AI in HEALTHCARE
ER
الذكاء الاصطناعي في الرعاية الصحية
ER
أحمد عبد الآخر

AI in HEALTHCARE

الذكاء الاصطناعي
في الرعاية الصحية

أحمد عبد الآخر

مدرس بالمعهد الفني الصحي بسوهاج - مصر
دراسات عليا في الجودة
دراسات عليا في التخطيط والتنمية المستدامة

Ahmed_a.akher@yahoo.com

ahmed.abdelakher@swork.aswu.edu.eg

إهداء

إلى التي وفرت لي البيئة والظروف المناسبة

لأستمر في التعليم والتعلم

بعد أن تخطيت الأربعين

زوجتي

التي اكتفيت بها عن العالم

أحمد عبدالآخر

مصر - سوهاج

٢٠٢٤م/١٤٤٥هـ

المحتويات

الموضـــــــوع	الصفحة
مقدمة	٤
تمهيد	٦
الفصل الأول: الذكاء الاصطناعي في الرعاية الصحية التطبيقات والمخاطر والآثار الأخلاقية والمجتمعية	١٢
الفصل الثاني: الذكاء الاصطناعي والحاجة المستمرة للتعاطف والشفقة والثقة في الرعاية الصحية	٩٤
الفصل الثالث: الذكاء الاصطناعي في الرعاية الصحية: دليل عمل للقيادات الصحية	١٠٤
الفصل الرابع: الذكاء الاصطناعي في الرعاية الصحية في الدول النامية: مصر والهند في مضمار السباق	١٢٧
الفصل الخامس: العوامل التي تحكم اعتماد الذكاء الاصطناعي لدى مقدمي الرعاية الصحية	١٤٥
الفصل السادس: الذكاء الاصطناعي القابل للتفسير في الرعاية الصحية: وجهات نظر متعددة	١٥٦
الفصل السابع: تمريض المستقبل الرعاية التمريضية المدعومة بالذكاء الاصطناعي	١٧٥
أما بعد: أسئلة للذكاء الاصطناعي في الرعاية الصحية	١٩٠

مُقَدِّمَة

مقدمة:

تنتشر تطبيقات الذكاء الاصطناعي في مختبرات الأبحاث وفي الشركات الناشئة، لكن القليل منها نسبيًا وجد طريقه إلى مؤسسات تقديم الرعاية الصحية. عادةً ما يكون اعتماد ابتكارات الذكاء الاصطناعي في مجالات المستهلكين والأعمال أسرع بكثير. في حين أن مثل هذا التأخير محبط لأولئك الذين يؤمنون بإمكانيات الذكاء الاصطناعي في إحداث تحول جذري في الرعاية الصحية، إلا أنه متأصل إلى حد كبير في هيكل ووظيفة المنظمات الصحية. يستعرض الكتاب العوامل التي تحكم التبني وتشرح سبب حدوث التبني بوتيرة بطيئة. تتضمن المصادر البحثية مقابلات مع المديرين التنفيذيين لمقدمي الخدمات، وأساتذة واستشاريين في مجال تكنولوجيا المعلومات في مجال الرعاية الصحية، ومديرين تنفيذيين لموردي الذكاء الاصطناعي.

يتناول الكتاب الحالي تطبيقات الذكاء الاصطناعي في الرعاية الصحية وإيجابياته ومخاطره وآثاره المجتمعية والأخلاقية بالإضافة لعدد من القضايا والمعضلات المواكبة لتعميمه ونشره والسرعة التفاضلية للاعتماد في التطبيقات السريرية مقابل التطبيقات الإدارية، وقضايا الموافقة التنظيمية، والسداد والعائد على الاستثمارات في الذكاء الاصطناعي للرعاية الصحية، ومصادر البيانات والتكامل مع أنظمة السجلات الصحية الإلكترونية، والحاجة إلى التعليم السريري، والقضايا التي تنطوي على التوافق مع سير العمل السريري، والاعتبارات الأخلاقية. ويختتم بمناقشة عدد من الأسئلة للذكاء الاصطناعي حول تبنيه واعتماده في قطاع الرعاية الصحية في العالم مع طرح دراسة حالة للهند كنموذج للدول النامية.

إن إمكانات الذكاء الاصطناعي لتطوير كل جانب من جوانب الطب والرعاية الصحية حقيقية. من الضروري لقادة الرعاية الصحية الذين يشرعون في رحلة الذكاء الاصطناعي هذه فهم فوائدها وتعظيمها. ومع ذلك، من الصعب فهم مدى النضج المحتمل للتكنولوجيا عندما يكون هناك ضجيج كبير حولها وتشكك حول تطبيق الذكاء الاصطناعي على صحة الإنسان. وتتفاقم هذه الصعوبة لأن الذكاء الاصطناعي ليس تقنية واحدة، بل عدة تكنولوجيات تشمل قدرات وتطبيقات متنوعة.

في حين أن هناك أعدادًا سريعة النمو من ابتكارات الذكاء الاصطناعي في مختبرات أبحاث الرعاية الصحية، إلا أنه لم يتم نشر سوى عدد قليل نسبيًا منها بشكل كامل في المنظمات الصحية. تختلف الرعاية الصحية عن معظم الصناعات في مدى وجوب اعتمادها على الأساليب العلمية العامة لتقديم منتجات وممارسات جديدة. توجد آلية تنظيمية كبيرة، على سبيل المثال، في إدارة الغذاء والدواء الأمريكية (FDA)، لضمان اتباع الدقة العلمية. معظم المرضى يقدرون النهج المحافظ للعلاجات الجديدة. ستستغرق الدراسات لتحديد الفائدة السريرية لدمج الذكاء الاصطناعي في الممارسة السريرية سنوات: لإجراء كل دراسة، ونشر النتائج، ولكي يقبل المجتمع الطبي النتائج ويغير الممارسة السريرية، ولكي يوافق الدافعون على السداد.

إن تطوير وإدخال معظم منتجات وخدمات الذكاء الاصطناعي الموجهة للمستهلك، مثل المساعدة في القيادة والقيادة الذاتية، لا يخضع لهذه الدرجة من الدقة العلمية العامة. لذلك، كان اعتماد الذكاء الاصطناعي في مجال الرعاية الصحية أبطأ مما هو عليه في العديد من الصناعات الأخرى، على الرغم من أن بعض أنواع حالات استخدام الذكاء الاصطناعي تتقدم في عملية الاعتماد أكثر من غيرها. يواجه مقدمو الرعاية الصحية مشكلات تتعلق بكيفية تسريع نشر الذكاء الاصطناعي والتغلب على العوائق التي تحول دون اعتماده. في هذا الكتاب، نصف العوامل الرئيسية التي تحكم اعتماد الذكاء الاصطناعي في المؤسسات (في المقام الأول المستشفيات وأنظمة الرعاية الصحية)، ونناقش كيف يمكن للمديرين التنفيذيين لمقدمي الخدمة تسريع عمليات الاعتماد إذا رغبت في ذلك.

تمهيد

تمهيد:

في السنوات الأخيرة، كان هناك اهتمام متزايد بتطبيق الذكاء الاصطناعي في مجال الرعاية الصحية. من اكتشاف الأدوية إلى توفير الرعاية الصحية، يتمتع الذكاء الاصطناعي (AI) بالقدرة على إحداث ثورة في مجال الصحة. على وجه التحديد، من المرجح أن يعمل الذكاء الاصطناعي على تحسين الوصول إلى الرعاية الصحية وكيفية علاج المرضى، ولكنه يعمل أيضًا على تحسين طريقة تخصيص الموارد، وبالتالي مساعدة الأنظمة الصحية على العمل بشكل أكثر فعالية وكفاءة.

قد تبدو قدرة الذكاء الاصطناعي على إعادة تشكيل مجال الرعاية الصحية .للمساعدة في تحسين التشخيص وتمكين نهج دقيق شخصي بشكل متزايد في الطب .لا حدود لها. تشمل بعض التطبيقات الرئيسية للذكاء الاصطناعي في الطب قياس كمية الصور الطبية، والتحليل الآلي للبيانات الجينية، والتنبؤ بالمرض، والروبوتات الطبية، والتطبيب عن بعد، والأطباء الافتراضيين. لقد أدى جائحة فيروس كورونا إلى تسريع تطوير ونشر تطبيقات الذكاء الاصطناعي في المجالات الطبية والسريرية، حيث تكمن التقنيات المرتبطة بالذكاء الاصطناعي في الجوهر الرئيسي للاستجابة لهذه الأزمة الصحية العالمية.

ومع ذلك، كما هو الحال مع التطورات التكنولوجية الأخرى، فإن الذكاء الاصطناعي في مجال الرعاية الصحية له فوائد ومخاطر محددة، ويحتاج إلى مجموعة خاصة به من الأطر التنظيمية التي تعالج الآثار الاجتماعية والأخلاقية لاستخدامه. في حين أن تطبيق الذكاء الاصطناعي في الرعاية الصحية يحمل وعدًا كبيرًا، فإن هذا المجال سريع التطور يثير أيضًا مخاوف لدى المرضى وأنظمة الرعاية الصحية والمجتمع؛ وتشمل هذه المخاوف قضايا السلامة السريرية، والوصول العادل، والخصوصية والأمن، والاستخدام المناسب والمستخدمين، فضلاً عن المسؤولية والتنظيم. ومن ثم، أشار الباحثون وعامة الناس وصناع السياسات جميعًا إلى قضايا أخلاقية حيوية مهمة، بما في ذلك كيفية تقييم مخاطر وفوائد الذكاء الاصطناعي في الرعاية الصحية، وكيفية إرساء المساءلة في مجال الذكاء الاصطناعي الطبي الحيوي وكيفية تنظيم استخدامه في هذا المجال على وجه الخصوص. سياق عالي المخاطر. سؤال مهم آخر في قلب هذا المجال هو ما إذا كان الذكاء الاصطناعي قد يزيد من الشمول

والعدالة في معاملة المجتمعات الممثلة تمثيلاً ناقصاً وتقليدياً، أو ما إذا كان ينطوي على خطر إدامة وزيادة الفوارق الصحية وعدم المساواة الموجودة مسبقاً.

يقدم الكتاب الحالي لمحة عامة عن تطبيقات الذكاء الاصطناعي المتعلقة بالصحة وتحليلاً لإمكانات الذكاء الاصطناعي في إحداث تحول في توفير الرعاية الصحية. ستقوم الدراسة أيضًا بتحديد وتقييم وتوضيح المخاطر في التطبيقات الحالية والمحتملة للذكاء الاصطناعي في مجال الرعاية الصحية. وفي الوقت نفسه، سينظر المؤتمر في الجوانب السريرية والاجتماعية والأخلاقية والتنظيمية الرئيسية للذكاء الاصطناعي في تطبيقاته الصحية المختلفة. أخيرًا، ستقترح الدراسة أيضًا سلسلة من خيارات السياسة التي تهدف إلى تقليل مخاطر الذكاء الاصطناعي الطبي، وتعزيز الحوكمة وتعزيز تطويره المسؤول.

تعتمد المنهجية المطبقة في هذه الدراسة على مراجعة شاملة للأدبيات متعددة التخصصات (ولكن غير منهجية) وتحليل المقالات العلمية الموجودة والأوراق البيضاء والمبادئ التوجيهية الحديثة ومقترحات الحوكمة ودراسات ونتائج الذكاء الاصطناعي والمقالات الإخبارية والمنشورات عبر الإنترنت. تم إنشاؤها بواسطة مطوري الذكاء الاصطناعي والوكالات العامة والقادة الخبراء والباحثين السريريين ومتخصصي الرعاية الصحية وعلماء الاجتماع الذين عملوا بنشاط في مجال الذكاء الاصطناعي للطب والرعاية الصحية في السنوات الأخيرة، وخاصة في السنتين أو الثلاث سنوات الماضية.

تم فحص مجموعة كبيرة من المؤلفات متعددة التخصصات لإعداد هذا التقرير، بما في ذلك أعمال من مجالات علوم الكمبيوتر، وأبحاث الطب الحيوي، والعلوم الاجتماعية، وأخلاقيات الطب الحيوي، والقانون، والصناعة، والتقارير الحكومية. ومن ثم، يبحث هذا الكتاب في مجموعة واسعة من العقبات والحلول التقنية، والدراسات والنتائج السريرية، بالإضافة إلى المقترحات الحكومية والمبادئ التوجيهية المتفق عليها.

تم إجراء مجموعة واسعة من عمليات البحث عن العبارات الرئيسية في قواعد البيانات الأدبية، ولا سيما في Google Scholar وPubMed وWeb of Science. اعتمادًا على الموضوعات المختلفة التي تم بحثها في هذه الدراسة، تتضمن أمثلة عمليات البحث بالعبارات الرئيسية "الذكاء الاصطناعي الطبي"، و"مخاطر الذكاء الاصطناعي"، و"التحديات الأخلاقية

للذكاء الاصطناعي"، و"السلامة السريرية"، و"عدالة الذكاء الاصطناعي"، و"تحيز الذكاء الاصطناعي"، و"الذكاء الاصطناعي". عدم المساواة"، "مساءلة الذكاء الاصطناعي"، "خصوصية البيانات"، إمكانية شرح الذكاء الاصطناعي، "شفافية الذكاء الاصطناعي"، "إدارة المخاطر"، "تقييم الذكاء الاصطناعي".

بالإضافة إلى تلخيص الاعتبارات والنتائج والتوصيات التي تنطبق على كل موضوع من المواضيع التي تم تناولها في هذا التقرير، هناك أمثلة ملموسة من مجموعة واسعة من المجالات والتطبيقات الطبية (على سبيل المثال في الأشعة، وأمراض القلب، وعلم الأمراض الرقمية، والجراحة، وطب الطوارئ، وما إلى ذلك).) يتم توفيرها كلما أمكن ذلك لتوضيح التحديات والاتجاهات المستقبلية المحتملة في مجال الذكاء الاصطناعي الطبي.

تعريفات

لتعريف القراء بمجال الذكاء الاصطناعي، يقدم الجدول أدناه قائمة بتعريفات المصطلحات والمفاهيم الرئيسية المستخدمة في هذا الكتاب.

جدول رقم (١) التعاريف والمفاهيم الرئيسية في الذكاء الاصطناعي الطبي

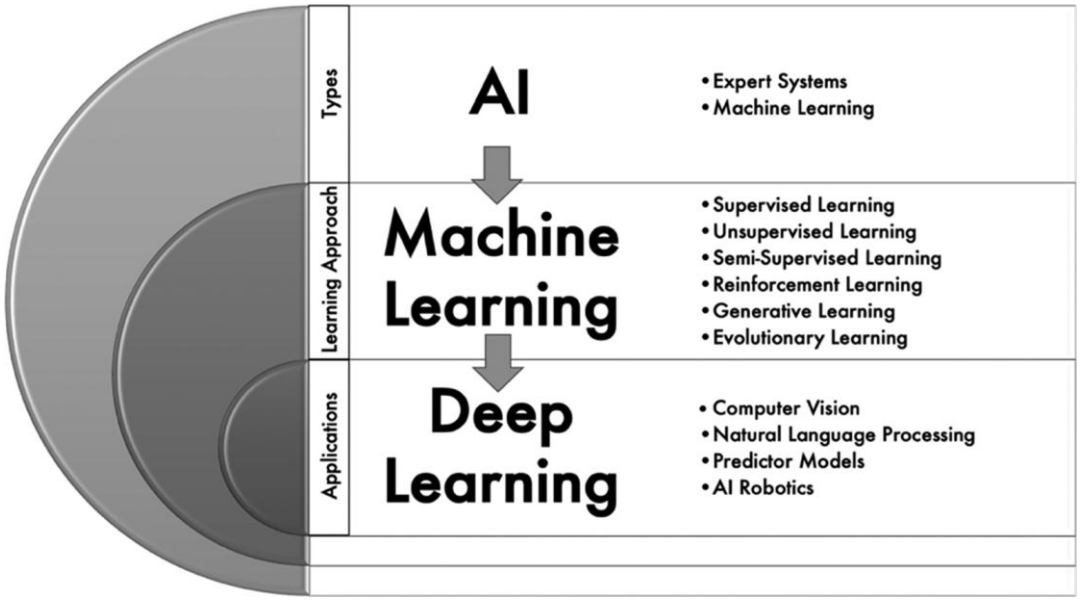
المصطلح	التعريف
الذكاء الاصطناعي (AI)	سنستخدم هنا التعريف التاريخي للذكاء الاصطناعي، أي عندما تكون الآلة قادرة على محاكاة الذكاء البشري أو حتى تجاوزه لأداء مهمة معينة مثل التنبؤ أو الاستدلال.
التعلم الآلي (ML)	تعلم الآلة هو حقل فرعي من الذكاء الاصطناعي ويتعلق بالطرق التي تتعلم بها أداء مهام معينة، مثل التنبؤ أو التصنيف، بناءً على البيانات الموجودة.
البيانات الضخمة Big data	يُستخدم مصطلح البيانات الضخمة في الحالات التي تكون فيها عينات البيانات كبيرة جدًا بحيث لا يمكن تحليلها بشكل مناسب باستخدام طرق الذكاء الاصطناعي التقليدية. في هذه الحالة، يمكن استخدام أساليب جديدة مثل الشبكات العصبية العميقة (المعروفة أيضًا باسم التعلم العميق)

المصطلح	التعريف
الشبكات العصبية (NNs)	هي دوائر تتكون من عدد محدد من الخلايا العصبية المترابطة المنظمة بشكل هرمي في طبقات والتي تكون قادرة على تعلم أداء مهام معقدة للغاية من البيانات. تعمل كل خلية عصبية كنوع من وحدة المعالجة المتخصصة التي تحول بيانات الإدخال إلى إشارات إخراج. هذه التحويلات خاصة بالتطبيق ويتم تعلمها من البيانات الخاصة بالتطبيقات المتوفرة. تدريجيًا، تجمع الخلايا العصبية مخرجاتها، طبقة بعد طبقة، لتقريب معالجة وظيفة معقدة كبيرة، حتى تخرج الشبكة نتيجة نهائية، مثل التنبؤ بمرض ما.
تعلم عميق DL	يشير DL إلى NNs مع أكثر من ثلاث طبقات؛ في هذه الحالة، يلزم توفر البيانات الضخمة لتقدير القيم المثلى للمعلمات لهذا النوع الأكبر والأكثر تعقيدًا من الشبكات العصبية العميقة. لاحظ أنه ليست كل أدوات الذكاء الاصطناعي والتعلم الآلي تعتمد على التعلم العميق أو الشبكات العصبية. يتم استخدام تقنيات أخرى مثل أشجار القرار أو أجهزة ناقل الدعم على نطاق واسع، خاصة عندما لا تكون عينة البيانات كبيرة بما يكفي لبناء NNs أو NNs العميقة.
نموذج الذكاء الاصطناعي أو خوارزمية الذكاء الاصطناعي أو أداة الذكاء الاصطناعي	من الناحية الفنية، خوارزمية الذكاء الاصطناعي هي الإجراء المستخدم لبناء نموذج ذكاء اصطناعي لتطبيق معين، وبالتالي فإن نموذج الذكاء الاصطناعي هو ناتج خوارزمية التعلم الآلي. بمعنى آخر، يمكن استخدام نفس خوارزمية الذكاء الاصطناعي لبناء نماذج (مثل النماذج التنبؤية) للعديد من التطبيقات المختلفة، ولكن نموذج الذكاء الاصطناعي خاص بتطبيق معين (مثل التنبؤ باستجابة المريض لعلاج معين من السرطان). ومع ذلك، غالبًا ما يتم استخدام مصطلحات خوارزميات الذكاء الاصطناعي ونماذج الذكاء الاصطناعي (أو خوارزميات تعلم الآلة ونماذج تعلم الآلة) بالتبادل. أدوات الذكاء الاصطناعي هي نماذج للذكاء الاصطناعي يتم تجميعها ليستخدمها

المصطلح	التعريف
	المستخدمون النهائيون، لذا فهي تحتوي على أكثر من مجرد نموذج للذكاء الاصطناعي، مثل واجهات المستخدم. في الأدبيات غير المتخصصة، يتم استخدام نماذج الذكاء الاصطناعي والخوارزميات والأدوات والحلول والبرامج بالتبادل، خاصة في الدوائر الطبية.
بيانات التدريب والتحقق من الصحة والاختبار	بيانات التدريب هي مجموعات بيانات يستخدمها مطورو الذكاء الاصطناعي لتدريب نماذج الذكاء الاصطناعي الخاصة بهم. يتم استخدام بيانات التحقق أيضًا من قبل مطوري الذكاء الاصطناعي. ومع ذلك، يتم استخدام الأخير لتحسين معلمات نماذج الذكاء الاصطناعي بحيث يمكن تطبيقها على بيانات جديدة غير بيانات التدريب. بمعنى آخر، تُستخدم بيانات التحقق من الصحة لضبط نماذج الذكاء الاصطناعي لجعلها قابلة للتعميم. بيانات الاختبار هي بيانات جديدة تختلف عن تلك المستخدمة للتدريب وتحسين نماذج الذكاء الاصطناعي. يتم استخدامها لتقييم نماذج الذكاء الاصطناعي، بشكل مثالي من قبل المقيمين الذين لم يشاركوا في مرحلة تطوير الذكاء الاصطناعي.
الذكاء الاصطناعي الطبي أو الذكاء الاصطناعي للرعاية الصحية	هذا نوع من الذكاء الاصطناعي يركز على تطبيقات محددة في الطب أو الرعاية الصحية.
تصميم الذكاء الاصطناعي وتطويره وتقييمه ونشره	هذه هي الخطوات الرئيسية تقريبًا لدورة حياة الذكاء الاصطناعي في مجال الرعاية الصحية. أولاً، يتم تصميم أدوات الذكاء الاصطناعي، بشكل عام من خلال نهج الإنشاء المشترك ومن خلال التعاون بين مطوري الذكاء الاصطناعي والخبراء السريريين في هذا المجال (وأحيانًا من خلال إشراك المرضى وخبراء آخرين مثل مديري الرعاية الصحية). يكتب مطورو الذكاء

المصطلح	التعريف
	الاصطناعي بعض التعليمات البرمجية لبناء نماذج الذكاء الاصطناعي وتحسينها من بيانات التدريب والتحقق المتوفرة لديهم. وبعد ذلك، يتم تقييم نموذج الذكاء الاصطناعي باستخدام بيانات الاختبار التي تختلف عن بيانات التدريب والتحقق من الصحة. يتم أيضًا تقييم أداة الذكاء الاصطناعي (نموذج الذكاء الاصطناعي مع واجهة المستخدم) مع المستخدمين النهائيين (مثل الأطباء و/أو المرضى). إذا كان التقييم ناجحًا ومقنعًا لأصحاب المصلحة المعنيين (مثل المرضى والأطباء ومديري الرعاية الصحية والسلطات التنظيمية)، فسيتم التحقق من صحة أداة الذكاء الاصطناعي والموافقة عليها ثم نشرها عمليًا.

الشكل (١) - العلاقة بين الذكاء الاصطناعي والتعلم الآلي والتعلم العميق



الفصل الأول

الذكاء الاصطناعي في الرعاية الصحية التطبيقات والمخاطر والآثار الأخلاقية والمجتمعية

١. تطبيقات الذكاء الاصطناعي في الرعاية الصحية

تمتد المعلومات الناتجة عن العلوم الطبية حاليًا على نطاق واسع جدًا؛ إنها تنمو بسرعة وستستمر في القيام بذلك من حيث الحجم والتنوع. وبالتوازي مع ذلك، فإن إمكانات الذكاء الاصطناعي في الطب والصحة هائلة وتتوسع باستمرار مع تطوير تقنيات الذكاء الاصطناعي من قبل الصناعة والأوساط الأكاديمية والحكومات والأفراد. من المتوقع أن يؤدي دمج التقنيات القائمة على الذكاء الاصطناعي في الممارسة الطبية إلى تغييرات جوهرية في العديد من مجالات الطب والرعاية الصحية.

١.١. الذكاء الاصطناعي واحتياجات الرعاية الصحية

١.١.١. التحديات الرئيسية التي تواجه أنظمة الرعاية الصحية

قبل مراجعة أحدث التطورات في الذكاء الاصطناعي الطبي في هذا الفصل، من المهم أولاً تفصيل تحديات الرعاية الصحية الرئيسية والاحتياجات غير الملباة التي يمكن أن تستفيد من نشر الذكاء الاصطناعي في الرعاية الطبية المستقبلية:

شيخوخة السكان والأمراض المزمنة.

في عام ٢٠١٧، أبلغ ما يقرب من ٣٧% من السكان المسنين في الدول الأعضاء في الاتحاد الأوروبي عن إصابتهم بمرضين مزمنين على الأقل، في المتوسط. ومن بين الأشخاص الذين تبلغ أعمارهم ٨٠ عامًا وأكثر، أبلغ ٥٦% من النساء و٤٧% من الرجال عن أمراض مزمنة متعددة في المتوسط في جميع أنحاء دول الاتحاد الأوروبي.

نقص الكوادر الصحية.

تعاني الدول الأوروبية من فجوات في مستوى العرض والمهارة للعاملين في مجال الصحة. تم الإبلاغ عن عجز إجمالي يقدر بنحو ١.٦ مليون عامل في مجال الرعاية الصحية في الاتحاد الأوروبي في عام ٢٠١٣؛ ومن أجل التعويض عن هذا النقص، سوف تكون هناك حاجة إلى نمو سنوي هائل يتجاوز ٢%. ومع ذلك، نظرًا لعدم الوصول إلى معدل الزيادة هذا، فمن المتوقع أن يصل النقص المتوقع إلى ٤.١ مليون بحلول عام ٢٠٣٠ (٠.٦ مليون طبيب و٢.٣ مليون ممرضة و١.٣ مليون متخصص آخر في الرعاية الصحية)، وفي مصر التي بها ٧٤ ألف طبيب ولكن بها

أيضاً ١٠٥ مليون مواطن بمعدل يفوق ضعف مؤشرات منظمة الصحة العالمية التي تحدد طبيب/٧٠٠ مواطن.

عدم الكفاءة.

هناك أدلة كثيرة على عدم الكفاءة على نطاق واسع في أنظمة الرعاية الصحية في الاتحاد الأوروبي. في حين أن القدرة النسبية لنظام رعاية صحية معين على تحويل الموارد إلى نتائج تختلف من بلد إلى آخر، إلا أن هناك هدرًا كبيرًا للموارد المتعلقة بالصحة، مما يساهم في الإفراط في الإنفاق.

الاستدامة.

إن القضية المتعلقة باستدامة الأنظمة الصحية تنمو بسرعة في الاتحاد الأوروبي. وفقًا لتقرير منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية بعنوان "الصحة في لمحة: أوروبا ٢٠٢٠"، ينفق الاتحاد الأوروبي ٨.٣% من ناتجه المحلي الإجمالي على الرعاية الصحية، مع وجود اختلافات ملحوظة في الإنفاق عبر المناطق: في ألمانيا وفرنسا، ١١% وفي لوكسمبورغ ورومانيا، أقل من ٦%. ومن المتوقع أن يستمر الإنفاق على الصحة في التصاعد، ويرجع ذلك أساسًا إلى التغيرات الاجتماعية والديموغرافية - شيخوخة السكان والزيادة اللاحقة في الأمراض المزمنة واحتياجات الرعاية طويلة الأجل - فضلاً عن تأثير التقنيات الجديدة. بالإضافة إلى التحديات المذكورة أعلاه، تعرضت أنظمة الرعاية الصحية في الاتحاد الأوروبي في السنوات الأخيرة أيضًا لضغوط كبيرة بسبب الصعوبات الاقتصادية. ومن المتوقع أن تؤدي جائحة كوفيد ١٩ على وجه الخصوص إلى زيادة حصة الإنفاق على الصحة من الناتج المحلي الإجمالي في العديد من البلدان.

عدم المساواة في الرعاية الصحية.

