

المسؤولية القانونية لروبوت دافنشي The Legal responsibility of the Da Vinci robot.

وائل بوغندل^{*1}

¹ جامعة محمد لمين دباغين سطيف-2، (الجزائر)، ou.bouandel@univ-setif2.dz

مخبر تطبيق التكنولوجيات الحديثة على القانون

تاريخ الاستلام : 2024/08/30 ؛ تاريخ القبول : 2025/04/29 ؛ تاريخ النشر : 2025/07/31

Abstract

This research paper highlights the interaction of the Da Vinci robot with surgical procedures and proposes a vision to enhance it with artificial intelligence, thereby increasing its autonomy. It also explores the legal responsibility of the surgical robot for the damages it causes in the event of surgical intervention.

The research paper reached several conclusions, including the distinction between independent and programmed surgical robots in terms of responsibility, and this was accompanied by the concept of defective product liability leading to surgical harm.

Keywords: surgical robotics; Da Vinci system; machine learning; defective product liability; artificial intelligence.

المخلص

تسلط الضوء هذه الورقة البحثية على تفاعل روبوت دافنشي مع الإجراءات الجراحية وتطرح تصور تعزيزه بالذكاء الاصطناعي وبالتالي زيادة الاستقلالية، وتبحث عن المسؤولية القانونية للروبوت الجراحي عن الأضرار التي يسببها في حال تدخله الجراحي.

توصلت الورقة البحثية لعدة نتائج منها التفريق بين الروبوت الجراحي المستقل والمبرمج من حيث المسؤولية، ورافق ذلك الوصول للمفهوم مسؤولية المنتج المعيب المؤدي للضرر الجراحي. الكلمات المفتاحية : روبوت الجراحي ؛ نظام دافنشي؛ التعلم الآلي ؛ مسؤولية المنتج المعيب ؛ الذكاء الاصطناعي.

^{*}وائل بوغندل

في عصر التكنولوجيا الحديث وتبلور ملامح الذكاء الاصطناعي وغزوه لعدة مجالات حيث ساهم في دعمها وتطوير تفاعلها عن طريق تسهيل مختلف المهام التي تستغرق وقت طويل بنسبة للعامل البشري، برزت روبوتات متطورة تعمل في مختلف التخصصات خاصة التخصص الطبي وتعرف بروبوتات الجراحية التي تعمل على القيام بمختلف الإجراءات الجراحية، سواء مرتبطة بعملية ما كالحياطة أو مرتبطة بالرقابة على الفاعلية البشرية في المجال الجراحي ، وأفضل نموذج للروبوتات الجراحية هو روبوت دافنشي والذي يعمل على تقنية السيد والعبد ولكن في السنوات الأخيرة برز التعلم الآلي فاعليته في جعل روبوتات الجراحية أكثر استقلالية وهذا ما دفع الباحثين للبحث فيما يعرف بالمسؤولية القانونية عن الإجراءات الجراحية .

ظهرت دراسات متنوعة في مجال الروبوتات الجراحية مثل دراسة، Jacques Marescaux في مجال الأصول الجراحية الروبوتية ، ودراسة السيد F. Pugin وآخرون في مجال تاريخ الروبوتات الجراحية وهدفت هذه الدراسات للبحث في مجال روبوتات الجراحية وتعتبر دراسات سابقة قيمة تساهم في العملية التراكمية. يتميز هذا الموضوع بأهمية كبيرة نذكر منها التالي:

✓ التعرف على آلية عمل روبوت الجراحة دافنشي.

✓ البحث في تفاعل الذكاء الاصطناعي مع الإجراءات الجراحية .

✓ الفصل بين الإجراء الجراحي المستقل والتابع .

✓ تحديد المسؤولية القانونية للروبوتات الجراحة .

ويهدف هذا الموضوع للوصول للتالي:

✓ الفصل بين مسؤولية الجراح والألة والشركة المصنعة.

✓ التمييز بين مسؤولية الألة الجراحة والمستقلة .

✓ البحث في مسؤولية روبوتات الجراحة دافنشي المدعومة بتكنولوجيا التعلم الآلي

والخاضعة للبرمجة .

ولهذا نطرح الإشكالية التالية : ما مدى مسؤولية الروبوت الجراحي دافنشي على مستوى الإجراءات الجراحية؟

ونطرح الفرضيات التالية :

❖ تقوم مسؤولية المستشفى عن أي إجراء جراحي بروبوت دافنشي .

❖ تقوم مسؤولية الجراح عن أي إجراء جراحي

❖ تقوم مسؤولية الشركة المصنعة عن عيوب المنتج

❖ تقوم مسؤولية الألة الجراحية في حال اتخذت قرارات مستقلة عن الجراح.

تم الاعتماد في هذه الدراسة على المنهج الوصفي لوصف آلية عمل روبوت دافنشي ومكوناته وتم الأخذ بالمنهج التحليلي لتحليل نطاق مسؤولية الألة وفصلها عن مسؤولية الجراح والشركة المصنعة .

1.I-التعريف بنظام دافنشي :

يعرف نظام دافنشي: " يعتبر هذا النظام من صنف الأنظمة الجراحية الروبوتية القائمة على أجهزة تحكم عن بعد حيث يتم السيطرة عليها من قبل الجراح بأدوات دقيقة عن بعد من وحدة التحكم ¹."

ويعرف أيضا على " أنه نظام ينقل صور ثلاثية الأبعاد عالية الدقة إلى الجراح عند وحدة التحكم ،وله قابلية أجهزة تعمل بتقنية الاستشعار تسمح بتفاعل مع حركة أصابع الجراح ومعصمه ، حيث تحاكي حركة الأصابع وتترجمها لحركات ثابتة خالية من الرعشة عن طريق أدوات دقيقة في الميدان ²."

ويعرف أيضا : " انه روبوت يقوم بمحاكاة حركات يد الجراح في الوقت الفعلي باستخدام أدوات المنظار، ليس مبرمجا مسبقا ،ولا يقوم إلا بالحركات الدقيقة التي يقوم بها الجراح بناء على ما يدخله في الوقت الفعلي" ³.

