

مستقبل خدمات الرعاية الصحية في زمن الذكاء الاصطناعي

The future of health services in the age of artificial intelligence

ياسين غجاتي¹، قدور بن نافلة²¹ جامعة حسيبة بن بوعلي - الشلف (الجزائر)، y.ghadjjati@univ-chlef.dz² جامعة حسيبة بن بوعلي - الشلف (الجزائر)، k.bennafla@univ-chlef.dz

تاريخ النشر: سبتمبر/2024

تاريخ القبول: 2024/09/08

تاريخ الإرسال: 2024/06/14

الملخص:

أثار تزايد تسجيل الأخطاء الطبية في نظام الرعاية الصحية اهتماماً دولياً خلال السنوات الأخيرة. معدلات عالية أظهرتها تقارير المرضى الذين لم يسلموا من هذه الأحداث خاصة بالمستشفيات العامة. ولأجل ذلك، هدفت هذه الدراسة إلى إدراك أن درجة الخطأ لا يمكن تجنبها في أي مهمة موكلة للبشر، حيث يتعين إخضاع قابلية التعرض للخطأ البشري في مجال الرعاية الصحية في حدود المعقول. وتوصلت الدراسة إلى أن القرارات الطبية المتخذة تبقى غير سليمة مادام احتمال توليد الأخطاء ممكناً. ولذلك، تم الاستناد بالذكاء الاصطناعي للخروج بأمان من هذه الوضعية مع توفير دعم للكوادر الطبية خاصة في تسهيل عمليات التشخيص وإجراء العمليات الدقيقة والخطيرة وهو ما يمثل مستقبل أفضل في مجال تقديم الخدمات الطبية.

الكلمات المفتاحية: الذكاء الاصطناعي، الأخطاء الطبية، خدمات الرعاية الصحية، نظام المعلومات الصحية.

Abstract:

The increasing recording of medical errors in the healthcare system has attracted international attention in recent years. High rates were shown by reports of patients who were not spared from these events, especially within public hospitals. For this reason, this study aimed to realize that the degree of error is unavoidable in any task entrusted to humans, and the susceptibility to human error in the field of health care must be controlled within reasonable limits. The study concluded that medical decisions made remain unsound as long as errors are possible. Therefore, artificial intelligence was used to safely get out of this situation while providing support to medical personnel, especially in facilitating diagnosis and performing delicate and dangerous operations, which represents a better future in providing medical services.

Keywords : artificial intelligence, medical errors, health care services, health information system.

مقدمة:

يشكل تسجيل ارتفاع في معدل الأخطاء الطبية البشرية تحديًا كبيرًا في مجال تقديم خدمات الرعاية الصحية، تزايد عدد الحالات المؤكدة من شأنه أن يؤثر سلباً على سلامة المرضى بشكل خاص وعلى مستوى جودة خدمات الرعاية الصحية بشكل عام. وفي هذا الصدد، يعتبر القضاء على حدوث الأخطاء الطبية البشرية وتحسين مستوى تقديم خدمات الرعاية الصحية في المستقبل هدفاً أساسياً للقطاع الصحي على المستوى العالمي.

عدة أسباب ساهمت في تأزم الوضعية، أبرزها ارتفاع شدة ضغوط العمل وأثرها على أداء الفرق الطبية، وإن كان لعامل الإرهاق دور رئيسي في اتخاذ القرارات الطبية غير الدقيقة فإن ضخامة حجم المعلومات التي يجب على الأطباء والمرمضين معالجتها يتطلب المزيد من الجهد والتركيز. ولذلك، أصبح تحقيق تكامل التكنولوجيا ضرورة ملحة لحل هذه المشكلة. وبهذا الخصوص، يعتبر الذكاء الاصطناعي أداة فعالة للتشخيص الطبي الدقيق، تحسين إدارة الملفات الطبية وكذا تقديم توجيهات مدروسة للأطباء لاتخاذ قرارات مصيرية ذات الصلة بحالة المرضى.

وبناء على ما سبق ذكره، يمكن طرح التساؤل الرئيسي التالي: **كيف يساهم الذكاء الاصطناعي في تحديث تقديم خدمات الرعاية الصحية؟** ولتبسيط أكثر للإشكالية المطروحة، تتبثق منها عدة أسئلة فرعية تشكل فيما بينها مفتاح الإجابة عليها وهي:

- ما المقصود بالأخطاء الطبية البشرية؟
 - ماهي أسباب تزايد تسجيل الأخطاء بقطاع خدمات الرعاية الصحية؟
 - كيف يساهم الذكاء الاصطناعي في تحسين أداء تقديم خدمات الرعاية الصحية بشكل أفضل؟
- وبهذا الخصوص، قسمت الدراسة إلى محورين أساسيين، المحور الأول يهتم بقياس أداء واجب خدمات الرعاية الصحية، بينما خصص المحور الثاني لتبيين دور الذكاء الاصطناعي في عصرنة وتطوير تقديم خدمات الرعاية الصحية.
- فرضيات الدراسة:** قصد الإجابة على إشكالية الدراسة، تم صياغة الفرضيات التالية:

- يمن أن يعد الذكاء الاصطناعي بمثابة مصدر مهم لتمييز قطاع خدمات الرعاية الصحية؛
 - يؤدي الذكاء الاصطناعي دور هام في عصرنة وتطوير تقديم خدمات العناية بالصحة.
- أهمية الدراسة:** أهمية الدراسة مستمدة من أهمية مسايرة التطور التكنولوجي الحاصل في المجال الطبي قصد الحد من التزايد الرهيب في الأخطاء المهنية البشرية من خلال تفعيل مساهمة الذكاء الاصطناعي في إجراء تحليل البيانات الطبية بشكل أسرع وبأكثر دقة، مما يساعد في تسهيل إدارة المعلومات الطبية وتحسين عمليات التشخيص والمتابعة الجيدة لبرامج تطوير وتدريب الأطباء والمهنيين الصحيين لغرض تقديم مهام إنسانية خالية من احتمالية حدوث أخطاء ذات الصلة بالقرارات العلاجية المتخذة.

أهداف الدراسة: بالنظر إلى أهمية الموضوع محمل الدراسة، نسعى من خلال هذه الورقة البحثية إلى بلوغ جملة من الأهداف، أبرزها:

- تحديد المعايير القياسية لحجم الضرر الذي قد تحدثه الأخطاء الطبية البشرية؛
- تقييم حجم التكاليف المباشرة وغير المباشرة للأخطاء الطبية البشرية؛
- تقليل الضغط على الكوادر الطبية مع التركيز الجهود في محلها؛
- تقديم القيمة المضافة التي يمكن للذكاء الاصطناعي أن يوفرها للقطاع الصحي خاصة بقسم العناية المركزة؛

منهج الدراسة: بالاستناد على المنهج الوصفي والمنهج التحليلي تم إجراء دراسة تأثير متغير الذكاء الاصطناعي على المتغير التابع الخدمات الصحية وذلك بإتباع أسلوب العرض التاريخي والوصفي للعديد من الأمثلة الواقعية المرتبطة بهذا الموضوع، كما تم الاستعانة أيضاً بلغة الأرقام قصد ضمان التحليل الجيد لبعض المعطيات ذات الدلالة الإحصائية بمتغيرات الدراسة.

