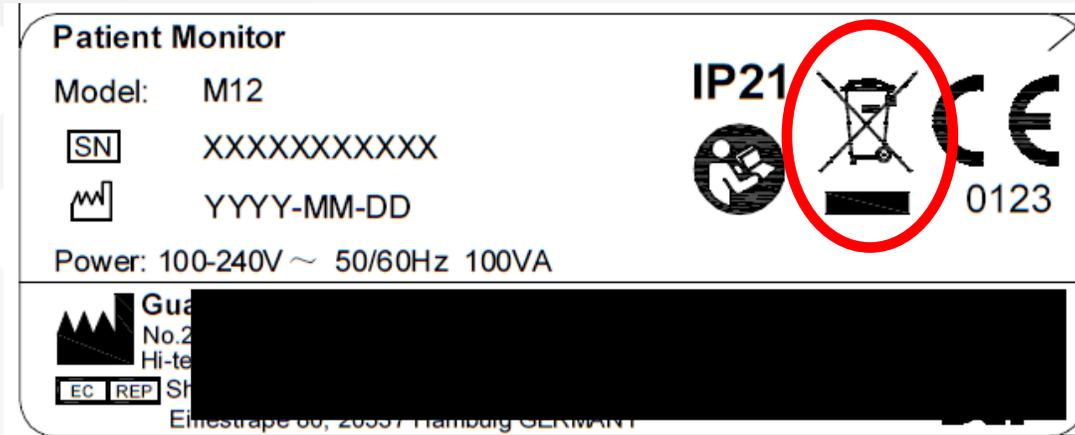
تحديد النفايات الكهربائية والإلكترونية



- عام 2005 تم إلزام جميع المصنعين على اضافة علامة الحاوية للمعدات الكهربائية والإلكترونية.
- العلامة المضاف لها خط أسود للمنتجات الكهربائية والإلكترونية يدل انه تم تصنيعها بعد عام 2005.
- يجب فصلها عن النفايات العادية بحاويات منفصلة.
- يجب التخلص منها بشكل امن بحسب توصيات الشركة المصنعة او الجهات المشرعة المحلية والدولية.
- هذه العلامة لجميع الأجهزة الكهربائية والإلكترونية الطبية او الغير طبية.



مثال لملصق معلومات الجهاز الطبي



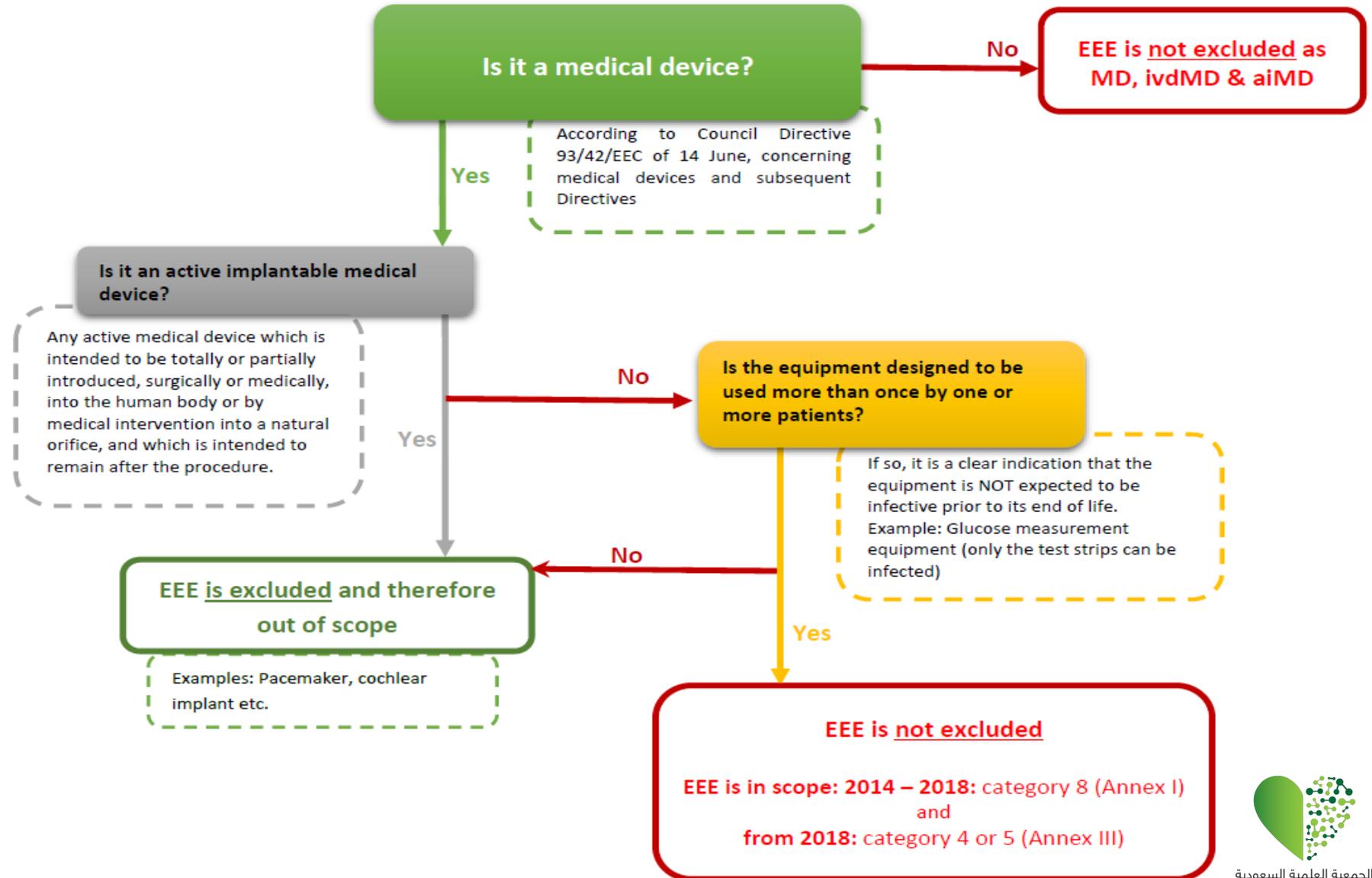
أهم المواد الضارة الموجودة في النفايات الكهربائية والإلكترونية للأجهزة الطبية