2.I- تاريخ نظام دافنشي :

تاريخ نظام دافنشي :

في سنة 1995 قام R. Young و F. Moll شركة founded Intuitive Surgical بكاليفورنيا بإعادة تصميم نظام الحضور الجراحي عن بعد الذي طوره الذي طوره Phil Green من SRI، وطوروا نظام جراحة روبوتي جديد MONA، حيث قام السيد Himpens و Cadière بأول عملية استئصال للمرارة بمساعدة الروبوت لمرضى يبلغ من العمر 72 عاما مع مؤشر كتلة جسم يبلغ 42 كجم في م < 2 بتاريخ 3 مارس 1997 . كان نظام master-slave يحتوي على سبع درجات من الحرية بفضل مفصل في نهاية الأدوات ، قادر على تكرار حركات يد الجراح .مع نظام ردود فعل القوة ورؤية ثلاثية الأبعاد يعتبر هذا النظام هو النموذج الأولي لنظام جراحة الروبوت دافنشي ، حيث يمنح للجراح انطباعا بأنه غارق في المجال الجراحي ، وبتاريخ 1999 تم استخدام نفس النظام لوضع حزام معدني في مريض يعاني من السمينة ولإجراء عملية Nissen fundoplication procedure (تشنيد القاع

لنيسين) مر تطور جهاز دافنشي بنموذجين حيث يتكون نظام دافنشي (®Vinci) من التالي :

وحدة جراحة الجراح .

عربة المريض (الروبوت) التي تحمل الأذرع المفصلية.

نظام التصوير.

بينما في النماذج الأحدث دافنشي S® ودافنشي Si® تختلف عن النظام القديم بامتيازها بأربعة أذرع على نموذج القديم حيث يحمل ذراع واحد الكاميرا وتلاث أذرع تحمل الأدوات ،وأصبحت أول نسخة من نظام الجراحة دافنشي ® دو الثلاثة أذرع متاحة في أوربا بتاريخ يناير 1999 وحصلت على موافقة إدارة الغذاء والدواء الأمريكية في يوليو 2000 حيث تم استخدامها في إزالة المرارة وعمليات fundoplication وعمليات القلب ،جراحة القولون والمستقيم ،جراحة السمنة ،جمع الكلى ... وفي سنة 2002 تم الموافقة على النسخة التي تحتوي أربعة أذرع حاملة للأدوات من قبل إدارة الغذاء والدواء الأمريكية للاستخدام السريري ساهم الذراع المضاف بمساعدة الجراح في التحكم وتحسين تعرض الهياكل التشريحية ،من خلال استخدامها كمرتق يتم إعادة وضعه بشكل دوري ، والميزة الرئيسية للنموذج المقدم من شركة Intuitive Surgical نظام دافنشي S® هي سهولة التعامل المتزايد وزيادة مدى حركة الذراع رافق ذلك في بتاريخ أبريل 2009 إطلاق دافنشي Si® الذي يمتاز بنظام رؤية عالي بدقة (HD) وتحسينات تتعلق بالمناورات ووحدة الدواسات مدمج بوحدة ثانية إلى جانب وحدة الجراح التي تسمح بتدريب الجراحين المبتدئين تحت إشراف جراح خبير .⁴

3.I- مكونات نظام دافنشي:

دافنشي هو نظام جراحي يتكون من ثلاث مكونات وتمثل في :

وحدة تحكم الجراح.

وعربة جانب المريض .

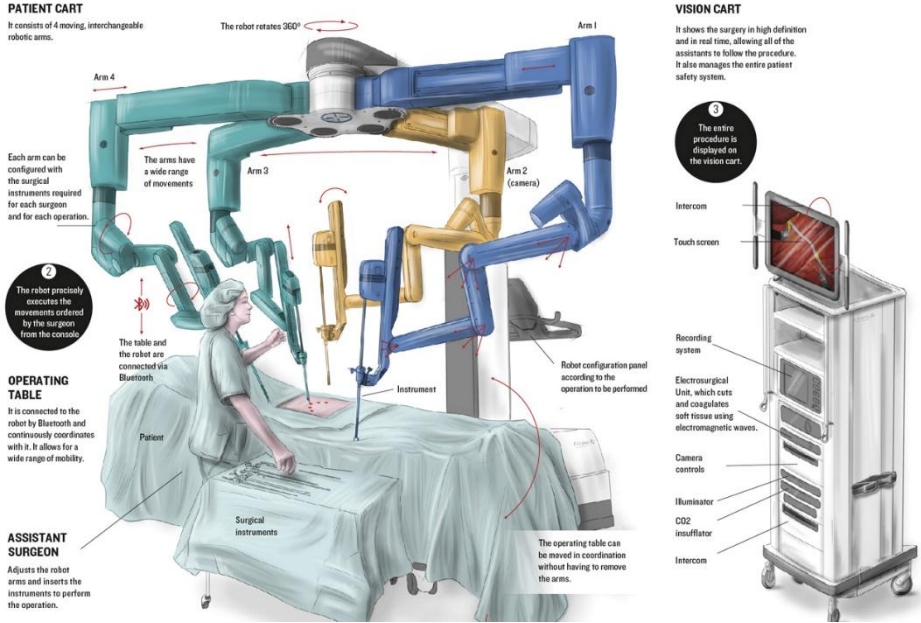
وعربة الرؤية.

وتتميز لوحة التحكم بأنها مكان يجلس فيه الجراح أثناء العملية الجراحية ويتمتع برؤية ثلاثية الأبعاد واضحة للغاية لتشريح الجسم ،ويتحكم في الأدوات التي تتحرك مثل اليد البشرية ولكن بنطاق أكبر بكثير كما يبين الشكل 1.⁵



الشكل 1: لوحة التحكم الخاصة بروبوت دافنشي 222.⁶

وتعتبر عربة المريض عربة متواجدة بقرب المريض على طاولة العمليات، وهي المكان الذي تتحرك فيه الأدوات المستخدمة أثناء العملية استجابة لحركات يد الجراح في وحدة التحكم الخاصة بالجراح⁷، تتكون العربة من جانب المريض من أربعة مناوالات أو أذرع من جانب المريض تسمح هذه المناوالات من تفاعل بدقة عالية مع أي إجراء جراحي معتمد من طرف الجراح ويكون الروبوت متصل بالطاولة عن طريق لوحة التكوين دون الإخلال بألية حركة الطاولة دون الحاجة لإزالة الأذرع كما يبين الشكل 2⁸