1- عموميات حول قياس أداء واجب خدمات الرعاية الصحية

يعتبر أداء واجب الرعاية الصحية للمرضى مجالاً مثيراً للاهتمام خاصة في ظل السعي الدؤوب نحو تحسين جودة خدمات الرعاية الصحية المقدمة والتي تعتمد أساساً على نجاح عملية تشخيص الأمراض كمرحلة أولية وكذا إتمام تقديم العلاج الشافي للمرضى وصولاً إلى إنهاء تقديم خدمات صحية بكيفية آمنة وفعالة بشكل عام.

1.1- أثر فيروس كورونا (كوفيد-19) على تعداد الكوادر الطبية

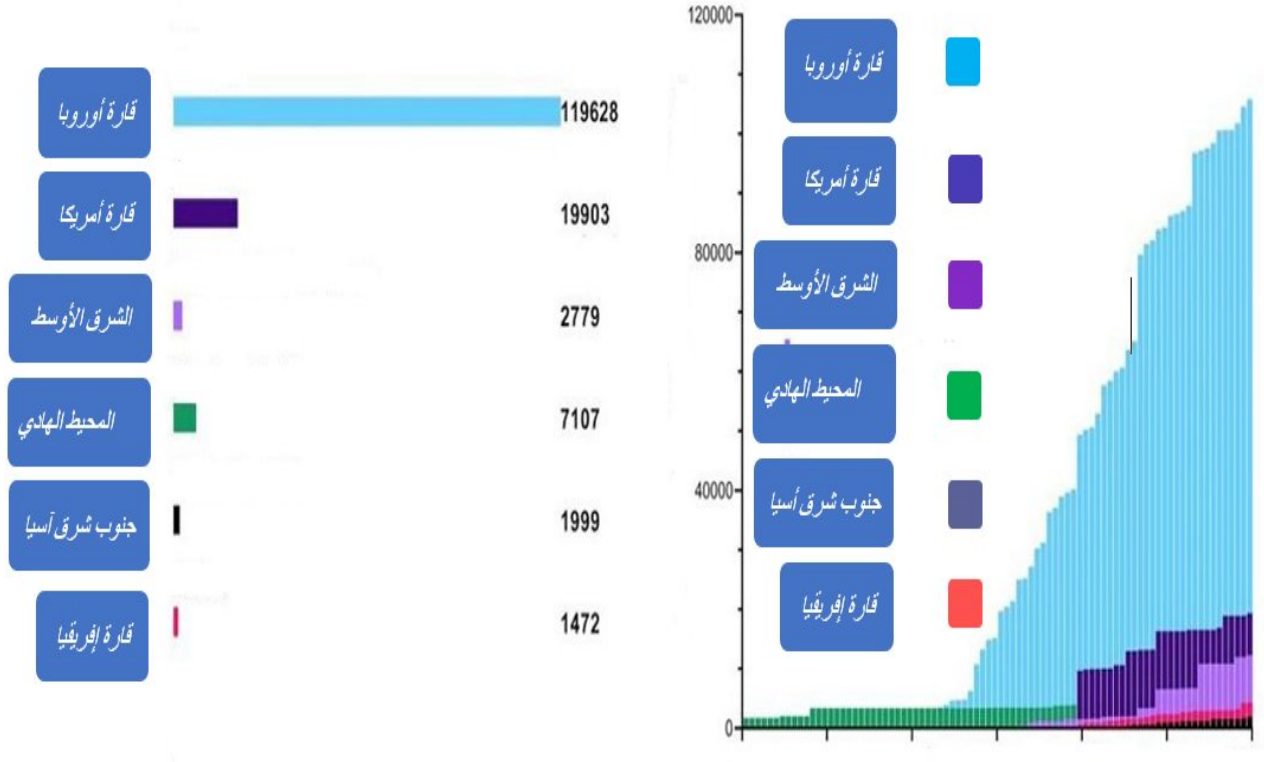
تسببت فترة الأزمة الصحية العالمية في فرض سياسات الإغلاق والحجر الصحي الذي شهدها العالم بأسره نتيجة تفشي فيروس كورونا (كوفيد-19) مما أدى إلى حدوث ركود وانكماش ملموس في مختلف القطاعات الاقتصادية التي توفر مناصب العمل، فمن خسارة عديد من الأشخاص لوظائفهم بمختلف المناطق من جميع أنحاء العالم خلال مرحلة الجائحة إلى فتح عروض عمل جديدة اصطناعية لفائدة البشرية ولعل أبرزها استخدام الذكاء الاصطناعي الذي أدخل في مجال الرعاية الصحية باعتباره من بين الفرص الواعدة في المستقبل.

في نفس السياق، كشفت جائحة كورونا (كوفيد-19) على وجود عجز كبير في تعداد الكوادر الطبية بمختلف أصنافها على مستوى العالم وهو الأمر الذي قد يؤدي إلى عدم تحقيق استجابة سريعة لما قد يحتاجه المرضى خاصة عند طلب التشخيص الضروري في بعض حالات الطوارئ. وبذلك، يمكن اعتبار أن قرار دمج تقنيات الذكاء الاصطناعي في مجال الرعاية الصحية يعتبر خياراً واعداً للتغلب على نقص عدد الفرق الطبية الذي تهاوي بسبب فقدان عديد الأطمق الطبية التي كانت في الصفوف الأولى للجيش الأبيض عند مواجهة الانتشار الرهيب لهذا الفيروس في فترات سابقة عرفت بتوهج خطورته.¹

على الصعيد العالمي، وصل مستوى تطور معدل الإصابات بفيروس كورونا COVID-19 والمؤكدة خلال السداسي الأول لسنة 2020 إلى أكثر من 5 ملايين شخص مصاب يشتغل ضمن الأطقم الطبية في 213 دولة مستها الجائحة، مما أدى إلى تسجيل وفاة أكثر من 300,000 شخص حول العالم يعمل على الجبهات الأمامية لمواجهة هذه الأزمة الصحية العالمية والمتمثلين أساساً في العاملين في مجال تقديم خدمات الرعاية الصحية، الذين يواجهون مهمة كبيرة في الكشف وتشخيص حالات الإصابة وعلاج عدد متزايد من المرضى الذين يعانون من ظهور مضاعفات المرض بشكل حاد، وغالباً ما يتعين عليهم اتخاذ قرارات طبية حاسمة تحت ضغط جسدي ونفسي قوي. وحسب منظمة الصحة العالمية تشمل فئة العاملين في المجال الصحي جميع الأشخاص الذين يشاركون في الأعمال الهادفة بشكل رئيسي إلى تعزيز جودة خدمات الرعاية الصحية المقدمة ويشمل ذلك الأطباء بمختلف تخصصاتهم، الممرضين، القابلات والموظفين الطبيين وإداريين بالمستشفيات وكل الداعمين بما في ذلك أفراد المجتمع المدني المتطوعين الذين يواجهون خطر الإصابة المهنية بفيروس كورونا COVID-19.²