تحتوي النفايات الإلكترونية للأجهزة الطبية على مجموعة متنوعة من المواد الضارة، وهذه المواد قد تكون ضارة بالبيئة والصحة العامة إذا لم تتم إدارتها بشكل صحيح. البعض من هذه المواد الضارة تشمل:

1. الزئبق: (Mercury) يمكن أن يوجد في بعض الأجهزة الطبية مثل الأجهزة القديمة لقياس درجة الحرارة والأجهزة الطبية الأخرى.
2. الرصاص: (Lead) يمكن أن يكون موجودًا في أسلاك ومكونات إلكترونية مختلفة.
3. الكاديوم: (Cadmium) يمكن أن يتواجد في بطاريات النيكل الكاديوم.
4. البولي كلورينات البيفينيل: (PCBs) تُستخدم في الدوائر الإلكترونية ويعتبر لها تأثير سلبي على البيئة.
5. الزركونيوم: (Zirconium) قد يكون موجودًا في بعض الأجهزة الطبية.
6. البلاستيك الصعبة: (Hard Plastics) قد تحتوي على مواد كيميائية ضارة عند تحللها.



شجرة القرار لتحديد النفايات الكهربائية والإلكترونية في الأجهزة الطبية





مثال: كمية ثاني اكسيد الكربون المكافئ المنبعثة خلال التصنيع الجديد*

Ultrasound Standard Probe	9.58kg CO2 eq. during production	مجس الموجات فوق صوتية القياسي
Endoscope / Ultrasound Endoscope	12.64kg CO2 eq. during production	المنظار / منظار الموجات فوق صوتية
Phaco handpiece	2.75kg CO2 eq. during production	قبضة الفاكو



اعتمادًا على نوع العطل، يمكن أن يوفر الإصلاح المعتمد ما بين 50-90% من ثاني أكسيد الكربون المكافئ مقارنة بعملية شراء جديدة.

* تم حساب كميات ثاني أكسيد الكربون المكافئ خلال التصنيع بحسب معيار المواصفة ISO14067



- اطالة عمر دورة حياة المنتج.
- تقليل تكلفة الإصلاح كلما كان التدخل مبكرا.
- تقليل النفايات الكهربائية والإلكترونية وانعكاسها على الانبعاثات الكربونية.
- تكلفة عمليات الإصلاح المعتمدة اقل بنسبة تصل الى 70% من شراء منتج جديد.