الشكل 2: عربة المريض وعربة الرؤية.⁹

ويتحكم الجراح في الأذرع الآلية من خلال أدوات التحكم اليدوية، والتي تحاكي بدقة نفس الحركات التي يؤديها الجراح، ويستطيع هذا الأخير من خلال مشاهدة رؤية كافة تفاصيل العملية بتقنية ثلاثية الأبعاد وعالية الدقة مما يوفر دقة عالية والقدرة على إجراء تدخلات جراحية معقدة، وتستخدم دواسات القدم كقابض لتبديل بين الأذرع، وتفعيل وظيفة قطع الأنسجة والتخثر والتحكم في الكاميرا التناظرية يرافق المجسات المثبتة على 3 أذرع كاميرا تناظرية تقوم بتصوير الثلاثي يمكن أن يتم دمج المشروط مع أحد الأذرع وإحداث شق بسيط في الجسد بعمق 20 سم وتسمح الآلية التفاعلية بتغيير الأدوات دون حاجة لإزالة المشروط كما يبينه الشكل 3 و 4.¹⁰ ويرافق ذلك تكون الجهاز من عربة الرؤية التي يكون دورها التواصل بين مكونات النظام وتوفير شاشة للفريق الرعاية لعرض العملية كما يبينه الشكل 2.¹¹

MASTER CONTROLLERS

Allows for full mobility
The EndoWrist instruments function by bringing the finger and thumb together or apart



Left hand controls arms 3 and 4

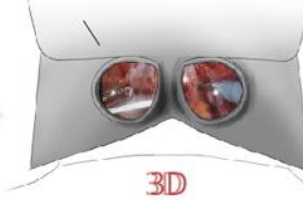
Right hand controls arm 1

The surgeon controls the robot arms from the manual controllers. They precisely replicate the same movements that the surgeon performs.

STEREO VIEWER

Depth perception.

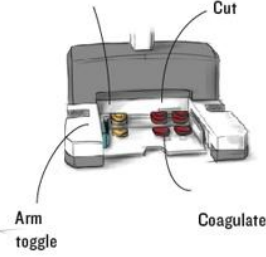
The stereo viewer is activated when the surgeon's head approaches it.



Viewer from which the surgeon can see all the details of the operation in 3D and high definition. This allows for a high level of precision and for highly complex surgeries to be performed.

PEDALS

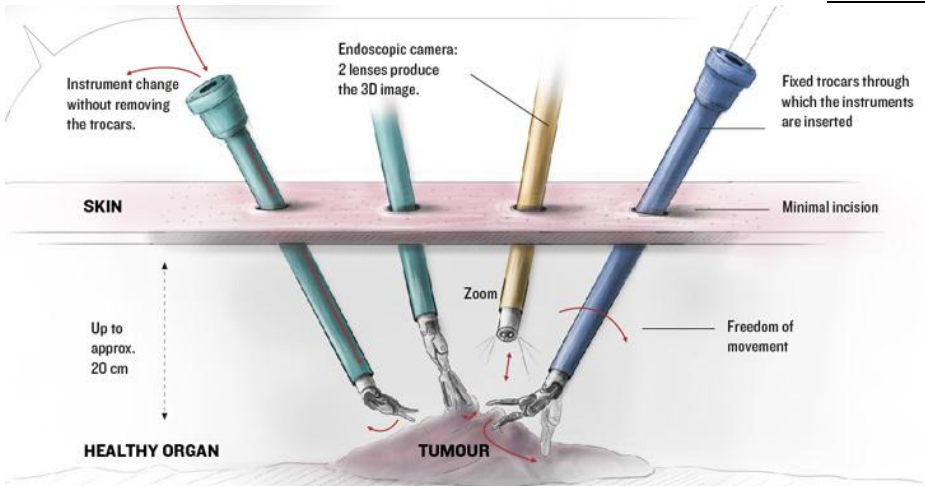
Camera rotation



Arm toggle

Used as a clutch to toggle between arms, to activate the tissue cutting and coagulation function, and to control the endoscopic camera.

الشكل 3: صور لوحات التحكم والعارض ودواسات القدم.¹²



الشكل 4: المشروط والكاميرا والمجسات.¹³

4.I- تفاعل الذكاء الاصطناعي مع نظام دافنشي:

يعرف الذكاء الاصطناعي وفق قاموس cambridge : " استخدام أو دراسة أنظمة الكمبيوتر أو الآلات التي تتمتع ببعض الصفات التي يتمتع بها الدماغ البشري، مثل القدرة على تفسير وإنتاج اللغة بطريقة تبدو إنسانية، والتعرف على الصور أو إنشائها، وحل المشكلات، والتعلم من البيانات المقدمة لهم ".¹⁴

ويعرف أيضا : " فرع من فروع علوم الكمبيوتر يهدف إلى إنشاء آلات قادرة على أداء مهام تتطلب عادة الذكاء البشري .وتشمل هذه المهام التعلم من الخبرة (التعلم الآلي) ، وفهم اللغة الطبيعية ، والتعرف على الأنماط ، وحل المشكلات ، واتخاذ القرارات ... "15

ويعرف وفق قاموس merriam-webster : " قدرة أنظمة الكمبيوتر أو الخوارزميات على تقليد السلوك البشري "16

5.I- الروبوت الطبي دافنشي والذكاء الاصطناعي:

هنالك اتجاه حديث يدعم تصور دمج تكنولوجيا الذكاء الاصطناعي مع روبوتات الجراحة دافنشي ، بهدف تقليل من هامش الخطأ الناتج عن التدخل البشري في مجال الإجراء الجراحي ، ويتم العمل على روبوت جراحي ذكي يمارس النشاط الجراحي بشكل مستقل ، حيث يتم تزويده ببيانات كافية لإجراء العمليات الجراحية .¹⁷ وقد عملت كل من شركة Google و Johnson & Johnson CONJUGATE على تطوير روبوت جراحي متطور يحاكي تكنولوجيا التعلم الآلي التي تساهم في تفاعل الروبوت الجراحي بشكل مستقل في تنفيذ الإجراءات الجراحية بشكل موثوق وفعال¹⁸ وأشار السيد GARY PRUDEN رئيس مجلس الإدارة العالمي لشركة JOHNSON & Johnson Medical Devices التالي: " نعتقد أن شركة Ethicon التي تتمتع بالخبرة ، في مجال الجراحة الألية فقط ، قد حققت فريقيها بالفعل تقدما ملموسا في منصة الروبوتات ، التي يتم تطويرها للتطبيق عبر مجموعة من التخصصات الجراحية وتهدف شركة Surgical إلى تطوير منصة جراحية شاملة تدمج بين قدرات روبوتية متطورة وأفضل تكنولوجيا الأجهزة الطبية في فئتها لمحتري في غرف العمليات ."¹⁹