في بداية مرحلة توهج جائحة كورونا والمعينة بالنصف الأول من سنة 2020، تم الإبلاغ عن تسجيل 152,888 إصابة مؤكدة بفيروس كورونا مست مختلف العاملين بالقطاع الصحي، منها 1413 إصابة أدت إلى تسجيل عدة حالات وفاة بين العاملين في مجال تقديم خدمات الرعاية الصحية، ورغم أن معظم الإصابات المؤكدة كانت تحدث بشكل رئيسي على فئة النساء العاملات بالقطاع الصحي إلا أن معدل الوفيات المرتفع توجه بشكل رئيسي نحو فئة الرجال. وفي هذا الإطار، سجلت أكثر الإصابات بين صفوف الممرضات بينما كان الأطباء أكثر عرضة للوفيات من بين صفوف الجيش الأبيض. فيما تعلق بالبيانات المتاحة حول هذه الظاهرة الصحية، كان أخصائيو الطب العامون أكثر عرضة لمخاطر الوفاة بدرجة أعلى بين مختلف أصناف الأطباء، في حين وصل تخصص الصحة العقلية إلى أعلى درجات الخطر من بين بقية التخصصات الطبية الأخرى من ناحية قوة الإصابة. وفي نفس السياق، تم تسجيل عجز كبير في توفير الإمكانيات المادية وتوفير المعدات الحمائية والوقائية الشخصية لجميع أفراد المجتمع الطبي، حيث تم إعطاء الأولوية للحالات المؤكدة في مختلف أقسام المستشفيات، كما أدى التدفق الكبير للمرضى من خلال خدمات الطب العام إلى زيادة خطر انتقال الفيروس وهو ما يعكس العدد الأكبر من حالات إصابة أطباء الطب العام بالمقارنة مع بقية الأصناف الأخرى الممارسة لمهنة الطب داخل المستشفيات لاسيما العمومية منها. بينما قد يكون لدى أخصائي الصحة العقلية نقص كبير في التزود بالمعدات ولوازم الوقاية الشخصية من الإصابة بالفيروس، كما أن عمل ممرضين وأطباء الصحة العقلية مع العديد من أفراد المجتمع المرضى الذين لا يدركون أهمية الالتزام بالبروتوكولات الصحية كارتداء الكمامات، الالتزام بالتباعد الاجتماعي والإمام بمختلف قواعد النظافة والنظافة الصحية غالباً ما قد يزيد من مخاطر تعرضهم للإصابة بفيروس كورونا المستجد.³

الشكل 1: قياس عدد المصابين بعدوى كوفيد-19 في صفوف الأطقم الطبية خلال السداسي الأول من سنة 2020



SOURCE : Bandyopadhyay, S., Et. Al., (2020). Infection and mortality of healthcare workers world wide from COVID-19: a systematic review. BMJ, 5(12),.P.07.

من خلال النتائج المدرجة في الشكل 1 أعلاه، تبين أنه خلال فترة بداية الجائحة والممثلة بالسداسي الأول من سنة 2020، تم الإبلاغ عن أعلى عدد من الإصابات بفيروس COVID-19 في صفوف العاملين في مجال الرعاية الصحية في قارة أوروبا (119 628 حالة، بما يعادل نسبة 78.2%)، بينما سجل أقل عدد مصرح به بقارة أفريقيا (1472 حالة، بنسبة 1.0%).

في توضيح أكثر لحصيلة الوفيات حسب الاختصاص الإقليمي، سجلت قارة أوروبا أعلى عدد من الوفيات (712، بنسبة 50.4%)، في حين تكبدت قارة أفريقيا أقل عدد (17، بما يعادل 1.2%). وعلى الرغم من أن منطقة أوروبا حصدت أعلى عدد من الوفيات إلا أنها حققت أقل معدل وفيات والمقدر بـ: (0.6%). أعلى معدل وفيات الملاحظ في منطقة شرق المتوسط (5.7 وفاة لكل 100 إصابة)، تليها منطقة جنوب شرق آسيا بـ: (3.1 وفاة لكل 100 إصابة) كما هو مبين في الجدول رقم (01) أدناه.⁴

الجدول 1: قياس نسب الإصابات القاتلة في صفوف الاطعم الطبية
خلال النصف الأول لسنة 2020

المنطقة	عدد الإصابات	الإصابات القاتلة	معدل الوفيات (%)	نسبة الوفيات من إجمالي عدد السكان (%)
إفريقيا	1472	17	1.2	0.06
الشرق الاوسط	2779	159	5.7	0.44
أوروبا	119628	712	0.6	1.40
أمريكا	19903	395	2.0	4.58
جنوب شرق آسيا	1999	62	3.1	0.20
المحيط الهادي	7107	68	1.0	0.06
المجموع	152888	1413	0.92	0.52

SOURCE :Kuehn, B. M. (2021). COVID-19 in Clinicians—More Cases in Women, More Deaths in Men. *Jama*, 325(15), P.1498.

في نفس الإطار، بلغ عدد الوفيات بالقطاع الصحي الجزائري عموماً بـ: 470 حالة وفاة منهم 300 طبيب بما يعادل نسبة 64% فقدوا حياتهم نتيجة الإصابة بفيروس كورونا المستجد.⁵

2.1- حجم التكاليف المباشرة وغير المباشرة للأخطاء الطبية البشرية

فاتورة الأخطاء الإنسانية في المجال الطبي تكلف المجتمع مليارات الدولارات حول العالم،⁶ العديد من هذه الأخطاء البشرية تظل غير مكتشفة، مما يجعل من الصعب الحصول على فهم واضح لمدى تقاوم هذه المشكلة. ولذلك، تم استنتاج تقديرات للتأثيرات السلبية لأخطاء الإنسان على المجتمع من خلال العديد من الطرق المختلفة، الأخطاء التي تلحق ضرراً بالمرضى تُعرف باسم "أخطاء الإنسان الطبية القابلة للقياس".⁷

تقديم تقديرات فعلية لمختلف هذه الأنواع من الأخطاء على المجتمع يترجم من خلال التأثيرات الاقتصادية القابلة للقياس في شكل تكاليف مباشرة وغير مباشرة. التكاليف المباشرة ترتبط بشكل رئيسي بزيادة تكاليف الرعاية الطبية لتقديم خدمات العناية بالمرضى الداخليين والخارجيين مع تقديم وصفات الأدوية للأفراد الذين تعرضوا لحوادث صنف كأخطاء طبية. التكاليف غير المباشرة تتعلق بزيادة معدلات

الوفيات بين الأفراد الذين يتعرضون لأخطاء طبية وترتبط كذلك بفقدان الإنتاجية بسبب الإعاقة الطويلة والقصيرة الأمد الناتجة عن الأخطاء الطبية.⁸

وبهذا الخصوص، قامت العديد من الدراسات بمحاولة قياس التكاليف المباشرة وغير المباشرة للأخطاء الطبية البشرية القابلة للقياس.⁹ فعلى سبيل المثال وصلت مجموع التكاليف التراكمية للأخطاء البشرية القابلة للقياس في الولايات المتحدة عند 17.8 مليار دولار في عام 2008،¹⁰ مع وجود أكثر من 98000 حالة وفاة وأزيد من 10 مليون يوم فاقد للعمل بسبب الإعاقة القصيرة الأمد.¹¹ ويشير التقدير أيضاً إلى أن واحدة من بين أربع زيارات متعلقة بالإصابات إلى المستشفيات في الولايات المتحدة تعرضت لأخطاء طبية خلال الفترة الممتدة بين سنتي 2008 و2009.¹²