تقليل الى 50%
من CO2 eq

تقليل الى 90%
من CO2 eq

LEVEL 1
Small repairs

- Optical repair
- Partial cable repair
- Cleaning the connector pins

LEVEL 2
Repair optical parts

- Housing Bend protection
- Connector repair
- Repair pins
- Renew locking

LEVEL 3
Renew optical parts

- Lamination
- Optical total repair

LEVEL 4
Renew technical parts

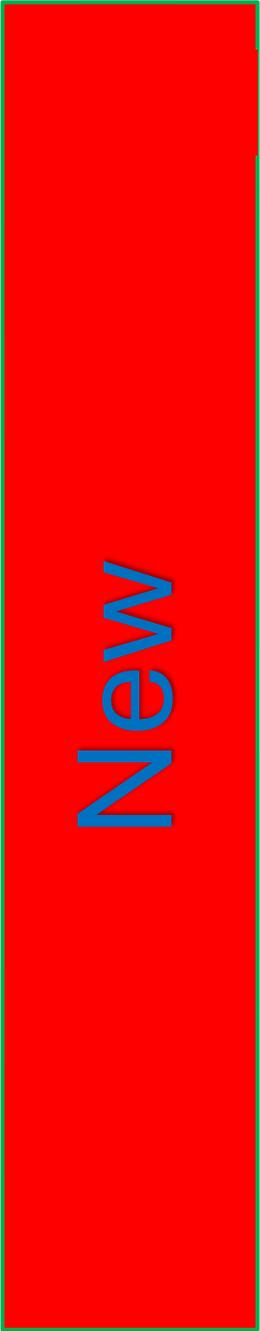
- High Level Repair
- Cable coating
- Element wires
- Renew mechanics

LEVEL 5
Renew technical and optical parts

- Lamination, bend protect. and housing
- Lamination and cable
- Lamination , soldering