لا تزال أوجه عدم المساواة وعدم المساواة في مجال الرعاية الصحية قائمة بين الدول الأعضاء في الاتحاد الأوروبي وسكانها وبين دول الشمال والجنوب وحتى بين العواصم والمحافظات الطرفية والحدودية. يعد حق كل مواطن في الوصول في الوقت المناسب إلى رعاية وقائية وعلاجية عالية الجودة وبأسعار معقولة أحد المبادئ الأساسية للحقوق الاجتماعية

المستقرة في المواثيق والدساتير. حدد تقرير حديث العديد من التحديات وأوجه عدم المساواة المتعلقة بالحصول على الرعاية الصحية، وهي:

١. عدم كفاية الموارد العامة المستثمرة في نظام الرعاية الصحية؛
٢. التغطية السكانية المجزأة؛
٣. الثغرات في نطاق المزايا المغطاة؛
٤. ارتفاع الأسعار الخدمات الصحية، لا سيما بالنسبة للأدوية؛
٥. الافتقار إلى حماية الفئات الضعيفة من رسوم الاستخدام؛
٦. الافتقار إلى الشفافية بشأن كيفية تحديد أولويات قائمة الانتظار؛
٧. عدم توفر الخدمات الكافية، وخاصة في المناطق الريفية؛
٨. المشاكل المتعلقة بجذب واستبقاء المهنيين الصحيين؛
٩. الصعوبات في الوصول إلى المجتمعات الضعيفة بشكل خاص والتي لديها إمكانية محدودة للحصول على الرعاية الصحية النوعية مثل الأقليات العرقية والأشخاص المستبعدين اجتماعيًا واقتصاديًا؛
١٠. التحيز العنصري وعدم المساواة في توفير الرعاية الصحية .

١.١.٢. مجالات التطبيق الرئيسية للذكاء الاصطناعي في الرعاية الصحية

حتى الآن، تم تطوير الذكاء الاصطناعي تدريجيًا وإدخاله في جميع مجالات الطب تقريبًا، بدءًا من الرعاية الأولية وحتى الأمراض النادرة وطب الطوارئ والبحوث الطبية الحيوية والصحة العامة. ومن المتوقع أيضًا أن تستفيد العديد من الجوانب الإدارية المتعلقة بالإدارة الصحية (مثل زيادة الكفاءة ومراقبة الجودة والحد من الاحتيال) والسياسة من الأدوات الجديدة التي تعتمد على الذكاء الاصطناعي.

غالبًا ما يتم تصنيف أدوات الذكاء الاصطناعي للرعاية الصحية وفقًا لمجموعات مستخدمي أصحاب المصلحة، أي: (١) المرضى والمواطنين؛ (٢) الأطباء ومقدمي الرعاية؛ (٣) مديري الرعاية الصحية. و (٤) المهنيين في مجال الصحة العامة وصانعي السياسات.

يمكن أيضًا أن يعتمد تصنيف أدوات الذكاء الاصطناعي الطبية الحيوية على الإعداد الذي تُستخدم فيه الأدوات: ١) الإعدادات السريرية (المستشفيات ومراكز الرعاية الأولية

ومراكز رعاية الطوارئ)؛ ٢) المعالجة السريرية وإدارة الإعدادات (المختبر، الصيدلة، الأشعة، إلخ)؛ و٣) الإعدادات الإدارية.

ولأغراض البحث العلمي، نعتمد تصنيفًا أكثر شمولاً لتطبيقات الذكاء الاصطناعي، ونقسمها إلى أربع ممارسات: ١) السريرية؛ ٢) البحث. ٣) الصحة العامة؛ و٤) الإدارية (الشكل ٢). تقدم الأقسام التالية ملخصًا للتطورات والتطبيقات الحالية للذكاء الاصطناعي في هذه المجالات الأربعة.

الشكل (٢) الفئات الرئيسية لأدوات الذكاء الاصطناعي التي تمت مراجعتها في هذا التقرير

١.٢. الذكاء الاصطناعي في الممارسة السريرية

إن إمكانات تطبيق الذكاء الاصطناعي في البيئة السريرية هائلة وتتراوح من أتمتة العمليات التشخيصية إلى اتخاذ القرارات العلاجية والأبحاث السريرية. تأتي البيانات اللازمة للتشخيص والعلاج من مصادر عديدة، بما في ذلك الملاحظات السريرية والاختبارات المعملية وبيانات الصيدلة والتصوير الطبي والمعلومات الجينومية.

سيلعب الذكاء الاصطناعي دورًا رئيسيًا في مهام مثل أتمتة تحليل الصور (مثل الأشعة وطب العيون والأمراض الجلدية وعلم الأمراض) ومعالجة الإشارات (مثل مخطط كهربية القلب وعلم السمع وتخطيط كهربية الدماغ). بالإضافة إلى تنفيذه في الاختبار وتفسير الصور، يمكن استخدام الذكاء الاصطناعي لدمج النتائج وتصنيفها مع البيانات السريرية الأخرى لتسهيل سير العمل السريري. توجد العديد من الأمثلة المثيرة للإعجاب في البيئات السريرية حيث يتم تطبيق أدوات الذكاء الاصطناعي، ويتم شرح عدد منها أدناه. تتناول الأقسام التالية

أيضًا إمكانية تطبيق الذكاء الاصطناعي في مجالات محددة من الطب التي نادرًا ما يتم الإبلاغ عنها، مثل أمراض الكلى والطب الشخصي.

١.٢.١. الأشعة (Radiology):

يعد علم الأشعة من التخصصات الطبية التي شهدت تطورات كبيرة في مجال الذكاء الاصطناعي خلال السنوات الماضية. تُظهِر تقنيات الذكاء الاصطناعي للتصوير نتائج واعدة في مساعدة أطباء الأشعة في عمل القياس الكمي للصور الطبية. على سبيل المثال، تم تحقيق التجزئة بإشراف بشري محدود باستخدام نماذج الشبكة العميقة، والتي تمكن من تحديد حدود الهياكل التشريحية أو الآفات وتحديدها تلقائيًا. يمكن لأدوات الذكاء الاصطناعي هذه أيضًا تحديد الأولويات وتتبع النتائج التي تتطلب الاهتمام المبكر، وتمكين أخصائيي الأشعة من التركيز على الصور التي من المرجح أن تكون غير طبيعية. من الأمثلة الجيدة على أدوات الذكاء الاصطناعي لتجزئة الصور الطبية "CVI42"، وهي منصة لتصوير القلب والأوعية الدموية تم تسويقها بواسطة الشركة الكندية Circle CVI وتم اعتمادها في أكثر من ٤٠ دولة.

Radiomics هي تقنية أخرى لمعالجة التصوير أثبت فيها الذكاء الاصطناعي فائدته. على الرغم من أن المصطلح لم يتم تعريفه بشكل صارم، إلا أن علم التصوير الإشعاعي يهدف عمومًا إلى استخراج المعلومات الكمية (ما يسمى بالسمات الإشعاعية)، من صور التخطيط التشخيصي والعلاجي. تلتقط السمات الإشعاعية خصائص الأنسجة والآفة، مثل عدم التجانس والشكل، ويمكن استخدامها لحل المشكلات السريرية بمفردها أو بالاشتراك مع البيانات الديموغرافية أو النسيجية أو الجينومية أو البروتينية. يزداد تأثير علم الإشعاع عندما تتم معالجة ثروة المعلومات التي توفرها باستخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي.

أجرى تحليل حديث مقارنة أداء برامج التعلم العميق وأخصائيي الأشعة في مجال التشخيص القائم على التصوير. ووفقا للدراسات، فإن الأداء التشخيصي لنماذج التعلم العميق يعادل أداء المتخصصين في الرعاية الصحية. ومع ذلك، فإن النتيجة الرئيسية للمراجعة هي أن معظم الدراسات التي تم تحليلها لها قيود خطيرة:

(١) اتبعت معظم الدراسات نهج تقييم دقة تشخيص التعلم العميق بمعزل عن غيرها (تم استبعاد العديد من الدراسات عند الفحص لأنها لم تقارن بين الإنسان والآلة)؛

(٢) أبلغ عدد قليل جدًا من الدراسات عن مقارنات مع المهنيين الصحيين الذين يستخدمون نفس مجموعة بيانات الاختبار؛

(٣) كان هناك عدد قليل جدًا من الدراسات المستقبلية التي تم إجراؤها في بيئات سريرية حقيقية (كانت معظم الدراسات بأثر رجعي وتستند إلى بيانات مجمعة مسبقًا)؛

(٤) أظهرت الدراسات المدققة وجود تناقضات حول المصطلحات الرئيسية.

١.٢.٢. علم الأمراض الرقمية (Digital pathology):

تمت صياغة مصطلح علم الأمراض الرقمي في البداية ليشمل عملية رقمنة صور الشرائح بأكملها باستخدام تقنيات مسح الشرائح المتقدمة. ويشير الآن أيضًا إلى الأساليب القائمة على الذكاء الاصطناعي للكشف عن الصور الرقمية وتحليلها. في حين أن استخدام المبادئ التوجيهية الموحدة يمكن أن يدعم تنسيق العمليات التشخيصية، فإن التحليل النسيجي المرضي مقيد بطبيعته بسبب طبيعته الذاتية والاختلافات في الحكم بين الخبراء المستقلين.

يمكن أن يساهم الذكاء الاصطناعي في التخفيف من بعض التحديات التي يواجهها أطباء الأورام وعلماء الأمراض، بما في ذلك التباين بين المواضيع وبين المشغلين. تثبت العديد من الدراسات أن الذكاء الاصطناعي يمكن أن يتمتع بمستوى مماثل من الدقة لمستوى علماء الأمراض، والأهم من ذلك، يمكنه تحسين أدائهم التشخيصي عند استخدامه جنبًا إلى جنب. في علم الأمراض الرقمية، تم تطبيق الذكاء الاصطناعي على مجموعة متنوعة من مهام معالجة الصور وتصنيفها. وتشمل هذه المهام ذات المستوى المنخفض مثل الكشف، والتي تركز على مشاكل التعرف على الأشياء، بالإضافة إلى المهام ذات المستوى الأعلى مثل التنبؤ بتشخيص المرض والتشخيص، وتقييم شدة المرض. والنتيجة واستخدام المقايسات للتنبؤ بالاستجابة للعلاج.

١.٢.٣. طب الطوارئ(Emergency medicine):

يمكن أن يستفيد طب الطوارئ من الذكاء الاصطناعي في مراحل مختلفة من إدارة المرضى. على سبيل المثال، فهو يقدم قيمة محتملة لتحسين تحديد أولويات المرضى أثناء الفرز، كما أنه متعدد الاستخدامات في تحليل العناصر المختلفة للتاريخ السريري للمريض.

حاليًا، يتم تقييم المرضى بمعلومات محدودة في قسم الطوارئ. ومع ذلك، هناك إمكانية لتحسين مقاييس تدفق قسم الطوارئ وتخصيص الموارد من خلال اتخاذ القرارات القائمة على الذكاء الاصطناعي. ومع ذلك، لا تزال هناك مخاوف بشأن استخدام الذكاء الاصطناعي من أجل سلامة المرضى بالنظر إلى مجموعة الأدلة المحدودة التي تدعم تنفيذه.

قامت مراجعة حديثة بتحليل تطبيقات الذكاء الاصطناعي في طب الطوارئ في إجمالي ١٥٠ دراسة. ووفقاً للمراجعة، فإن غالبية التدخلات تتمحور حول:

(١) القدرات التنبؤية للذكاء الاصطناعي؛
(٢) تحسين التشخيص داخل قسم الطوارئ؛
(٣) الدراسات التي تركز على فرز الحالات الجديدة؛
(٤) الدراسات التي تثبت أن الذكاء الاصطناعي يمكن أن يساعد في التخطيط التنظيمي والإدارة داخل قسم الطوارئ.

١.٢.٤. الجراحة (Surgery):

في مجال الجراحة، يجب أحيانًا اتخاذ القرارات في ظل قيود الوقت وظروف عدم اليقين فيما يتعلق بتشخيص المريض الفردي والاستجابة المتوقعة للعلاج. قد ينشأ عدم اليقين بسبب عدم توفر بيانات المريض (مثل سجلات المستشفى الخارجية أو الاختبارات التشخيصية) أو عدم وجود أدلة عالية المستوى لتوجيه القرارات الإدارية المهمة. في ظل هذه القيود الزمنية وعدم اليقين، قد يعتمد الأطباء بدلاً من ذلك على الاختصارات المعرفية والأحكام السريعة باستخدام التعرف على الأنماط والحدس.

في نهاية المطاف، يمكن أن تؤدي هذه العوامل إلى التحيز والخطأ والضرر الذي يمكن الوقاية منه. في عدد من الحالات، يبدو أن أدوات دعم القرار التقليدية ليست مجهزة بما يكفي لاستيعاب ضيق الوقت وعدم اليقين بشأن التشخيص والاستجابة المتوقعة للعلاج، وكلاهما يمكن أن يضعف عملية اتخاذ القرار الجراحي. ويمكن التغلب على هذه التحديات من خلال نماذج الذكاء الاصطناعي. في الواقع، توفر أدوات الذكاء الاصطناعي مصادر متنوعة للمعلومات (عوامل خطر المريض، والمعلومات التشريحية، وما إلى ذلك) التي يمكن أن تساعد في تطوير قرارات جراحية أفضل.

١.٢.٥. التنبؤ بالمخاطر (Risk prediction):

يركز التنبؤ بالمخاطر على تقييم احتمالية تعرض الأفراد لحالة أو نتائج صحية معينة. وعادة ما يولد احتمالات لمجموعة واسعة من النتائج تتراوح من الموت إلى الأحداث المرضية الضارة (مثل السكتة الدماغية واحتشاء عضلة القلب وكسور العظام). تتضمن العملية تحديد الأفراد المصابين بأمراض أو حالات معينة وتصنيفهم حسب المرحلة وشدتها وخصائص أخرى. وقد يتم استهداف هؤلاء الأفراد لاحقًا لتلقي تدخلات طبية محددة .

نماذج التنبؤ بالمخاطر متاحة منذ فترة طويلة في مجال الرعاية الصحية. ومع ذلك، تعتمد هذه البيانات حاليًا على تحليل الانحدار ومجموعات فرعية من البيانات السريرية المتاحة، مما يؤدي إلى دقة تنبؤ محدودة مما يجعلها أقل قيمة في البيئة السريرية. والأهم من ذلك، أن ظهور مستودعات كبيرة للبيانات وتقنيات الذكاء الاصطناعي قد أظهر علامات واعدة على فائدة الذكاء الاصطناعي في تصميم أساليب تقليدية خاصة بالمريض للتنبؤ بالمخاطر. على سبيل المثال، أظهرت النماذج التنبؤية القائمة على الذكاء الاصطناعي في تقييمات مخاطر أمراض القلب والأوعية الدموية تحسنًا في الأداء بالمقارنة مع نماذج المخاطر التنبؤية المشتقة إحصائيًا.

١.٢.٦. التدخلات التكيفية (Adaptive interventions)

التدخلات التكيفية، التي تُعرف أيضًا باسم "التدخلات التكيفية في الوقت المناسب"، هي تصميمات تدخل تهدف إلى تقديم النوع المناسب ومستوى الدعم من خلال التكيف المستمر مع الحالات الداخلية والسياقية المتغيرة للفرد. على وجه الخصوص، يسمح ذلك بضبط وتيرة الأدوية ومدتها وجرعتها في نقاط زمنية مختلفة طوال فترة الرعاية.

يمكن للتدخلات التكيفية القائمة على الذكاء الاصطناعي أن توفر الدعم في العلاج الطبي من خلال مسارين مختلفين: (١) المدخلات المباشرة، عبر التقييمات الذاتية من قبل المرضى؛ أو (٢) عن طريق جمع البيانات السلبية، حيث يتم جمع المعلومات الفسيولوجية باستخدام أجهزة استشعار خاصة. يُشار إلى استخدام تقنيات الهاتف المحمول لجمع التقييمات الذاتية باسم التقييم البيئي اللحظي. ويساعد هذا الأخير الأشخاص على مراقبة السلوكيات ذاتيًا في الوقت وفي السياق الذي تحدث فيه.

على سبيل المثال، للتقييم اللحظي البيئي فوائد عديدة في اضطرابات تعاطي المخدرات، مثل زيادة القدرة على ربط حالات الرغبة الشديدة مع السلوكيات غير القادرة على التكيف. غالبًا ما يعتمد جمع البيانات السلبية على التقنيات التي تسجل أنماط الحركة داخل بيئة المريض، على سبيل المثال، عبر نظام تحديد المواقع العالمي (GPS) والشبكات المحلية اللاسلكية (Wi-Fi)، والتي تُستخدم للحصول على البيانات المستندة إلى الموقع.

إن إمكانية جمع المعلومات المكانية والزمانية (أي مكان وزمان حدوث سلوكيات الموضوع) تجعل هذه الأدوات محددة للغاية. بالإضافة إلى ذلك، يمكن دمج المعلومات الفسيولوجية من أجهزة الاستشعار الخاصة (مثل تلك التي تقيس ضغط الدم ومعدل ضربات القلب ودرجة الحرارة أو مستويات تركيز الأكسجين في الدم) مع البيانات المكانية والزمانية من أجل الحصول على ملف تعريف أكثر تفصيلاً لسلوك المريض، بما في ذلك مراقبة الاستجابات الفسيولوجية أو سلائف الرغبة الشديدة.

١.٢.٧. الرعاية المنزلية (Home care):

في عام ٢٠١٩، كان أكثر من خمس (٢٠.٣%) سكان الاتحاد الأوروبي الـ ٢٧ يبلغون من العمر ٦٥ عامًا أو أكثر. ومن المتوقع أن تتضاعف نسبة الأشخاص الذين تبلغ أعمارهم ٨٠ عامًا أو أكثر بمقدار الضعفين ونصف بين عامي ٢٠١٩ و٢١٠٠، من ٥.٨% إلى ١٤.٦%. تجدر الإشارة إلى أن معدل انتشار الخرف يزداد بسرعة مع تقدم العمر. في عام ٢٠١٨، كان ما يقدر بنحو ٩.١ مليون شخص تزيد أعمارهم عن ٦٠ عامًا يعانون من الخرف في الدول الأعضاء في الاتحاد الأوروبي (حوالي ٧٪ من السكان الذين تزيد أعمارهم عن ٦٠ عامًا)، مقارنة بـ ٥.٩ مليون في عام ٢٠٠٠. وفي الواقع، فإن النسبة المئوية للأشخاص المصابين بالخرف في الاتحاد الأوروبي ومن المتوقع أن يرتفع عدد البلدان بنحو ٦٠% خلال العقدين المقبلين ويصل إلى ١٤.٣ مليون بحلول عام ٢٠٤٠م.

والأهم من ذلك، أن الذكاء الاصطناعي يمكن أن يلعب دورًا مهمًا في الإدارة الذاتية للأمراض المزمنة والأمراض التي تصيب كبار السن. تتراوح مهام الإدارة الذاتية من تناول الأدوية إلى ضبط النظام الغذائي للمريض وإدارة الأجهزة الصحية. تتمتع المراقبة المنزلية بالقدرة على زيادة الاستقلالية وتحسين الشيخوخة في المنزل من خلال تتبع المساحة المادية

والسقوط. على وجه الخصوص، يمكن للأدوات والبرامج والهواتف الذكية وتطبيقات الهاتف المحمول تمكين المرضى من إدارة جزء كبير من الرعاية الصحية الخاصة بهم وتسهيل تفاعلاتهم مع نظام الرعاية الصحية.

ومع ذلك، فإن المنازل الذكية تسبب العديد من المضايقات، وهي:

(١) تغيير نمط حياة المستخدمين؛
(٢) الصعوبات في استخدام تقنيات المنزل الذكي؛
(٣) قابلية التشغيل البيني بين الأنظمة؛
(٤) قيود الخصوصية والأمن.

وعلى الرغم من التقدم الحالي، فإن اعتماد هذه التقنيات المنزلية الناشئة لا يزال أقل من احتياجات المستخدم النهائي، مما يدفع إلى البحث عن استراتيجيات جديدة.

١.٢.٨. أمراض القلب (Cardiology)

التطبيق الواعد للذكاء الاصطناعي هو المعالجة الآلية لبيانات تصوير القلب، وهو أمر ضروري لتقييم بنية القلب ووظيفته في أمراض القلب. توفر طرق تصوير القلب، مثل الموجات فوق الصوتية للقلب، والتصوير المقطعي بالكمبيوتر للقلب، والتصوير بالرنين المغناطيسي للقلب والأوعية الدموية، بيانات مكانية زمانية معقدة تكون مملة وتستغرق وقتًا طويلاً لمعالجتها بواسطة أطباء القلب. لقد أحدث توفر تقنيات جديدة لمعالجة صور القلب تعتمد على الذكاء الاصطناعي ثورة في الممارسة السريرية للقلب من خلال تمكين أطباء القلب من إجراء تقييم أكثر سرعة للمرضى في ممارساتهم اليومية.

تم إعداد نماذج التعلم الآلي (ML) لتحسين القدرة التشخيصية لتخطيط صدى القلب الذي يشكل طريقة تصوير القلب السائدة ولكنه يظل يعتمد بشكل كبير على الخبرة البشرية. ومن المتوقع أن يكشف إنشاء مخططات صدى القلب الأكثر دقة وأتمتة باستخدام الذكاء الاصطناعي عن ميزات تصوير غير معترف بها من شأنها أن تسهل تشخيص أمراض القلب والأوعية الدموية مع تقليل القيود المرتبطة بالتفسير البشري.

وهذا هو الحال بالفعل في تخطيط كهربية القلب (electrocardiography) (ECG)، حيث تم إنشاء نماذج الذكاء الاصطناعي - مثل الشبكات العصبية التلافيفية للتعلم العميق - باستخدام مجموعات بيانات تخطيط كهربية القلب الرقمية الكبيرة المستمدة من السجلات السريرية. ونتيجة لذلك، أصبحت أجهزة تخطيط القلب المدعمة بالذكاء الاصطناعي الآن قادرة على تحديد أمراض مثل خلل البطين الأيسر بدون أعراض والرجفان الأذيني الصامت، بالإضافة إلى السمات المظهرية بما في ذلك الجنس والعمر والعرق.

علاوة على ذلك، تم استخدام الذكاء الاصطناعي على نطاق واسع في طب القلب النووي، الذي يدرس أدوات التصوير غير الجراحية التي تقيم تدفق الدم في عضلة القلب، من بين أمور أخرى. تم تطبيق نماذج تعلم الآلة على تقنيتين على وجه الخصوص؛ التصوير المقطعي المحوسب بانبعاث فوتون واحد (single-photon emission computed tomography) (SPECT) وتصوير نضح عضلة القلب (myocardial perfusion imaging) (MPI)، لتعزيز الكشف والتشخيص في نهاية المطاف لمرض الشريان التاجي الانسدادي. من المعتقد أن درجات المخاطر القلبية (حساب خطر الإصابة بأمراض القلب والأوعية الدموية لمدة ١٠ سنوات) سيتم تقييمها بشكل أكثر دقة باستخدام خوارزميات التعلم الآلي القادرة على استقراء المعلومات وتحديد الأنماط غير المرئية في البيانات المستمدة من السجلات السريرية.

على الرغم من أن طب القلب والأوعية الدموية يبدو في طليعة الذكاء الاصطناعي في مجال الصحة، إلا أنه سيعتمد دائمًا، إلى حد ما، على خبرة المتخصصين في القلب والأوعية الدموية. لذلك، من المهم للممارسين أن يشاركوا بنشاط في هذا المجال الجديد والناشئ حتى تصل تقنيات معالجة التصوير إلى إمكاناتها الكاملة وربما تُحدث ثورة في رعاية المرضى.

١.٢.٩. أمراض الكلى (Nephrology)

نادرًا ما يتم الإبلاغ عن تطبيق الذكاء الاصطناعي في أمراض الكلى مقارنة بمجالات الطب الأخرى. ومع ذلك، فإن إمكاناته يتم الاعتراف بها بشكل متزايد من قبل الأطباء بسبب التقدم الواعد الذي تم إحرازه في العقد الماضي. على سبيل المثال، يصنف نموذج التعلم العميق الجديد لتصوير الكلى بالموجات فوق الصوتية بشكل غير جراحي أمراض الكلى المزمنة

CKD (chronic kidney disease) بالإضافة إلى ذلك، تم تسهيل التحليل الرقمي للصور التشريحية المرضية من خلال تطوير شبكة عصبية عميقة قادرة على شرح وتصنيف خزعات الكلى البشرية (Human kidney biopsies). في محاولة لتحسين العلاج المبكر لإصابة الكلى الحادة (AKI) (acute kidney injury)، استفاد العلماء من الزيادة الواسعة النطاق في البيانات الموجودة في سجلات الرعاية الصحية الإلكترونية لتطوير نموذج ذكاء اصطناعي يتيح التنبؤ بنوبات AKI للمرضى الداخليين لمدة تصل إلى ٤٨ ساعة. من ناحية أخرى، تم تدريب ما يسمى بخوارزمية "تحليلات البيانات المضمنة أثناء العملية" (Intraoperative Data Embedded Analytics) (IDEA) للتنبؤ بخطر الإصابة بالتهاب المفاصل الروماتويدي بعد العملية الجراحية من خلال دمج البيانات الفسيولوجية المستمدة قبل وبعد العملية.

يمتلك الذكاء الاصطناعي أيضًا إمكانات في تشخيص سرطان الكلى بمساعدة الكمبيوتر. نظرًا لأن الخوارزميات أصبحت أكثر قوة وقابلة للتعميم، فقد أصبحت أفضل بشكل متزايد في تحديد الكتل الكلوية والتمييز بين الحميدة والسرطانية. بشكل عام، من المرجح أن يؤدي تنفيذ نماذج الذكاء الاصطناعي في أمراض الكلى إلى تسهيل التشخيص وتعزيز الطب الشخصي وتقليل العبء العالمي لأمراض الكلى.

١.٢.١٠. أمراض الكبد (Hepatology)

تتقدم أبحاث الذكاء الاصطناعي بشكل مطرد في العديد من مجالات الطب، وطب الكبد ليس استثناءً. تم استخدام نماذج التعلم الآلي على نطاق واسع لتسهيل تشخيص أنواع متعددة من أمراض الكبد، ومعظمها يهدد الحياة. تركز الاهتمام في المقام الأول على الكشف الآلي عن مرض الكبد الدهني غير الكحولي (non-alcoholic fatty liver disease) (NAFLD)، حيث يظل معظم المرضى بدون أعراض حتى ظهور تليف الكبد. تُظهر شبكة عصبية تعمل بالذكاء الاصطناعي تم تطويرها مؤخرًا دقة بنسبة ٩٧.٢% في تشخيص مرض الكبد الدهني غير الكحولي NAFLD.

والأهم من ذلك، أن نفس النموذج قادر على التمييز بين المرضى الذين يعانون من NAFLD وأولئك الذين يعانون من شكله الأكثر تقدمًا، NASH (التهاب الكبد الدهني غير الكحولي) (non-alcoholic steato-hepatitis). كما تم تطوير نماذج تنبؤية لتقدير شدة

التهاب الكبد الفيروسي المزمن والتشخيص، بالإضافة إلى فشل الكبد الحاد المزمن. على الرغم من التقدم الكبير في الذكاء الاصطناعي وأمراض الكبد، إلا أن هناك عددًا من الحالات لا تزال قيد البحث في هذا الجانب، مثل أمراض الكبد المرتبطة بالكحول وأمراض الكبد الوراثية/المناعة الذاتية، والتي تدعو إلى اعتماد الذكاء الاصطناعي على نطاق أوسع في أمراض الكبد.

١.٢.١١. الصحة النفسية (Mental health):

يعاني الاتحاد الأوروبي من عبء كبير على الصحة العقلية. تشكل الاضطرابات العصبية والنفسية ٢٦% من الأمراض في الدول الأعضاء في الاتحاد الأوروبي. يمكن أن يُعزى ما يصل إلى ٤٠% من السنوات التي يعيشها الأشخاص مع الإعاقة في الاتحاد الأوروبي إلى هذه الأنواع من اضطرابات الصحة العقلية، وخاصةً الاكتئاب. تبلغ تكلفة اضطرابات المزاج والقلق في الاتحاد الأوروبي حوالي ١٧٠ مليار يورو سنويًا. بالإضافة إلى ذلك، فقد تبين أن الاكتئاب والقلق يساهمان بشكل كبير في الإجازة المرضية المزمنة من مكان العمل وأن هذه الاضطرابات - وخاصة الاكتئاب الشديد - غالبا ما تترك دون علاج.