3.1- التحفيز المالي بهدف تحسين تقديم خدمات الرعاية الصحية

فترة التحول الخاصة بإصلاح قطاع الصحي أحدثت العديد من التغييرات في نظم الرعاية الصحية بشكل عام والمستشفيات على وجه الخصوص. علاوة على ذلك، أدت صياغة قوانين الرعاية الصحية إلى وضع حوافز مالية قصد الوصول إلى تقديم رعاية صحية ذات جودة عالية. ويمكن دور التحفيز المالي في رفع نسب تفادي الأخطاء الطبية خاصة القابلة للتجنب. جميع هذه العوامل أدت إلى زيادة كبيرة في العبء المالي الناتج عن الأخطاء الطبية، الجزء الكبير من هذا العبء المالي تم تكبده من قبل المستشفيات. وبالإضافة إلى التأثيرات السلبية على رعاية المرضى، أصبحت الأخطاء الطبية تؤثر بشكل مباشر على ربحية المستشفى أكثر من خطط التأمين الصحي وتعويض المستشفيات وكذا إجراءات تحويل الرعاية إلى مواقع خارجية التي توفر تكاليف أقل. ونظراً لأن الأخطاء الطبية قابلة للتجنب، كان لازماً على إدارة المستشفيات تحليل أسبابها بشكل دقيق وتنفيذ برامج وقائية شاملة لتقليل حدوثها، وتبعاً لذلك، ساهم Kohn وفريق بحثه المنتمي إلى معهد الطب في تقريره المعنون بـ: "To Err Is Human: Building a Safer Health System" في تحديد مفهوم الخطأ الطبي الذي يشير إلى فشل مهمة العمل المخطط لها في إتمام ما كان مقصوداً للإنجاز دلالة على استخدام خطة مدروسة ولاكن غير موفقة في تحقيق هدف طبي محدد.¹³

4.1- تحليل معدل الإصابات الناجمة من الأخطاء الطبية البشرية

تشير معظم الأبحاث المنجزة حول جسامه الأخطاء الطبية إلى أنها تحدث بشكل أكثر مما كان يعتقد، وبذلك تشكل عبئاً اقتصادياً واجتماعياً كبيراً. وبالإضافة إلى كونها تتسبب في أذى غير مرغوب للمرضى. بينت التحليلات المجرات في الولايات المتحدة الأمريكية أن الأخطاء الطبية تتسبب في 44000 إلى 98000 إصابة خطيرة سنوياً، حيث أظهر نتائج تقرير معهد الطب الذي نشر في عام 2000 أن الأخطاء الطبية أصبحت محتملة أكثر للحدوث خاصة مع تزايد درجة تعقيد نظم الرعاية الصحية. كما لفت التقرير الانتباه إلى أن تقليل الأخطاء الطبية يتطلب جهداً منظماً لبناء السلامة والأمن

في العمليات الجراحية. في عام 2010، لاحظ Landrigan وفريق البحث أن أغلبية التدخلات الطبية التي أجريت بعد عام 2000 لم تنفذ بطريقة مدروسة، حيث قام الباحثون بمراجعة معدل الإصابات الطبية بشكل كلي وقياس معدل الإصابات البليغة المكتشفة والذي وصل إلى نسبة تقريبية قدرت بـ: 3%¹⁴. كان هذا المعدل متقارباً لما تم ملاحظته في دراسة سابقة قامت بفحص سجلات إقامة المرضى بولاية نيويورك، حيث تبين أن 3.7% من العدد الإجمالي للمقيمين بالمستشفيات كانت مرتبطة بإصابات طبية بشرية.¹⁵ بينما وجد Naessens أن حوالي 4% من المغادرين من المستشفى كانت لديهم ضرر مرتبط بحدوث أخطاء مهنية، وكانت الغالبية منهم (43%) تتعلق بقضايا السلامة الجلدية، في حين كانت 23% أخطاء في تقديم الدواء و21% تناسي الأدوات ولوازم الجراحية سيما الضمادات.¹⁶

5.1- فاتورة ارتكاب الأخطاء المهنية الطبية

ساهمت العديد من الدراسات في الإجابة على تساؤل الذي يدور حول فاتورة الأخطاء البشرية في المجال الطبي. إحدى أولى الدراسات وأكثرها دقة من حيث الناحية الإحصائية كانت دراسة ممارسة الطب في جامعة هارفارد (HMPS) والتي توصلت إلى أن الأحداث الضارة كانت جزءاً كبيراً من الرعاية الصحية داخل المستشفيات، اعتمدت دراسة HMPS منهجية مراجعة سجلات المرضى خلال مرحلتين، حيث يقوم الممرضون أولاً بتحليل السجلات التي تظهر فيها احتمالية كبيرة لوجود حدث ضار، ثم يقوم الأطباء في المرحلة الثانية بمراجعة السجلات المحددة بعناية قصد التأكد من وجود حوادث ضارة أو محتملة وذلك تمهيداً لتقييم فعالية الرعاية الصحية.¹⁷

حددت دراسة HMPS معدلات الحدوث الخاص بجميع أنواع الإصابات الطبية في نيويورك، والتي كانت مقدرة بمبلغ 3.8 مليار دولار أمريكي من تكاليف الرعاية الصحية، مما يعني وجود تكلفة للأخطاء المهنية الطبية تفوق 50 مليار دولار أمريكي.¹⁸ ورغم أن مراجعات السجلات الطبية كان على نطاق واسع إلا أن المنهجية المتبعة من HMPS قد تعرضت لانتقادات بسبب تضييع الوقت بتكرار العملية، ومع ذلك لا تزال مستخدمة على أوسع نطاق، حيث تم التحقق من نتائجها مع تعميم استخدامها على المستوى العالمي.¹⁹