LEVEL 6
Repair/Replace all parts NEW

- Crystals
- Elements
- Cable
- Lamination
- Housing

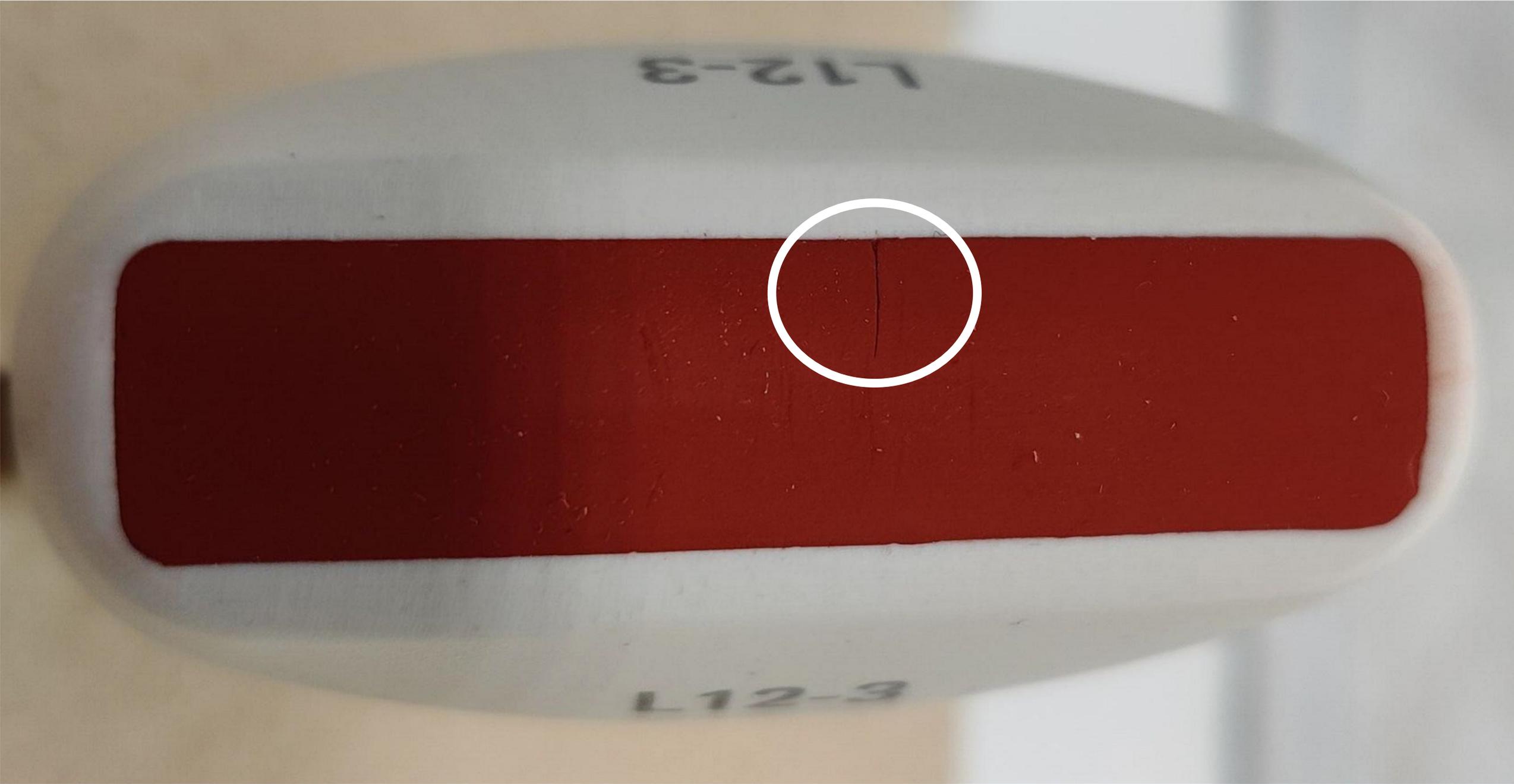


صيانة وقائية ... وأكثر

- الصيانة الوقائية حسب ارشادات الشركة المصنعة عامل مهم لاستدامة الأجهزة الطبية وسلامتها والحفاظ على مأمونيتها .. ولكن يوجد العديد من الأجهزة الطبية او ملحقاتها تستدعي عملا اضافية للوصول للإستدامة والمساهمة لتقليل النفايات الكهربائية والإلكترونية مثل الفحص البصري الدقيق والذي يمكن تبنيه في اقسام الهندسة الطبية لكثير من الأجهزة الطبية.
- يوجد انواع من الخلل في الكثير من الأجهزة الطبية لا يؤثر على استخدام الجهاز الطبي على المدى القصير ولا يتم التبليغ عنه من قبل المستخدمين النهائيين، ولكن هذه الخلل يكون بداية لخلل أكبر او تعطل كامل في المستقبل القريب.

لنرى أمثلة حقيقية على ذلك ...