هناك إمكانية للذكاء الاصطناعي لتقديم الدعم لمرضى الصحة العقلية والتخفيف من آثار ندرة العاملين الصحيين المخصصين لحالات الصحة العقلية. في الواقع، هناك أدوات مختلفة قيد التطوير حاليًا. وتشمل هذه التتبع الرقمي للاكتئاب والمزاج عبر التفاعل مع لوحة المفاتيح والكلام والصوت والتعرف على الوجه وأجهزة الاستشعار واستخدام روبوتات الدردشة التفاعلية.

يمكن الاستفادة من القوة الحسابية التي تسخرها أنظمة الذكاء الاصطناعي للكشف عن الفيزيولوجيا المرضية المعقدة للاضطرابات النفسية وبالتالي إعلام التطبيقات العلاجية بشكل أفضل. تم استكشاف التعلم الآلي للتنبؤ بفعالية الأدوية المضادة للاكتئاب، وتحديد خصائص الاكتئاب، والتنبؤ بالميول الانتحارية والذهان لدى مرضى الفصام.

يمكن أن يساعد الذكاء الاصطناعي في التمييز بين التشخيصات ذات العروض السريرية المتداخلة ولكن مع خيارات علاج مختلفة. تشمل الأمثلة تحديد الاكتئاب ثنائي القطب مقابل الاكتئاب أحادي القطب، أو التمييز بين أنواع الخرف.

في الوقت الحاضر، تمثل وسائل التواصل الاجتماعي شكلاً من أشكال التواصل اليومي لجزء كبير من السكان. ولذلك، فإن فحص المحتوى وأنماط اللغة لوسائل التواصل الاجتماعي يمكن أن يوفر رؤى ويخلق فرصًا جديدة للتشخيص النفسي التنبئي. قد تصبح الحالات العقلية ملحوظة في سياقات الإنترنت، في حين تم بالفعل الاستفادة من معلومات وسائل التواصل الاجتماعي التي تم تحليلها باستخدام التعلم الآلي للتنبؤ بالتشخيصات والانتكاسات.

١.٣. الذكاء الاصطناعي في البحوث الطبية الحيوية

١.٣.١. الأبحاث السريرية (Clinical research):

يبدو أن البحوث الطبية الحيوية تستفيد أكثر من الحلول المشتقة من الذكاء الاصطناعي مقارنة بالتطبيقات السريرية، حيث تُظهر التطورات الحديثة أيضًا تطبيقات واعدة للذكاء الاصطناعي في استرجاع المعرفة السريرية. على سبيل المثال، تستخدم موارد المعرفة الطبية السائدة بالفعل خوارزميات تعلم الآلة لتصنيف نتائج البحث، بما في ذلك الخوارزميات التي تتعلم باستمرار من سلوك بحث المستخدمين.

أحد الأمثلة على ذلك هو PubMed، وهو محرك بحث يستخدم على نطاق واسع للأدبيات الطبية الحيوية. تشمل تقنيات الذكاء الاصطناعي التي تنفذها PubMed لتحسين وظيفة البحث الخاصة بها التعلم الآلي وخوارزميات معالجة اللغة الطبيعية التي يتم تدريبها على الأنماط الموجودة في أنشطة المستخدمين من أجل تحسين بحث المستخدم. على سبيل المثال، Best Match عبارة عن خوارزمية بحث جديدة لـ PubMed تعمل على الاستفادة من ذكاء مستخدمي PubMed وتقنية تعلم الآلة المتطورة كبديل لترتيب فرز التاريخ التقليدي. يتم تدريب خوارزمية "أفضل تطابق" باستخدام عمليات بحث المستخدم السابقة مع العشرات من إشارات (عوامل) تصنيف الملاءمة، وأهمها هو الاستخدام السابق للمقالة، وتاريخ النشر، ودرجة الملاءمة، ونوع المقالة. لقد حسنت هذه الخوارزمية بشكل كبير العثور على المعلومات ذات الصلة عبر الترتيب الزمني الافتراضي في PubMed وزادت من استخدام البحث ذي الصلة بمرور الوقت. من خلال تقنيات مثل استخراج المعلومات والتلخيص

التلقائي والتعلم العميق، يتمتع الذكاء الاصطناعي بالقدرة على تحويل المقالات السردية الثابتة إلى أدلة سريرية خاصة بالمريض.

١.٣.٢. إبتكار عقار (Drug discovery):

كثيرًا ما يطبق مصممو الأدوية تقنيات التعلم الآلي لاستخراج المعلومات الكيميائية من قواعد بيانات مركبة كبيرة ولتصميم أدوية جديدة. ومن الأمور المركزية في هذا التحول هو تطوير مناهج الذكاء الاصطناعي لتنفيذ النمذجة المبتكرة بناءً على الطبيعة الكبيرة لمجموعات بيانات الأدوية. ونتيجة لذلك، توفر أساليب الذكاء الاصطناعي التي تم تطويرها مؤخرًا حلولاً جديدة لتعزيز فعالية وتقييم سلامة الأدوية المرشحة بناءً على نمذجة وتحليل البيانات الضخمة.

يمكن لنماذج الذكاء الاصطناعي مثل هذه أن تسهل فهمًا أكبر لمجموعة واسعة من أنواع الأدوية والنتائج السريرية التي قد تقدمها. على سبيل المثال، قام الباحثون مؤخرًا بتدريب خوارزمية التعلم العميق للتنبؤ بالنشاط المحتمل للجزيئات المضادة للميكروبات. قامت الخوارزمية بفحص أكثر من مليار جزيء واختبرت فعليًا أكثر من ١٠٧ ملايين، وحددت ثمانية مركبات مضادة للبكتيريا كانت بعيدة هيكليًا عن المضادات الحيوية المعروفة.

بالمقارنة مع النماذج الحيوانية التقليدية، سواء في المختبر أو في اختبار السيليكو لديها إمكانات كبيرة في خفض تكلفة اكتشاف الأدوية. إن تطبيق الأساليب المختبرية والسيليكوية في المراحل المبكرة من إجراءات البحث والتطوير في مجال الأدوية يمكن أن يقلل من عدد حالات فقدان الدواء. يحمل الذكاء الاصطناعي إمكانات كبيرة كوسيلة لتقييم المركبات وفقًا لقدراتها البيولوجية وسميتها. يمكن استخدام نماذج الذكاء الاصطناعي الحالية، مثل تلك القائمة على مناهج العلاقة الكمية بين البنية والنشاط (QSAR)، للتنبؤ بأعداد كبيرة من المركبات الجديدة لمختلف نقاط النهاية البيولوجية.

ومع ذلك، فإن تنبؤات نموذج QSAR الناتجة للمركبات الجديدة تتميز بعدد من القيود. على مدار العقد الماضي، حفزت الجهود الجديدة تطوير تقنيات الفحص عالي الإنتاجية (HTS) (HTS هي عملية تقوم بفحص الآلاف إلى الملايين من المركبات باستخدام

بروتوكول موحد. بفضل الجهود المشتركة لـ HTS والتوليف الكيميائي التوافقي، يمكن لبرامج الفحص الحديثة إنتاج كميات هائلة من البيانات البيولوجية.

١.٣.٣. التجارب السريرية (Clinical trials):

تُعد التجارب المعشاة ذات الشواهد randomized controlled trial (RCT) أقوى طريقة لتقييم مخاطر وفوائد أي تدخل طبي. ومع ذلك، فإن إجراء تجربة معشاة ذات شواهد ليس من الممكن دائما. تشمل الصعوبات الشائعة في التجارب المعشاة ذات الشواهد غير الناجحة سوء اختيار المريض، وعدم كفاية التوزيع العشوائي، وعدم كفاية حجم العينة، وسوء اختيار نقاط النهاية. يمكن تدريب نماذج الذكاء الاصطناعي لاختيار المشاركين في الدراسة بشكل أفضل باستخدام الأساليب الإحصائية المتقدمة، وتقييم نقاط نهاية الدراسة بطريقة تعتمد على البيانات. سيؤدي تطبيق الذكاء الاصطناعي إلى توليد تنفيذ أكثر كفاءة وقوة إحصائية أكبر من تلك المتوقعة من التجارب المعشاة التقليدية.

بالإضافة إلى عملية الاختيار الفعالة، يعد وجود حجم عينة كبير بما فيه الكفاية أمرًا بالغ الأهمية لتمكين اكتشاف الاختلافات المهمة إحصائيًا بين المجموعات. تتطلب العديد من التجارب المعشاة ذات الشواهد حجمًا كبيرًا من العينة لأن تأثير العلاج المعني يمكن أن يكون صغيرًا. يتمتع الذكاء الاصطناعي بالقدرة على اختيار المرضى المناسبين لإجراء التجارب المعشاة ذات الشواهد. علاوة على ذلك، قد يتيح الذكاء الاصطناعي إجراء قياس كمي أكثر حساسية لنقاط نهاية الدراسة الرئيسية مقارنة بالطريقة التي يتم قياسها بها عادةً. سوف يعمل الذكاء الاصطناعي أيضًا على تحسين واستكمال التجارب المعشاة ذات الشواهد بشكل كبير في المستقبل. ومع ذلك، فإن تعزيز التعاون والتآزر بين الأطباء والباحثين والصناعات مطلوب لاستخدام خوارزميات الذكاء الاصطناعي إلى أقصى إمكاناتها في التجارب المعشاة ذات الشواهد.

١.٣.٤. الطب الشخصي (Personalised medicine):

يعتمد الطب الشخصي بقوة على الفهم العلمي لكيفية جعل الخصائص الفريدة للمريض، مثل السمات الجزيئية والوراثية، هذا المريض عرضة للإصابة بمرض وحساس

للعلاج العلاجي. تم تحديد مئات الجينات لمساهمتها في أمراض الإنسان، كما تم استخدام التباين الوراثي لدى المرضى لتمييز الاستجابات الفردية للعلاجات.

تم توسيع المفهوم الأصلي للطب الشخصي ليشمل خصائص أخرى وخصائص سريرية فردية ليشكل في النهاية مفهومًا جديدًا يسمى "الطب الشخصي الموسع". تم تطوير هذا الأخير من مصادر إضافية للمعلومات مثل المصادر السريرية، والبيانات الديموغرافية، والبيانات الاجتماعية، ومعايير نمط الحياة (ساعات النوم، والنشاط البدني، والعادات الغذائية، وما إلى ذلك)، والظروف البيئية، وما إلى ذلك.

قد تعزز أدوات الذكاء الاصطناعي التقدم المحرز في الطب الشخصي من خلال تقييم الفائدة السريرية لأساليب البحث المختلفة وأنواع البيانات المتعددة. تشكل تنبؤات الأهداف الدوائية، ونمذجة الشبكة الأيضية، وتحديد أنماط الوراثة السكانية بعضًا من التطورات الحديثة في هذا المجال التي تعتمد على النمذجة الحسابية. ومع ذلك، للتأثير بشكل حقيقي على الرعاية الروتينية، يجب أن تمثل البيانات تنوع مجموعات المرضى. ولذلك، فإن التحول نحو نظام الطب الشخصي القائم على البيانات سيكون له آثار بعيدة المدى على المرضى والأطباء وصناعة الأدوية.

١.٤. الذكاء الاصطناعي للصحة العامة والعالمية

١.٤.١. الصحة العامة (Public health):

الصحة العامة لها العديد من التعريفات، ولكن أحد التعريفات التي يتم استخدامها بشكل متكرر هو أنها "علم وفن الوقاية من الأمراض وإطالة الحياة وتعزيز الصحة من خلال الجهود المنظمة والاختيارات المستنيرة للمجتمع والمنظمات والقطاعين العام والخاص والمجتمعات والأفراد". تجري حاليًا تجارب على حلول الذكاء الاصطناعي ذات الصلة في عدد من مجالات الصحة العامة. وتتم مناقشة عدد مختار من هذه المجالات أدناه.

يمكن أن يساعد الذكاء الاصطناعي في تحديد التركيبة السكانية أو المواقع الجغرافية المحددة التي ينتشر فيها المرض أو السلوكيات عالية الخطورة. كما أن نطاق حلول الذكاء الاصطناعي التي يمكنها تحسين مراقبة الأمراض كبير أيضًا. تشير المراقبة الوبائية الرقمية إلى تكامل المراقبة القائمة على الحالات والأحداث (على سبيل المثال، الأخبار ووسائل الإعلام عبر

الإنترنت، وأجهزة الاستشعار، والآثار الرقمية، والأجهزة المحمولة، ووسائل التواصل الاجتماعي، والمختبرات الميكروبيولوجية، والتقارير السريرية) لتحليل أساليب التحقق من التهديدات. وقد تم تنفيذ ذلك لبناء أنظمة إنذار مبكر للأحداث الضارة المتعلقة بالمخدرات وتلوث الهواء.

لقد حقق الذكاء الاصطناعي بالفعل نجاحات كبيرة في مجال الصحة البيئية والمهنية من خلال البيانات التي تم إنشاؤها بواسطة أجهزة الاستشعار والروبوتات. يتمتع الذكاء الاصطناعي بالقدرة على تكثيف الاتصال مع المرضى، فضلاً عن توجيه الخدمات للمرضى. ويتضمن أحد العناصر الأساسية لهذه المبادرات الاتصال بأعداد كبيرة من المرضى عبر مجموعة متنوعة من الأساليب الآلية والقابلة للتطوير بسهولة، مثل الرسائل النصية وبوابات المرضى.

١.٤.٢. الصحة العالمية (Global health):

قد يوفر الذكاء الاصطناعي فرصًا لمواجهة التحديات الصحية في البلدان المنخفضة والمتوسطة الدخل (low-and middle-income countries) (LMICs). وتشمل هذه التحديات النقص الحاد في القوى العاملة الصحية وضعف أنظمة مراقبة الصحة العامة. وعلى الرغم من أن هذه التحديات لا تقتصر على هذه البلدان، إلا أنها ذات أهمية خاصة في البيئات المنخفضة والمتوسطة الدخل، نظرًا لمساهمتها في معدلات الإصابة بالأمراض والوفيات. على سبيل المثال، في بعض الحالات، استكملت التدخلات المعتمدة على الذكاء الاصطناعي عملية اتخاذ القرارات السريرية من أجل تقليل عبء العمل الواقع على عاتق المهنيين الصحيين. ساعدت التطورات الجديدة في الذكاء الاصطناعي أيضًا في تحديد تفشي الأمراض في وقت أبكر من الأساليب التقليدية.

تناولت دراسات الذكاء الاصطناعي في البلدان المنخفضة والمتوسطة الدخل أيضًا الصحة العامة من منظور أوسع: وبشكل أكثر تحديدًا في السياسات والإدارة الصحية. تشمل هذه الدراسات أبحاث الذكاء الاصطناعي التي تهدف إلى تحسين أداء المرافق الصحية، وتحسين تخصيص الموارد من منظور الأنظمة، والحد من الإصابات المرتبطة بالمرور بالإضافة إلى مشكلات النظام الصحي الأخرى.

على الرغم من أن الذكاء الاصطناعي يمكن أن يساعد في معالجة العديد من التحديات الصحية الحالية والناشئة في البلدان المنخفضة والمتوسطة الدخل، إلا أن العديد من القضايا تتطلب المزيد من الاستكشاف. تتعلق هذه القضايا بتطوير تدخلات صحية محددة تعتمد على الذكاء الاصطناعي وفعاليتها الحقيقية. بالإضافة إلى ذلك، ينبغي تنفيذ المعايير التنظيمية الأخلاقية من أجل المساعدة في حماية مصالح واحتياجات المجتمعات المحلية ومحاولة زيادة البحث والمشاركة المجتمعية. وأخيرًا، سيتطلب النشر الناجح للعديد من أدوات الذكاء الاصطناعي في البلدان المنخفضة والمتوسطة الدخل الاستثمار لتعزيز أنظمة الرعاية الصحية الأساسية.

١.٥. الذكاء الاصطناعي في إدارة الرعاية الصحية

تتميز أنظمة الرعاية الصحية بسير عمل إداري مكثف مع مجموعة واسعة من الجهات الفاعلة والمؤسسات، بما في ذلك المرضى (مثل إدارة الفواتير)، والمهنيين الصحيين، ومرافق الرعاية الصحية والمنظمات (مثل تدفق المرضى)، ومرافق التصوير، والمختبرات (مثل سلسلة توريد المواد الاستهلاكية). الصيدليات، والدافعين، والمنظمين. حدد تقرير تم إجراؤه في أحد مرافق الرعاية الأولية العديد من مجالات الاهتمام المحتملة ضمن هذا الوضع الإداري الثقيل. ويشمل ذلك الوقت المستغرق في استرداد التكاليف المالية، وإدخال البيانات في مختلف أنظمة المعلومات القائمة على الممارسة غير المتكاملة، ومعالجة المعلومات من المستشفيات ومقدمي الخدمات الخارجيين الآخرين، ومساعدة المرضى على التنقل في نظام صحي مجزأ. وخلصت الدراسة إلى أن أكثر من ٥٠% من وقت التدريب تم إنفاقه على البيروقراطية، والتي كان من الممكن تجنب معظمها.

يمكن للذكاء الاصطناعي أداء هذه المهام الروتينية بطريقة أكثر كفاءة ودقة وغير متحيزة. إحدى الحجج المؤيدة لاستخدام الذكاء الاصطناعي في الممارسات الإدارية هي أن الأخطاء في هذه الأنشطة أقل خطورة من الأخطاء في البيئة السريرية. ومع ذلك، لا يزال خطر القرصنة وانعدام الخصوصية والأمن قائمًا. يمكن أن تكون تطبيقات الذكاء الاصطناعي حاسمة في تنظيم تدفق المرضى. على سبيل المثال، يعد عدم توفر الأسرة سببًا مهمًا لإلغاء

العمليات الجراحية؛ ومع ذلك، فهو خطأ إداري يمكن الوقاية منه في تدفق المرضى. تحدث هذه المشكلة بشكل متكرر وترتبط أيضًا بالتأخير في الخروج من الجناح السريري.

١.٥.١. الترميز (Coding):

الترميز هو عملية استخراج المعلومات من السجلات السريرية وتدوينها باستخدام تصنيفات مثل التصنيف الدولي للأمراض (International Classification of Diseases) (ICD) أو المجموعات المرتبطة بالتشخيص (diagnosis-related groups) (DRGs). يعد الترميز عملية معقدة وتتطلب عمالة مكثفة، كما أن دقة الترميز مهمة جدًا لتسديد التكاليف والإدارة والبحث. على الرغم من وجود الترميز بمساعدة الكمبيوتر منذ عقود، إلا أن الذكاء الاصطناعي يمكن أن يعزز دقة وشفافية هذه الممارسة الإدارية.

١.٥.٢. الجدولة:

تعد الجدولة مثالًا آخر يمكن للذكاء الاصطناعي من خلاله إضافة قيمة إلى العملية الإدارية. يمكن للخوارزميات التي تتغذى على البيانات التاريخية التنبؤ بالمرضى الذين قد لا يحضرون مواعيدهم، مما يسمح للممارسين باتخاذ إجراءات استباقية لإدارة الموقف. وبعيدًا عن رسائل التذكير الشاملة أو حتى المستهدفة، يمكن للذكاء الاصطناعي تلبية احتياجات المريض واستفساراته.

١.٥.٣. الكشف عن النشاط الاحتيالي

يمكن أن تتعلم الخوارزميات أيضًا البحث عن النشاط الاحتيالي في مجال الرعاية الصحية، أي استخدام رمز لخدمة طبية أكثر تكلفة من تلك التي يتم تقديمها.

١.٥.٤. إدارة تدفق المرضى

إن الإدارة السلسة ونقل المرضى عبر مراحل الرعاية المختلفة بأقل قدر من التأخير هو ما يحدد تدفق المرضى. ومن الجدير بالذكر أنه ينبغي الحفاظ على جودة الخدمات التي تقدمها أنظمة الرعاية الصحية وكذلك رضا المرضى طوال الوقت. لقد ثبت أن ضعف تدفق المرضى يؤثر سلبًا على المرضى والموظفين وجودة الرعاية بشكل عام. يتم تطبيق الحلول التكنولوجية مثل الذكاء الاصطناعي بشكل متزايد على الأغراض المرتبطة بتدفق المرضى. على

سبيل المثال، يعد الحجم المتقلب لوصول المرضى متغيرًا حاسمًا ولكنه غير مؤكد في أقسام الطوارئ بالمستشفيات.

تتيح معرفة حجم وصول المرضى مسبقًا التخطيط التشغيلي السلس لأقسام الطوارئ وتحسين عملية اتخاذ القرارات ذات الصلة. ومن خلال تنفيذ تخطيط أفضل للموارد وتخصيصها بناءً على النتائج التنبؤية، يمكن تقليل احتمالية الاكتظاظ لتحسين جودة الرعاية الصحية في نهاية المطاف.

١.٥.٥. تدقيق الرعاية الصحية

تدقيق الرعاية الصحية هو عملية مراجعة سجلات المرضى من أجل تحديد توصيات للتحسين. توفر هذه العملية معلومات كمية عن الوضع الحالي بالإضافة إلى توصيات حول كيفية تحسين النتائج السريرية. يمكن إجراء عمليات التدقيق بشكل روتيني أو في حالة وجود قصور كبير في تقديم الخدمة، مثل زيادة معدلات الإصابة أو المخاوف من تدفق المرضى.

٢. مخاطر الذكاء الاصطناعي في الرعاية الصحية

في مقال نشر منذ أكثر من ٥٠ عامًا، ذكر ويليام ب. شوارتز أن "علم الحوسبة من المحتمل أن يمارس تأثيراته الرئيسية من خلال زيادة، وفي بعض الحالات، استبدال الوظائف الفكرية للطبيب إلى حد كبير". على الرغم من الأمثلة الواعدة لحلول الذكاء الاصطناعي في مجال الرعاية الصحية، إلا أن توقعات شوارتز لم تتحقق بالكامل بعد. النتائج الأولية لتطبيقات الذكاء الاصطناعي في مجال الصحة ليست قوية كما هو متوقع ومن الصعب تقييم تأثيرها الحقيقي.

يؤكد بعض الخبراء أن إمكانات طب الذكاء الاصطناعي ككل قد تم المبالغة في تقديرها إلى حد كبير، مع عدم وجود أي بيانات تقريبًا تشير إلى تحسن فعلي في نتائج المرضى. وقد أثار خبراء آخرون مخاوف على مدى السنوات الماضية بشأن العواقب السلبية المحتملة للذكاء الاصطناعي الطبي، بما في ذلك المخاطر السريرية والتقنية والاجتماعية والأخلاقية.

في هذا الجزء، سنصف المخاطر الرئيسية التي تم تحديدها في الأدبيات على أنها من المحتمل أن تنشأ عن إدخال الذكاء الاصطناعي في الرعاية الصحية المستقبلية. وسوف نركز على سبع فئات من المخاطر والتحديات:

١. إيذاء المريض بسبب أخطاء الذكاء الاصطناعي
٢. إساءة استخدام أدوات الذكاء الاصطناعي الطبية
٣. خطر التحيز في الذكاء الاصطناعي الطبي وإدامة عدم المساواة
٤. الافتقار إلى الشفافية
٥. قضايا الخصوصية والأمن
٦. الثغرات في مساءلة الذكاء الاصطناعي
٧. عوائق التنفيذ في مجال الرعاية الصحية في العالم الحقيقي

لا يمكن لهذه المخاطر أن تؤدي إلى أضرار للمرضى والمواطنين فحسب، بل يمكنها أيضًا تقليل مستوى الثقة في خوارزميات الذكاء الاصطناعي من جانب الأطباء والمجتمع ككل. ومن ثم، يجب أن يكون تقييم المخاطر وتصنيفها وإدارتها جزءًا لا يتجزأ من عمليات تطوير الذكاء الاصطناعي وتقييمه ونشره.

٢.١. ضرر للمريض بسبب أخطاء الذكاء الاصطناعي

على الرغم من التقدم المستمر في توفر البيانات والتعلم الآلي، قد تترافق الحلول السريرية الموجهة بالذكاء الاصطناعي في مجال الرعاية الصحية مع حالات فشل قد تؤدي إلى مخاوف تتعلق بالسلامة للمستخدمين النهائيين لخدمات الرعاية الصحية. يمكن أن تؤدي أخطاء خوارزمية الذكاء الاصطناعي هذه، على سبيل المثال، إلى:

(١) نتائج سلبية كاذبة في شكل تشخيصات مفقودة للأمراض التي تهدد الحياة،
(٢) علاجات غير ضرورية بسبب نتائج إيجابية كاذبة (تصنيف الأشخاص الأصحاء بشكل غير صحيح على أنهم مرضى بواسطة خوارزمية الذكاء الاصطناعي)،
(٣) تدخلات غير مناسبة بسبب التشخيص غير الدقيق، أو الترتيب غير الصحيح لأولويات التدخلات في أقسام الطوارئ.

على افتراض أن مطوري الذكاء الاصطناعي لديهم إمكانية الوصول إلى مجموعات بيانات واسعة النطاق ذات جودة كافية لتدريب تقنيات الذكاء الاصطناعي الخاصة بهم، فلا يزال هناك على الأقل ثلاثة مصادر رئيسية للخطأ في الذكاء الاصطناعي في الممارسة السريرية.

أولاً، يمكن أن تتأثر تنبؤات الذكاء الاصطناعي بشكل كبير بالتشويش في البيانات المدخلة أثناء استخدام أداة الذكاء الاصطناعي. على سبيل المثال، من المعروف أن المسح بالموجات فوق الصوتية - طريقة التصوير الأكثر استخدامًا في الممارسة السريرية نظرًا لانخفاض تكلفتها وقابليتها للنقل - عرضة لأخطاء المسح. ويعتمد هذا بشكل خاص على خبرة المشغل، وتعاون المريض، والسياق السريري (مثل الموجات فوق الصوتية في حالات الطوارئ). وحتى في البلدان ذات الدخل المرتفع حيث يوجد مستوى عالٍ من التدريب الطبي، من المتوقع حدوث مثل هذه الأخطاء في بعض عمليات الفحص، مما يؤثر بالتالي على تنبؤات الذكاء الاصطناعي اللاحقة.

ثانيًا، قد تظهر أخطاء في تصنيف الذكاء الاصطناعي بسبب تحول مجموعة البيانات، وهي مشكلة شائعة في التعلم الآلي تحدث عندما يتحول التوزيع الإحصائي للبيانات المستخدمة في الممارسة السريرية، ولو بشكل طفيف، عن التوزيع الأصلي للبيانات المستخدمة في الممارسة السريرية. مجموعة البيانات المستخدمة لتدريب خوارزمية الذكاء الاصطناعي. قد

يكون هذا التحول بسبب الاختلافات في المجموعات السكانية، أو بروتوكولات الاستحواذ بين المستشفيات، أو استخدام الآلات من شركات مصنعة مختلفة. أظهرت دراسة حديثة أن نماذج الذكاء الاصطناعي المدربة على عمليات مسح صورة الرنين المغناطيسي للقلب (MRI) من ماسحتين ضوئيتين (مثل فيليبس وسيمنز) تفقد الدقة عند تطبيقها على بيانات التصوير بالرنين المغناطيسي المكتسبة من أجهزة مختلفة (مثل جنرال إلكتريك وكانون).