2- دور الذكاء الاصطناعي في عصرنة وتطوير تقديم خدمات الرعاية الصحية

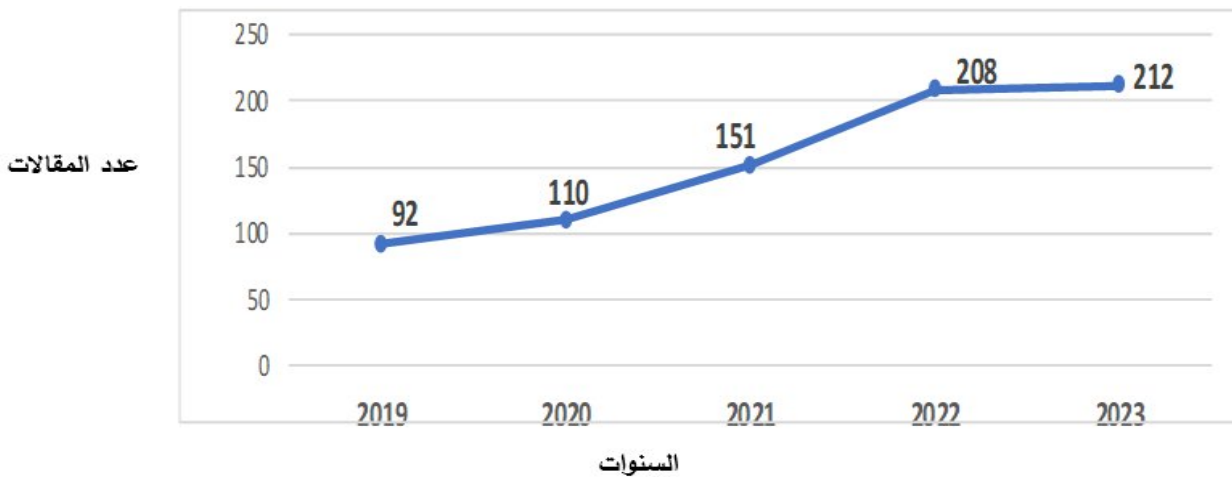
في غالب الأحيان، يعاني المرضى من ظهور علامات الارتباك بسبب تداخل الأمراض والمضاعفات المصاحبة لها. ويعد التعامل مع هذا التحدي ممكناً بما يرغب فيه الأطقم الطبية والمرضى المتواجدين بالوحدات الخاصة بالعناية الصحية المركزة (ICU) حيث تم اكتشاف ترسانة من التقنيات المتطورة التي بإمكانها توليد البيانات المفيدة من المريض بشكل لا نهائي وتتمثل أبرز هذه التقنيات في: العلامات الظاهرة على الأعضاء الحيوية، نتائج الكشوف المخبرية، الصور التشخيصية، قياس نبضات القلب، رصد السوائل البشرية؛ بينما يتيح الذكاء الاصطناعي فرص أفضل وأكثر دقة من ذلك بكثير.

1.2- مفهوم الذكاء الاصطناعي

في الوقت الحالي يصعب تعريف مصطلح "الذكاء الاصطناعي" بسبب وجود تفسيرات متباينة ومتعددة حوله، فمصطلح "الاصطناع" يشير إلى شيء ما لا يحدث طبيعياً، في حين تم تعريف كلمة "الذكاء" بطرق متعددة. يقترح النفساني Howard Gardner's تعريفاً للذكاء الاصطناعي يركز على حل المشكلات: " القدرة على حل المشكلات بطريقة ذكية أو إنتاج منتجات تحظى بقيمة ملموسة ضمن إعدادات سد الاحتياجات الفردية أو الجماعية ".²⁰

توالت محاولات تعريف الذكاء الاصطناعي، حيث اقترح Thomas Malone تعريفاً ينصب على دور الآلات التي بإمكانها التصرف بطرق أذكى من الإنسان.²¹ بينما وجد تعريف أكثر دقة يركز على بناء الهياكل التي تفض القيود وتنفذ المهام التي تكشفها التمثيلات المدعمة بنماذج التفكير، الإدراك والعمل بالذكاء الاصطناعي.²² كما يمكن تعريف الذكاء الاصطناعي بشكل أضيق على أنه نظام يعتمد على الآلات المصممة لحل مشاكل محددة،²³ بينما يُشار إلى الذكاء الاصطناعي بشكل أوسع بأنه يتعلق بالآلات التي يمكنها حل مجموعة متنوعة من أنواع المشاكل بمفردها بشكل مماثل للبشر. حالياً، جميع التطبيقات المعروفة بالذكاء الاصطناعي تنتمي إلى فئة الذكاء الاصطناعي الضيق. بينما يُعتبر الذكاء الاصطناعي الأوسع واحداً من أكثر مواضيع البحث نشاطاً اليوم وقد تستغرق تحديد مفهومه عقوداً مستقبلية إضافية.²⁴

الشكل 2: عدد المقالات الأكاديمية التي ناقشت الذكاء الاصطناعي في الحد من الأخطاء الطبية البشرية المنشورة خلال الفترة الممتدة بين سنتي 2019 إلى 2023



Source: Scopus search analyzer

فمنذ بداية الألفية الجديدة، أصبح موضوع الذكاء الاصطناعي يتمتع بشهرة كبيرة بين المجتمع الأكاديمي. وبهذا الخصوص، عرفت المقالات الأكاديمية التي تناولت الذكاء الاصطناعي كموضوع للبحث منحى تصاعدياً. بمقابل ذلك، وصل العدد المنشور من المقالات التي ناقشت موضوع الذكاء الاصطناعي من أجل تقديم خدمات أفضل بالحد من الأخطاء الطبية البشرية إلى أكثر من 100 مقالاً سنوياً على مدار الخمس السنوات الأخيرة، كما تجاوز عددها أكثر من 200 مقال خلال سنتي 2022 و2023 كما هو مبين في المنحنى البياني ضمن الشكل 2 أعلاه.

توضح العديد من الدراسات المرتبطة بالذكاء الاصطناعي أن خوارزميات التعلم الآلي يمكن أن تساهم بشكل كبير في مجال الرعاية الصحية من خلال مساعدة الأطباء في اتخاذ قرارات أفضل، حيث أظهرت العديد من الحالات أن هذه الخوارزميات تمتلك قدرة التفوق على نظيراتها البشرية، خاصة في تشخيص الأمراض وتوقع النتائج الطبية المحددة مثل نسب النجاة أو الوفاة من العمليات الجراحية أو مدة إقامة المريض في المستشفى. ولذلك، يمكن اعتبار أن دمج الذكاء الاصطناعي في مجال الرعاية الصحية يمثل فرصة مواتية لتحسين دقة التشخيص، تحسين تخطيط العلاج وفي نهاية المطاف تحقيق أفضل خدمات رعاية صحية مقدمة للشخص المريض.²⁵

يعتبر تقييم ما إذا كانت الآلات قادرة على التصرف بشكل ذكي مقارنةً بالبشر أمراً مثيراً للاهتمام، يقوم الذكاء الاصطناعي (AI) بإضفاء الذكاء على التجهيزات وتمكينها من التصرف بشكل ذكي لحل المشكلات المعقدة. في الغالب، تستخدم الأنظمة التي تعتمد على الذكاء الاصطناعي خوارزميات تعلم الآلة استغلال البيانات للتحليل، التنبؤ، التجميع وكذا التصنيف في نظم المعلومات الصحية خاصة بقطاع الرعاية الصحية.²⁶

2.2- العوامل المؤثرة على تقديم خدمات الرعاية الصحية بشكل جيد

في سياق مغاير لدراسة فئة المرضى، أوجدت دراسة مست الأطقم الطبية أن نقص النوم كان ولا يزال أحد المسببات الرئيسية لحدوث لأخطاء الطبية البشرية، خاصة بين صفوف الأطباء المتربصين، كما أكدت على أن تقليل عدد ساعات العمل الأسبوعية للمتدربين من شأنه أن يقلل من درجة ارتكاب الأخطاء الطبية الخطيرة في وحدات العناية الطبية.²⁷

بشكل عام، يعمل المتربصون داخل المستشفيات لأطول عدد من ساعات العمل في الأسبوع، وخاصة المتدربون (الدورة الدراسية للعام الأول بعد الدراسات الجامعية). كما يشتغل المتدربون لفترات طويلة (24 ساعة أو أكثر) ولأسابيع عمل طويلة وهذا ما قد يجعلهم أكثر عرضة وبشكل خاص لارتكاب الأخطاء الناتجة عن التعب الشديد. في استطلاع للأطباء، أبلغ 41 في المئة منهم أن التعب كان سبباً في أخطر خطأ جسيم ارتكبه. وقد حدثت معظم هذه الحوادث أثناء مرورهم بفترة التربص التدريبية، كما