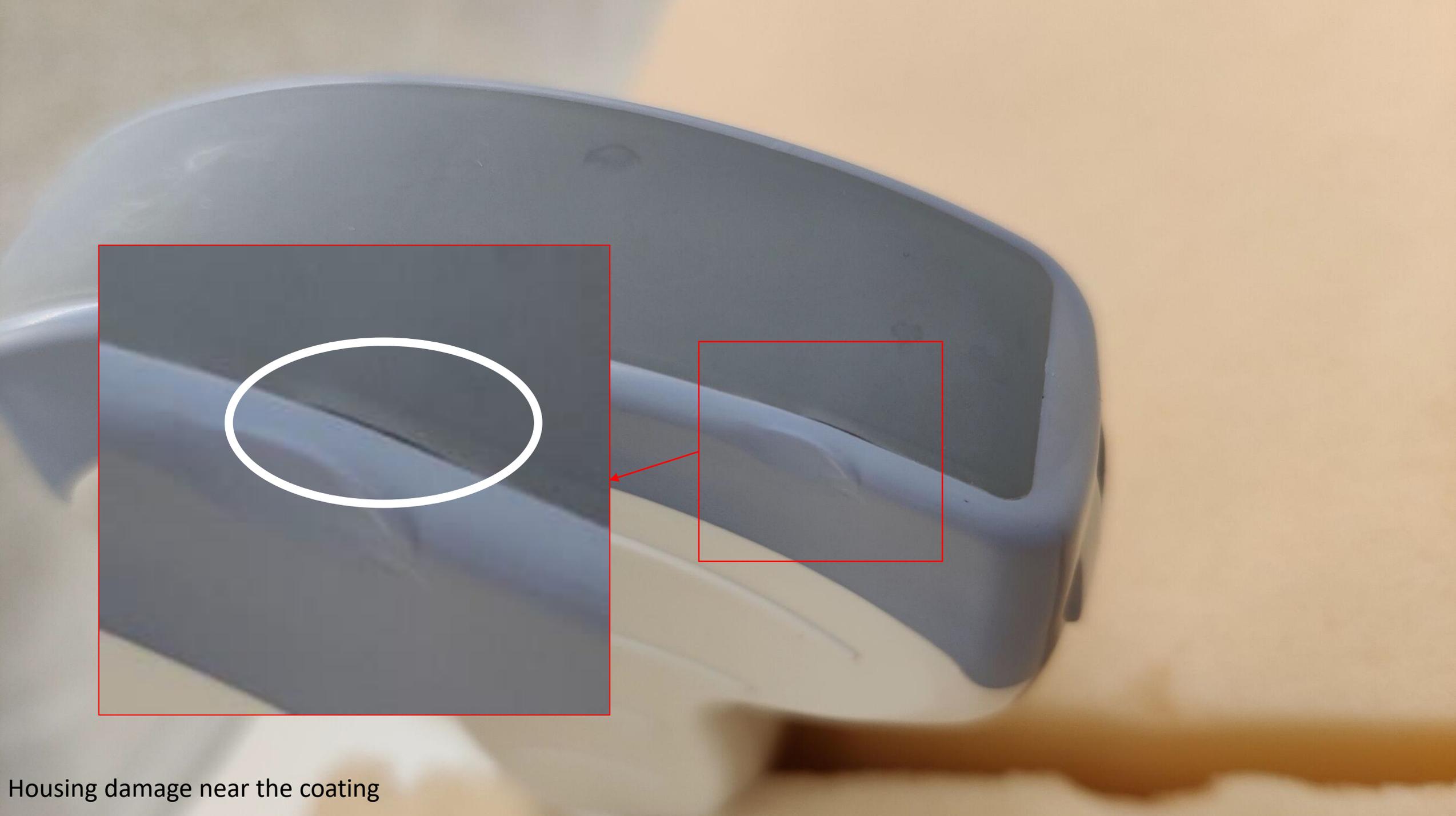




Scratches / Cuts



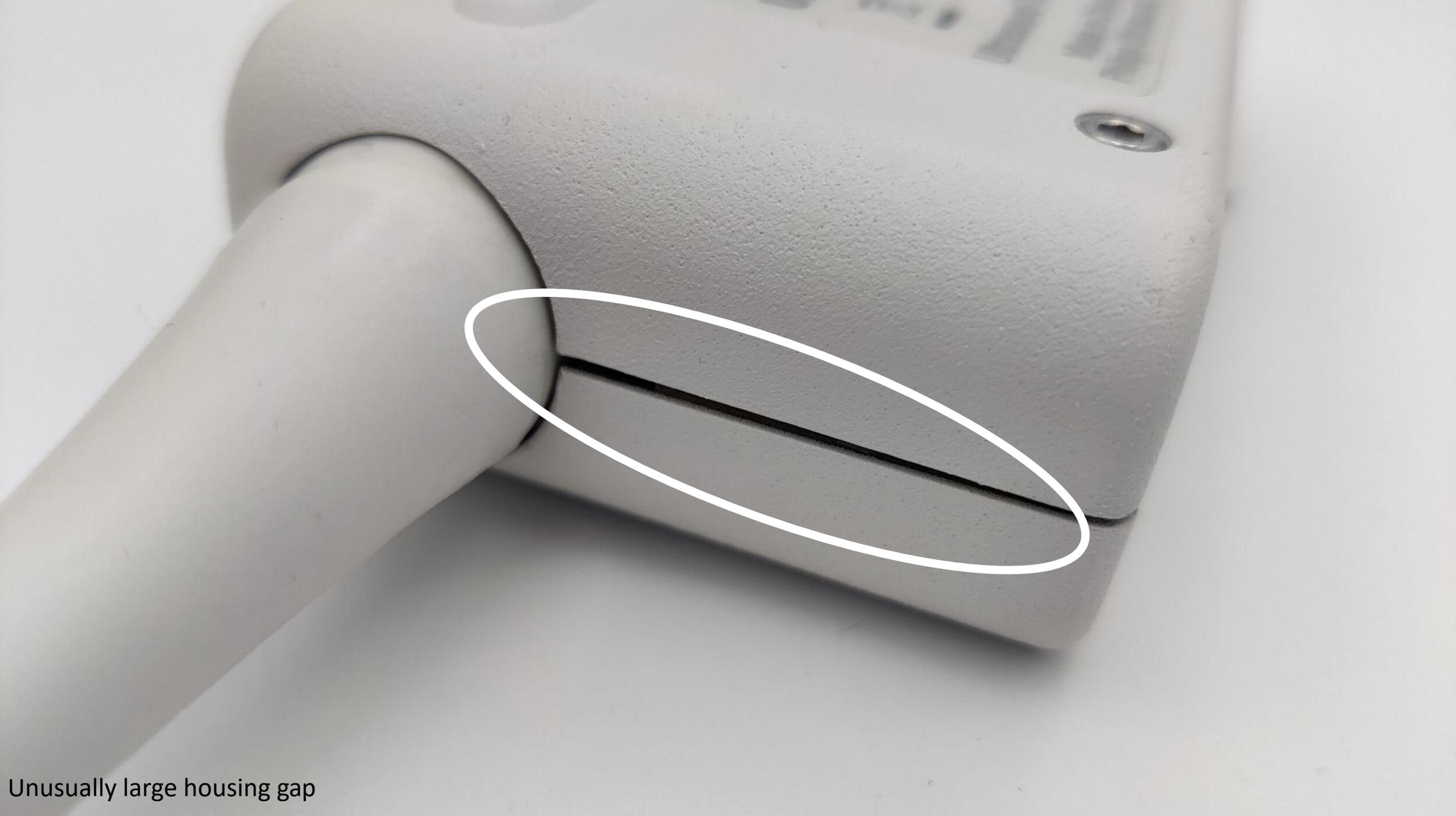
Partially missing coating joint



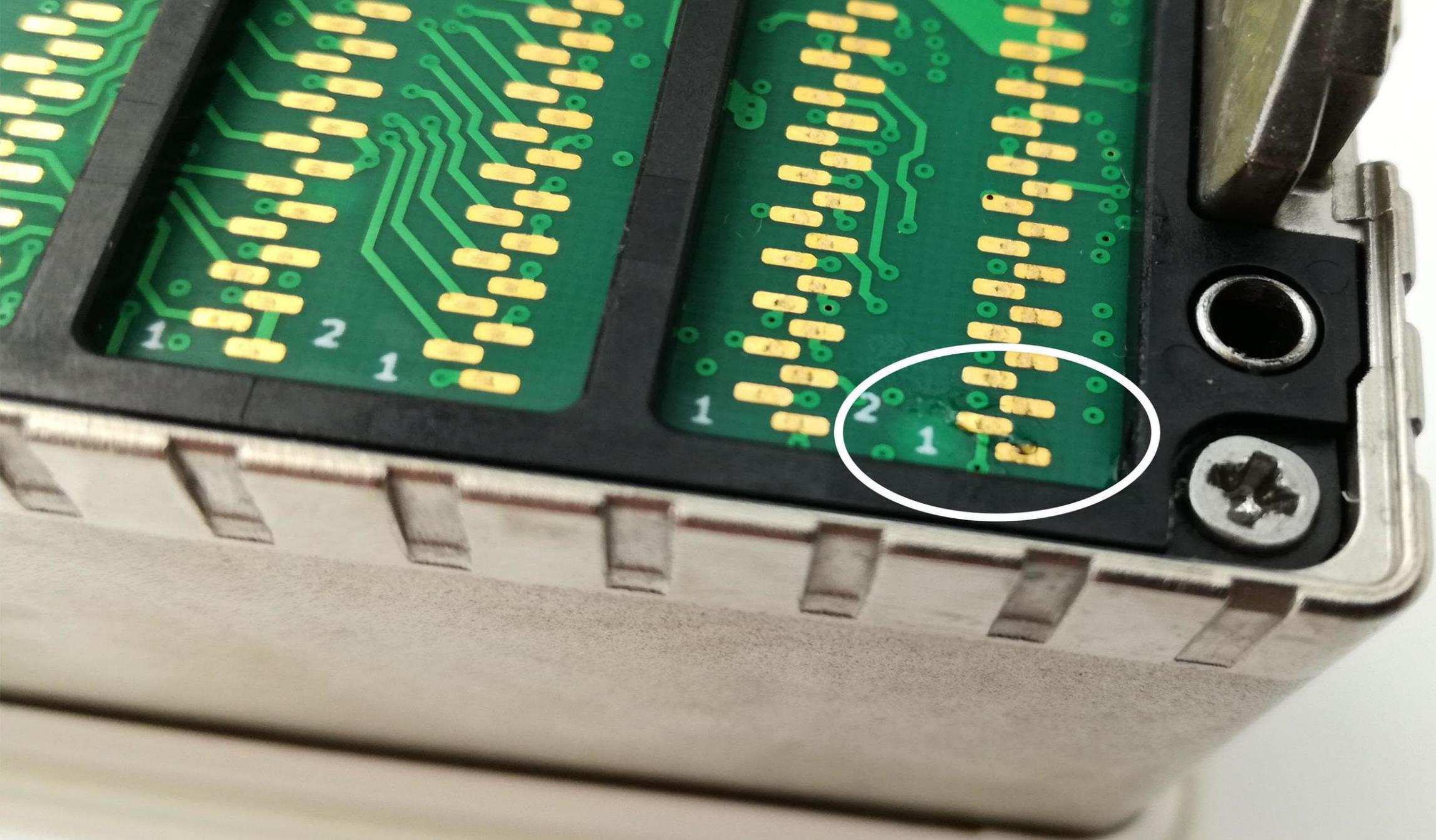
Housing damage near the coating



Air under coating



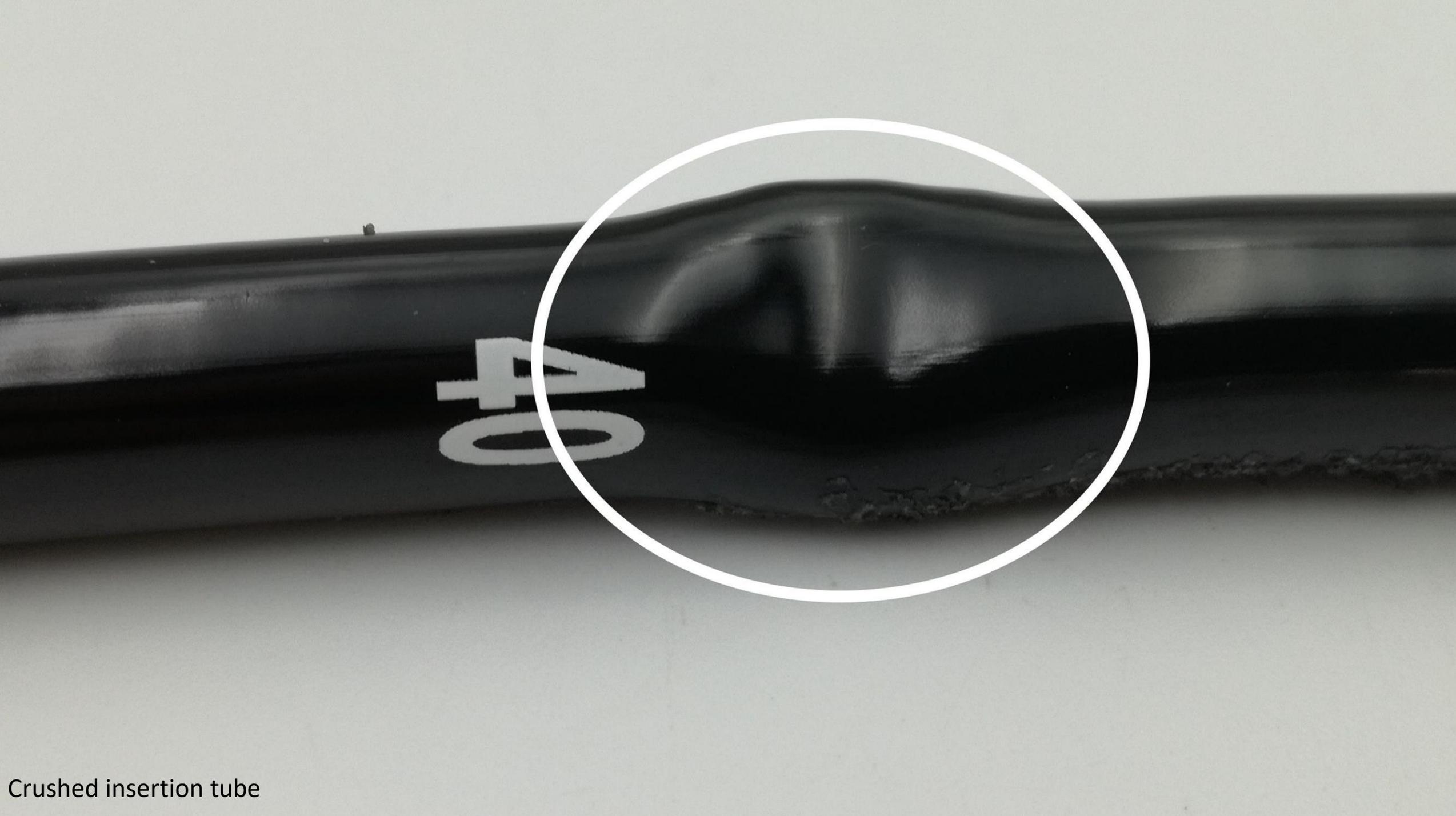
Unusually large housing gap



Dirty pin layout



Gap between sound cap and shaft



40

Crushed insertion tube



Punctures in the bending neck rubber



Air under the cap

الطرق الأمثل للتخلص من النفايات الكهربائية والإلكترونية للأجهزة الطبية