يمكن رؤية مثال آخر على تحول مجموعة البيانات في دراسة متعددة المراكز في الولايات المتحدة قامت ببناء نظام ذكاء اصطناعي دقيق للغاية لتشخيص الالتهاب الرئوي استنادًا إلى بيانات من مستشفيين. عند الاختبار باستخدام بيانات من مستشفى ثالث، لوحظ انخفاض كبير في الدقة، مما يشير إلى تحيزات محتملة خاصة بالمستشفى. وفي مثال آخر، طورت شركة DeepMind نموذجًا للتعلم العميق تم تدريبه على مجموعة بيانات كبيرة للتشخيص الآلي لأمراض الشبكية من خلال التصوير المقطعي التوافقي البصري OCT. ووجدوا أن نظام الذكاء الاصطناعي كان مرتبكًا عند تطبيقه على الصور التي تم الحصول عليها من جهاز مختلف عن الجهاز المستخدم للحصول على البيانات في مرحلة التدريب على الذكاء الاصطناعي، مع زيادة خطأ التشخيص من ٥.٥% إلى نسبة مذهلة بلغت ٤٦%. توضح هذه الأمثلة التحديات الحالية التي تطرحها عملية بناء أدوات الذكاء الاصطناعي التي تحافظ على مستوى عالٍ من الدقة حتى لو كانت البيانات غير متجانسة بين السكان أو المستشفيات أو الأجهزة.

وأخيرًا، يمكن أن تكون التوقعات خاطئة بسبب صعوبة تكيف خوارزميات الذكاء الاصطناعي مع التغيرات غير المتوقعة في البيئة والسياق الذي يتم تطبيقها فيه. لتوضيح المشكلة، وصف الباحثون في كلية الطب بجامعة هارفارد مثالًا رائعًا في مجال الذكاء الاصطناعي للتصوير الطبي. لقد تصوروا نظام ذكاء اصطناعي تم تدريبه على اكتشاف الظلال أو الملامح الكثيفة على صور الأشعة السينية على الصدر المرتبطة بالآفات في الأمراض الرئيسية مثل سرطان الرئة. ثم قاموا بإدراج عدد من السيناريوهات البسيطة التي قد يؤدي فيها الذكاء الاصطناعي إلى تنبؤات غير صحيحة، مثل إذا ترك فني الأشعة السينية موصلات تخطيط القلب اللاصقة على صدر المريض أو إذا كان المريض يرتدي خاتم زواج ويضع يده على صدره. الصدر أثناء الفحص. في هذه السيناريوهات، من الممكن أن يخطئ نموذج الذكاء

الاصطناعي في اعتبار هذه القطع المعدنية الدائرية إحدى آفات الصدر المعروفة، مما يؤدي إلى نتيجة إيجابية كاذبة.

هناك ثلاث طرق على الأقل لتقليل مخاطر أخطاء الذكاء الاصطناعي وقضايا السلامة للمرضى. بادئ ذي بدء، يجب تحديد الأساليب والإجراءات الموحدة لإجراء تقييم واسع النطاق والموافقة التنظيمية على حلول الذكاء الاصطناعي، لا سيما فيما يتعلق بقابليتها للتعميم على مجموعات سكانية جديدة وحساسيتها للضوضاء. ثانياً، ينبغي تصميم خوارزميات الذكاء الاصطناعي وتنفيذها كأدوات مساعدة (بدلاً من أدوات مستقلة تماماً)، بحيث يظل الأطباء جزءاً من سير عمل معالجة البيانات لاكتشاف الأخطاء المحتملة والتغيرات السياقية والإبلاغ عنها، وبالتالي تقليل الضرر الذي قد يلحق بالمرضى.

علاوة على ذلك، يجب أن تكون حلول الذكاء الاصطناعي المستقبلية في مجال الرعاية الصحية ديناميكية، أي يجب أن تكون مدمجة مع آليات لمواصلة التعلم من السيناريوهات والأخطاء الجديدة عند اكتشافها في الممارسة العملية. ومع ذلك، فإن هذا الجانب الأخير سيظل يتطلب درجة معينة من السيطرة البشرية واليقظة لتحديد المشاكل عند ظهورها؛ وهذا بدوره قد يزيد التكاليف ويقلل الفوائد الأولية للذكاء الاصطناعي. وستكون هناك حاجة أيضًا إلى تطوير البنية التحتية والتطورات التقنية لتمكين التحديثات المنتظمة للذكاء الاصطناعي (استنادًا إلى التدريب السابق والجديد)، وسيكون من الضروري تنفيذ السياسات التي تضمن دمج هذه الآليات في إعدادات الرعاية الصحية.

٢.٢. إساءة استخدام أدوات الذكاء الاصطناعي الطبية

كما هو الحال مع معظم التقنيات الصحية، هناك خطر حدوث خطأ بشري وسوء استخدام الإنسان للذكاء الاصطناعي الطبي. وحتى عندما تكون خوارزميات الذكاء الاصطناعي المطورة دقيقة وقوية، فإنها تعتمد على الطريقة التي يتم استخدامها بها عمليًا من قبل المستخدمين النهائيين، بما في ذلك الأطباء ومتخصصي الرعاية الصحية والمرضى. يمكن أن يؤدي الاستخدام غير الصحيح لأدوات الذكاء الاصطناعي إلى تقييم طبي خاطئ واتخاذ قرارات غير صحيحة وبالتالي إلى ضرر محتمل للمريض. ومن ثم، لا يكفي أن يتمكن الأطباء وعامة

الناس من الوصول إلى أدوات الذكاء الاصطناعي الطبية، ولكن من الضروري أيضًا أن يفهموا كيف ومتى يستخدمون هذه التقنيات.

هناك عوامل متعددة تجعل تقنيات الذكاء الاصطناعي الطبية الحالية عرضة للخطأ البشري أو الاستخدام غير الصحيح.

أولاً، غالبًا ما تم تصميمها وتطويرها بواسطة علماء الكمبيوتر/البيانات بمشاركة محدودة من المستخدمين النهائيين والخبراء السريريين. ونتيجة لذلك، يتعين على المستخدم (أي الطبيب أو الممرضة أو مدير البيانات أو المريض) أن يتعلم كيفية استخدام تكنولوجيا الذكاء الاصطناعي الجديدة والتكيف معها، مما قد يؤدي إلى تفاعلات وتجارب غير طبيعية ومعقدة. . وفي المقابل، قد يواجه المستخدم السريري صعوبات في فهم وتطبيق خوارزمية الذكاء الاصطناعي في الممارسة اليومية، مما سيحد من إدراك اتخاذ قرارات مستنيرة، مع زيادة فرص الخطأ البشري.

وتتفاقم هذه المشكلة بسبب حقيقة أن برامج التدريب الحالية في الطب لم يتم تصميمها بعد للذكاء الاصطناعي الطبي ولا تزود الأطباء الجدد عمومًا بالمعرفة والمهارات في مجال الذكاء الاصطناعي. أظهر استطلاع تم إجراؤه في أستراليا ونيوزيلندا في عام ٢٠٢١ بمشاركة ٦٣٢ متدربًا طبيًا (في مجالات طب العيون والأمراض الجلدية والأورام) أن ٧١% من المشاركين يعتقدون أن الذكاء الاصطناعي سيحسن مجال الطب لديهم، خاصة لتحسين فحص الأمراض وتبسيط الإجراءات الطبية. المهام الرتيبة.

ومع ذلك، أشار معظم المشاركين إلى أنهم لم يستخدموا مطلقًا تطبيقات الذكاء الاصطناعي في عملهم كطبيب (> ٨٠%)، واعتبر ٥% فقط أنهم يتمتعون بمعرفة ممتازة في هذا المجال. دراسة أخرى أجريت في المملكة المتحدة استطلعت آراء ٤٨٤ طالبًا من ١٩ كلية طب ووجدت أن أيًا من الطلاب لم يتلق أي تدريس للذكاء الاصطناعي كجزء من مناهجهم الإلزامية. وتم التوصل إلى استنتاجات مماثلة بشأن المعرفة واستخدام التدخلات القائمة على التكنولوجيا بين المهنيين الصحيين في الاتحاد الأوروبي في مجالات الرعاية الصحية الأخرى.

تنطبق هذه الأفكار حول تعليم الذكاء الاصطناعي ومحو الأمية أيضًا على المواطنين والمرضى، الذين سيصبحون مستخدمين نشطين لحلول الذكاء الاصطناعي الطبية

المستقبلية. أظهرت دراسة أجريت عام ٢٠٢١ في خمس دول (أستراليا والولايات المتحدة وكندا وألمانيا والمملكة المتحدة) مع أكثر من ٦٠٠٠ مواطن أن عامة الناس لديهم وعي وفهم منخفضين للذكاء الاصطناعي واستخدامه في الحياة اليومية. في حين أن الشباب والرجال وخريجي الجامعات يميلون إلى أن يكونوا أكثر وعيًا وفهمًا للذكاء الاصطناعي بشكل أفضل، فحتى هذه المجموعات أبلغت عن مستوى منخفض إلى متوسط من الفهم للذكاء الاصطناعي.

هناك سبب آخر لسوء الاستخدام المحتمل للذكاء الاصطناعي الطبي، والذي قد يؤدي إلى ضرر للمواطنين والمرضى، وهو انتشار تطبيقات الذكاء الاصطناعي الطبية التي يسهل الوصول إليها. على سبيل المثال، قامت العديد من الشركات بتطوير تطبيقات الهاتف المحمول التجارية للكشف عن سرطان الجلد بهدف تمكين الأفراد من التقاط صورة لجلدهم وتحميلها من خلال التطبيق، والتي يتم بعد ذلك تحليلها وتقييمها مباشرة بواسطة خوارزمية الذكاء الاصطناعي الخاصة بالتطبيق. تتضمن بعض الأمثلة على هذه التطبيقات Skinvision وMelApp وskinScan وSpotMole.

على الرغم من سهولة الوصول إلى هذه الأدوات لعامة الناس، غالبًا ما تكون هناك معلومات محدودة حول كيفية تطوير خوارزميات الذكاء الاصطناعي المعنية والتحقق من صحتها، في حين لا يتم دائمًا إثبات موثوقيتها وفعاليتها السريرية. على سبيل المثال، أظهرت دراسة حديثة قامت بتقييم ستة تطبيقات للهواتف المحمولة للكشف عن سرطان الجلد افتقارها إلى الكفاءة وارتفاع مخاطر التحيز. وخلص الباحثون إلى أنه لا يمكن الاعتماد على تطبيقات الهواتف الذكية الحالية القائمة على الخوارزمية للكشف عن جميع حالات سرطان الجلد أو سرطانات الجلد الأخرى. لا توفر العملية التنظيمية الحالية لمنح علامة CE للتطبيقات المستندة إلى الخوارزمية حماية كافية للجمهور.

يُظهر البحث السريع أن العديد من الأدوات عبر الإنترنت/الهاتف المحمول التي تعمل بالذكاء الاصطناعي قد ظهرت أيضًا في مجموعة واسعة من المجالات الطبية ويتم تقديمها تجاريًا للتشخيص الطبي ومراقبة الصحة، مثل Diagnostics.ai وDDXRX Doctor Ai وSymptomate وAchu Health. في حين أن مثل هذه الخدمات يمكن أن تشكل حلاً واعداً للتشخيص عن بعد ومتابعة الأمراض، فإن انتشارها على نطاق واسع عبر الإنترنت يمكن أن

يصبح مصدر قلق للصحة العامة، بنفس الطريقة التي ساهمت بها صيدليات الإنترنت التي يسهل الوصول إليها في إساءة استخدام المواطنين للأدوية.

نظرًا لوجود الكثير من المكاسب المالية التي يمكن تحقيقها من تطوير وتسويق تطبيقات الصحة على الويب/ الهاتف المحمول التي تعمل بالذكاء الاصطناعي، سيستمر هذا القطاع في جذب الكثير من اللاعبين والشركات الجديدة بمعايير مختلفة من الأخلاق والتميز والجودة. تقر الشركات التي تقدم أدوات الذكاء الاصطناعي الطبية القائمة على الويب أو الهاتف المحمول على مواقعها الإلكترونية بأن منتجات الذكاء الاصطناعي الخاصة بها ليست أجهزة طبية معتمدة وأن شروط الخدمة غالبًا ما تحتوي على إخلاء المسؤولية. يمكن للمرء بسهولة العثور على إخلاء المسؤولية مثل "تم تصميم هذا الموقع ليقدم لك معلومات صحية عامة للأغراض التعليمية فقط" أو "المعلومات الصحية المقدمة على هذا الموقع والاستجابات التفاعلية ليس المقصود منها أن تكون نصيحة مهنية وليس المقصود منها أن تحل محل الشخصية" التشاور مع طبيب مؤهل أو صيدلي أو غيره من المتخصصين في الرعاية الصحية. ومع ذلك، قد لا يصادف معظم المستخدمين بالضرورة إخلاءات المسؤولية هذه ويقرأونها ويفهمونها، وبالتالي قد يعتمدون على معلومات وتشخيصات قد تكون غير صحيحة توفرها أدوات الذكاء الاصطناعي، مما قد يؤثر سلبًا على عملية اتخاذ القرار فيما يتعلق بصحتهم.

هناك عدة طرق لتقليل الأخطاء البشرية أو الاستخدام غير الصحيح لحلول الذكاء الاصطناعي الطبية المستقبلية. بادئ ذي بدء، يجب أن يشارك المستخدمون النهائيون مثل متخصصي الرعاية الصحية أو المتخصصين أو الفنيين أو المرضى بشكل وثيق في تصميم وتطوير حلول الذكاء الاصطناعي لضمان دمج وجهات نظرهم وتفضيلاتهم وسياقاتهم بشكل جيد في الأدوات النهائية التي سيتم نشرها وتستخدم. علاوة على ذلك، ينبغي تطوير برامج التعليم ومحو الأمية حول الذكاء الاصطناعي والذكاء الاصطناعي الطبي وتعميمها عبر دوائر التعليم والمجتمع لزيادة معارف ومهارات المستخدمين النهائيين للذكاء الاصطناعي في المستقبل، وبالتالي تقليل الأخطاء البشرية. أخيرًا، من المهم أن تساعد الوكالات العامة في تنظيم قطاع الذكاء الاصطناعي الطبي عبر الإنترنت/ الهاتف المحمول، بحيث يكون المواطنون على علم جيد ومحميين من سوء استخدام وإساءة استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي الناشئة التي يسهل الوصول إليها.

٢.٣. خطر التحيز (bias) في الذكاء الاصطناعي الطبي وإدامة عدم المساواة

على الرغم من التقدم المستمر في الأبحاث الطبية وتقديم الرعاية الصحية، لا تزال هناك تفاوتات كبيرة وعدم مساواة في الرعاية الطبية في معظم البلدان حول العالم. وتشمل العوامل الرئيسية التي تساهم في هذه التفاوتات وعدم المساواة الجنس، والعمر، والانتماء العرقي، والدخل، والتعليم، والجغرافيا. وفي حين أن بعض أوجه عدم المساواة هذه تكون منهجية، مثل الاختلافات الاجتماعية والاقتصادية والتمييز، فإن التحيزات البشرية تلعب أيضًا دورًا مهمًا. على سبيل المثال، في الولايات المتحدة، أظهرت الأبحاث الحالية أن الأطباء لا يأخذون شكاوى المرضى السود من الألم على محمل الجد ولا يستجيبون لها بالسرعة التي يستجيبون بها لنظرائهم البيض. يعد التمييز المستمر في معظم البلدان حول العالم، بدرجات متفاوتة، مثالاً آخر على التحيز الشائع المتأصل في أنظمة الرعاية الصحية: التمييز على أساس الجنس. مرة أخرى، في مجال إدارة الألم، أشارت الدراسات إلى زيادة النزعة النفسية أو إخفاء الرؤية لدى المرضى الإناث عند الإبلاغ عن الألم.

ومن ثم، في السنوات الأخيرة، كانت هناك مخاوف من أن حلول الذكاء الاصطناعي المستقبلية، إذا لم يتم تنفيذها وتقييمها وتنظيمها بشكل صحيح، يمكن أن تؤدي إلى ترسيخ بل وتضخيم التفاوتات النظامية والتحيزات البشرية التي تساهم في عدم المساواة في الرعاية الصحية. لقد تصدرت بعض الأمثلة على التحيزات الخوارزمية عناوين الأخبار في السنوات الأخيرة، وبعضها مفصل أدناه.

أظهرت دراسة نُشرت في مجلة Science في عام ٢٠١٩ أن الخوارزمية المستخدمة في الولايات المتحدة للمساعدة في عملية إحالة المرضى الذين يحتاجون إلى رعاية إضافية أو متخصصة تبين أنها تميز ضد المرضى السود. وأوضح مؤلفو الدراسة أنه باستخدام الخوارزمية، "عند درجة خطر معينة، يكون المرضى السود أكثر مرضًا بكثير من المرضى البيض، كما يتضح من علامات الأمراض غير المنضبطة". ومن شأن معالجة هذا التفاوت أن يزيد نسبة المرضى السود الذين يتلقون مساعدة إضافية من ١٧.٧ إلى ٤٦.٥%. قامت دراسة كندية في عام ٢٠٢٠ بتقييم درجة عدالة أحدث خوارزميات التعلم العميق المستخدمة

للكشف عن التشوهات مثل الكسور وآفات الرئة والعقيدات والالتهاب الرئوي وما إلى ذلك في صور الأشعة السينية للصدر. وأظهرت الدراسة أن أعلى معدل لنقص التشخيص كان لدى الشابات (العمر: ٢٠-٠)، وفي المرضى السود، وفي المرضى الذين يخضعون للتأمين الصحي العام للأشخاص والأسر ذات الدخل المنخفض. علاوة على ذلك، فإن المرضى الذين لديهم هويات متعددة الجوانب (على سبيل المثال، مريضة من أصل إسباني تتمتع بتأمين صحي منخفض الدخل) عانوا من أعلى معدلات نقص التشخيص. وخلص المؤلفون إلى أن "النماذج المدربة على مجموعات البيانات الكبيرة لا توفر تكافؤ الفرص بشكل طبيعي، مما يؤدي بدلاً من ذلك إلى تباينات محتملة في الرعاية إذا تم نشرها دون تعديل".

يُقال على نطاق واسع أن السبب الأكثر شيوعًا لعدم العدالة في الذكاء الاصطناعي الطبي هو التحيز في البيانات المستخدمة لتدريب نماذج التعلم الآلي. وكما ذكرت مرضية قاسمي من جامعة تورنتو في عرض تقديمي حديث حول الذكاء الاصطناعي في الرعاية الصحية: "إن التحيز هو بالفعل جزء من المشهد السريري. لذا، ليس الأمر كما لو أن التعلم الآلي يهدف إلى النيل منا. "عندما نتدرب على البيانات التي يصنعها البشر، والتي يصنفها البشر، والتي يقوم البشر بتعليقها، فقد نلتقط بعض التحيزات التي أدخلها البشر في تلك البيانات".

على سبيل المثال، في عام ٢٠٠٢، تبين أن التجربة الوطنية لفحص الرئة، والتي جمعت مجموعات بيانات من ٥٣٠٠٠ مدخن للتحقيق في طرق التشخيص المبكر لسرطان الرئة، تشمل ٤٪ فقط من المشاركين السود في البيانات. تم تدريب خوارزميات التعلم الآلي للكشف عن سرطان الجلد في كثير من الأحيان على مجموعات بيانات شديدة التحيز - مثل التعاون الدولي لتصوير الجلد، وهي إحدى قواعد البيانات المفتوحة الأكثر استخدامًا للآفات الجلدية - والتي تحتوي على صور من ذوي البشرة الفاتحة في الغالب. المرضى في الولايات المتحدة وأوروبا وأستراليا. النماذج التشخيصية التي يتم تدريبها فقط على مجموعات البشرة الفاتحة يمكن أن تكون ضارة بعملية تشخيص آفات سرطان الجلد الموجودة على الأفراد ذوي البشرة الداكنة. وبالمثل، فإن الطريقة التي يبدو أن بها فيروس كورونا يؤثر على المرضى بشكل مختلف وفقًا لمجموعتهم الجنسية تعني أن خوارزمية الذكاء الاصطناعي المدربة على البيانات السريرية

الموجودة من المرجح أن تعاني من انخفاض العدالة عند التنبؤ بخطورة المرض والوفيات لدى الرجال والنساء.

هناك نوع آخر من التحيز الذي يظهر في مجموعات البيانات وهو ذو طبيعة جغرافية. في عام ٢٠٢٠م، أجرى باحثون من مجالات الأشعة والأبحاث الطبية الحيوية في جامعة ستانفورد مراجعة للمقالات المنشورة على مدار فترة خمس سنوات والتي تم استخدامها في تدريب خوارزميات التعلم العميق المتعلقة برعاية المرضى. ووجدوا أن ٧١% من دراسات الولايات المتحدة التي تم فيها تحديد الموقع الجغرافي استخدمت بيانات من كاليفورنيا وماساتشوستس ونيويورك فقط. بالإضافة إلى ذلك، وجدوا أن الدراسات لم تتضمن أي بيانات من ٣٤ ولاية من أصل ٥٠ ولاية في الولايات المتحدة. يمكن أن يكون التحيز الجغرافي مشكلة مهمة في أوروبا أيضًا، حيث يتم توزيع توفر البيانات والوصول إلى المعدات الرقمية بشكل غير متساو، خاصة في مناطق أوروبا الشرقية.

مصدر آخر محتمل لعدم العدالة في الذكاء الاصطناعي الطبي هو التحيز في تصنيف البيانات أثناء التقييم السريري. على سبيل المثال، أظهرت الأبحاث الحالية أنه بسبب القوالب النمطية بين الجنسين، يتم الإفراط في تشخيص إصابة النساء ببعض الأمراض مثل الاكتئاب ونقص تشخيص أمراض أخرى مثل السرطان. علاوة على ذلك، وجدت دراسة دنماركية واسعة النطاق، قامت بتحليل البيانات المتعلقة بدخول المستشفيات لحوالي ٧ ملايين مواطن و١٩ مجموعة مرضية، أنه بالنسبة للغالبية العظمى من الأمراض، يتم تشخيص النساء في وقت متأخر عن الرجال. والأهم من ذلك، بالنسبة للعديد من هذه الحالات الطبية مثل الإصابة والتسمم والتشوهات الخلقية والأمراض المعدية، لا يمكن تفسير هذه التناقضات عن طريق الاختلافات التشريحية أو الجينية. إذا تأثرت تسميات البيانات في السجلات الصحية بمثل هذه الفوارق في الرعاية الصحية، كما هو الحال في البيئات التي تم فيها تشخيص مجموعات معينة بشكل خاطئ بشكل منهجي بسبب الوصمة أو الصور النمطية، فمن المرجح أن تتعلم نماذج الذكاء الاصطناعي إدامة هذا التفاوت.

في السنوات الأخيرة، زاد الوعي بالتحيز الخوارزمي وبدأ الباحثون، وخاصة في أمريكا الشمالية، في التحقيق في تدابير التخفيف لمعالجة خطر الظلم في الذكاء الاصطناعي الطبي.

أولاً، من الواضح أن مطوري الذكاء الاصطناعي، بالتعاون مع الخبراء السريريين والمتخصصين في الرعاية الصحية، يجب أن يولوا اهتمامًا وثيقًا ومستمرًا لاختيار وتصنيف البيانات والمتغيرات التي سيتم استخدامها أثناء التدريب النموذجي. وينبغي أن تكون هذه العناصر ممثلة ومتوازنة فيما يتعلق بالسمات الرئيسية مثل الجنس/النوع، والعمر، والاقتصاد الاجتماعي، والانتماء العرقي، فضلاً عن الموقع الجغرافي. علاوة على ذلك، يوصى بإشراك ليس فقط علماء البيانات والباحثين في الطب الحيوي في فرق التطوير، ولكن أيضًا علماء الاجتماع وعلماء أخلاقيات الطب الحيوي وخبراء الصحة العامة، فضلاً عن المرضى والمواطنين. يجب أن تكون المجموعة الأخيرة متنوعة قدر الإمكان لضمان أخذ التنوع المناسب في الخلفيات والخبرات والاحتياجات في الاعتبار خلال دورة حياة إنتاج الذكاء الاصطناعي وأن الأدوات التي تم إنشاؤها تمثيلية حقًا ومبنية على أبحاث مجتمعية.

٢.٤. انعدام الشفافية:

على الرغم من التقدم المستمر في الذكاء الاصطناعي الطبي، لا يزال الأفراد والخبراء ينظرون إلى الخوارزميات الحالية على أنها تقنيات معقدة وغامضة، يصعب فهمها والثقة بها واعتمادها بشكل كامل.

حظيت خوارزمية الذكاء الاصطناعي الحديثة التي طورتها Google لفحص سرطان الثدي باهتمام كبير لأدائها الواعد: فقد ثبت أنها تعمل على تحسين سرعة وقوة فحص سرطان الثدي، لتعميمها بشكل جيد على السكان في بلدان متعددة خارج تلك المستخدمة لفحص سرطان الثدي. التدريب، بل وتفوق على أطباء الأشعة في مواقف محددة. ومع ذلك، فقد تلقى هذا العمل أيضًا بعض الانتقادات في وسائل الإعلام وفي مجتمع الذكاء الاصطناعي حيث تم تقديمه بدون أي تفاصيل تقريبًا حول كيفية إنشاء الخوارزمية والأوصاف الفنية الرئيسية. شكك بعض النقاد في فائدة وسلامة أداة الذكاء الاصطناعي هذه، بينما استخدمت مجموعة من العلماء هذه الخوارزمية كمثال مركزي لهم عندما نشروا دعوة في مجلة Nature لمزيد من الشفافية في الذكاء الاصطناعي الطبي.

يُنظر إلى الافتقار إلى الشفافية على نطاق واسع على أنه قضية مهمة في تطوير واستخدام أدوات الذكاء الاصطناعي الحالية في الرعاية الصحية. ومن المتوقع أن يؤدي ذلك

إلى نقص كبير في الثقة في الذكاء الاصطناعي خاصة في المجالات الحساسة مثل الطب والرعاية الصحية التي تركز على رفاهية وصحة المواطنين. وفي الوقت نفسه، من الواضح أن الافتقار إلى الثقة سيؤثر على مستوى اعتماد خوارزميات الذكاء الاصطناعي الناشئة من قبل المرضى والأطباء وأنظمة الرعاية الصحية.

ترتبط شفافية الذكاء الاصطناعي ارتباطًا وثيقًا بمفاهيم التتبع وقابلية التفسير، والتي تتوافق مع مستويين متميزين تتطلب الشفافية فيهما، أي:

(١) شفافية عمليات تطوير واستخدام الذكاء الاصطناعي (إمكانية التتبع).
(٢) شفافية قرارات الذكاء الاصطناعي. (قابلية التفسير).

تعتبر إمكانية التتبع مطلبًا رئيسيًا للذكاء الاصطناعي الجدير بالثقة، وتشير إلى التوثيق الشفاف لعملية تطوير الذكاء الاصطناعي بأكملها، بما في ذلك تتبع كيفية عمل نموذج الذكاء الاصطناعي في الممارسة الواقعية بعد النشر. وبشكل أكثر تحديدًا، تتطلب إمكانية التتبع الحفاظ على حساب كامل لـ:

(١) تفاصيل النموذج (الاستخدام المقصود، ونوع الخوارزمية أو الشبكة العصبية، والمعلمات الفائقة، بالإضافة إلى خطوات ما قبل وما بعد المعالجة).
(٣) بيانات التدريب والتحقق من الصحة (عملية التجميع، وتكوين البيانات، وبروتوكولات الاقتناء، ووضع العلامات على البيانات).
(٤) مراقبة أدوات الذكاء الاصطناعي (مقاييس الأداء، والفشل، والتقييمات الدورية).

ومن الناحية العملية، نادرًا ما يتم توفير أدوات الذكاء الاصطناعي الحالية في مجال الرعاية الصحية مع إمكانية التتبع الكامل. في الواقع، تفضل الشركات في كثير من الأحيان عدم الكشف عن الكثير من المعلومات حول خوارزمياتها، والتي يتم تقديمها بالتالي كأدوات مبهمة يصعب فهمها وفحصها من قبل أطراف مستقلة. وهذا بدوره يقلل من مستوى الثقة والتبني في الممارسة الواقعية.

في حين أن إمكانية التتبع تعالج شفافية دورة حياة خوارزمية الذكاء الاصطناعي، فإن إمكانية شرح الذكاء الاصطناعي مهمة لتوفير الشفافية لكل تنبؤ وقرار للذكاء الاصطناعي. توضح المادة ٢٢ من اللائحة العامة لحماية البيانات General Data Protection Regulation

(GDPR) للاتحاد الأوروبي تفاصيل "الحق في التوضيح" الذي يتطلب تقديم تفسير فيما يتعلق بعملية اتخاذ القرار الآلي.