ذكر 31 في المئة أنها أدت إلى حوادث جسيمة وصلت إلى الوفاة.²⁸

وعلى الرغم من هذا الكم الهائل من بيانات المريض، يواجه الأخصائيين في الرعاية المركزة مشكلات كبيرة في تحديد التشخيصات الدقيقة للمرضى الذين يعانون من حالات حرجة. المرضى الذين لا يستطيعون في كثير من الأحيان تقديم وصف منطقي لمرضهم، ولذلك، يجب الاعتماد على معلومات غير كاملة يتم توفيرها من مصادر ثانوية. علاوة على ذلك، بحلول وقت وصول المريض إلى الوحدة الحديثة للرعاية المركزة، عادةً ما تكون له تداخلات عديدة قد تؤثر على ممارسة عمل الأطباء الأخصائيين بوتيرة سريعة، وطبيعة. طبيعة أعمالهم المرهقة عقلياً تزداد تعقيداً بسبب مخاطر تثبيت المرضى على حافة الموت والعواطف الشديدة التي تتبع من المرضى وأسرهم والموظفين وزملاء المهنة. ولذلك، تشخص بيئة الرعاية المركزة بأنها معقدة، مجهدّة وملئّة بالأخطاء في التقدير والتشخيص. تشير التقديرات إلى أن ما لا يقل عن 5% من الوفيات في وحدة الرعاية المركزة تنجم عن تشخيصات خاطئة قاتلة. الأخطاء التشخيصية غير القاتلة، التي تحدث في نسبة إضافية تتراوح بين 5% إلى 10% من مرضى وحدة الرعاية المركزة، تسبب أيضاً مضاعفات كبيرة، وتولد تكاليف مالية هائلة، وتفرض عبئاً عاطفياً ثقیلاً التحمل.²⁹

تُعتبر الأخطاء التشخيصية نقطة سوداء في تقديم الرعاية الصحية ويمكن أن تحدث بنسبة تصل إلى 15% من حالات المرضى. يعدّ الفشل الإدراكي سبباً رئيسياً لحدوث الأخطاء التشخيصية وغالباً ما يحدث نتيجة للالتماس الزائد للتفكير في نظام المراجعة السريرية وتعرض الأدبيات حول استراتيجيات التخلص من العجز في المجال الطبي وتقدم إطاراً لتحسين التفكير في وحدة العناية المركزة كاستراتيجية لتعزيز تنمية المعارف والقدرات للحد من ظاهرة الفشل في إدراك نوعية المرض.³⁰

3.2 - مستوى الخدمات الصحية المقدمة بوحدات العناية المركزة Intensive Care Unit:

تمثل وحدات العناية المركزة (ICU) جزء من أقسام المستشفيات التي يتم الاحتفاظ فيها بالمرضى الذين يعانون من أمراض خطيرة ويوضعون بذلك تحت المراقبة المستمرة قصد الاستفادة من الرعاية المركزة. ونظراً للطابع الحرج لحالة المرضى بوحدات العناية المركزة، يمكن أن تكون للأخطاء الطبية تأثيرات سلبية على جودة الخدمات الطبية المقدمة بدرجة جسامة أكثر خطورة من غيرها من بقية أقسام المستشفى. ولهذا السبب، حظيت هذه الأقسام من المستشفيات بمجال واسع من الدراسات وتوثيق أسباب حدوث الأخطاء الطبية بها.³¹ ففي دراسة استطلاعية أجريت على 391 مريضاً، تم تسجيل 120 حدثاً ضاراً مس 79 مريضاً بنسبة (20.2%). وشملت 66 حدثاً (55%) غير قابل للتجنب و54 حدثاً (45%) قابل للتجنب، بالإضافة إلى 223 خطأ جسيم حدث أثناء طلب أو تنفيذ العلاجات خاصة المتعلقة بتقديم الأدوية (61%؛ 277/170) كشفت الدراسة أنه في حين تم التعرف على العديد من أنواع

الأخطاء، إلا أن أكثر الأنواع انتشاراً من الأخطاء كانت فشل تنفيذ العلاج المقصود.³² بمقابل ذلك، أسفرت دراسة استطلاعية أخرى في وحدة العناية المركزة للأطفال على حدوث 52 خطأً طبياً تم اكتشافها من خلال فترات المراقبة التي تلي مرحلة تقديم الأدوية، والتي تضمنت 357 ملف طبي مكتوب تم استعراضهم للمراقبة والمتابعة الطبية. فمن بين هذه الأخطاء الطبية (52)، تم اعتبار 42 منها خطأً جسيماً سريريّاً بنسبة (81%)³³.

4.2- دور الذكاء الاصطناعي في تحديث طرق تقديم خدمات الرعاية الصحية

يكمن دور الذكاء الاصطناعي في دعم وتطوير طرق أداء الخدمات الصحية من خلال توظيف التكنولوجيا المساعدة في تحسين دقة، كفاءة تقديم خدمات الرعاية الصحية، كما يتعلق أيضاً بكبح تزايد الأخطاء الطبية البشرية. وعليه، فإن ضمان تقديم خدمات صحية بشكل أفضل دون تسجيل أخطاء طبية في المستقبل سيحمل عدة تحديثات مرتبطة بالجوانب التالية:

- **تشخيص الأمراض:** يمكن للذكاء الاصطناعي أن يساعد في تحسين عمليات التشخيص من خلال قدرته العالية في تحليل البيانات السريرية بدقة أكبر وسرعة أكثر، حيث يمكن للخوارزميات المدعومة بالذكاء الاصطناعي أن تجمع المعلومات الطبية بشكل أفضل من البشر، مما يؤدي إلى تحسين طرق الكشف عن الأمراض وتحديد الخطط العلاجية الملائمة حسب حالة المرضى؛
- **العمليات الجراحية:** يمكن للذكاء الاصطناعي أن يؤدي دوراً مهماً في تطوير التقنيات الجراحية بإدخال المنظومة الروبوتية المساعدة في إجراء العمليات الجراحية الدقيقة والخطيرة ويظهر ذلك من خلال فضل الروبوتات المدعومة بالذكاء الاصطناعي على تحسين رؤية الجراحين بدقة أعلى ثلاثية الأبعاد؛
- **وصف الدواء المعالج:** يُستخدم الذكاء الاصطناعي في تحسين درجة أمان الدواء من خلال تحليل البيانات لتوقع الآثار الجانبية المحتملة ومنع حدوث التفاعلات السلبية مع الأدوية الأخرى، حيث يمكن أن يساعد في تقليل خطأ وصف جرعات الدواء وتجنب التفاعلات غير المرغوبة؛
- **الإدارة الإلكترونية للملفات الطبية:** يمكن للذكاء الاصطناعي تحسين إدارة الملفات الطبية إلكترونياً وذلك من خلال تسهيل تحويل البيانات إلى معلومات مفيدة، حيث يساهم ذلك في توفير وصول أسرع لمعلومات المرضى وتقديم أفضل تدخل طبي ممكن؛
- **تحسين أداء الجهاز الطبي:** يعمل الذكاء الاصطناعي على تطوير أداء الفرق الطبية، حيث يعمل على تحسين المهارات الوظيفية وزيادة الوعي الأطمق الطبية بالحالات المرضية؛
- **اتخاذ القرارات الطبية:** يمنح الذكاء الاصطناعي للأطباء توجيهات مهمة ومساعدة لاتخاذ قرارات طبية صحيحة بناءً على تحليل بيانات المرضى وتحقيق نتائج علاجية في صالح المرضى.