1. **إعادة التدوير (Recycling):** يمكن إعادة تدوير العديد من المكونات الإلكترونية في الأجهزة الطبية، مثل البطاريات والدوائر الإلكترونية. البطاريات يمكن إرسالها إلى مراكز إعادة التدوير المختصة، بينما يمكن فصل المكونات الإلكترونية لإرسالها إلى مراكز تدوير الإلكترونيات.
2. **تجميع النفايات الإلكترونية (E-Waste Collection):** تقوم بعض الجهات المختصة بجمع النفايات الإلكترونية من المستشفيات والمؤسسات الطبية لضمان التخلص الآمن والصحيح.
3. **التخلص الآمن (Safe Disposal):** في حالة عدم إمكانية إعادة التدوير، يجب التخلص من النفايات الإلكترونية بطريقة آمنة وتلبية المعايير البيئية. يجب على الشركات التي تدير هذه العمليات التقيد باللوائح والقوانين المحلية والدولية.
4. **إعادة التصنيع (Remanufacturing):** في بعض الحالات، يمكن إعادة تصنيع بعض الأجزاء أو الأجهزة بشكل كلي بطريقة تلبية المعايير الصحية والبيئية.
5. **التبرع:** في حالة توفر الأجهزة الطبية بعد الاستخدام، يمكن التفكير في التبرع بها للمؤسسات الطبية في البلدان النامية أو المناطق التي تحتاج إلى دعم طبي.



التوصيات الفنية لأقسام الهندسة الطبية بالمستشفيات للحد من النفايات الكهربائية والإلكترونية الناتجة من الأجهزة الطبية