ومع ذلك، فإن حلول الذكاء الاصطناعي، وخاصة الشبكات العصبية العميقة، تفتقر إلى الشفافية، وغالبًا ما توصف بأنها "الصندوق الأسود للذكاء الاصطناعي"، في إشارة إلى حقيقة أن هذه النماذج تتعلم وظائف معقدة يصعب على البشر فهمها ووظائفها. وعمليات صنع القرار ليست مرئية أو مفهومة. إن الافتقار إلى الشفافية يجعل من الصعب على الأطباء وأصحاب المصلحة الآخرين دمج حلول الذكاء الاصطناعي في ممارساتهم في العالم الحقيقي لأنه من أجل العمل مع حلول محددة للذكاء الاصطناعي، يحتاج الأطباء إلى أن يكونوا قادرين على فهم المبادئ الأساسية وراء كل قرار و/أو تنبؤ، حتى عندما يكون لدى الخوارزمية نفسها القدرة على تعزيز إنتاجية الطبيب. علاوة على ذلك، فإن الافتقار إلى القدرة على التفسير يعني أنه من الصعب تحديد مصدر أخطاء الذكاء الاصطناعي وتحديد المسؤوليات عندما تسوء الأمور.

هناك العديد من السبل المتاحة لتحسين شفافية تقنيات الذكاء الاصطناعي في مجال الرعاية الصحية. أولاً، هناك حاجة إلى "جواز سفر الذكاء الاصطناعي" الذي يمكن أن يكون مطلبًا لكل خوارزمية ذكاء اصطناعي لتوثيق جميع المعلومات الأساسية للنموذج. هناك أيضًا حاجة إلى تطوير أدوات التتبع لمراقبة استخدام خوارزميات الذكاء الاصطناعي بمجرد نشرها، مثل تسجيل الأخطاء المحتملة وتدهور الأداء، بالإضافة إلى إجراء عمليات تدقيق دورية. لتحسين إمكانية شرح خوارزميات الذكاء الاصطناعي، من المهم أن يقوم مطورو الذكاء الاصطناعي بإشراك المستخدمين النهائيين السريريين منذ بداية عملية التطوير من أجل تحديد أفضل نهج لقابلية الشرح لكل تطبيق والتأكد من أن التفسيرات المختارة مفيدة ومقبولة جيدًا في الممارسة السريرية. وأخيرًا، يمكن للهيئات التنظيمية أن تلعب دورًا مهمًا من خلال النظر في إمكانية تتبع أدوات الذكاء الاصطناعي وقابليتها للتفسير كمتطلبات مسبقة للحصول على الشهادة.

٢.٥. قضايا الخصوصية والأمن (Privacy and security issues):

أظهر التطور الواسع النطاق لحلول وتقنيات الذكاء الاصطناعي في مجال الرعاية الصحية، والذي أبرزته مؤخرًا جائحة كوفيد-١٩، مخاطر محتملة بسبب نقص خصوصية البيانات وسريتها وحمايتها للمرضى والمواطنين. وقد يؤدي ذلك إلى عواقب وخيمة، مثل الكشف عن البيانات الحساسة واستخدامها بما يتعارض مع حقوق المواطنين أو إعادة استخدام بيانات المرضى لتحقيق مكاسب غير طبية.

ترتبط هذه المشكلات أولاً بالموافقة المستنيرة، أي توفير المعلومات الكافية للمرضى لاتخاذ قرار مستنير مثل مشاركة البيانات الصحية الشخصية. تعد الموافقة المستنيرة جزءًا مهمًا ومتكاملًا من تجربة المريض في الرعاية الصحية، والتي تم إضفاء الطابع الرسمي عليها في إعلان هلسنكي ونمت منذ ذلك الحين مع تغلغل إدخال التكنولوجيا الرقمية في حياتنا اليومية. ترتبط الموافقة المستنيرة بقضايا أخلاقية مختلفة، بما في ذلك الحماية من الأذى، واحترام الاستقلالية، وحماية الخصوصية وحقوق الملكية المتعلقة بالبيانات و/أو الأنسجة.

ومع ذلك، فإن إدخال خوارزميات الذكاء الاصطناعي المبهمة ونماذج الموافقة المستنيرة المعقدة يحد من مستوى الاستقلالية وقوة اتخاذ القرار المشترك بين المريض والطبيب. لقد أصبح من الصعب بشكل متزايد على المرضى فهم عملية اتخاذ القرار والطرق المختلفة التي يمكن من خلالها إعادة استخدام بياناتهم، ومعرفة بالضبط كيف يمكنهم اختيار إلغاء الاشتراك في مشاركة بياناتهم. تبرز قضايا الموافقة المستنيرة أيضًا بشكل خاص في أبحاث البيانات الضخمة، وخاصة أبحاث البيانات الصحية القائمة على المنصات الرقمية، حيث قد لا يكون المريض على دراية كاملة أو يفهم تمامًا مدى مشاركة بياناته وإعادة استخدامها.

حدث مثال مهم على ذلك في عام ٢٠١٦، عندما تم نقل سجلات ١.٦ مليون مريض في المملكة المتحدة - دون موافقة المرضى المستنيرة - من مؤسسة Royal Free NHS Foundation Trust إلى شركة DeepMind للذكاء الاصطناعي المملوكة لشركة Google، والتي كانت تعمل في ذلك الوقت. حول تطوير تطبيق لتطبيق طرق جديدة للكشف عن أمراض الكلى. في يوليو ٢٠١٧، حكم مكتب مفوض المعلومات في المملكة المتحدة (ICO) بأن مؤسسة Royal Free

NHS Trust قد انتهكت قوانين حماية البيانات؛ وقد نُقل عن مكتب مفوض المعلومات قوله الشهير: "لا ينبغي أن يكون ثمن الابتكار هو تآكل حقوق الخصوصية الأساسية".

وينطوي استخدام الذكاء الاصطناعي في الرعاية الصحية أيضًا على خطر انتهاكات أمن البيانات، حيث قد تكون المعلومات الشخصية متاحة على نطاق واسع، مما ينتهك حقوق المواطنين في الخصوصية ويعرضهم لخطر سرقة الهوية وأنواع أخرى من الهجمات الإلكترونية. في يوليو ٢٠٢٠، تعرضت شركة Cense AI للذكاء الاصطناعي، ومقرها نيويورك، لاختراق بيانات كشف عن بيانات حساسة للغاية لما يزيد عن ٢.٥ مليون مريض عانوا من حوادث سيارات، بما في ذلك معلومات تفصيلية مثل الأسماء والعناوين والملاحظات التشخيصية والتواريخ وأنواع الحوادث. الحوادث وأرقام بوليصة التأمين والمزيد. وعلى الرغم من تأمينها في نهاية المطاف، إلا أنها كانت متاحة لفترة وجيزة لأي شخص في العالم لديه اتصال بالإنترنت، مما يؤكد الخطر الحقيقي للغاية لانتهاكات الخصوصية الشخصية التي يتعرض لها المرضى.

ومن المخاوف المستمرة الأخرى مسألة إعادة استخدام البيانات، والتي يشار إليها أيضًا في سياقات معينة باسم "زحف الوظيفة". حذرت منظمة الصحة العالمية من خطر زحف الوظائف أثناء جائحة كوفيد-١٩، وسلطت الضوء على حالة في سنغافورة حيث تم أيضًا توفير البيانات من تطبيقات تتبع كوفيد-١٩ الحكومية للتحقيقات الجنائية. يعد هذا مثالًا صارخًا على إعادة استخدام البيانات المتعلقة بالصحة لأغراض غير متعلقة بالرعاية الصحية، ولكن يمكن أن تحدث إعادة الاستخدام أيضًا داخل مجال الرعاية الصحية نفسه. استكشف تقرير عام ٢٠١٩ بالتفصيل الطرق المختلفة لإعادة استخدام بيانات المرضى في صناعة الأدوية الأوروبية: تُستخدم البيانات من السجلات الصحية الإلكترونية وبيانات التسجيل والبيانات من الأنظمة الصحية لتطوير الأدوية الصيدلانية وتصميم التجارب السريرية والتسويق وتحليلات فعالية التكلفة. والمزيد.

بالإضافة إلى القضايا المتعلقة بخصوصية البيانات وأمنها، فإن أدوات الذكاء الاصطناعي معرضة بشكل خاص للهجمات الإلكترونية، والتي يمكن أن تكون نتائجها مرهقة إلى مميتة، اعتمادًا على السياق. في سبتمبر ٢٠٢٠، توفي أحد المرضى بعد أن اضطر إلى إعادة

توجيهه إلى مستشفى آخر عندما تعرض مستشفى جامعة دوسلدورف لهجوم إلكتروني تدخل في بيانات المستشفى وجعل نظام الكمبيوتر في المركز غير صالح للعمل. على الرغم من أنه قيل لاحقًا إنه لا يمكن إثبات أن الوفاة كانت ناجمة بشكل مباشر عن الهجوم السيبراني، لأن المريض كان يعاني بالفعل من حالة تهدد حياته، إلا أن هذه الحالة سلطت الضوء على الأضرار الجسدية الحقيقية التي يمكن أن تسببها الهجمات السيبرانية في الرعاية الصحية.

وفي مثال آخر لكيفية تأثير الخروقات التكنولوجية على الصحة البدنية للمرضى، في أبريل ٢٠٢١، تعرضت شركة برمجيات الأورام السويدية Elekta لهجوم فدية للرعاية الصحية أثر على ١٧٠ نظامًا صحيًا في الولايات المتحدة، مما أدى إلى تأخير رعاية علاج السرطان للمرضى في جميع أنحاء البلاد أيضًا. مثل الكشف عن بيانات المرضى الحساسة.

علاوة على ذلك، أظهرت الأبحاث أن الأجهزة الطبية الشخصية التي يتحكم فيها الذكاء الاصطناعي معرضة أيضًا للهجمات. على سبيل المثال، اكتشف الباحثون أن مضخات الأنسولين التي تعمل بالذكاء الاصطناعي لمرضى السكري يمكن اختراقها والتحكم فيها عن بعد من مسافات مختلفة، بل ويمكن التلاعب بها لإغراق جسم المريض بكمية زائدة من الأنسولين. على الرغم من أن هذا الاختراق لم يتم تنفيذه مطلقًا في العالم الحقيقي، إلا أن تطوير الباحثين لهجوم الذكاء الاصطناعي كشف عن نقاط ضعف خطيرة في وظائف نظام الذكاء الاصطناعي.

وقد حظيت هذه الأحداث باهتمام كافٍ لتسليط الضوء على مسألة كيف يمكن للأمن الخوارزمي - أو الافتقار إليه - أن يؤثر على بقاء الإنسان في سياق عالي المخاطر مثل الرعاية الصحية. ومن خلال التركيز على أدوات الذكاء الاصطناعي كجزء من المجال التكنولوجي الأكبر، فمن الواضح أنه يجب مراقبة مخاطر الهجمات والقرصنة باستمرار.

ولمعالجة هذه القضايا المهمة، هناك حاجة إلى زيادة الوعي ومحو الأمية بشأن مخاطر الخصوصية والأمن، وكذلك بشأن الموافقة المستنيرة والأمن السيبراني. علاوة على ذلك، يجب توسيع اللوائح والأطر القانونية بحيث لا تتناول الخصوصية فحسب، بل أيضا المساءلة، وحماية المواطنين من خروقات البيانات وإعادة استخدام البيانات. وينبغي تعزيز الأساليب اللامركزية والموحدة في التعامل مع الذكاء الاصطناعي للاستفادة من قوة البيانات الضخمة

من المراكز السريرية دون الحاجة إلى عمليات نقل البيانات غير الآمنة. ويجب مواصلة البحث وتسريعه لتحسين الأمن في الأنظمة المستندة إلى السحابة ولحماية خوارزميات الذكاء الاصطناعي من الهجمات السيبرانية.

٢.٦. الثغرات في مساءلة الذكاء الاصطناعي

اكتسب مصطلح "المساءلة الخوارزمية" أهمية متزايدة بين الباحثين والمنظمات المكرسة لمعالجة التأثير القانوني لإدخال واستخدام خوارزميات الذكاء الاصطناعي في مجالات مختلفة من حياة الإنسان. على الرغم من أن مصطلح "المساءلة الخوارزمية" قد يبدو وكأنه يشير إلى مهمة السعي إلى مساءلة الخوارزمية نفسها، إلا أنه في الواقع عكس ذلك تمامًا: فهو يؤكد حقيقة أن الخوارزميات يتم إنشاؤها من خلال مزيج من التعلم الآلي والتصميم البشري، وأن تأتي الأخطاء في الخوارزميات من البشر الذين يقومون بتطوير الآلات أو إدخالها أو استخدامها، خاصة وأن أنظمة الذكاء الاصطناعي نفسها لا يمكن تحميلها المسؤولية الأخلاقية أو القانونية.

تعتبر المساءلة مهمة بشكل خاص للذكاء الاصطناعي الطبي لأنها ستساهم في قبوله وجدارة الثقة واعتماده مستقبلاً في المجتمع والرعاية الصحية. على سبيل المثال، من غير المرجح أن يتبنى الأطباء الذين يشعرون بأنهم مسؤولون بشكل منهجي عن كل الأخطاء الطبية المرتبطة بالذكاء الاصطناعي ـ حتى عندما تكون الخوارزميات مصممة من قبل أفراد أو شركات أخرى ـ حلول الذكاء الاصطناعي الناشئة هذه في ممارساتهم اليومية. وبالمثل، سيفقد المواطنون والمرضى الثقة إذا بدا لهم أنه لا يمكن محاسبة أي من مطوري أو مستخدمي أدوات الذكاء الاصطناعي عن الضرر الذي قد يحدث. هناك حاجة إلى آليات وأطر جديدة لضمان المساءلة الكافية في مجال الذكاء الاصطناعي الطبي وإدارة عمليات الاستصلاح والتعويضات والعقوبات عند الضرورة، وكذلك لضمان عدم تكرار الأفعال.

نظرًا لحداثة الذكاء الاصطناعي الطبي وعدم وجود أسبقية قانونية، يوجد حاليًا نقص كبير في الوضوح فيما يتعلق بتعريف المسؤوليات عن الأخطاء الطبية المرتبطة بالذكاء الاصطناعي والتي يمكن أن تؤدي إلى ضرر للمريض. يفرض مجال الذكاء الاصطناعي الطبي سريع التغير والمتنامي تحديات جديدة أمام المنظمين وصانعي السياسات والمشرعين. إنه يدفع

اللوائح والسياسات والقوانين الحالية إلى تكييف طرقها التقليدية في النظر في المسؤولية والمسؤولية مع الواقع الجديد للرعاية الصحية المدعومة بالذكاء الاصطناعي.

تشمل التحديات التي تواجه تطبيق القانون الحالي ومبادئ المسؤولية على تطبيقات الذكاء الاصطناعي الناشئة في الطب:

(١) مشكلة تعدد الجهات الفاعلة في الذكاء الاصطناعي الطبي، مما يجعل من الصعب تحديد المسؤوليات بين المشاركين في تطوير وتنفيذ واستخدام الذكاء الاصطناعي الطبي. والخوارزميات (مثل مطوري الذكاء الاصطناعي، ومديري البيانات، والأطباء، والمرضى، ومنظمي الرعاية الصحية، وما إلى ذلك)؛
(٢) صعوبة تحديد السبب الدقيق لأي خطأ طبي متعلق بالذكاء الاصطناعي، والذي يمكن أن يكون بسبب خوارزمية الذكاء الاصطناعي، أو البيانات المستخدمة للتدريب عليها، أو استخدامها وفهمها بشكل غير صحيح في الممارسة السريرية.
(٣) تعدد أطر الحوكمة وعدم وجود معايير أخلاقية وقانونية موحدة في صناعات الذكاء الاصطناعي.

في حين أن العلاقة بين المريض والطبيب تاريخيًا كانت في قلب القضايا المتعلقة بسوء الممارسة الطبية والإهمال، فإن إدخال أدوات الذكاء الاصطناعي في الرعاية الصحية يضيف طبقة جديدة مع جهات فاعلة متعددة في ديناميكية المريض والطبيب. وقد لا تشمل هذه الجهات الفاعلة المريض والطبيب ومركز الرعاية الصحية ونظام الرعاية الصحية فحسب، بل أيضًا مطوري الذكاء الاصطناعي والباحثين والمصنعين، وجميعهم يدخلون الآن بطريقة أو بأخرى في عملية صنع القرار الطبي. ويساهم وجود كل هذه الجهات الفاعلة الجديدة والافتقار إلى الوضوح - ليس فقط بشأن من المسؤول عن أي جزء من عملية صنع القرار، بل وأيضاً بشأن كيفية عمل أدوات الذكاء الاصطناعي ذاتها - في تعقيد الموقف.

في حين أن المهنيين الطبيين عادة ما يخضعون لمسؤولية تنظيمية ليكونوا قادرين على مساءلة أفعالهم، وهو مطلب يشكل جزءًا لا يتجزأ من مهمتهم المهنية، فإن مطوري وتقني الذكاء الاصطناعي يعملون عمومًا بموجب قواعد أخلاقية. لذلك، بالنسبة للمهنيين الطبيين، فإن تداعيات عدم قدرتهم على تفسير أفعالهم وعمليات صنع القرار قد تعني فقدان

ترخيصهم لممارسة الطب؛ بينما في ظل الممارسة الحالية، فإن الافتقار إلى المساءلة بالنسبة لأخصائي التكنولوجيا قد يعني شيئًا أقل تدميراً بكثير. حتى لو تبين أن الشركة المصنعة للذكاء الاصطناعي مسؤولة عن خطأ ما، فغالبًا ما يكون من الصعب إلقاء اللوم على شخص واحد محدد، نظرًا لأن العديد من المطورين والباحثين المختلفين يعملون على أي نظام ذكاء اصطناعي معين. بالإضافة إلى ذلك، غالبًا ما يتم انتقاد القواعد الأخلاقية ومعايير المساءلة التي تستخدمها العديد من الكيانات الخاصة لكونها غامضة ويصعب ترجمتها إلى ممارسة قابلة للتنفيذ.

من المهم ملاحظة أن قضايا المساءلة والمسؤولية المتعلقة بالذكاء الاصطناعي في مجال الطب والرعاية الصحية ترتبط ارتباطًا وثيقًا بمسألتي قابلية التفسير والشفافية. كلما كانت خوارزمية الذكاء الاصطناعي مبهمة، كلما كان من الصعب العثور على المسؤول عن خطأ يتعلق بمريض أو قرار طبي، وبالتالي من المرجح أن يقع عبء المسؤولية بشكل أكبر على الطبيب الذي استخدم أداة ذكاء اصطناعي طبية غير شفافة. وغير قادر على تفسير قراره الطبي أو الخطأ الذي حدث. وينطبق هذا بشكل خاص على أدوات الذكاء الاصطناعي المساعدة، والتي تهدف إلى مساعدة الطبيب في عملية صنع القرار ويمكن اعتبارها وكأنها استشارة لزميل خبير.

هناك طرق لمعالجة النقص الحالي في المساءلة في الذكاء الاصطناعي الطبي. أولا، ينبغي إنشاء عمليات لتحديد أدوار مطوري الذكاء الاصطناعي والمستخدمين السريريين عندما تلحق القرارات الطبية المدعومة بالذكاء الاصطناعي الضرر بالأفراد. هناك أيضًا حاجة إلى إنشاء وكالات تنظيمية مخصصة للذكاء الاصطناعي الطبي. وستعمل هذه على تطوير وإنفاذ الأطر التنظيمية لضمان إمكانية مساءلة الجهات الفاعلة المحددة في مجال الذكاء الاصطناعي الطبي، بما في ذلك الشركات المصنعة للذكاء الاصطناعي.

٢.٧. عوائق التنفيذ في الرعاية الصحية في العالم الحقيقي

تم تطوير واقتراح عدد كبير من خوارزميات الذكاء الاصطناعي الطبية على مدى السنوات الخمس الماضية، في مجموعة واسعة من التطبيقات الطبية، كما هو ملخص في الجزء التالي. ومع ذلك، حتى عندما يتم التحقق من صحة تقنيات الذكاء الاصطناعي الطبية

بشكل جيد وتبين أنها قوية وآمنة سريريًا ، فضلاً عن كونه سليمًا ومتوافقًا من الناحية الأخلاقية، فإن الطريق إلى تنفيذ الرعاية الصحية وتكاملها واعتمادها لا يزال مليئًا بعقبات محددة في العالم الحقيقي.

لقد تخلف متخصصو الرعاية الصحية تقليديًا عن غيرهم من المهنيين فيما يتعلق باعتماد التقنيات الجديدة في نشاطهم اليومي. تظهر التجارب السابقة في مجال الرعاية الصحية أن فترة التنفيذ هي مرحلة أساسية في عملية الابتكار. ومن الناحية العملية، لا يكفي اختراع واختبار تكنولوجيا جديدة للذكاء الاصطناعي؛ يجب أيضًا مراعاة العوامل الأخرى التي يمكن أن تعيق تنفيذها في الرعاية الصحية في العالم الحقيقي، مثل:

(١) بنية البيانات المحدودة وجودتها في الأنظمة الصحية الإلكترونية الحالية
(٢) تغيير العلاقة بين الطبيب والمريض.
(٣) الصعوبات المتعلقة بالتكامل السريري وقابلية التشغيل البيني.

أولًا، تعد جودة البيانات الصحية الإلكترونية في الممارسة العملية أمرًا أساسيًا لتسهيل تنفيذ الذكاء الاصطناعي الطبي. ومع ذلك، من المعروف أن البيانات الطبية غير منظمة وصاخبة، ومعظم مجموعات البيانات الموجودة غير قابلة للاستغلال في خوارزميات الذكاء الاصطناعي. علاوة على ذلك، تختلف تنسيقات البيانات السريرية وجودتها بشكل كبير بين المراكز السريرية وكذلك بين الدول. قبل أن يتم تنفيذ أدوات الذكاء الاصطناعي الطبية الناشئة بالكامل واستخدامها على نطاق واسع، ستتطلب البيانات الحالية مراجعة بشرية كبيرة ومكلفة، ومراقبة الجودة، والتنظيف وإعادة التصنيف. لتحسين إمكانية التشغيل البيني للبيانات، تم تحديد إنشاء مساحة البيانات الصحية الأوروبية كأحد أولويات خطة المفوضية الأوروبية ٢٠١٩-٢٠٢٥ (مساحة البيانات الصحية الأوروبية). وهذا من شأنه أن يعزز إعادة استخدام الأنواع غير المتجانسة من البيانات الصحية (السجلات الصحية الإلكترونية، وبيانات الجينوم، والبيانات من سجلات المرضى، وما إلى ذلك) في جميع أنحاء دول الاتحاد الأوروبي، بما في ذلك من خلال خوارزميات الذكاء الاصطناعي الناشئة.

علاوة على ذلك، من المتوقع أن تعمل تقنيات الذكاء الاصطناعي على تعديل العلاقة بين المرضى ومتخصصي الرعاية الصحية بطرق لا يمكن التنبؤ بها بشكل كامل بعد. لقد خضعت

بعض التخصصات، لا سيما تلك المتعلقة بتحليل الصور، بالفعل لتحولات كبيرة بسبب الذكاء الاصطناعي إن ظهور تقنيات الذكاء الاصطناعي التي تركز على المريض لديه القدرة على تحويل العلاقة الأبوية التاريخية بين الطبيب والمريض إلى شراكة مشتركة في عملية صنع القرار بسبب زيادة الشفافية والمحادثات العميقة بين الطبيب والمريض. ومع ذلك، فإن الآثار الشخصية والأخلاقية المترتبة على توصيل المعلومات حول مخاطر الإصابة بمرض ما (مثل الاستعداد للإصابة بالسرطان أو الخرف) ستكون مفيدة تحتاج إلى توضيح. ستحتاج المبادئ التوجيهية السريرية ونماذج الرعاية إلى التحديث لمراعاة العلاقات التي يتوسطها الذكاء الاصطناعي بين العاملين في مجال الرعاية الصحية والمرضى.

وأخيرًا، يعمل الأطباء ومقدمو الرعاية وفقًا للمبادئ التوجيهية السريرية والمعايير الفنية المعمول بها. سيكون لإدخال تقنية الذكاء الاصطناعي في الممارسة اليومية آثار عملية وتقنية وسريرية على كل من الأطباء والمرضى. ثانيًا، ليس من الواضح ما إذا كانت أدوات الذكاء الاصطناعي الطبية ستكون قابلة للتشغيل المتبادل بشكل منهجي عبر المواقع السريرية والأنظمة الصحية، وأنه سيتم دمجها بسهولة ضمن سير العمل السريري والتقني الحالي، دون تعديلات كبيرة على الممارسات السريرية الحالية. نماذج الرعاية وحتى برامج التدريب.

سيحتاج مصنعو الذكاء الاصطناعي، بالتعاون مع المتخصصين في الرعاية الصحية ومؤسساتها، إلى وضع إجراءات تشغيل موحدة لجميع أدوات الذكاء الاصطناعي الجديدة لضمان قابلية التشغيل البيني السريري عبر المواقع السريرية المتميزة وتكاملها عبر أنظمة الرعاية الصحية الإلكترونية غير المتجانسة. وعلى وجه الخصوص، ينبغي تطوير أدوات جديدة للذكاء الاصطناعي مع ضمان تكاملها وتواصلها في المستقبل مع التقنيات الموجودة بالفعل، مثل التسلسل الجيني وسجلات المرضى الإلكترونية واستشارات الصحة الإلكترونية.

٣. منهجية تقييم المخاطر

لقد وصفت الأقسام السابقة المخاطر الرئيسية التي ظهرت في السنوات الأخيرة فيما يتعلق باستخدام الذكاء الاصطناعي في الرعاية الصحية. وهذا يستدعي اتباع نهج منظم لتقييم المخاطر وإدارتها يتناول على وجه التحديد التحديات التقنية والسريرية والأخلاقية للذكاء الاصطناعي في الرعاية الصحية والطب.

٣.١. الأطر التنظيمية للذكاء الاصطناعي:

يمكن تصنيف مخاطر الذكاء الاصطناعي وتصنيفها وفقاً لشدة الضرر الذي قد تسببه، فضلاً عن احتمالية وتكرار الضرر الناجم. في مجال الرعاية الصحية، تختلف مخاطر الذكاء الاصطناعي بشكل كبير، من المخاطر النادرة و/أو المنخفضة التي تسبب ضررًا محدودًا ويمكن التحكم فيه للمرضى والمواطنين، إلى المخاطر المتكررة و/أو العالية التي قد تسبب ضررًا أو ضررًا لا يمكن إصلاحه. على سبيل المثال، يمكن أن تؤثر خوارزمية الذكاء الاصطناعي على إنتاجية الأطباء (على سبيل المثال، تفشل أداة الذكاء الاصطناعي في تحديد حدود القلب بدقة في حجم صورة القلب، والتي يجب تحسينها يدويًا بواسطة طبيب القلب)، ولكنها يمكن أن تسبب أيضًا ضررًا صحة المريض وتؤثر بشكل خطير على النتائج السريرية (على سبيل المثال، فشل أداة الذكاء الاصطناعي في تشخيص حالة تهدد الحياة).

وبالتالي، لتقليل مخاطر الذكاء الاصطناعي وتعظيم فوائده في الرعاية الصحية المستقبلية، من المهم تحديد المخاطر المحتملة وتحليلها وفهمها ومراقبتها على أساس كل حالة على حدة لكل خوارزمية وتطبيق جديد للذكاء الاصطناعي. ينبغي أن تكون إحدى الخطوات المهمة في إجراء تقييم المخاطر هي وضع منهجية لتصنيف المخاطر المحددة إلى عدد من الفئات التي تمثل مستويات وأنواع مختلفة من المخاطر. لكل مستوى، يجب تحديد مجموعة من الاختبارات أو اللوائح للتخفيف من مخاطر الذكاء الاصطناعي ومعالجتها، بحيث تتطلب فئات المخاطر الأعلى المزيد من الاختبارات والتنظيم، في حين أن المخاطر المنخفضة ستؤدي إلى تدابير محدودة لتخفيف المخاطر. إن التصنيف المناسب لمخاطر الذكاء الاصطناعي وفقًا لشدتها واحتماليتها سيمكن المصنعين ومقدمي الرعاية والجهات التنظيمية من التدخل بقدر الضرورة لضمان حماية المرضى، فضلاً عن حقوقهم وقيمهم؛ ومع ذلك، من المهم أيضًا ألا

تؤدي هذه التصنيفات -بقدر الإمكان- إلى عرقلة الابتكار في مجال الذكاء الاصطناعي في مجال الرعاية الصحية.