6.I- التعلم الآلي في مجال المهارات الجراحية التلقائية الدقيقة:

يعتبر العمل الجراحي قائم على عملية التعلم الجراحي التي يكتسبها الجراح من خلال مشاهدة مقاطع الفيديو الخاصة بالجراحة المجهرية ومراقبة عملية الخبر في غرفة العمليات والتدريب على استخدام الأشباح أو الحيوانات ، بنسبة لروبوتات فالأمر يتطلب تدريب قائم على استخدام أجهزة التسجيل وتقنيات الحساسة لتقييم المهارات التلقائية يرافق ذلك محاكاة الروبوت لمنصة الألية التي تجمع بيانات التشغيل مرفقة بنظام التدريب²⁰ ويساهم التعلم الآلي في أتمتة العديد من التطبيقات الجراحية والتي تندرج ضمن أربع فئات في الغالب وهي:

✚ أتمتة الخياطة ، تقييم المهارات الجراحية.

✚ لتحسين المواد الجراحية الروبوتية ، نمذجة سير العمل الجراحي.

7.I- أتمتة الخياطة:

وتعتبر عملية أتمتة الخياطة (عملية خياطة جرح مفتوح أو شق) تطبيق فعال في العمليات الجراحية يساهم في تقليص مدة الإجراء الجراحي²¹ وقد أشار مجموعة من الباحثين في جامعة كاليفورنيا في بيركلي حول تطبيق خوارزميات للخياطة الألية على مستوى الروبوتات وخاصة نظام دافنشي® الذي يعتمد في أصله على مبدأ

العبيد حيث يكون تحكم فيه مطلقاً من طرف الجراح لكن تصور الحديث يدعو لبرمجته وتعليمه آلية الخياطة بشكل مستقل من أجل دعم العمليات عن بعد من جهة الإجراء الجراحي ، يرافق ذلك التغلب على العوائق المتصلة بالجهاز العصبي البشري من حيث سرعة الحركة ودقتها، وفي سعي لتفعيل عملية الخياطة بروبوت قام السيد Kang وآخرون قاموا بأتمتة الإجراءات النظرية ، وقامت السيدة Mayer وآخرون بتركيز على التصميم الميكانيكي والتحكم المنخفض للروبوت الجراحي وعملية ربط العقد في الإعداد الجراحي بناء على العروض البشرية وقام السيد van den Berg وآخرون باستخدام شبكة عصبية متكررة كوحدة تحكم لجزء من مهمة ربط العقدة الجراحية وقام السيدان Padoy and Hager باستخدام إجراء تعليمي تكراري لتعلم كيفية ربط الدراع وقام السيد Staub وآخرون بأتمتة العديد من المهام الفرعية مثل سحب الإبرة من الأنسجة وتطوير نظام يتعرف تلقائياً على حركة الجراح وتفعيل عملية استخدام مؤشر الليزر في تحديد منطقة الخياطة . كما يبين الشكل 25

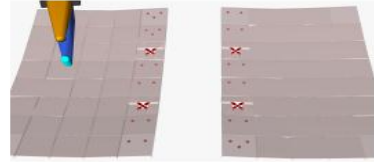
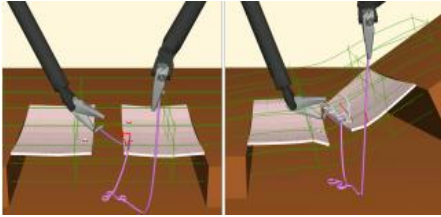


Fig. 4. Points (red) on the surface of the suturing pad used for registration.

نقاط (حمراء) على سطح وسادة الخياطة²⁴

الشكل 5: إجراء الخياطة²³

8.I-تقييم المهارات الجراحية:

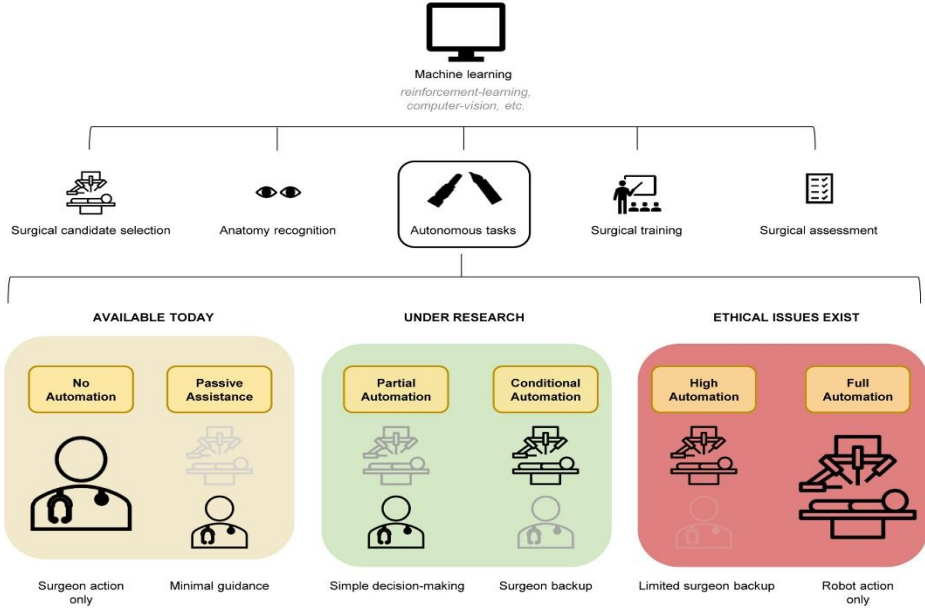
في السابق كان التقييم الجراحي يعتمد على التقييم اليدوي من طرف خبير جراح عن طريق المراقبة، ولكن مع تطور الحديث لوسائل التكنولوجيا مثل روبوت المساعدة بالمنظير ساهم ذلك مساهمة كبيرة في دعم آلية تقييم الجراح، من خلال إمكانية تسجيل البيانات الخاصة بالحركة والفيديو وعرف بنظام RMIS الآلي، وتم تفعيل هذه الآلية في نظام دافنشي حيث يقوم بتسجيل بيانات الحركة والفيديو، مما يتيح تطوير النماذج الحسابية لتحليل المهارات الجراحية من خلال نهج يعتمد على البيانات ، ورافق ذلك إفراز نماذج إحصائية مثل نموذج ماركوف المخفي (HMM) وترميز المنحنى الوصفي (DCC) ورغم تفعيل هذه الآليات الإحصائية لم يتم الوصول إلى نتائج في غاية الدقة من ما دفع لتفعيل خوارزميات تعلم البيانات والتعلم الآلي بسبب مزاياها على مستوى الأساليب الإحصائية مثل دقة النتائج والقدرة التنبؤية ، وتم طرح نموذج عمل تنبؤي لتقييم المهارات الجراحية بشكل موضوعي، من خلال استخدام تحليل الحركة لدراع الروبوت الجراحي، حيث يتم استخراج ميزات الحركة من بيانات الحركة الخام للخياطة عن طريق تطبيق الانحدار اللوجستي وألات الدعم واستخدام التصنيف ذو الدقة العالية للتنبؤ التلقائي ويتم الاعتماد على الميزات التالية في تحليل المهارات الجراحية:

- وقت الإكمال TTC: ويعرف أنه الوقت الإجمالي لإكمال العملية (المهمة).

- طول المسار PL: هو طول المسار الذي يصفه طرف الأداء أثناء أداء المهمة، وبحسب باستخدام مجموع جميع أزواج المسافة الإقليدية المتتالية.
- عمق الإدراك DP: هي إجمال المسافة التي يقطعها الأداء على طول محورها .
- السرعة : وهي مقدار السرعة، ويتم حسابها كمعدل تغير الموضع من الخطو الزمنية السابقة.
- سلاسة الحركة: هي مقياس لنمط الإيقاع للتسارع والتباطؤ . ويعتمد على معيار تقليل الارتجاج وهو المشتق الثالث للوقت للموضع، والذي يمثل تغيرا في التسارع (بالسم_ثانية³)
- الإنحناء : يقيس استقامة المسار²⁵

التعلم الآلي لتحسين الروبوتات الجراحية:

تساهم الروبوتات الجراحية الذكية المعززة بالتعلم الآلي على توفير قدرات فائقة دون الحاجة إلى دعم بشري في مجال التصور المبكر والمهارة المحسنة وتخفيف ارتعاش الأدوات، وتنفيذ المهام المتكررة مثل وضع الكاميرا و سحب الأنسجة ويرافق ذلك تحسين إدراك البيئة الجراحية ومحاكاة حركة الجراحين انطلاقا من التعلم المعزز، ويضاف لذلك التعلم المسبق من الخبرات السابقة لعمليات متنوعة انطلاقا من معالجة بيانات والتفاعل بطريقة آلية مع مختلف الحالات المرضية والتشريحية²⁶ وهذا ما يبينه الشكل 6 في عمليات المسالك البولية:



الشكل 6: تطبيقات التعلم الآلي في جراحة المسالك البولية²⁷

9.I- التعلم الآلي لنمذجة سير العمل الجراحي:

يعتبر التوجه الحالي في عالم الجراحة يسعى لخلق نوع من الكفاءة العالية تتجاوز طاولة العمليات إلى ما قبل الجراحة وما بعدها ويصب تركيز في الجمل على ما بعد الجراحة من خلال تفادي المضاعفات ناتجة عن

الجراحة²⁸ وهذا ما أكدته دراسة لمعدل المضاعفات الكبرى التي يتراوح بين 3-17 بالمئة وتنتج هذه المضاعفات عن الجراحة الخاطئة أو مشاكل معدات التخدير أو نقص المعدات اللازمة وفقدان الدم الغير متوقع والمعدات الغير معقمة والعناصر الجراحية المتروكة داخل المرضى²⁹ وأكدت دراسة أخرى تم طرحها في الولايات المتحدة الأمريكية عن عدد المضاعفات التي حدثت سنة 2018 معتمدين على 14 نمط من الإجراءات الجراحية وكانت النسبة تشير 12,5 بالمئة حدثت لهم مضاعفات.³⁰ يرافق ذلك ارتفاع التكاليف الخاصة بالمستشفيات الناتجة عن التعويضات حيث أكدت ورقة بحثية تدرس تكاليف المستشفيات والدافع المرتبط بالمضاعفات الجراحية قدمت نتائج التالية:

✚ ارتفاع متوسط تكاليف المستشفى بمقدار 19626 دولار أي بنسبة 119 بالمئة للمرضى الذين يعانون من مضاعفات.

✚ ارتفاع متوسط تعويضات الطرف الثالث بمقدار 18497 دولار أي بنسبة 106 بالمئة

✚ انخفاض هامش الربح الإجمالي للمستشفى 5,8 بالمئة.³¹

وكرد فعل للمستشفيات والتكنولوجيا انطلقت عملية البحث عن إستراتيجيات للمساعدة في التخفيف من الأخطاء التي يمكن تجنبها ، عن طريق ما يعرف بعملية الأتمتة كأداة محتملة لتحسين سير العمل الجراحي وأفضل مثال لذلك هو نظام IDEAL-X لاستخراج البيانات للتقارير السريرية كداعم لنموذج البيانات للسجلات الطبية الإلكترونية ، حيث يعمل على استخراج البيانات والمعلومات باستخدام التعلم التكيفي عبر الأنترنت لدعم استخراج المعلومات التكيفية من التقارير السريرية المتنوعة ذات الهياكل والمفردات الغير متجانسة ، حيث بعد أن يقوم بعملية الاستخراج يتبع نمطا تكراريا حيث يتعلم من المستندات المقدمة ويتوقع القيم التي سيتم استخراجها للمستندات التالية ، فتقوم عملية التعلم من المراجعات المستخدمة من طرف الألة ، يرافق ذلك تطبيق النموذج المحدث على التنبؤ بالمستندات اللاحقة ، بمجرد تحقيق النموذج الأدق للحالة المرضية.³²

10.I- المسؤولية القانونية لروبوت دافنشي:

تعرف المسؤولية القانونية وفق قاموس Cambridge: " هي المسؤولية التي يتحملها شخص ما عن أفعاله "³³ ويعرف وفق رؤية معهد المعلومات القانونية التابع لكلية الحقوق جامعة cornell: " يعرف الفرد مسؤولا عندما يتحمل المسؤولية القانونية عن شي ما ، ويشير تعريف أنه يمكن تحميل المسؤولية للأطراف بناء على أفعالهم أو تقاعسهم أو أفعال الأشخاص والحيوانات التي تقع تحت مسؤوليتهم "³⁴. وتعرف وفق رؤية صفحة ScienceDirect: " العواقب القانونية الإلزامية التي يوجهها الأفراد والمنظمات بسبب أفعالهم الغير قانونية "