5.2- مستقبل الخدمات الصحية برعاية الاستثمار في الذكاء الاصطناعي

اعتمدت العديد من المؤسسات الصحية عدة طرق لتحسين مستوى رعاية المرضى. ويعد نظام المحادثة الآلية (Chatbot) أفضل برامج للتفاعل التلقائي والتحدث مع المرضى عبر رسائل النصية أو الصوتية، حيث يقوم نظام المحادثة الآلية بجمع البيانات عن المرضى في البداية وبعد تحليل البيانات باستخدام تقنيات الرؤية الحاسوبية يقدم معلومات حول الظروف الحالية للمرض والإجراءات الموصى بها. من الملفت للنظر أيضاً، أن الذكاء الاصطناعي يمكن أن يعزز بشكل كبير دقة اكتشاف الأمراض في البلدان النامية أين تكون نسبة الأطباء منخفضة قياساً بعدد المرضى، خاصة مع نظام عمل الأطباء المرتبط بفترات طويلة تصل إلى 14-18 ساعة يومياً. ونتيجة لهذا العبء الكبير، قد يفوت الأطباء اكتشاف العلامات المبكرة للأمراض. ولذلك، يمكن لنظام التشخيص بالحاسوب (CAD) مساعدة الأطباء في الكشف عن هذه الأعراض في المراحل الأولى، حيث أفاد باحثون من جامعة كالكتا أن نظام CAD لديه القدرة على اكتشاف العقد الرئوية في مراحلها المبكرة، والتي قد تشير إلى وجود مرض السرطان.³⁴ وفي هذا السياق، وصل حجم سوق الذكاء الاصطناعي (AI) في مجال الرعاية الصحية على مستوى العالم حوالي 15.1 مليار دولار في عام 2022، ومن المتوقع أن يتجاوز 187.95 مليار دولار بحلول عام 2030، مع معدل نمو سنوي مركب يبلغ حوالي 37% خلال فترة التنبؤ من عام 2022 إلى عام 2030. ويعكس هذا النمو الكبير الانتشار المتزايد والتكامل لتقنيات الذكاء الاصطناعي داخل صناعة الخدمات الصحية نتيجة لإمكاناته الكبيرة في تحسين رعاية المرضى، زيادة دقة التشخيص، تسهيل العمليات الإدارية والتصدي لمختلف التحديات مثل نقص الكوادر الطبية ومستوى خبرتها. توسيع تطبيقات الذكاء الاصطناعي، بما في ذلك نظم المحادثة الآلية ونظم التشخيص بمساعدة الحاسوب يساهم في وضع مسار إيجابي كلي لسوق تقديم الخدمات الطبية.³⁵ وبذلك، تؤدي تلك التقنيات دوراً حيوياً في تطوير وعصرنة خدمات الرعاية الصحية في المستقبل وإدارتها بشكل جيد على المستوى العالمي.

الخاتمة:

تشكل الأخطاء الطبية تحدي مستجد أمام نظام الرعاية الصحية على مستوى العالم، وتعد المستشفيات العامة موطن تزايد فيه الأخطاء الطبية بشكل ملفت للانتباه. وبهذا الخصوص، يمثل التوجه نحو تبني تقنيات الذكاء الاصطناعي خطوة جبارة نحو تحسين مستوى تقديم الخدمات الطبية لاسيما وأنه أثبت قدرته في تقديم الدعم اللازم للكوادر الطبية سواء في عمليات التشخيص أو في إجراء العمليات الجراحية الخطيرة بما يضمن تقليل احتمال وقوع الأخطاء ويعزز من سلامة المرضى. وبذلك، يمكن للذكاء الاصطناعي أن يسهم بشكل كبير في تحسين مستقبل خدمات الرعاية الصحية، لتصبح أكثر أماناً وكفاءة، مما يلبي احتياجات المرضى ويعزز الثقة في النظام الصحي في عصر الذكاء الاصطناعي.

نتائج الدراسة:

- يمنح الذكاء الاصطناعي دعم كبير للأطباء في عمليات التشخيص من خلال تحليل الصور الطبية والبيانات بشكل دقيق وفحص مختلف التفاصيل بطريقة أفضل وبجدودة عالية؛
- يساعد الذكاء الاصطناعي في متابعة السجلات الطبية مع ضمان التوجيه الدقيق للقرارات العلاجية المثلى للمرضى؛
- يعد الذكاء الاصطناعي نظام يقض ينبه ويساعد في رصد تطور حالات المرضى بشكل مستمر مع التفاعل الفوري عند الحاجة؛
- يُستخدم الذكاء الاصطناعي في بعض الحالات المعقدة لمساعدة الجراحين في إجراء العمليات الخطيرة والدقيقة؛

التوصيات:

- القيام بالتدريب المستمر للكوادر الطبية حول كيفية استخدام أحدث التقنيات التكنولوجية الطبية؛
- تدعيم الأطباء بالذكاء اصطناعي لغرض اتخاذ أفضل القرارات ذات الصلة بالتشخيص الدقيق والسريع؛
- إنشاء نظام معلومات إلكتروني يسمح باستغلال ملفات المرضى بين الفرق الطبية بطريقة آمنة وفعالة؛
- تطوير جهاز المتابعة الطبية من خلال تشغيل نظم اليقظة والكشف المبكر للمشكلات الصحية؛
- العمل على تحسين جودة العمليات الجراحية بالاعتماد على الذكاء الاصطناعي الذي يساعد الجراحين في إتمام العمليات بدقة أكبر مع تحمل مخاطر أقل؛
- تعزيز تتبع مسار تأثير الأدوية وتقديم التوجيهات حول تعديل الجرعات أو تغيير العلاج بناءً على نتائج تحليل البيانات العلاجية؛
- تقوية درجات التواصل والتنسيق بين الفرق الطبية سيما في مجال تبادل المعلومات بين مختلف الفرق الطبية؛
- تعزيز سلامة وأمن المعلومات من خلال حماية بيانات ومعلومات المرضى المقدمة بضمان خصوصيتهم وحفظ الأسرار المهنية.

المراجع:

1. Baker, M. A., Sands, K. E., Huang, S. S., Kleinman, K., Septimus, E. J., Varma, N., ... & CDC Prevention Epicenters Program. (2022). The impact of coronavirus disease 2019 (COVID-19) on healthcare-associated infections. Clinical Infectious Diseases, 74(10), P.1757.