حاليًا، اللوائح المعمول بها لأدوات الذكاء الاصطناعي الطبية في الاتحاد الأوروبي هي لوائح الأجهزة الطبية (MDR) لعام ٧٤٥/٢٠١٧ ولائحة الأجهزة الطبية التشخيصية في المختبر (IVDR) لعام ٧٤٦/٢٠١٧، والتي تم وضعها في عام ٢٠١٧. وتنطبق اللائحة MDR على البرامج باعتبارها الأجهزة الطبية، بما في ذلك البرامج المستندة إلى الذكاء الاصطناعي، في حين ينطبق IVDR على التشخيصات المختبرية، بما في ذلك المستندة إلى الذكاء الاصطناعي. وتضمنت هذه اللوائح أساليب جديدة لرقابة أكثر صرامة قبل التسويق، وزيادة متطلبات الفحص السريري، وتعزيز المراقبة عبر دورة حياة الجهاز، وتحسين الشفافية من خلال إنشاء قاعدة بيانات أوروبية للأجهزة الطبية. ومع ذلك، لا يتم أخذ العديد من الجوانب الخاصة بالذكاء الاصطناعي في الاعتبار، مثل التعلم المستمر لنماذج الذكاء الاصطناعي أو تحديد التحيزات الخوارزمية. وعلى وجه الخصوص، فإن حقيقة أن الذكاء الاصطناعي عبارة عن تقنية عالية التكيف وتستمر في التعلم والتكيف بمرور الوقت - مع توفر المزيد من البيانات - تستدعي أساليب جديدة لرصد مخاطر برمجيات الذكاء الاصطناعي.

واحدة من أولى المقترحات لتقييم المخاطر في مجال الذكاء الاصطناعي جاءت في عام ٢٠١٨، عندما اقترحت لجنة أخلاقيات البيانات الألمانية تصنيف مخاطر خوارزميات اتخاذ القرار العامة وفقًا لأهميتها، أي قدرة النظام على التسبب في ضرر. تم اقتراح "هرم الأهمية" الذي يضم خمسة مستويات من المخاطر (١: احتمال حدوث ضرر أو احتمال ضئيل؛ ٢: بعض احتمال حدوث الضرر؛ ٣: احتمال منتظم أو كبير للضرر؛ ٤: احتمال جدي للضرر؛ ٥: لا يمكن الدفاع عنه احتمال الضرر).

وبموجب هذا الاقتراح، يوصى باختبار أو نظام تنظيمي مُكيَّف اعتمادًا على مستوى المخاطر، والذي يمكن أن يشمل آليات التصحيح والرقابة، والمواصفات المتعلقة بشفافية الأنظمة الخوارزمية وإمكانية تفسير النتائج وفهمها، أو قواعد بشأن إسناد المسؤولية والمسؤوليات. المسؤولية في سياق تطوير واستخدام الأنظمة الخوارزمية.

في عام ٢٠٢١، نشرت المفوضية الأوروبية (EC) اقتراحًا طال انتظاره لتنظيم الذكاء الاصطناعي ومواءمة القواعد التي تحكم تقنيات الذكاء الاصطناعي في جميع أنحاء أوروبا، بطريقة تعالج مخاوف السلامة وحقوق الإنسان. وبطريقة مماثلة لاقتراح لجنة أخلاقيات البيانات الألمانية لعام ٢٠١٨، قدمت مسودة إطار عمل الاتحاد الأوروبي تعريفاً للذكاء الاصطناعي قائماً على المخاطر، إلى جانب المتطلبات الإلزامية لأنظمة الذكاء الاصطناعي عالية المخاطر. وبشكل ملموس، أوصت الوثيقة بتصنيف أدوات الذكاء الاصطناعي وفقًا لثلاثة مستويات رئيسية من المخاطر: (١) المخاطر غير المقبولة، (٢) المخاطر العالية، و (٣) المخاطر المنخفضة أو الدنيا.

وتتوافق الفئة الأعلى مع أدوات الذكاء الاصطناعي التي تتعارض مع قيم الاتحاد الأوروبي وبالتالي يجب حظرها. توفر الوثيقة (المادة ٥) بعض الأمثلة على أدوات الذكاء الاصطناعي هذه، على سبيل المثال. التلاعب اللاشعوري الذي يؤدي إلى ضرر جسدي/نفسي؛ استغلال نقاط الضعف التي تؤدي إلى ضرر جسدي/نفسي؛ التهديف الاجتماعي. تحديد الهوية البيومترية في الوقت الحقيقي في الأماكن العامة (مع استثناءات قليلة).

وتتوافق الفئة المتوسطة، وهي ذات أهمية خاصة، مع الذكاء الاصطناعي عالي المخاطر، والذي لا يمكن السماح به إلا عندما تتوافق الأدوات مع متطلبات محددة. تشتمل أدوات الذكاء الاصطناعي عالية المخاطر على مكونات السلامة للمنتجات الخاضعة للتنظيم (بما في ذلك الأجهزة الطبية، ولكن أيضًا المنتجات الأخرى مثل الألعاب والآلات)، وبعض أنظمة الذكاء الاصطناعي المستقلة في مجالات مثل تشغيل البنية التحتية الحيوية. والوصول إلى الخدمات الخاصة وكذلك التوظيف وإدارة العمال. ويبدو أن العديد من أدوات الذكاء الاصطناعي الطبية، وخاصة تلك المستقلة، سيتم تصنيفها على أنها عالية المخاطر. يوفر الاقتراح متطلبات والتزامات محددة لإدارة المخاطر بشكل مناسب في الذكاء الاصطناعي عالي المخاطر، كما هو موضح في الإطار رقم (١):

الإطار (١): المتطلبات والالتزامات الخاصة بأدوات الذكاء الاصطناعي عالية المخاطر وفقًا لمقترح المفوضية الأوروبية لعام ٢٠٢١م

متطلبات الذكاء الاصطناعي عالي الخطورة:

- استخدام بيانات التدريب والتحقق والاختبار عالية الجودة (ذات الصلة والممثلة).
- إعداد الوثائق الفنية وإعداد قدرات التسجيل (إمكانية التتبع وإمكانية التدقيق).
- ضمان درجة مناسبة من الشفافية وتزويد المستخدمين بالمعلومات حول قدرات وقيود النظام وكيفية استخدامه.
- ضمان الرقابة البشرية (التدابير المضمنة في النظام و/أو التي سيتم تنفيذها من قبل المستخدمين).
- ضمان المتانة والدقة والأمن السيبراني.

التزامات:

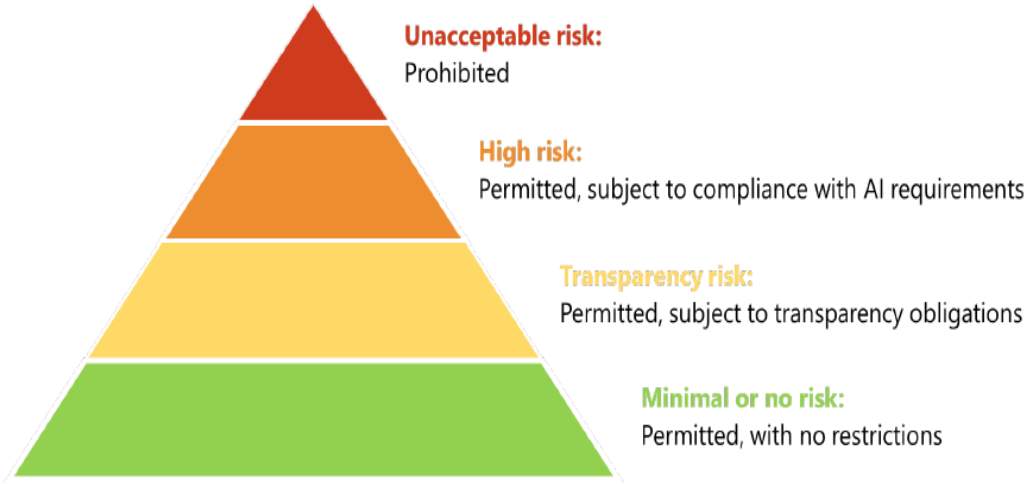
- إنشاء وتنفيذ نظام إدارة الجودة في مؤسستها.
- رسم ومواكبة الوثائق التقنية.
- الخضوع لتقييم المطابقة وإمكانية إعادة تقييم النظام (في حالة إجراء تعديلات جوهرية).
- تسجيل نظام الذكاء الاصطناعي في قاعدة بيانات الاتحاد الأوروبي.
- وضع علامة CE وتوقيع إعلان المطابقة.
- إجراء مراقبة ما بعد السوق.
- التعاون مع سلطات مراقبة السوق.
- إبلاغ المزود أو الموزع عن أي حادث خطير أو أي خلل.
- الاستمرار في تطبيق الالتزامات القانونية الحالية (على سبيل المثال بموجب اللائحة العامة لحماية البيانات).

تشير الفئة الأدنى إلى أدوات الذكاء الاصطناعي ذات الحد الأدنى من المخاطر، والتي ليس لها التزامات إلزامية، لكن المفوضية الأوروبية تشجع وضع مدونات لقواعد السلوك، بالإضافة إلى التطبيق الطوعي لمتطلبات أنظمة الذكاء الاصطناعي عالية المخاطر أو متطلبات أخرى (المادة ٦٩).

بالإضافة إلى هذه الفئات الثلاث من المخاطر (غير المقبولة والعالية والمنخفضة)، تناقش الوثيقة (المادة ٥٢) فئة إضافية من أنظمة الذكاء الاصطناعي، مثل تلك التي تتفاعل

مع الأفراد أو تعرضهم للتعرف العاطفي أو البيومتري، والتي يوجد لها التزام صريح بالشفافية. في هذه الحالة، يجب إخطار الأفراد بأنهم يتفاعلون مع نظام الذكاء الاصطناعي (الشكل ١٠).

الشكل (٣) تصنيف مخاطر الذكاء الاصطناعي وفقًا لمقترح الاتحاد الأوروبي لعام ٢٠٢١ بشأن تشريعات الذكاء الاصطناعي



ولا تتناول مسودة لائحة الذكاء الاصطناعي على وجه التحديد الذكاء الاصطناعي في مجال الرعاية الصحية، ولكنها تشير في شكلها الحالي إلى أن الأجهزة الطبية التي تعتمد على الذكاء الاصطناعي سيتم تصنيفها على أنها عالية المخاطر، بسبب المخاوف المرتبطة بالسلامة والخصوصية. وهذا يعني أن أدوات الذكاء الاصطناعي الطبية المستقبلية يجب أن تفي بجميع المتطلبات التي حددتها بالفعل لائحة الأجهزة الطبية، ولكن أيضًا تلك المدرجة في الفصل الثاني من لائحة الذكاء الاصطناعي (استخدام بيانات تمثيلية عالية الجودة، والوثائق الفنية وإمكانية التتبع، ومتطلبات الشفافية، والرقابة البشرية، نظام إدارة الجودة، تقييم المطابقة، الخ).

ومع ذلك، يمكن للمرء أن يجادل بأن أدوات الذكاء الاصطناعي الطبية ليست كلها عالية المخاطر بشكل منهجي. على سبيل المثال، تم تطوير العديد من أدوات الذكاء الاصطناعي في مجال الأشعة لتسريع تحديد محيط الأعضاء والآفات على الصور الطبية، قبل القياس الكمي والتشخيص (على سبيل المثال تحديد حدود بطينات القلب أو تحديد حدود أورام الرئة). تعد أدوات المعالجة المدعومة بالذكاء الاصطناعي مهمة جدًا وهي في الواقع مستخدمة

بالفعل في الممارسة السريرية، ولكنها لا تتطلب بالضرورة أن تكون شفافة حيث يمكن للأطباء تقييم نتائج التحديد التلقائي بصريًا وتصحيح أي أخطاء، وبالتالي فإن المخاطر ضئيلة . لمواصلة تشجيع الابتكارات والاستثمارات في الذكاء الاصطناعي الطبي، قد تكون هناك حاجة إلى آليات للتمييز بين الذكاء الاصطناعي المنخفض والعالي المخاطر في مجال الرعاية الصحية.

مع هذا الإطار التنظيمي الجديد، يمكن أن تأخذ علامة CE والموافقة التنظيمية في الذكاء الاصطناعي الطبي الشكل التالي:

- تحديد ما إذا كانت أداة الذكاء الاصطناعي مصنفة على أنها عالية المخاطر بموجب اللائحة الجديدة للذكاء الاصطناعي.
- التأكد من أن تصميم الذكاء الاصطناعي وتطويره وأنظمة إدارة الجودة تتوافق مع لائحة الذكاء الاصطناعي.
- الخضوع لإجراءات تقييم المطابقة لتقييم وإثبات الامتثال.
- ضع علامة CE (Conformité Européenne) (المطابقة الأوروبية) على النظام وقم بالتوقيع على إعلان المطابقة.
- تنفيذ أداة الذكاء الاصطناعي عمليًا أو نشرها في السوق.

من المهم أن نلاحظ أن اقتراح المفوضية الأوروبية لتنظيم الذكاء الاصطناعي عام لجميع مجالات المجتمع: فهو لا يأخذ في الاعتبار خصوصيات الذكاء الاصطناعي ومخاطره في مجال الرعاية الصحية. علاوة على ذلك، يحتفظ اقتراح المفوضية الأوروبية ببعض القيود المفروضة على MDR وIVDR، مثل الافتقار إلى آليات لمعالجة الطبيعة الديناميكية لتقنيات الذكاء الاصطناعي. في الوقت الحالي، يمكن اعتبار التعلم المستمر، الذي يعد أمرًا أساسيًا لتقنيات الذكاء الاصطناعي الطبي، بمثابة تعديل جوهري وسيتطلب إعادة تقييم تقنية الذكاء الاصطناعي.

٣.٢. تقليل المخاطر من خلال التقييم الذاتي للمخاطر

لتحديد المخاطر في الذكاء الاصطناعي، اقترح العديد من أصحاب المصلحة نهجًا منظمًا للتقييم الذاتي يتكون من قوائم مرجعية وأسئلة محددة. على سبيل المثال، نشر فريق الخبراء المستقل رفيع المستوى المعني بالذكاء الاصطناعي (AI HLEG)، الذي أنشأته المفوضية

الأوروبية، قائمة مرجعية لتقييم الذكاء الاصطناعي الجدير بالثقة يسمى ALTAI. تم تقسيم القائمة المرجعية إلى سبع فئات: (١) الوكالة البشرية والرقابة؛ (٢) المتانة التقنية والسلامة؛ (٣) الخصوصية وإدارة البيانات؛ (٤) الشفافية؛ (٥) التنوع وعدم التمييز والعدالة؛ (٦) الرفاه البيئي والمجتمعي؛ و (٧) المساءلة.

بعض الأمثلة على أسئلة التقييم الذاتي التي تم اقتراحها كوسيلة لتحديد القيود المحتملة فيما يتعلق بالموثوقية والخصوصية وقابلية التفسير والإنصاف:

الإطار (٢) أمثلة على أسئلة التقييم الذاتي من قائمة ALTAI المرجعية:

للموثوقية:

- هل يمكن لنظام الذكاء الاصطناعي أن يتسبب في عواقب حرجة أو عدائية أو ضارة (على سبيل المثال، فيما يتعلق بسلامة الإنسان) في حالة انخفاض الموثوقية و/أو إمكانية التكرار؟
- هل قمت بوضع عملية محددة جيدًا لرصد ما إذا كان نظام الذكاء الاصطناعي يحقق الأهداف المقصودة؟
- هل قمت باختبار ما إذا كان من الضروري أخذ سياقات أو شروط معينة بعين الاعتبار لضمان إمكانية التكرار؟
- هل قمت بوضع أساليب التحقق والتحقق والتوثيق (مثل التسجيل) لتقييم وضمان الجوانب المختلفة لموثوقية نظام الذكاء الاصطناعي وقابليته للتكرار؟
- هل قمت بتوثيق وتشغيل عمليات الاختبار والتحقق من موثوقية وإمكانية تكرار نتائج نظام الذكاء الاصطناعي؟
- هل قمت بوضع الإجراء المناسب للتعامل مع الحالات التي ينتج فيها نظام الذكاء الاصطناعي نتائج بدرجة ثقة منخفضة؟
- هل يستخدم نظام الذكاء الاصطناعي الخاص بك التعلم المستمر (عبر الإنترنت)؟

لخصوصية البيانات:

- هل قمت باتخاذ أي من التدابير التالية، وبعضها إلزامي بموجب اللائحة العامة لحماية البيانات (GDPR)، أو ما يعادلها في غير أوروبا؟

- تقييم تأثير حماية البيانات (DPIA)؛
- تعيين مسؤول حماية البيانات (DPO) وإدراجه في مرحلة مبكرة من مرحلة التطوير أو الشراء أو الاستخدام لنظام الذكاء الاصطناعي؛
- تدابير لتحقيق الخصوصية حسب التصميم والافتراضي (مثل التشفير، والأسماء المستعارة، والتجميع، وإخفاء الهوية)؛
- هل قمت بتطبيق الحق في سحب الموافقة والحق في الاعتراض والحق في النسيان في تطوير نظام الذكاء الاصطناعي؟

للتوضيح والشرح:

- هل قمت بشرح قرار (قرارات) نظام الذكاء الاصطناعي للمستخدمين؟
- هل تجري استطلاعًا مستمرًا للمستخدمين إذا كانوا يفهمون قرار (قرارات) نظام الذكاء الاصطناعي؟

لتقييم العدالة:

- هل أخذت في الاعتبار التنوع والتمثيل للمستخدمين النهائيين و/أو الأشخاص في البيانات؟
- هل قمت باختبار مجموعات مستهدفة محددة أو حالات استخدام تنطوي على مشكلات؟
- هل قمت بالبحث واستخدمت الأدوات التقنية المتاحة للعامة، وهي أحدث ما توصلت إليه التكنولوجيا، لتحسين فهمك للبيانات والنموذج والأداء؟
- هل قمت بتقييم وتنفيذ عمليات لاختبار ورصد التحيزات المحتملة خلال دورة حياة نظام الذكاء الاصطناعي بأكملها (على سبيل المثال، التحيزات الناجمة عن القيود المحتملة الناجمة عن تكوين مجموعات البيانات المستخدمة (الافتقار إلى التنوع، وعدم التمثيل)؟

يمكن العثور على قائمة التقييم الكاملة والأسئلة لجميع الفئات عبر الإنترنت في مكتب المنشورات التابع للاتحاد الأوروبي. وهو متاح أيضًا كأداة عبر الإنترنت للمستخدمين المسجلين.

من المهم ملاحظة أن القائمة تم تصميمها للذكاء الاصطناعي بشكل عام ويجب أن تكون مصممة خصيصًا لكل مجال تطبيق محدد، بما في ذلك الرعاية الصحية.

على حد علمنا، تم نشر أول قائمة مرجعية للتقييم الذاتي للذكاء الاصطناعي في مجال الرعاية الصحية من قبل فريق متعدد التخصصات من الباحثين من أستراليا في عام ٢٠٢١. وكان هدفها مساعدة الأطباء على تقييم مدى جاهزية الخوارزميات للاستخدام في الرعاية الروتينية وتحديد المجالات حيث قد يكون من الضروري إجراء مزيد من التطوير والضبط قبل النشر. تم تجميع هذه القائمة بناءً على بعض المراجعات السردية حول الذكاء الاصطناعي في الرعاية الصحية، والتي تم تلخيصها في مجموعة من أسئلة التقييم المنظمة في ١٠ أسئلة عامة كما هو موضح.

الإطار (٣) أسئلة من القائمة المرجعية لتقييم أدوات الذكاء الاصطناعي الطبية، كما هو موضح في سكوت وآخرون، ٢٠٢١

- ما هو غرض وسياق الخوارزمية؟
- ما مدى جودة البيانات المستخدمة لتدريب الخوارزمية؟
- هل كانت هناك بيانات كافية لتدريب الخوارزمية؟
- ما مدى جودة أداء الخوارزمية؟
- هل الخوارزمية قابلة للتحويل إلى إعدادات سريرية جديدة؟
- هل مخرجات الخوارزمية واضحة سريريًا؟
- كيف تتناسب هذه الخوارزمية مع سير العمل الحالي وتكمله؟
- هل ثبت أن استخدام الخوارزمية يؤدي إلى تحسين رعاية المرضى والنتائج؟
- هل يمكن أن تسبب الخوارزمية ضررًا للمريض؟
- هل يثير استخدام الخوارزمية مخاوف أخلاقية أو قانونية أو اجتماعية؟

ومع ذلك، لا تحتوي قائمة التقييم الذاتي هذه على نفس المستوى من التفاصيل مثل القائمة المرجعية لتقييم الذكاء الاصطناعي العام التي وضعها فريق الذكاء الاصطناعي HLEG. على سبيل المثال، النقطة ١٠ في الإطار ٣ غامضة إلى حد ما وتسمح بتحديد الاهتمامات

الأخلاقية أو القانونية أو الاجتماعية بدقة (مثل التحيز الخوارزمي). ويبدو أن الجمع بين كلا النهجين من شأنه أن يؤدي إلى قائمة مرجعية مفصلة وموحدة لتقييم مخاطر الذكاء الاصطناعي في مجال الرعاية الصحية، والتي يتم إنشاؤها من خلال الإجماع مع إثراء كل فئة من فئات المخاطر بمجموعة مفصلة من أسئلة التقييم.

وقد حفز هذا التطوير الأخير للمبادئ التوجيهية المتفق عليها للذكاء الاصطناعي الجدير بالثقة في الطب من خلال شبكة من المشاريع البحثية الممولة من المفوضية الأوروبية جنبًا إلى جنب مع خبراء دوليين متعددي التخصصات. تم تنظيم هذه المبادئ التوجيهية، التي تحمل عنوان FUTURE-AI، وفقًا لستة مبادئ (العدالة والعالمية وإمكانية التتبع وسهولة الاستخدام والمتانة وقابلية التفسير) وتتضمن توصيات ملموسة وقائمة مرجعية للتقييم الذاتي لتمكين مصممي الذكاء الاصطناعي، المطورين والمقيمين والمنظمين لتطوير حلول الذكاء الاصطناعي الجديرة بالثقة والأخلاقية في الطب والرعاية الصحية. يسرد المربع ٤ أمثلة على أسئلة تقييم المخاطر المدرجة في قائمة التقييم الذاتي لـ FUTURE-AI.

الإطار (٤) مقتطفات من عناصر تقييم المخاطر من المبادئ التوجيهية FUTURE-AI للذكاء الاصطناعي الجدير بالثقة في الطب (إصدار ٢٧ فبراير ٢٠٢٢)

الإنصاف:

- هل قمت بتصميم خوارزمية الذكاء الاصطناعي الخاصة بك مع فريق متنوع من أصحاب المصلحة؟ هل قمت بجمع المتطلبات من مجموعة متنوعة من المستخدمين النهائيين؟
- هل حددت العدالة لتطبيق الذكاء الاصطناعي الخاص بك؟ هل سألت الأطباء عن المصادر الخفية لاختلال توازن البيانات؟
- هل قمت بتقييم مدى عدالة خوارزمية الذكاء الاصطناعي الخاصة بك بدقة؟ هل استخدمت مجموعة بيانات مناسبة ومقاييس مخصصة؟

العالمية:

- هل قمت بتعليق مجموعة البيانات الخاصة بك بطريقة موضوعية وقابلة للتكرار وموحدة؟

- هل استخدمت معايير ومقاييس عالمية وشفافة وقابلة للمقارنة وقابلة للتكرار لتقييم أداء النموذج الخاص بك؟
- هل قمت بتقييم النموذج الخاص بك على مجموعة بيانات معيارية واحدة على الأقل مفتوحة الوصول تمثل مهمة النموذج الخاص بك والتعرض المتوقع للبيانات في العالم الحقيقي بعد النشر؟

التتبع:

- هل قمت بإعداد توثيق كامل لمجموعات البيانات التي استخدمتها؟ هل قمت بتضمين البيانات الوصفية ذات الصلة؟
- هل قمت بتتبع، بطريقة منظمة، كامل خط أنابيب المعالجة المسبقة للبيانات المدخلة؟ هل قمت بتحديد المدخلات والمخرجات والطبيعة والمتطلبات الأساسية ومتطلبات طرق المعالجة المسبقة وإعداد البيانات الخاصة بك؟
- هل قمت بتسجيل تفاصيل العملية التدريبية؟ هل قمت بتضمين وصف دقيق لتنبؤات المدخلات؟

سهولة الاستخدام:

- هل قمت بإشراك المستخدمين في تصميم وتطوير أداة الذكاء الاصطناعي؟
- هل قمت بتقييم مدى سهولة استخدام أداتك بعد دمجها في سير العمل السريري للمواقع السريرية؟

المتانة:

- هل قمت بتدريب وتقييم أدواتك باستخدام مجموعات البيانات غير المتجانسة من مراكز سريرية وبروتوكولات بيانات متعددة؟
- هل قمت بتقييم أداة الذكاء الاصطناعي في ظل سيناريوهات واقعية متنوعة؟
- هل استخدمت أي آليات لمراقبة الجودة لتحديد الانحرافات أو العيوب المحتملة في البيانات المدخلة؟

قابلية التفسير:

- هل قمت بالتشاور مع الأطباء لتحديد طرق الشرح التي تناسبهم؟

- هل استخدمت بعض اختبارات التقييم الكمي لتحديد ما إذا كانت التفسيرات قوية وجديرة بالثقة؟ هل أجريت بعض اختبارات التقييم النوعي مع الأطباء؟

كما تم ذكر الحاجة إلى مزيد من تصميم تقييم مخاطر الذكاء الاصطناعي ليناسب مجالات طبية محددة. على سبيل المثال، في مجال الأشعة، تم إنشاء العديد من الجمعيات الإشعاعية البارزة في أوروبا وأمريكا الشمالية (الكلية الأمريكية للأشعة، الجمعية الأوروبية للأشعة، الجمعية الإشعاعية لأمريكا الشمالية، جمعية معلوماتية التصوير في الطب، الجمعية الأوروبية لمعلوماتية التصوير الطبي، الجمعية الكندية لمعلوماتية التصوير الطبي). اجتمع علماء الأشعة والرابطة الأمريكية لعلماء الفيزياء في الطب لإصدار بيان حول التحديات الأخلاقية لاستخدام الذكاء الاصطناعي في الأشعة.

وذكروا أنه "يجب على مجتمع الأشعة أن يبدأ الآن في تطوير قواعد أخلاقية وممارسات للذكاء الاصطناعي والتي تعزز أي استخدام يساعد المرضى والصالح العام".

استخدمت قوائم التقييم المرجعية الواردة في هذا القسم فئات مختلفة من المخاطر، بالإضافة إلى أسئلة تقييم مختلفة. إن توحيد هذه الأساليب وتعديلها والتحقق من صحتها من خلال إجماع الجمعيات المهنية والمجموعات المستقلة على أساس كل مجال على حدة (مثل الأشعة مقابل الجراحة) من شأنه أن يؤدي إلى عمليات أكثر قوة لتحديد المخاطر وإدارتها. علاوة على ذلك، نظرًا لأن المزيد والمزيد من خوارزميات الذكاء الاصطناعي في مجال الرعاية الصحية ستخضع للتقييم الذاتي للمخاطر الأخلاقية والقانونية والتقنية، فيجب تحسين قوائم المراجعة هذه بانتظام وسيتم إصدار إصدارات محدثة للمجتمع مع مراعاة التطورات المستمرة في أساليب وعمليات ولوائح الذكاء الاصطناعي.