1	تحليل دورة حياة الأجهزة	<ul style="list-style-type: none"> • إجراء تحليل شامل لدورة حياة الأجهزة الطبية لتحديد المراحل التي تسهم في إنتاج النفايات الإلكترونية
2	تطبيق الإصلاحات المستدامة	<ul style="list-style-type: none"> • اعتماد سياسات الإصلاح المستدامة بحيث يتم إصلاح الأجهزة الطبية بدلاً من استبدالها في حال كانت قابلة للإصلاح بشكل فعال.
3	تحسين إدارة قطع الغيار	<ul style="list-style-type: none"> • إنشاء نظامًا فعالًا لإدارة قطع الغيار، مما يساهم في تحقيق الإصلاحات بدلاً من الاستبدال.
4	تعزيز الإصلاحات المعتمدة	<ul style="list-style-type: none"> • تحديد قائمة بالإصلاحات المعتمدة التي يمكن إجراؤها على الأجهزة الطبية بدلاً من التخلص منها. • توفير التدريب المناسب للفنيين والمهندسين لضمان أداء الإصلاحات بطريقة فعالة وآمنة.
5	قياس الأثر البيئي والإنبعاثات الكربونية	<ul style="list-style-type: none"> • تنفيذ تقييم للأثر البيئي للأجهزة بعد التصليح باستخدام أساليب قياس معترف بها. • قياس الإنبعاثات الكربونية المرتبطة بعمليات الإصلاح وقياسها بالاعتماد على تقييم التأثير البيئي الكلي.
6	تحفيز البحث والابتكار	<ul style="list-style-type: none"> • دعم الأبحاث والابتكار في مجال تطوير تقنيات الإصلاح المستدامة والأجهزة ذات الكفاءة البيئية. • استخدام التكنولوجيا الحديثة لتحليل الأثر البيئي وتقييم الأجهزة.
7	تحسين الوعي والتدريب	<ul style="list-style-type: none"> • تقديم دورات تدريبية دورية للمهندسين والفنيين حول أهمية الإصلاحات المعتمدة وتأثيرها على البيئة. • تشجيع المهندسين والفنيين على المشاركة في مبادرات الاستدامة وتبادل الممارسات البيئية الجيدة. • حث الممارسين الصحيين على الإبلاغ عن أي خلل قد يؤدي إلى أعطال مستقبلية وتوعيتهم بأنواعها. • التحديث الدوري لإرشادات الصيانة الوقائية والتدقيق البصري.

نظرة على قيادة المملكة العربية السعودية في ترسيخ العمل المناخي

- الإعلان عن مبادرات جديدة لخفض الانبعاثات بمقدار 278 مليون طن سنوياً.
- الطموحات الوطنية بأن تصبح المملكة أكبر منتج ومصدر للهيدروجين النظيف منخفض التكلفة في العالم، يجري العمل حالياً على إنشاء أكبر مصنع للهيدروجين الأخضر في العالم، مع التوقعات بأن يبدأ عملياته الإنتاجية بقدرة تصل إلى 600 طن يومياً في عام 2026م.
- إطلاق مبادرة السعودية الخضراء عام 2021م بهدف توحيد وتوسيع نطاق العمل المناخي في المملكة العربية السعودية بما يتماشى مع رؤية 2030.
- مشاريع المدن الحديثة (نيوم, ذا لاين,..) مع الإلتزام بصفر انبعاثات كربونية.



انعكاسات تغير المناخ

- يرفع درجات الحرارة
- يشكل تحديات خطيرة للأمن العالمي
- يساهم في ارتفاع مستوى سطح البحر
- يزيد من هطول الأمطار وتساقط الثلوج
- يسبب الجفاف الشديد في بعض المناطق

مضامين احتوتها كلمة خادم الحرمين في قمة القادة حول المناخ

- دق ناقوس الخطر بشأن عالمية تهديدات تغير المناخ
- تقديم نموذج يحتذى به للدول في التعامل مع الظاهرة
- تجديد التزام المملكة بالتعاون في هذا المجال من أجل بيئة أفضل
- التشديد على أن الحل الشامل يكمن في رفع مستوى التعاون الدولي

تحركات فاعلة قادتها المملكة

- طرح نهج الاقتصاد الدائري للكربون
- إعلان مبادرتي السعودية الخضراء والشرق الأوسط الأخضر
- إطلاق مبادرتين دوليتين للحد من تدهور الأراضي وحماية الشعب المرجانية

منطلقات المملكة في الاهتمام بالمناخ

- قراءة واعية للمشهد الدولي الراهن
- فهم المملكة لتداخلات الأبعاد السياسية والاقتصادية
- أهمية ملف الطاقة وما يثيره من صراعات جيوسياسية بين القوى الكبرى

أدوار قامت بها المملكة في السياسة المناخية

- ساهمت في دعم الاعتماد على الطاقة المتجددة
- لعبت دوراً رائداً في مجال مكافحة التغير المناخي
- أطلقت مبادرات وطنية وإقليمية تسعى للحفاظ على البيئة
- صاغت سياسات تنموية تراعي هدف تقليل الانبعاثات الكربونية
- استحدثت مسارات لتعزيز مواجهة التحديات المناخية



شكراً

Thank You



الجمعية العلمية السعودية
للهندسة الطبية

المهندس / حاتم يوسف نجار

الرئيس التنفيذي لشركة الفكرة الأمثل لتقنية المعدات الطبية
عضو الجمعية العلمية السعودية للهندسة الطبية
إستشاري هندسة طبية حيوية