2. WORLD HEALTH ORGANIZATION Coronavirus disease (COVID-19) pandemic <https://www.who.int/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019> (accessed on 28 Novembre 2023).
3. Bandyopadhyay, S., Baticulon, R. E., Kadhun, M., Alser, M., Ojuka, D. K., Badereddin, Y., ... & Khundkar, R. (2020). Infection and mortality of healthcare workers worldwide from COVID-19: a systematic review. *BMJ global health*, 5(12), e003097.P.04-08.
4. Bandyopadhyay, S., Et. Al., (2020).Ibid.P.08.
5. Skynewsarabia <https://www.skynewsarabia.com/middle-east/1458380-> (accessed on 19 Novembre 2023).
6. Van Den Bos, J., Rustagi, K., Gray, T., Halford, M., Ziemkiewicz, E., & Shreve, J. (2011). The \$17.1 billion problem: the annual cost of measurable medical errors. *Health Affairs*, 30(4), P.596.
7. Thomas, E. J., & Petersen, L. A. (2003). Measuring errors and adverse events in health care. *Journal of general internal medicine*, 18, P.61.
8. Chmielecki, S., Dekker, M., Scott, B., Shapiro, S. M., Siegel, S., Elstein, A., ... & Walczak, N. (2010). The Economic Measurement of Medical Errors.P.05-07.
9. BRADY, A. M., Redmond, R., Curtis, E., Fleming, S., Keenan, P., MALONE, A. M., & Sheerin, F. (2009). Adverse events in health care: a literature review. *Journal of nursing management*, 17(2), P.155.
10. Van Den Bos, J., Rustagi, K., Gray, T., Halford, M., Ziemkiewicz, E., & Shreve, J. (2011). The \$17.1 billion problem: the annual cost of measurable medical errors. *Health Affairs*, 30(4), P.596.
11. Chmielecki, S., Et Al., Op. Cite.P.05.
12. David, G., Gunnarsson, C. L., Waters, H. C., Horblyuk, R., & Kaplan, H. S. (2013). Economic measurement of medical errors using a hospital claims database. *Value in Health*, 16(2), P.307.

13. Kohn LT, Corrigan J, Donaldson MS., Human, To Err Is.(2000) "Building a safer health system." Institute of Medicine.P.156.
14. Landrigan, C. P., Parry, G. J., Bones, C. B., Hackbarth, A. D., & Sharek, P. J. (2010). Temporal trends in rates of patient harm resulting from medical care. *New England Journal of Medicine*, 363(22), P.2124.
15. Brennan, T. A., Leape, L. L., Laird, N. M., Hebert, L., Localio, A. R., Lawthers, A. G., ... & Hiatt, H. H. (2004). Incidence of adverse events and negligence in hospitalized patients: results of the Harvard Medical Practice Study I. *BMJ Quality & Safety*, 13(2), P.145.
16. Naessens, J. M., Et Al. (2009). A comparison of hospital adverse events identified by three widely used detection methods. *International Journal for Quality in Health Care*, 21(4), P.301.
17. Brennan, T. A., Leape, L. L., Laird, N. M., Hebert, L., Localio, A. R., Lawthers, A. G., ... & Hiatt, H. H. (1991). Incidence of adverse events and negligence in hospitalized patients: results of the Harvard Medical Practice Study I. *New England journal of medicine*, 324(6), P.370.
18. William G Johnson, Troyen A Brennan, Joseph P Newhouse, Lucian L Leape, Ann G Lawthers, Howard H Hiatt, and Paul C Weiler. (1992). The economic consequences of medical injuries: implications for no-fault insurance plan. *JAMA*, 267(18), P.2487.
19. Eric J Thomas and Laura A Petersen.(2003), Measuring errors and adverse events in health care. *Journal of general internal medicine*, 18(1): P.61.
20. Villiers, R. (2022). A World of Creative Intelligence. In *The Handbook of Creativity & Innovation in Business: A Comprehensive Toolkit of Theory and Practice for Developing Creative Thinking Skills* . Singapore: Springer Nature Singapore. P.03.
21. Thomas Malone., (2017)., Introduction Video–MIT AI MOOC. Technical report. P.22.
22. Nikitina, L. (2023). Ivan OBID, Doctor of Technical Science, Professor, Professor of the of Microprocessor Technologies and Systems Department, Kharkiv National University of Radioelectronics, Oleksandr YANKOVSKY, Candidate of Technical

- Science, associate professor, associate professor of the of Electronic Computing Machines Department, Kharkiv.P.07.
23. David Kiron. What Managers Need to Know About Artificial Intelligence. Sloan Management Review, January, 2017.
 24. Jolene Creighton. The “Father of Artificial Intelligence” Says SingularityIs 30 Years Away. Technical report, 2018.
 25. Danielle Saly, Alina Yang, Corey Triebwasser, Janice Oh, Qisi Sun, Jeffrey Testani, Chirag R Parikh, Joshua Bia, Aditya Biswas, Chess S tetson, etal. (2017)., Approaches to predicting outcomes in patients with acute kidney injury. Plo Sone, 12(1): P.01.
 26. Michiels, E. (2017). “Modelling chatbots with a cognitive system allows for a differentiating user experience.” In: Proceedings of the practical of Enterprise Modelling PoEM2017, P.70.
 27. Christopher PLandrigan, Et. Al., Op. Cite. P.1847.
 28. Donchin Y, Gopher D, Olin M, et al. (1995). A look into the nature and causes of human errors in the intensive care unit. Crit Care Med;23:P.294.
 29. Paul A. Bergl, MD, Rahul S. Nanchal, MD (2022)., Preface The Quest for Diagnostic Excellence in Critical Care. Diagnostic Excellence in the ICU: Thinking Critically and Masterfully, 38(01) : P.01.
 30. Megan Christenson, Anuj Shukla, and Jayshil J. Patel (2022)., Cognitive Errors, Debiasing Strategies, and Enhancing Critical Thinking, 38(01) : P.89.
 31. Yoel Donchin, Daniel Gopher, Miriam Olin, Yehuda Badihi, Michal RNB Biesky, Charles L Sprung, Ruven Pizov, and Shamay Cotev. (1995)., Alook into the nature and causes of human errors in the intensive care unit. Critical care medicine, 23(2): P.294.
 32. Christopher PLandrigan, Jeffrey M Rothschild, John W Cronin, Rainu Kaushal, Elisabeth Burdick, JoelT Katz, Craig MLilly, Peter H Stone, Steven W Lockley, David

- W Bates, et al.(2004)., Effect of reducing interns' work hours on serious medical errors in intensive care units. New England Journal of Medicine, 351(18): P.1838.
33. Mitchell S Buckley, BrianL Erstad, Brian J Kopp, Andreas ATheodorou, and Gail Priestley. (2007)., Direct observation approach for detecting medication errors and adverse drug events in a pediatric intensive care unit. Pediatric critical care medicine,8(2):P.145.
34. Xu, L., Sanders, L., Li, K., & Chow, J. C. (2021). Chatbot for health care and oncology applications using artificial intelligence and machine learning: systematic review. JMIR cancer, 7(4), e27850.P.02.
35. Dennis Ledenkof, CEO of Robosculptor., (2023). AI-Massage Powered by Robotics: Redefining Healthcare and Wellness <https://hitconsultant.net/2023/10/24/ai-massage-powered-by-robotics-redefining-healthcare-and-> (accessed on 20 Novembre 2023).