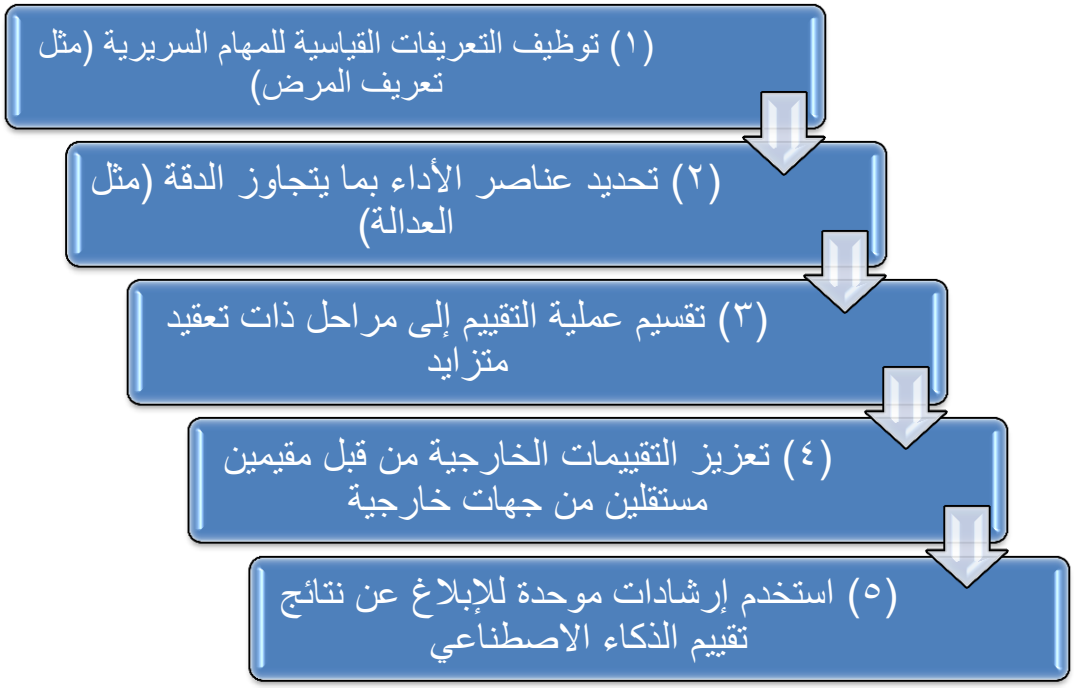
٣.٣. تحديد المخاطر من خلال التقييم السريري الشامل والمتعدد الأوجه لحلول الذكاء الاصطناعي

لتحديد وتوقع وإدارة المخاطر في الذكاء الاصطناعي الطبي، تعتبر الإجراءات المناسبة لتقييم نماذج الذكاء الاصطناعي ذات أهمية مركزية. حتى الآن، تم تحقيق تقييم الذكاء الاصطناعي في الغالب من خلال فحص دقة النموذج ومتانته في إعدادات المختبر. تعتبر الجوانب الأخرى للذكاء الاصطناعي، مثل السلامة والفعالية السريرية، والإنصاف وعدم

التمييز، والشفافية وإمكانية التتبع، فضلاً عن الخصوصية والأمن، أكثر صعوبة في التقييم في البيئات الخاضعة للرقابة وقد حظيت باهتمام أقل في الأدبيات العلمية.

نظرًا للفجوات الحالية، اقترحت إدارة الغذاء والدواء الأمريكية (FDA) خطة عمل في عام ٢٠٢١ لتحسين تنظيم وتعزيز إشراف الوكالة على برامج الذكاء الاصطناعي الطبية، والتي عززت "الجهود العلمية التنظيمية لتطوير منهجية لتقييم وتحسين خوارزميات التعلم الآلي". بالتوازي، قامت العديد من فرق البحث أيضًا بالتحقيق واقتراح أساليب جديدة للتقييم المحسن والشامل لخوارزميات الذكاء الاصطناعي الطبية، خاصة في أمريكا الشمالية، وأوروبا، وآسيا، وكذلك من قبل الجمعيات الدولية مثل الرابطة الدولية للمعلوماتية الطبية. في هذا القسم، سنلخص النتائج التي توصلوا إليها في مجموعة من خمس توصيات رئيسية لتمكين إجراء تقييم شامل ومتعدد الأوجه لبرامج الذكاء الاصطناعي المستقبلية في مجال الرعاية الصحية، كما هو موضح في الشكل التالي.

الشكل (٤) توصيات لتحسين تقييم أداء الخوارزمية والمخاطر في الذكاء الاصطناعي الطبي



٣.٣.١. تعريف موحد للمهام السريرية

لتمكين التقييم الموضوعي والمقارن لحلول الذكاء الاصطناعي الطبي، اقترح الباحثون في جامعة ستانفورد مؤخرًا توحيد تعريف المهام السريرية التي تعالجها خوارزميات الذكاء الاصطناعي. من الناحية العملية، هناك طرق عديدة لتحديد المهمة السريرية، مثل التشخيص الطبي. على سبيل المثال، تم اقتراح تشخيص خطورة كوفيد-١٩ والإبلاغ عنها بناءً على فحوصات تصوير الصدر باستخدام مخططات مختلفة، بما في ذلك:

- فئتان: وضع العلامات من قبل أخصائي الأشعة على وجود المرض أو عدمه.
- أربع فئات مقترحة من قبل الجمعية الإشعاعية لأمريكا الشمالية (RSNA): (1) نموذجي، (٢) غير محدد، (٣) مظهر غير نمطي، و (٤) سلبي للالتهاب الرئوي.
- ست فئات تعتمد على مقياس CO-RADS: 1) سلبي، (٢) منخفض، (٣) غير محدد، (٤) مرتفع، (٥) مرتفع جدًا، (٦) PCR + .
- أنظمة تسجيل مختلفة لشدة الآفة في الرئتين، مثل (١) تصنيف خطورة من ٠ إلى ٤ لكل منطقة من مناطق الرئة الستة، للحصول على درجة إجمالية من ٠ إلى ٢٤، (٢) تصنيف خطورة من ٠ إلى ٥ لكل منطقة من مناطق الرئة خمسة فصوص من الرئة، للحصول على مجموع نقاط من ٠ إلى ٢٥، (٣) تصنيف خطورة من ٠ إلى ٧ لكل فص من فصوص الرئة الخمسة، للحصول على مجموع نقاط قدره ٣٥.

ومن الممكن دمج أي من أنظمة التشخيص هذه في خوارزمية قائمة على الذكاء الاصطناعي، مما يجعل التقييم الموضوعي لأداء الخوارزمية والمخاطر المرتبطة بها أكثر صعوبة. وهذا يحد أيضًا من القدرة على المقارنة المباشرة بين الخوارزميات المستندة إلى الذكاء الاصطناعي والتي تم تطويرها في الأصل لنفس المهمة السريرية، نظرًا لوجود تعريفات متعددة. حتى الآن، تم تطوير تعريفات المهام السريرية عادةً مع القليل من الإشراف والتنسيق نسبيًا. نظرًا لأنه سيتم تنفيذ هذه المهام السريرية بشكل متزايد استنادًا إلى خوارزميات الذكاء الاصطناعي التي طورها مطورون غير سريريين، فمن المهم أن يتم تطوير التعريفات، التي تشكل جزءًا من مواصفات برامج الذكاء الاصطناعي، وفقًا لمبادئ وضع المعايير المقبولة والمبنية على الإجماع والحفاظ عليها من قبل الكيانات غير الملتزمة بتحديث التعريفات بناءً

على أدلة ومدخلات جديدة من أصحاب المصلحة المعنيين. ومن الممكن أن تلعب الجمعيات الطبية، مثل الجمعية الأوروبية لأمراض القلب، أو الجمعية الأوروبية للأشعة، أو الجمعية الأوروبية لعلم الأورام الطبية، دوراً مهماً في توحيد تعريف المهام السريرية للذكاء الاصطناعي الطبي في مجالات تخصصها. ومن خلال هذا النهج، ستقتصر مسؤولية المطورين على تحسين أداء خوارزميات الذكاء الاصطناعي بناءً على تعريفات المهام التشخيصية المرجعية المقبولة والمستخدمة على نطاق واسع، والتي من شأنها أن تساعد في ضمان قبول واسع النطاق لحلول الذكاء الاصطناعي من قبل أصحاب المصلحة المعنيين.

٣.٣.٢. تقييم متعدد الأوجه للأداء يتجاوز الدقة

ونظرًا للمخاطر المتعددة والاعتبارات الأخلاقية للذكاء الاصطناعي الطبي، فقد أصبح من المقبول الآن على نطاق واسع أن تقييم الخوارزميات يجب أن يمتد إلى ما هو أبعد من الأساليب الحالية التي ركزت في الغالب على دقة النماذج. في حين أن التقييم التجريبي لخوارزميات التعلم الآلي لا يزال موضع نقاش مستمر بين الباحثين، إلا أن هناك حاجة لتطوير مجالات أداء محددة للذكاء الاصطناعي في مجال الرعاية الصحية. يوضح الجدول ٢ بعض الأمثلة على عناصر الأداء المقترحة مؤخرًا لخوارزميات التشخيص القائمة على الذكاء الاصطناعي في الأشعة. وتشمل هذه دقة التصنيف، ولكن أيضًا الموثوقية وقابلية التطبيق والشفافية وإمكانية المراقبة وسهولة الاستخدام والمزيد (انظر الجدول ٢).

الجدول (٢) - أمثلة على عناصر الأداء لتصوير خوارزميات الذكاء الاصطناعي

دقيق	يجب أن تؤدي الخوارزمية جميع المهام التشخيصية التي تم تصميمها من أجلها بدقة.
موثوق	يجب أن تظل الخوارزمية دقيقة في تحديد التباين المتوقع بشكل معقول في البيئة السريرية، بما في ذلك الاختلافات المعقولة في جودة الصورة.
ملائم	يجب الحفاظ على دقة الخوارزمية عبر جميع ماركات ونماذج طرائق الصور ولجميع مجموعات المرضى التي تم تصميمها لتعمل من أجلها.
حتمية	يجب أن تعطي الخوارزمية نفس الإجابة لنفس الصورة عند استخدامها في أوقات مختلفة وفي إعدادات مختلفة.

غير قابل للتشتت	يجب أن تكون الخوارزمية قادرة على التعرف على المعلومات البارزة من الصورة وعدم تغيير تقييمها بناءً على بيانات الصورة الدخيلة وغير المساهمة.
الوعي الذاتي بالحدود	يجب أن تتمتع الخوارزمية بالوسائل اللازمة لاكتشاف متى تكون عند حدود قدراتها أو تتجاوزها، سواء كان ذلك بسبب القيود المتأصلة في النموذج، أو القيود المفروضة على تطبيقه السريري، أو القيود التي يفرضها الاختلاف السريري مثل تشريح المريض غير المتوقع أو جودة الصورة.
الفشل الآمن	يجب أن تتعرف الخوارزمية عندما تصل إلى نتيجة خاطئة وأن يكون لديها الوسائل اللازمة لضمان اكتشاف جميع الأخطاء وإيقافها قبل نشرها في البيئة السريرية
منطق شفاف	يجب أن تمكن واجهة المستخدم المشغل من رؤية الارتباط بين المدخلات والمخرجات بوضوح، بما في ذلك البيانات التي تم تحليلها، والبدائل التي تم النظر فيها، ولماذا تم استبعاد بعض الاحتمالات، حتى يتمكن من قبول أو رفض استنتاج الخوارزمية بشكل صحيح بشأن أي قضية محددة.
درجة شفافة من الثقة	يجب أن تشارك الخوارزمية مع المستخدم مستوى من الثقة في تقييمها لكل حالة. وينبغي التحقق من صحة دقة تعبير النموذج عن الثقة وكذلك دقة النموذج نفسه.
القدرة على رصدها	يجب أن تشارك الخوارزمية بيانات الأداء مع المستخدمين لتمكين المراقبة المستمرة لكل من الحالات الفردية والمجمعة، وتسليط الضوء بسرعة على أي انحرافات كبيرة في الأداء.
قابلة للتدقيق	وينبغي توفير وسيلة مستقلة لمراقبة الأداء المستمر للخوارزمية بطريقة توجه التدخل المناسب. وقد يشمل ذلك فحوصات دورية لمراقبة الجودة مماثلة لتلك التي يجريها المشغلون على معدات التصوير.
واجهة مستخدم بديهية	يجب أن تمكن واجهة المستخدم المشغل من معرفة كيفية استخدام الخوارزمية بشكل حدسي مع أقل قدر ممكن من التدريب وفرض الحد

	الأدنى من الحمل المعرفي الممكن على المستخدم.

ومع ذلك، يبدو أن هذه القائمة غير مكتملة، حيث لم يتم أخذ بعض المخاطر المهمة للذكاء الاصطناعي في الرعاية الصحية، مثل التحيز الخوارزمي وعدم المساواة، في الاعتبار. من بين الأعمال القليلة التي بحثت بشكل مباشر في عدالة الذكاء الاصطناعي في الطب، تجدر الإشارة إلى دراسة حديثة قامت بتقييم أحدث الشبكات العصبية العميقة في مجموعات بيانات عامة كبيرة للأشعة السينية على الصدر فيما يتعلق بجنس المريض وعمره وعرقه. ونوع التأمين، والأخير كبديل للوضع الاجتماعي والاقتصادي. وخلصت الدراسة إلى أن "النماذج التي تم تدريبها على مجموعات البيانات الضخمة لا توفر تكافؤ الفرص بشكل طبيعي، مما يؤدي بدلاً من ذلك إلى فوارق محتملة في الرعاية إذا تم نشرها دون تعديل". في هذا العمل، استخدم المؤلفون ما يسمى بالمعدلات الإيجابية الحقيقية (TPR) كمقياس للعدالة، ولكن تم أيضًا اقتراح معايير أخرى في الأدبيات، مثل التكافؤ الإحصائي، وعدالة المجموعة، والاحتمالات المتساوية، والمساواة التنبؤية.

نظرًا للنقص الحالي في معرفة القراءة والكتابة والثقة في الذكاء الاصطناعي، فإن قابلية الاستخدام السريري هي جانب آخر من الذكاء الاصطناعي الطبي الذي يوصى بالتحقق منه مع المستخدمين النهائيين. لتعزيز القبول السريري والمنفعة الملموسة والاعتماد المستقبلي، يجب أن تمكّن خوارزمية الذكاء الاصطناعي وواجهاتها المرئية المشغل من معرفة كيفية استخدام الأداة بشكل حدسي بأقل قدر ممكن من التدريب، لفرض الحد الأدنى من عبء العمل المعرفي على المستخدم، و تعزيز الكفاءة السريرية عن طريق تقليل وقت اتخاذ القرار. أثناء اختبارات قابلية الاستخدام، يمكن استخدام الاستبيانات لجمع معلومات كمية ونوعية عن رضا المستخدم عن أداة الذكاء الاصطناعي. على سبيل المثال، عند تقييم قابلية استخدام خوارزمية مدعومة بالذكاء الاصطناعي لرعاية الاكتئاب، استخدم الباحثون في أسئلة محددة حول قابلية الاستخدام، كما هو موضح في الإطار رقم (٥).

الإطار (٥) مقتطفات من استبيان قابلية الاستخدام لتقييم تقنية الذكاء الاصطناعي لرعاية الاكتئاب

الاحتمالات التي أنتجها النموذج، بشكل عام، كانت: متفائلة للغاية؛ معقول؛ متشائم جدا.

- تداخل التطبيق مع مقابلتي مع المريض: أوافق بشدة؛ أوافق إلى حد ما؛ غير متأكد؛ لا أوافق إلى حد ما؛ لا أوافق بشدة.
- بناءً على تجربتك الإجمالية اليوم، ما مدى ثقتك في النموذج التنبؤي الذي سيساعدك على اختيار علاجات الاكتئاب (يشير الرقم ١ إلى "قليل جدًا" والرقم ٥ إلى "كثير جدًا)؟"
- قدم لنا النموذج المزيد من المعلومات الغنية للمناقشة: أوافق بشدة؛ أوافق إلى حد ما؛ غير متأكد؛ لا أوافق إلى حد ما؛ لا أوافق بشدة.
- بناءً على تجربتك اليوم، هل تعتقد أن استخدام التطبيق سيكلفك وقتًا كبيرًا (١ يعني "يكلفك وقتًا كبيرًا" و٥ يعني "يوفر لك وقتًا كبيرًا"):
- يمكنك استخدام التطبيق: لجميع المرضى الذين يعانون من الاكتئاب. فقط للمرضى الأكثر خطورة. فقط للمرضى الذين فشل أحد علاجاتهم؛ فقط للمرضى الذين فشلوا في أكثر من علاج؛ مُطْلَقاً؛ لمراجعة معلومات المريض.

تتضمن عناصر قابلية الاستخدام الأخرى التي يمكن تقييمها في استبيان قابلية الاستخدام ما يلي: مستوى فهم التشخيص من قبل المرضى والأطباء؛ مستوى فهم خيارات العلاج من قبل المرضى والأطباء؛ جودة التواصل الملموسة بين المريض والطبيب؛ درجة قابلية تفسير التنبؤات المعتمدة على الذكاء الاصطناعي للأطباء؛ مستوى الرضا عن التكنولوجيا وواجهات المستخدم؛ فهم المصطلحات التقنية من قبل الأطباء والمرضى؛ فائدة رسائل/ تنبيهات الخطأ؛ سهولة الاستخدام الشاملة؛ التأثير على إنتاجية الطبيب؛ مستوى نية استخدام النظام (على سبيل المثال عند الحاجة فقط مقابل الاستخدام الكامل)، وما إلى ذلك.

حتى لو تم التحقق من صحة الذكاء الاصطناعي باعتباره دقيقًا وموثوقًا وعادلاً وسهل الاستخدام، فقد لا يؤدي ذلك بالضرورة إلى فائدة المريض. اقترح باحثون من كوريا الجنوبية تقييم التأثير على نتائج المرضى لتأكيد الفائدة السريرية ولتمكين قبول تكنولوجيا الذكاء الاصطناعي والتوصية بها من قبل الخبراء السريريين أو الجمعيات الأكاديمية أو المنظمات الخارجية المستقلة. وبالإضافة إلى إظهار فعاليته السريرية، ينبغي أيضًا إجراء تقييم فعالية التكلفة بشكل منهجي، نظرًا للاستثمارات الضخمة في الذكاء الاصطناعي الطبي مع افتراض

الكفاءات الموعودة وخفض التكاليف فقط. على سبيل المثال، يمكن استخدام التقييمات الاقتصادية باستخدام النمذجة التحليلية للقرار لتقييم ما إذا كانت التكاليف الإضافية لحلول الذكاء الاصطناعي مبررة في ضوء التأثير النموذجي، كما هو الحال على جودة الحياة المتعلقة بالصحة (على سبيل المثال QALY، أو الجودة- سنوات الحياة المعدلة). والأهم من ذلك، يجب إدراج التكاليف الاستثمارية والتشغيلية الأولية لبنية تحتية وخدمة معينة للذكاء الاصطناعي في تحليل فعالية التكلفة. أخيرًا، نظرًا لأن خوارزميات الذكاء الاصطناعي تستمر في التعلم بمرور الوقت مع توفر المزيد من البيانات، فمن المهم تكييف أطر التحقق الحالية لتمكين المراقبة المستمرة للأداء طوال دورة حياة أداة الذكاء الاصطناعي في البيئة السريرية.

٣.٣.٣. تقسيم عملية التقييم إلى مراحل منفصلة.

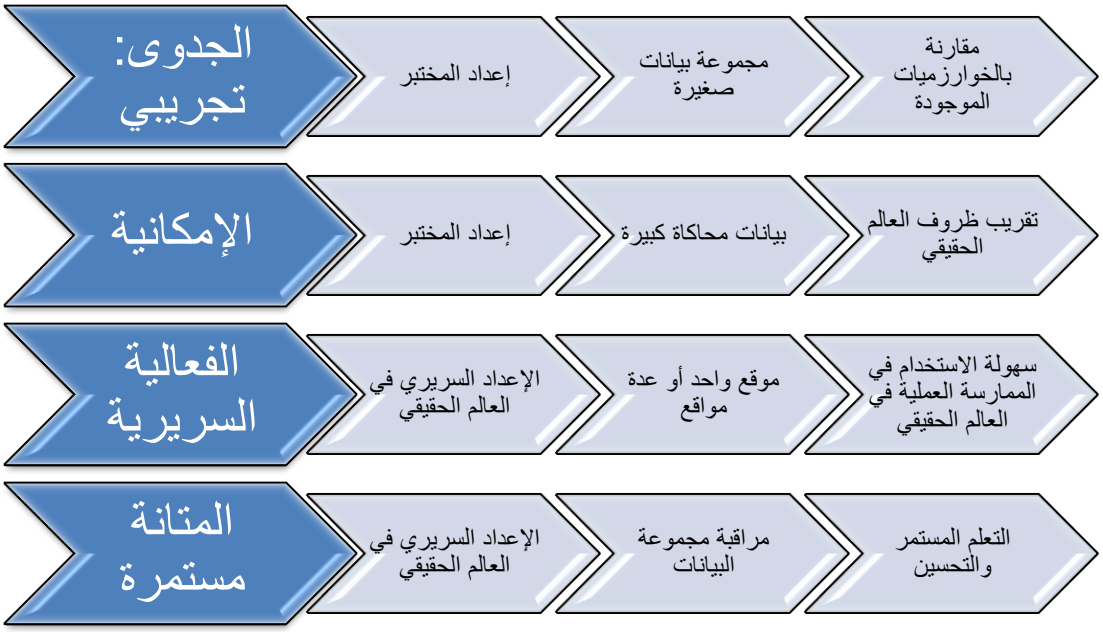
بدلاً من تقييم حلول الذكاء الاصطناعي الطبية في إجراء واحد، أوصت بعض المنشورات مؤخرًا بتنفيذ نهج متعدد المراحل تخضع فيه الخوارزميات المطورة لعدة خطوات من التقييم لأهداف مختلفة وتعقيد متزايد. على سبيل المثال، تم اقتراح أربع خطوات (المرحلة الأولى إلى المرحلة الرابعة) للتحقق من صحة الذكاء الاصطناعي في مجال التصوير التشخيصي، وهي (١) اختبار الجدوى، (٢) القدرة، (٣) الفعالية، و (٤) المتانة (الشكل ١٢):

- المرحلة الأولى - الجدوى: الهدف هو إجراء تقييم أولي/تجريبي للخوارزمية في المختبر في ظل ظروف مثالية، عادةً على مجموعة بيانات اختبار صغيرة واحدة. ستشمل هذه المرحلة المقارنة مع الخوارزميات الموجودة التي تتناول نفس المهمة السريرية، أو مع النتائج التي تم الحصول عليها مباشرة من قبل الأطباء الخبراء. في هذه المرحلة، لا تحتاج خوارزميات الذكاء الاصطناعي إلى أن تكون قوية تمامًا، حيث أن الهدف هو ببساطة تقييم الجدوى. يمكن نشر النتائج الناتجة في منشور علمي، حتى لو لم يتم عرض الخوارزمية للتطبيق السريري في هذه المرحلة.
- المرحلة الثانية - القدرة: في هذه المرحلة، الهدف هو محاكاة ظروف العالم الحقيقي في بيئة معملية وتقييم وتحسين خوارزمية الذكاء الاصطناعي وفقًا لذلك لتعزيز قدراتها. يمكن أيضًا الإشارة إلى هذه المرحلة باسم التحقق من الصحة (أي استخدام المحاكاة الحاسوبية) أو التجارب السريرية الافتراضية. في هذه المرحلة، يمكن اختبار الموثوقية

من خلال محاكاة بيانات الإدخال والظروف السريرية التي يمكن استخدامها فيها. ستقوم اختبارات السلامة بتقييم قدرة الخوارزمية على تقليل مخاطر الضرر عند نشرها وتعريضها لمواقف غير متوقعة، والتي سيتم محاكاتها أيضًا للاختبار. علاوة على ذلك، ينبغي تنفيذ هذه المرحلة مع المستخدمين النهائيين، وخاصة الأطباء والمشغلين، لتقييم سلوكياتهم وصنع القرار في ضوء الظروف والمخرجات المحاكاة لخوارزمية الذكاء الاصطناعي.

- المرحلة الثالثة – الفعالية: في هذه المرحلة، يتم نقل التحقق من الصحة إلى البيئة السريرية لتقييم الأداء في العالم الحقيقي وإلى مواقع سريرية محددة لإجراء عمليات التحقق المحلية. الهدف الأساسي هو التأكد من أن أداء الخوارزمية في العالم الحقيقي يطابق أدائها في بيئة الاختبار. وينبغي الاستفادة من جميع النتائج والتعليقات من هذه المرحلة لتحديث وتحسين خوارزمية الذكاء الاصطناعي، والتي سيتم إعادة اختبارها في البيئة الخاضعة للرقابة كما في المراحل السابقة، قبل جولة أخرى من التقييم السريري المحلي. قد تكشف مرحلة التقييم هذه في العيادة عن مشاكل مراقبة الجودة المحلية ويجب على الشركات المصنعة للذكاء الاصطناعي العمل مع المواقع السريرية المحلية لحل مشكلات الجودة المحددة.
- المرحلة الرابعة – المتانة: في هذه المرحلة، يجب على الشركة المصنعة وضع آلية لتمكين تقييم الأداء ومراقبته بشكل مستمر، بهدف التحسين المستمر. يمكنهم دمج أنظمة المراقبة أو التدقيق ضمن حل الذكاء الاصطناعي الخاص بهم لاكتشاف الأخطاء وتصحيحها والإبلاغ عنها تلقائيًا، وتجميع التعليقات السريرية وتعليقات المستخدمين. علاوة على ذلك، اعتمادًا على الأخطاء والمشكلات التي تم تحديدها بمرور الوقت، يجب تحديث خوارزميات الذكاء الاصطناعي وتحسينها، مثل استخدام بيانات تدريب إضافية، ثم إعادة اختبارها في بيئة خاضعة للرقابة قبل إعادة استخدامها في العيادة.

الشكل (٥) مثال على نهج متعدد المراحل لتقييم الذكاء الاصطناعي الطبي



اقترح باحثون من IBM Research تقسيمًا فرعيًا بديلاً لعملية التقييم من خلال رسم تشبيهات من قطاعات اكتشاف الأدوية واختبارها (Park et al., 2020)، كما هو موضح في الجدول رقم (٣).

الجدول (٣) - مقتطفات من عملية التقييم المقسمة للذكاء الاصطناعي الطبي، بناءً على العمليات المنفذة في قطاع تطوير الأدوية

مرحلة اختبار خوارزمية الذكاء الاصطناعي	إجراءات	أمثلة	التكافؤ في اكتشاف المخدرات
المرحلة الأولى: الأداء الفني والسلامة	في تحسين أداء خوارزمية سيليكو، اختبارات قابلية الاستخدام	تحديد العتبات لتحقيق التوازن بين الحساسية والنوعية لحالة استخدام سريري معينة، واختبار قائم على السيناريوهات لتقييم الحمل المعرفي الزائد	تحديد الجرعة المثلى تحديد السميات المحتملة
المرحلة الثانية: الفعالية والآثار الجانبية	تقييم أداء/فعالية الخوارزمية التي يتم التحكم فيها من قبل	إعادة تدريب وإعادة تقييم أداء النموذج باستخدام مجموعات بيانات أكبر في العالم الحقيقي،	اختبارات الفعالية المبكرة تحديد الأحداث الضارة

مرحلة اختبار خوارزمية الذكاء الاصطناعي	إجراءات	أمثلة	التكافؤ في اكتشاف المخدرات
	المستخدمين المقصودين في البيئة الطبية، تصميم الواجهة، تحسين الجودة	وقياس كفاءة توصيل المعلومات وتكامل سير العمل مع مستخدمين تمثيليين، ودراسة تجريبية للخوارزمية التنبؤية في بيئة سريرية	
المرحلة الثالثة: الفعالية العلاجية	تجربة سريرية تحديد الأحداث السلبية	تجربة عشوائية لاختبار ما إذا كان دعم القرار القائم على الذكاء الاصطناعي يؤثر على النتائج السريرية و/أو يؤدي إلى الإفراط في ثقة المستخدم	التجارب السريرية تحديد الأحداث الضارة
المرحلة الرابعة: السلامة والفعالية	مراقبة ما بعد النشر	قياس الانجراف الأداء الخوارزمي	بعد المراقبة التسويق

في حين أن هناك تداخلات بين القسمين الفرعيين لعملية التقييم الطبي الموضحة في هذا القسم (الشكل ٥) والجدول ٣ أمثلة على عناصر الأداء لتصوير خوارزميات الذكاء الاصطناعي. ويركز التقسيم الفرعي الأول (الشكل ٥) على فصل البيئات والمجموعات السكانية التي يتم فيها اختبار الخوارزمية (مجموعات البيانات الصغيرة لإثبات الجدوى، والبيئات المحاكاة لاختبار قوة التغييرات السياقية، والإعداد السريري لإثبات قابلية التطبيق في العالم الحقيقي). لا يفصل النهج الثاني (الجدول ٢) بالضرورة بيئات الاختبار (على سبيل المثال، يتم استخدام الإعدادات الطبية في كلا المرحلتين ٢ و٣) ولكن كل خطوة تركز بشكل أكبر على خطر معين وجانب سريري مثل السلامة والفعالية وسهولة الاستخدام والكفاءة .