11.I- المسؤولية القانونية لروبوت الجراحة:

تطرح فكرة المسؤولية عن الأخطاء الناتجة عن روبوتات الجراحة بشكل كبير ، خصوصا بعد بروز روبوتات Zues و da Vinci التي تستخدم أذرع آلية مرتبطة بنظام التحكم حيث يتلاعب بها الجراح ويتحكم فيها

وفق نموذج (السيد والعبد) ،وتتطلب هذه الأنظمة مدخلات من مشغل بشري ،ولكن هنالك اتجاه آخر في المجال الطبي يدعو نحو استقلالية الروبوت ، ويتوجه العديد من مقدمي الرعاية الصحية لتفعيل الذكاء الاصطناعي لتشخيص المرضى ووضع خطط العلاج ، حيث تقوم أنظمة الذكاء الاصطناعي بمعالجة البيانات واتخاذ القرارات وإخراج النتائج ،ويمكن القول أن المستقبل القريب يحمل تصورا جديدا في التقليل من المدخلات بالنسبة لروبوتات الجراحية الطبية، لايزال نظام المسؤولية التقصيرية المعمول به فيما يتعلق بالروبوتات الطبية في طي التطوير ، وخاصة بعد طرح تصورات متنوعة لحالة قيام المسؤولية دون أنظمة تضبطها فعليا وهل يمكن تطبيق أحكام الإهمال الطبي ومسؤولية المنتج والمسؤولية التبعية على الروبوتات الجراحية ، حيث يتجه اتجاه حديث للاعتراف بأن الروبوت الجراحي هو عبارة عن منتج لشركة معينة وبالتالي قيام المسؤولية على المنتج (الشركات المصنعة) وبالتالي يطرح الإشكال العويص إلى أين يتجه ضحية للمطالبة بتعويض.³⁵

12.I- الأنظمة الروبوتية الجراحية المستقلة ومعضلة المسؤولية :

تعتبر معضلة حقيقية وضعية نسب المسؤولية خصوصا مع زيادة الاستقلالية للأنظمة الروبوتية الجراحية ، حيث يتولى النظام الآلي المزيد من عملية اتخاذ القرار، وبرز آراء متباينة بشأن من يتحمل المسؤولية في حال فشل النظام ،ويتعرض المريض للأذى مع سيطرة الجراح على النظام الألي ،ينظر إلى الجراح على أنه الأكثر مسؤولية، وفي حال حدث خلل فني في النظام الروبوتي ،سواء كان تقدم معلومات غير دقيقة للجراح أو عدم تنفيذ عملية مخططة مسبقا بشكل صحيح يتجه الرأي أن الشركة المصنعة هي المسؤولة عن هذه المواقف ، بينما الإشكال العويص بالفعل هو الأنظمة المستقلة يصعب تحديد أساس المسؤولية في هذه الحالة ، لكن في الغالب يميل اللوم في مثل هذه الحالة لطبيب وهنا طرحت إشكالية منطقة الاختيار الأخلاقي الذي صاغته السيدة Madeline Elish لوصف البشر الذين يتحملون عواقب الفشل في أنظمة الإنسان الروبوتية ،ولكن بالعودة لأساليب التعلم الألي للأنظمة الروبوتية يلاحظ أن الألة تتخذ القرارات بشكل مستقل عن الإرادة البشرية ،ويمكن أن يؤدي هذا القرار المتخذ من الألة إلى أفعال غير متوقعة وهنا يبرز الإشكال القانوني ، لذا زعم السيد Hacker على أن "المسؤولية التقصيرية " توفر حوافز لجعل خوارزميات التعلم الألي قابلة لتفسير لحماية الجهات الفاعلة المهنية³⁶

13.I- تصور المنتج المعيب:

طرحت السيدة A. P. Rathnayake في ورقة بحثية بعنوان الجوانب القانونية والأخلاقية للجراحة الروبوتية : اقتراح لإرشادات تصور وسيط لعلاج الإشكال حيث افترضت أن الخطأ كاحتمال أول وقع من طرف الجراح فاقترحت تفعيل دعاوى الإهمال الطبي وفي حال كانت الإصابة نتيجة لخلل في الروبوت الجراحي ، فستقوم المسؤولية عن المنتج المعيب من جانب الشركة المصنعة للنظام الروبوتي ، وفي حال كان الخطأ نتيجة إجراء عملية دون موارد كافية وخبرة واستقرار مؤسسي فتقوم مسؤولية المستشفى مع إشارتها أن المتهم الوحيد سيكون في النهاية هو قطاع الصحة³⁷

13.I- فحص تشريعي لمسؤولية روبوت الجراحي دافنشي :

تحليل في الترسنة القانونية الأوربية:

يعتبر جهاز دافنشي من الأجهزة الطبية حيث يتم تنظيم أحكام الأجهزة الطبية بموجب اللائحة الأوربية 745-2017 حيث عرفت المادة 2 الجهاز الطبي على " أنه أي أداة أو جهاز أو برنامج أو غرسة أو كاشف أو مادة أو أي مادة أخرى يقصد من الشركة المصنعة استخدامها ، بمفردها أو بالإشتراك مع البشر لغرض طبي واحد أو أكثر من الأغراض الطبية التحقيق أو الاستبدال أو تعديل التشريح أو العملية" وهذا التعريف عمليا يتوافق مع نظام دافنشي (روبوت دافنشي) حيث أنه جهاز يستخدم بشكل مشترك مع الجراح لتنفيذ العملية³⁸ ، يرافق ذلك تطرق التوجيه الأوربي لمسألة التعويض عن الأضرار الناجمة عن الجهاز المعيب في الفقرة 16 ورافق ذلك إلزام الشركة المصنعة بتغطية المالية فيما يتعلق بمسؤوليتها.³⁹

تحليل في بعض الأحكام القضائية ناتجة عن القضاء الأمريكي:

في الدعوى المدنية رقم 08-296 حيث رفع السيد Mracek دعوى ضد مستشفى Bryn Mawr وشركة ("Intuitive") Intuitive Surgical, Inc. للمطالبة بالتعويضات الناشئة عن المسؤولية الصارمة عن المنتج والمسؤولية الصارمة عن العطل والإهمال، وانتهاك الضمان فيما يتعلق باستئصال البروستاتا عن طريق روبوت عامل يسمى دافنشي تم تصميمه من الشركة سابقة الذكر ، فشل السيد MRACEK في الوفاء بعبء الإثبات بما يتعلق بالمسؤولية الصارمة لعدم تحقيقه شروط الدعوى الموردة في قانون الأضرار المدنية القسم 402 صدر في طبيعة الحال حكم لصالح المدعى عليه لعدم قدرة السيد Mracek توفير الأدلة بوجود عيب تسبب أضرار للمدعي.⁴⁰ وفي القضية رقم 5:15--00300-cv-RMW حيث يزعم المدعيان Gerald Darringer and Carol Darringer's ضد Intuitive Surgical, Inc حيث يدعي المدعيان في مواجهة شركة أنهم مرا بتجارب سلبية بعد خضوعهما لعملية جراحية باستخدام منصة دافنشي Da Vinci Robot وكان هذا الإجراء الجراحي هو عملية جراحية بالمنظار في الحوض الأيسر ، ونتيجة لهذه العملية يدعي المدعي أنه حدث له أضرار متمثلة في: "أوردة مقطوعة ، وصدمة ناجمة عن النزيف ، وإصابات وعائية شديدة " تم طلب رفض الشكوى من طرف الشركة وافقت المحكمة على ذلك مع منح إذن لتعديل الشكوى تتجه الرؤية القضائية الأمريكية لتفعيل أحكام المسؤولية عن المنتج المعيب على أي ضرر تسببه روبوت دافنشي.⁴¹

II- الخلاصة و النتائج

في النهاية تم توصل إلى مجموعة من النتائج :

🔷 قابلية تفاعل روبوتات دافنشي مع الذكاء الاصطناعي .

🔷 صعوبة تحديد المسؤولية في مجال الإجراءات الجراحية المفعلة من الروبوت الجراحي.

توجهات التشريعية تتجه لحصر المسؤولية في فعل الجراح أو الشركة المصنعة لروبوت الدردشة.

مسؤولية روبوت دافنشي المزود بنظام الذكاء الاصطناعي عن الإجراءات الجراحية المبنية على أساس تقنيات التعلم الآلي .

غياب الشخصية القانونية لروبوت دافنشي مما يستلزم تتبع النمط البرمجي والعيوب ناتجة عن الألة.

مسؤولية الشركة المصنعة عن عيوب الأدوات الجراحية.

II- التوصيات:

تتمثل التوصيات المقدمة في التالي:

تفعيل الترسنة التشريعية العالمية للبحث عن نصوص قانونية تحدد مسؤولية الروبوتات الجراحية.

البحث في حدود إرادة الألة الجراحية في منطق السيد والعبد ونمطية التعلم العميق.

وضع قوانين تضبط تفاعل الذكاء الاصطناعي مع الروبوت الجراحي.

البحث في نظام دافنشي المعزز بتقنيات الذكاء الاصطناعي.

_ المراجع :

¹ _ Elliott M. Antman and Marc S. Sabatine(2013), Cardiovascular Therapeutics: A Companion to Braun Wald's Heart Disease (Fourth Edition), Chapter 11 - Advances in Coronary Revascularization, Fourth Edition, W.B. Saunders, Philadelphia, p.229-230. available on: <https://2h.ae/eiQS>, accessed 24/08/2023, on the clock:20:20.

² _ Idem.

³ _ health.usf, Robotic Surgery - da Vinci Surgical System, available on: <https://2h.ae/hDEa>, accessed 24/08/2023, on the clock:22:23.

⁴ _ F. Pugin and P. Bucher and P. Morel(2011), History of robotic surgery: From AESOP® and ZEUS® to da Vinci®, Journal of Visceral Surgery, volume148, number5, pp.e5 -e7. available on: <https://2h.ae/GJLt>, accessed 25/08/2023, on the clock:02:03.

⁵ _ uniospecialtycare, What is a da Vinci surgical system?, available on: <https://2h.ae/UNBN>, accessed 25/08/2023, on the clock:00: 32.

⁶ _ farmacosalud, 222 robot Da Vinci Xi, available on: <https://2h.ae/pTbG>, accessed 25/08/2023, on the clock:00: 37.

⁷ _ uniospecialtycare, op. cit.

⁸ _ Mohammad H. Abedin-Nasab, (2020) Handbook of Robotic and Image-Guided Surgery, the da Vinci Surgical System, Elsevier, pp.41-42 available on: <https://2h.ae/UUlu>, accessed 25/08/2023, on the clock:01: 31.

⁹ _ Pedro Jiménez, Robot-Assisted Surgery, available on: <https://2h.ae/rFbl> , accessed 25/08/2023, on the clock:01: 45.

¹⁰ _ IVO, Robot-Assisted Surgery, available on: <https://2h.ae/rFbl> , accessed 25/08/2023, on the clock:01: 45.

¹¹ _ uniospecialtycare, op. cit.

¹² _ Pedro Jiménez, Robot-Assisted Surgery, op.cit.

¹³ _ Idem.

¹⁴ _ dictionary. Cambridge, artificial intelligence, available on: <https://2h.ae/ajiT>, accessed 26/08/2023, on the clock:10:25.

¹⁵ _ University of Illinois Chicago, What is (AI) Artificial Intelligence?, available on: <https://2h.ae/PhNy>, accessed 26/08/2023, on the clock:10:36.

¹⁶ _ merriam-webster, artificial intelligence, available on: <https://2h.ae/YkCK>, accessed 26/08/2023, on the clock:10:36.

¹⁷ _ Scott Rupp, he Da Vinci Medical Robot and AI, available on: <https://2h.ae/dkGr>, accessed 26/08/2023, on the clock:11:36.

¹⁸ _ Evan Ackerman, Google and Johnson & Johnson Conjugate to Create Verb Surgical, Promise Fancy Medical Robots The two companies partnered to create a robotics-focused surgical startup, available on: <https://2h.ae/AZiN>, accessed 26/08/2023, on the clock:11:46.

²⁰ _ Zhang, Dandan and Wu, Zicong and Chen, Junhong and Gao, Anzhu and Chen, Xu and Li, Peichao and Wang, Zhaoyang and Yang, Guitao and Lo, Benny and Yang, Guang-Zhong(2020), Automatic Microsurgical Skill Assessment Based on Cross-Domain Transfer Learning, IEEE Robotics and Automation Letters, volume5, number3, pp. 4148-4149, available on: <https://2h.ae/AZiN>, accessed 26/08/2023, on the clock:11:46.

²¹ _ Kumba Sennaar, Machine Learning in Surgical Robotics – 4 Applications That Matter, available on: <https://2h.ae/VNlm>, accessed 26/08/2023, on the clock:23:06.

²² _ John Schulman and Ankush Gupta and Sibi Venkatesan and Mallory Tayson-Frederick and P. Abbeel(2013), A case study of trajectory transfer through non-rigid registration for a simplified suturing scenario, 2013 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems, Tokyo, Japan, pp.4111-4112, available on: <https://2h.ae/KHqc>, accessed 26/08/2023, on the clock:23:16.

²³ _ Idem.

²⁴ _ Ibid., p4113

²⁵ _ Mahtab J. Fard, Sattar Ameri, Ratna B. Chinnam, Abhilash K. Pandya, Michael D. Klein, R. Darin Ellis(2016), Machine Learning Approach for Skill Evaluation in Robotic-Assisted Surgery, Lecture Notes in Engineering and

Computer Science: Proceedings of The World Congress on Engineering and Computer Science 2016, 19-21 October, San Francisco, USA, volume1, San Francisco, USA, 2016. pp.1-2, available on: <https://2h.ae/WIJf>, accessed 26/08/2023, on the clock:10:10.

²⁶ _Runzhuo Ma, Erik B. Vanstrum, Ryan Lee, Jian Chen, and Andrew J. Hung(2020), Machine Learning in the Optimization of Robotics in the Operative Field, Current opinion in urology, volume30, number6, p.5. available on: <https://2h.ae/eYPP>, accessed 27/08/2023, on the clock:11:33.

²⁷ _ Ibid., p12.

²⁸ _ Kumba Sennaar, op.cit.

²⁹ _ Treadwell, Jonathan R and Lucas, Scott and Tsou, Amy Y, Surgical checklists: a systematic review of impacts and implementation(2014), BMJ Quality & Safety, BMJ Publishing Group Ltd, volume23, number4, p.299. available on: <https://2u.pw/oQxtg1fh>, accessed 28/08/2023, on the clock:11:00.

³⁰ _ Dencker, E. E., Bonde, A., Troelsen, A., Varadarajan, K. M., & Sillesen, M(2021), Postoperative complications: an observational study of trends in the United States from 2012 to 2018, BMC surgery, volume21, number1, pp5-6. available on: <https://2h.ae/TiVR>, accessed 28/08/2023, on the clock:11:43.

³¹ _ Healy MA, Mullard AJ, Campbell DA Jr, Dimick JB(2016), Hospital and Payer Costs Associated with Surgical Complications, JAMA surgery, volume151, number9, p823, available on: <https://2h.ae/kKFY>, accessed 28/08/2023, on the clock:10:10.

³² _Zheng, S., Lu, J. J., Ghasemzadeh, N., Hayek, S. S., Quyyumi, A. A., & Wang, F(2017), Effective Information Extraction Framework for Heterogeneous Clinical Reports Using Online Machine Learning and Controlled Vocabularies, JMIR medical informatics, volume5, number2, pp.2-3. available on: <https://2h.ae/nkrl>, accessed 28/08/2023, on the clock:12:00.

³³ _ dictionary. Cambridge, legal liability, available on: <https://2h.ae/BkCO>, accessed 26/08/2023, on the clock:10:25.

³⁴ _ ScienceDirect, Legal Liability, available on: <https://2h.ae/WGvY>, accessed 28/08/2023, on the clock:13:59.

³⁵ _ Guerra, Alice, and Parisi, Francesco and Pi, Daniel (2022) Liability for robots I: legal challenges, Journal of Institutional, volume18, number3, pp339-340, available on: <https://2h.ae/DQVG>, accessed 28/08/2023, on the clock:14:05.

³⁶ _Jamjoom, A. A. B., Jamjoom, A. M. A., Thomas, J. P., Palmisciano, P., Kerr, K., Collins, J. W., Vayena, E., Stoyanov, D., Marcus, H. J., & iRobotSurgeon Collaboration (2022), Autonomous surgical robotic systems and the liability dilemma, Frontiers in surgery, volume9, number3, 2022, pp6-7, available on: <https://2h.ae/DpBK>, accessed 28/08/2023, on the clock:15:25.

³⁷ _A. P. Rathnayake(2024), Legal and ethical facets of robotic surgery: a suggestion for a guideline, Sri Lanka Journal of Forensic Medicine, Science & Law, volume15, number1, p31, available on: <https://2h.ae/PWny>, accessed 28/08/2023, on the clock:14:05.

³⁸ _Article 2 :Regulation (EU) 2017/745 of the European Parliament and of the Council of 5 April 2017 on medical devices, amending Directive 2001/83/EC, Regulation (EC) No 178/2002 and Regulation (EC) No 1223/2009 and repealing Council Directives 90/385/EEC and 93/42/EEC (Text with EEA relevance.):" medical device' means any instrument, apparatus, appliance, software, implant, reagent, material or other article intended by the manufacturer to be used, alone or in combination, for human beings for one or more of the following specific medical purposes.... investigation, replacement or modification of the anatomy or of a physiological or pathological process or state..." available on: <https://2h.ae/oSel>, accessed 28/08/2023, on the clock:19:38.

³⁹ _ Article 14: Regulation (EU) 2017/745 of the European Parliament and of the Council of 5 April 2017 on medical devices, amending Directive 2001/83/EC, Regulation (EC) No 178/2002 and Regulation (EC) No 1223/2009 and repealing Council Directives 90/385/EEC and 93/42/EEC (Text with EEA relevance.):"... 16. Natural or legal persons may claim compensation for damage caused by a defective device in accordance with applicable Union and national law. Manufacturers shall, in a manner that is proportionate to the risk class, type of device and the size of the enterprise, have measures in place to provide sufficient financial coverage in respect of their potential liability under Directive 85/374/EEC, without prejudice to more protective measures under national law." available on: <https://2h.ae/oSel>, accessed 28/08/2023, on the clock:19:42.

⁴⁰ _ Mracek v. Bryn Mawr Hospital, available on: <https://2h.ae/XeEk> , accessed 28/08/2023, on the clock:20:42.

⁴¹ _ Darringer v. Intuitive Surgical, Inc., available on: <https://2u.pw/urazljow> , accessed 28/08/2023, on the clock:20:42.