في كلا نهجي التقييم متعدد المراحل، تعتمد كل مرحلة من هذه المراحل على إكمال الخطوة السابقة بنجاح، مما يقلل التكاليف. على سبيل المثال، من المؤكد تقريبًا أن الخوارزميات التي لا تعمل بشكل جيد في بيئة خاضعة للرقابة لن تؤدي بشكل جيد في العالم الحقيقي. على الرغم من أنها تحتاج إلى مزيد من التطوير والاعتماد من قبل أصحاب المصلحة المعنيين، إلا أن دراسات التقييم متعددة المراحل والأوجه واعدة لأنها تأخذ في الاعتبار مدى

تعقيد تقديم الرعاية الصحية الموجه بالذكاء الاصطناعي، والذي يتفاقم بسبب الاعتماد على المستخدم والسياق. التطبيقات.

٣.٣.١. الترويج للتقييمات الخارجية من قبل مقيمين خارجيين

يُطلق على تقييم أداء نموذج الذكاء الاصطناعي بمجموعات بيانات مماثلة لتلك المستخدمة لتطوير النموذج وتدريبه اسم التحقق الداخلي. في الأيام الأولى للذكاء الاصطناعي الطبي، كان هذا هو النهج الأكثر شيوعًا للتحقق من صحة الخوارزمية لأنه سهل التنفيذ. ومع ذلك، فإن التحقق الداخلي - حتى من قبل المطورين والمصنعين الذين يتمتعون بثقافة الجودة والممارسات الجيدة للتميز في الذكاء الاصطناعي الطبي - من المرجح أن يكون متحيزًا بطبيعته ومبالغًا في تقدير الأداء، في حين أنه محدود في قدرته على تحديد جميع المخاطر المرتبطة بالتغيرات في الذكاء الاصطناعي. البيانات أو البيئة السريرية. استعرضت دراسة أجريت عام ٢٠١٩ أكثر من ٥٠٠ ورقة بحثية في مجال الذكاء الاصطناعي للأشعة، ووجدت أن ٦% فقط من خوارزميات الذكاء الاصطناعي المبلغ عنها خضعت لتقييم خارجي. ومن ثم، أوصى العديد من الباحثين وقادة الرأي في السنوات الأخيرة بتعزيز التقييم الخارجي لخوارزميات الذكاء الاصطناعي في الرعاية الصحية.

يشير التحقق الخارجي إلى استخدام مجموعات بيانات خارجية منفصلة تمامًا لتقييم أدوات الذكاء الاصطناعي. يجب أن تمثل مجموعات البيانات الخارجية بقوة التباين في عدد السكان واستخدام حل الذكاء الاصطناعي. من الأفضل أن تأتي مثل هذه البيانات من مواقع سريرية ومواقع جغرافية مختلفة لتقييم إمكانية تعميم خوارزمية الذكاء الاصطناعي المعينة خارج البيئة الخاضعة للرقابة التي تم إنشاؤها فيها. باستخدام هذا النهج، سيكون من الممكن، على سبيل المثال، تقييم خوارزمية الذكاء الاصطناعي عندما تختلف المعلمات التقنية للحصول على البيانات (على سبيل المثال الاختلافات في ماسحات التصوير والبروتوكولات بين المستشفيات). علاوة على ذلك، أوصى العديد من الباحثين باستخدام مجموعات البيانات المرجعية المشتركة، التي تم الحصول عليها من مجموعات سكانية تمثيلية في العالم الحقيقي، للتقييم الخارجي وقياس نماذج الذكاء الاصطناعي. يمكن مقارنة مجموعات البيانات المرجعية هذه مباشرة بالخوارزميات المماثلة التي تم تقييمها مسبقًا باستخدام نفس مجموعة البيانات

المرجعية. على سبيل المثال، في عام ٢٠١٠، أنشأ المعهد الوطني للسرطان في الولايات المتحدة أرشيف تصوير السرطان (www.cancerimagingarchive.net) ، والذي يضم الآن مجموعة واسعة من مجموعات تصوير السرطان من جميع أنواع السرطان، والتي تستخدم على نطاق واسع وروتيني للتصوير الخارجي. التحقق من صحة ومقارنة خوارزميات الذكاء الاصطناعي.

قامت المفوضية الأوروبية مؤخرًا بتمويل العديد من المشاريع البحثية لبناء مستودعات أوروبية لمجموعات بيانات تصوير السرطان المرجعية، مثل مشروع EuCanImage (https://eucanimage.eu)). علاوة على ذلك، يجب إجراء التحقق الخارجي بشكل مثالي باستخدام مقيمين خارجيين لضمان إجراء تقييم موضوعي وشامل لخوارزمية الذكاء الاصطناعي وفقًا لمعايير الأداء الموضحة في القسم السابق، مثل الدقة والموثوقية والعدالة وسهولة الاستخدام. يمكن أن يشمل هؤلاء المقيِّمون الخارجيون منظمات الأبحاث السريرية، أو مختبرات الأبحاث، أو المؤسسات المستقلة التي تطور وتحافظ على مجموعات البيانات القياسية المرجعية. ستكون منظمات الاختبار هذه متخصصة لتمكين أعلى المعايير والجودة والموضوعية في تقييم ومراقبة حلول الذكاء الاصطناعي في الرعاية الصحية، مما يؤدي إلى تقليل المخاطر غير المكتشفة وزيادة الثقة في الذكاء الاصطناعي الطبي للممارسات الواقعية. ومن الجدير بالذكر أن DIGITAL EUROPE تقوم حاليًا بإعداد مبادرات بحثية جديدة لتطوير مرافق الاختبار والتجريب (TEF) في أوروبا، والتي - بمجرد إنشائها - ستسهل بشكل كبير التحقق الخارجي من أدوات الذكاء الاصطناعي الطبية، خاصة للشركات.

٣.٣.٢. إعداد تقارير موحدة وشاملة عن إجراءات ونتائج تقييم الذكاء الاصطناعي

لتعزيز الثقة وسهولة الاستخدام لأدوات الذكاء الاصطناعي، يعد التوثيق الشفاف والإبلاغ عن عملية التحقق أمرًا ضروريًا. سيسهل هذا النوع من التقارير عملية التقييم النقدي للمطورين والباحثين وأصحاب المصلحة الآخرين؛ بالإضافة إلى ذلك، ينبغي أن يساعد في تكرار خوارزمية الذكاء الاصطناعي ونتائجها، إذا لزم الأمر. قبل الاستخدام الواسع النطاق للذكاء الاصطناعي، حدد الباحثون بالفعل الحاجة إلى إرشادات موحدة وشاملة لإعداد التقارير للنماذج التنبؤية المستخدمة في الرعاية الصحية، ومن بينها TRIPOD (الإبلاغ الشفاف لنموذج التنبؤ متعدد المتغيرات للتشخيص أو التشخيص الفردي). تم نشر بيان

TRIPOD لأول مرة في عام ٢٠١٥، وبعد ذلك بوقت قصير تم اعتماده بشكل عام في مجتمع الطب الحيوي. يوفر TRIPOD إرشادات حول كيفية الإبلاغ بوضوح عن تطور النموذج التنبؤي من أجل تقييم تحيزه وفائدته المحتملة. بشكل ملموس، وكما هو موضح في الإطار ٥، يتضمن بيان TRIPOD قائمة مرجعية تضم ٢٢ عنصرًا تعتبر ضرورية للإبلاغ الشفاف لدراسة نموذج التنبؤ.

الإطار (٦) العناصر الأساسية التي يجب تضمينها عند الإبلاغ عن نموذج التنبؤ، وفقًا لـ TRIPOD

- العنوان والملخص والخلفية والأهداف.
- الطرق: مصدر البيانات، المشاركون، المتنبئون، حجم العينة، البيانات المفقودة، نوع نموذج التنبؤ وإجراءات بناء النموذج الأخرى، إلخ.
- النتائج: المشاركون (العدد والخصائص)، مقاييس الأداء، فترات الثقة، تحديث النموذج، إلخ.
- المناقشة: القيود (مثل العينة غير التمثيلية، والبيانات المفقودة)، والتفسير (بما في ذلك المقارنة مع دراسات مماثلة)، والآثار المترتبة (مثل الاستخدام السريري المحتمل.(
- معلومات أخرى: معلومات تكميلية، التمويل.

عملية إعداد التقارير، بالإضافة إلى تلك المدرجة في إرشادات CONSORT الأصلية المنشورة في عام ٢٠١٠.

الإطار (٧) نموذج تقرير عن عناصر الذكاء الاصطناعي الطبي في التجارب السريرية، وفقًا لإرشادات CONSORT-AI

- الإشارة إلى أن التدخل يتضمن الذكاء الاصطناعي في العنوان والملخص وتحديد نوع النموذج.
- الاستخدام المقصود لتدخل الذكاء الاصطناعي في سياق المسار السريري، بما في ذلك الغرض منه والمستخدمين المستهدفين (على سبيل المثال، متخصصو الرعاية الصحية والمرضى والجمهور).

- وصف لكيفية دمج تدخل الذكاء الاصطناعي في بيئة التجربة، بما في ذلك أي متطلبات في الموقع أو خارجه.
- نسخة من خوارزمية الذكاء الاصطناعي التي تم استخدامها.
- وصف بيانات الإدخال التي تم الحصول عليها واختيارها لتدخل الذكاء الاصطناعي.
- وصف لأي تفاعل بين الإنسان والذكاء الاصطناعي في التعامل مع البيانات المدخلة، ومستوى الخبرة المطلوبة من المستخدمين.
- مخرجات تدخل الذكاء الاصطناعي.
- شرح حول كيفية مساهمة مخرجات تدخل الذكاء الاصطناعي في اتخاذ القرار أو عناصر الممارسة السريرية الأخرى.
- نتائج أي تحليل لأخطاء الأداء وكيفية تحديد الأخطاء حيثما ينطبق ذلك.
- معلومات حول كيفية الوصول إلى تدخل الذكاء الاصطناعي و/أو الكود الخاص به، بما في ذلك أي قيود على الوصول أو إعادة الاستخدام.

اقترح الباحثون في جامعة ستانفورد مجموعة جديدة من المعايير للإبلاغ عن حلول الذكاء الاصطناعي في الرعاية الصحية، بعنوان MINMAR (الحد الأدنى من المعلومات لتقارير الذكاء الاصطناعي الطبي). تصف معايير MINMAR الحد الأدنى من المعلومات اللازمة لفهم التوقعات المقصودة، والسكان المستهدفين، وهندسة النماذج، وعمليات التقييم، والتحيزات الخفية. تم تصميم إرشادات MINMAR خصيصًا للذكاء الاصطناعي الطبي وتتضمن عناصر إعداد التقارير في أربع فئات رئيسية، كما هو موضح في الجدول (٤).

الجدول (٤) - عناصر الإبلاغ من المبادئ التوجيهية لإعداد التقارير في MINMAR

العنصر	الوصف
١. السكان والإعداد	
السكان	السكان الذين تم سحب عينة الدراسة منهم
إعدادات الدراسة	البيئة التي أجريت فيها الدراسة.
مصدر البيانات	المصدر الذي تم جمع البيانات منه
اختيار الفوج	معايير الاستبعاد/الإدراج
٢. الخصائص الديموغرافية للمريض	
العمر	عمر المرضى المشمولين في الدراسة
الجنس	توزيع الجنس لمجموعة الدراسة

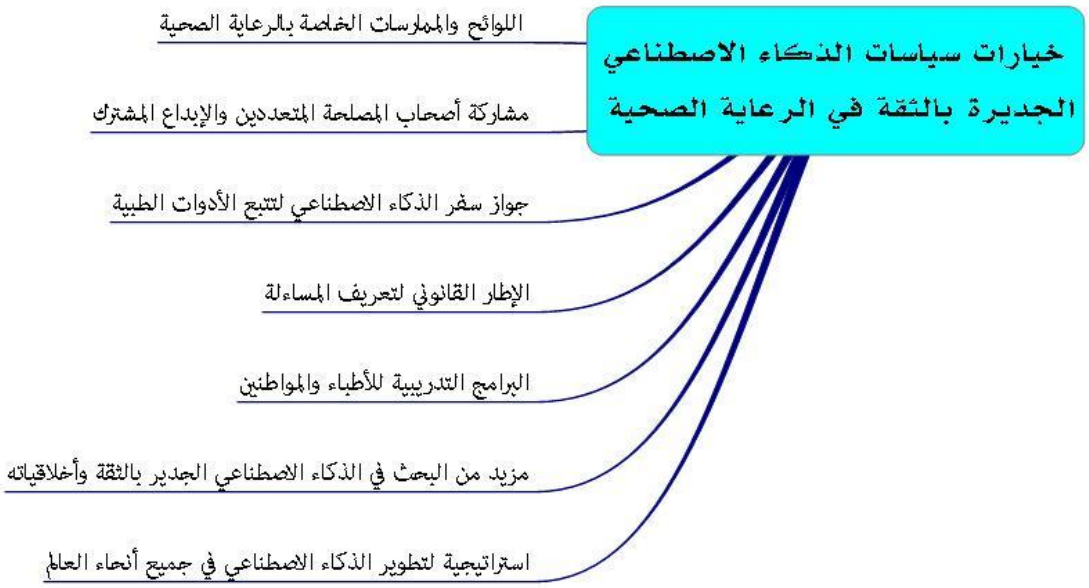
العنصر	الوصف
العرق	العرق للمرضى المشمولين في الدراسة
الحالة الاجتماعية والاقتصادية	مقياس أو مقياس بديل للحالة الاجتماعية والاقتصادية للمرضى المشمولين في الدراسة
٣. خصائص النموذج	
نموذج المهمة	التصنيف أو التنبؤ
أسلوب بناء النموذج	نوع الخوارزمية: التعلم الآلي، التعلم العميق، إلخ.
تقسيم البيانات	كيف تم تقسيم البيانات للتدريب والاختبار والتحقق من الصحة
معايير الذهب	البيانات المصنفة المستخدمة لتدريب النموذج واختباره
سمات	قائمة المتغيرات المستخدمة/المحددة في نموذج الذكاء الاصطناعي
البيان المفقود	كيف تمت معالجة الاختفاء: الإبلاغ عنه، أو احتسابه، أو تصحيحه
تحسين	تم تطبيق ضبط النموذج أو المعلمة
التحقق من صحة النموذج الداخلي	دراسة التحقق الداخلي
التحقق من صحة النموذج الخارجي	التحقق الخارجي باستخدام بيانات من إعداد آخر
الشفافية	كيفية مشاركة التعليمات البرمجية والبيانات مع المجتمع

سيعمل نموذج الإبلاغ هذا لتقييم الذكاء الاصطناعي الطبي على تعزيز الشفافية والشمول والثقة، من خلال تضمين جميع المعلومات الأساسية من دراسات تقييم الذكاء الاصطناعي في وثيقة مفصلة واحدة، وكذلك من خلال مساعدة محرري النشر ومطوري الذكاء الاصطناعي والأطباء والباحثين على فهم وتفسير وتقييم جودة تصميم دراسة الذكاء الاصطناعي والتحقق من صحتها ونتائجها بشكل نقدي.

٤. خيارات السياسة

يصف هذا القسم سبعة خيارات سياسية مقترحة لتطوير حلول الذكاء الاصطناعي وتقييمها ونشرها واستغلالها بشكل أفضل من الناحية الفنية والسريرية والأخلاقية في الرعاية الصحية المستقبلية (الشكل ٦).

الشكل (٦) ملخص خيارات السياسة المقترحة في هذا التقرير



٤.١. توسيع الأطر التنظيمية للذكاء الاصطناعي وقواعد الممارسة لمعالجة المخاطر والمتطلبات الخاصة بالرعاية الصحية

كما هو موضح في القسم السابق، يتم تنظيم أجهزة الذكاء الاصطناعي الطبية الحالية من خلال لوائح MDR وIVDR، والتي تم تقديمها في عام ٢٠١٧. علاوة على ذلك، في عام ٢٠٢١، اقترحت المفوضية الأوروبية (EC) لائحة جديدة للذكاء الاصطناعي تنص على متطلبات والتزامات جديدة للمواصفات العالية. تخضع تطبيقات المخاطر، بما في ذلك تقنيات الذكاء الاصطناعي الطبية، مثل إنشاء وتنفيذ أنظمة إدارة الجودة في المؤسسات، لتقييم المطابقة وربما إعادة تقييم أنظمة الذكاء الاصطناعي (في حالة إجراء تعديلات كبيرة)، بالإضافة إلى إجراء مراقبة ما بعد السوق.

في حين تم وضع الاقتراح الجديد لتقنيات الذكاء الاصطناعي بشكل عام، فإن الإطار الجديد يعتبر أدوات الذكاء الاصطناعي الطبية عالية المخاطر، مما يتطلب منها الخضوع لمزيد من التدقيق. ومع ذلك، يتم عرض المتطلبات بطريقة عامة، في حين - كما هو موضح في هذا التقرير - يواجه الذكاء الاصطناعي في مجال الرعاية الصحية تحديات ومخاطر تقنية وسريرية واجتماعية وأخلاقية محددة وعالية المخاطر.

وبالتالي، من المهم توسيع الأطر التنظيمية وقواعد الممارسة ووضعها موضع التنفيذ فيما يتعلق بالذكاء الاصطناعي الطبي (كما هو موضح في القسمين ٤.٢ و٤.٣). لقد تم التعبير عن الحاجة إلى تحديث الموافقات التنظيمية للأجهزة الطبية المعتمدة على الذكاء الاصطناعي في جميع أنحاء العالم، كما هو الحال في الولايات المتحدة واليابان والصين. على وجه الخصوص، في عام ٢٠٢١، نشرت إدارة الغذاء والدواء الأمريكية (FDA) برنامج الذكاء الاصطناعي والتعلم الآلي (AI/ML) كخطة عمل للأجهزة الطبية، والتي تدعو إلى لوائح مصممة خصيصًا للذكاء الاصطناعي الطبي، والتعلم الآلي الجيد. الممارسات، والنهج التي تركز على المريض.

لتكييف الأطر الحالية وممارسات الذكاء الاصطناعي في المجال الطبي، يجب أن يكون تقييم المخاطر متعدد الأوجه (القسم ٤.٢) جزءًا لا يتجزأ من عملية تطوير الذكاء الاصطناعي الطبي وإصدار الشهادات. علاوة على ذلك، يجب أن يكون تقييم المخاطر خاصًا بالمجال، حيث تختلف المخاطر والقيود السريرية والاجتماعية والأخلاقية بين، على سبيل المثال، الأشعة والجراحة وعلم الجينوم والصحة العقلية وصحة الطفل والرعاية المنزلية.

ينبغي تنسيق وتعزيز التحقق من صحة تقنيات الذكاء الاصطناعي الطبي لتقييم وتحديد المخاطر والقيود متعددة الأوجه من خلال تقييم ليس فقط دقة النموذج ومتانته ولكن أيضًا عدالة الخوارزميات والسلامة السريرية والقبول السريري والشفافية وإمكانية التتبع.

أحد الاقتراحات المهمة (الموضح في القسم ٤.٣) لتحسين التحقق من صحة الذكاء الاصطناعي الطبي وإصدار الشهادات هو إدخال وتعميم التحقق الخارجي من طرف ثالث من قبل كيانات مستقلة ستكون متخصصة في هذه العملية. سيسمح ذلك بالتحقق بشكل أكثر

موضوعية وخبرة من أدوات الذكاء الاصطناعي الطبية بطريقة تأخذ في الاعتبار بشكل منهجي التباين في الممارسات السريرية في العالم الحقيقي والسياقات الاجتماعية والأخلاقية.

٤.٢. تعزيز مشاركة أصحاب المصلحة المتعددين والإبداع المشترك طوال دورة الحياة الكاملة لخوارزميات الذكاء الاصطناعي الطبية

من أجل قبول أدوات الذكاء الاصطناعي الطبية وتنفيذها في العالم الحقيقي في المستقبل، سيلعب العديد من أصحاب المصلحة خارج مطوري الذكاء الاصطناعي - مثل الأطباء والمرضى وعلماء الاجتماع والمخططين ومديري الرعاية الصحية ومنظمي الذكاء الاصطناعي - دورًا مهمًا. ومن ثم، هناك حاجة إلى أساليب جديدة لتعزيز المشاركة الشاملة لأصحاب المصلحة المتعددين في الذكاء الاصطناعي الطبي وضمان تصميم أدوات الذكاء الاصطناعي والتحقق من صحتها وتنفيذها بما يتماشى تمامًا مع تنوع احتياجات وسياقات العالم الحقيقي.

ومن ثم، يجب تطوير خوارزميات الذكاء الاصطناعي المستقبلية من قبل الشركات المصنعة للذكاء الاصطناعي على أساس الإنشاء المشترك، أي من خلال التعاون القوي والمستمر بين مطوري الذكاء الاصطناعي والمستخدمين النهائيين السريريين، وكذلك مع الخبراء الآخرين ذوي الصلة مثل كعلماء أخلاقيات الطب الحيوي. ويجب أن تكون عمليات التعاون هذه حاضرة في جميع المراحل، بدءًا من تصميم حل الذكاء الاصطناعي وتطويره وحتى التحقق من صحته ونشره.

إن دمج الأساليب التي تركز على الإنسان والمستخدم في جميع أنحاء عملية تطوير الذكاء الاصطناعي بأكملها سيمكن من تصميم خوارزميات الذكاء الاصطناعي التي تعكس بشكل أفضل احتياجات وثقافات العاملين في مجال الرعاية الصحية، ولكن أيضًا لتحديد المخاطر المحتملة ومعالجتها في مرحلة مبكرة. سيؤدي ذلك إلى تحويل التركيز نحو تحسين الأداء السريري للمستخدمين النهائيين والفوائد الصحية للمواطنين، مع مراعاة المتطلبات الاجتماعية والأخلاقية والقانونية الحالية.

من خلال المشاركة القوية للمستخدم، ستأخذ التطبيقات المستقبلية لخوارزميات الذكاء الاصطناعي الطبي في الاعتبار عن كثب التفاعلات المتوقعة بين المستخدمين النهائيين

والخوارزميات (يشار إليها أيضًا باسم التفاعل بين الإنسان والحاسوب). يجب تصميم الواجهات المرئية بعناية بناءً على متطلبات المستخدمين النهائيين السريريين لتمكين عرض تفسيرات تتمحور حول الإنسان وذات معنى سريريًا لتنبؤات نموذج التعلم الآلي في الرعاية الصحية. سيسمح ذلك بتقليل الأخطاء البشرية وسيحسن إمكانية التفسير وقبول التنبؤات والقرارات المستندة إلى الذكاء الاصطناعي.

أخيرًا، ستعالج مشاركة أصحاب المصلحة المتعددين والإبداع المشترك قضايا اجتماعية محددة تتعلق بالإنصاف والمساواة والإنصاف، وهي قضايا خاصة بالتطبيق تتطلب فهم المهام السريرية والعوامل المربكة المحتملة والاختلافات الجماعية ذات الصلة؛ ومن ثم، يعد التعاون المستمر بين خبراء المجال، ومتخصصي الرعاية الصحية، وعلماء الاجتماع، وأعضاء مجتمع العالم الحقيقي، وخاصة من المجموعات الممثلة تمثيلاً ناقصًا، أمرًا أساسيًا.

٤.٣. إنشاء جواز سفر للذكاء الاصطناعي وآليات للتتبع لتعزيز الشفافية والثقة في الذكاء الاصطناعي الطبي

هناك حاجة إلى أساليب وآليات جديدة لتعزيز شفافية خوارزميات الذكاء الاصطناعي طوال دورة حياتها. لكي نكون قادرين على فهم تفاصيل ما حدث عندما يحدث خطأ ما في التنفيذ السريري للذكاء الاصطناعي الطبي، تعد الشفافية ضرورية، بما في ذلك على سبيل المثال لا الحصر، توثيق عملية تطوير الذكاء الاصطناعي بأكملها؛ ويساعد هذا النوع من التوثيق والشفافية في القضاء على أوجه الغموض المحتملة ونقص المساءلة.

أحد الخيارات هو أن تقدم الهيئات التنظيمية للذكاء الاصطناعي الطبي "جواز سفر للذكاء الاصطناعي" للوصف الموحد وإمكانية تتبع أدوات الذكاء الاصطناعي الطبية (انظر الرسم التوضيحي في الشكل). يجب أن يصف جواز السفر هذا ويراقب المعلومات الأساسية حول تقنية الذكاء الاصطناعي، بحيث يغطي خمس فئات على الأقل من المعلومات:

(١) المعلومات المتعلقة بالنموذج (مثل مالكي النموذج والمطورين والمراجعين، والاستخدامات السريرية المقصودة، والتراخيص المعمول بها، والتفاصيل الخوارزمية، والمعلمات الفائقة، والافتراضات والمتطلبات الرئيسية).

(٢) المعلومات المتعلقة بالبيانات (بيانات التدريب مقابل بيانات الاختبار، وأنواع البيانات مثل التصوير، ومجموعات البيانات الحقيقية مقابل المحاكاة، وأصول البيانات).

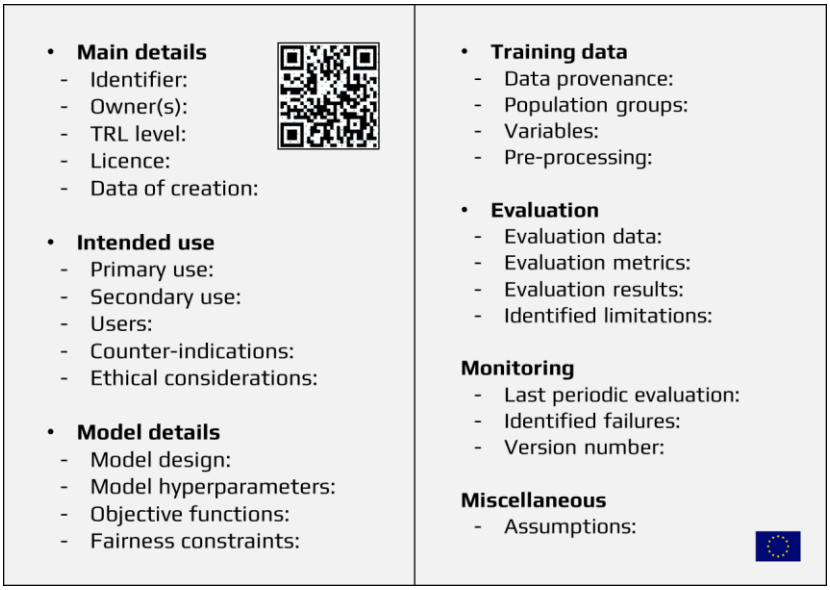
(٣) المعلومات المتعلقة بالتقييم (دقة النموذج، ومتانته، والتحيزات، والقيود، والحالات القصوى).

(٤) المعلومات المتعلقة بالاستخدام (مثل التوزيعات الإحصائية، والاتفاقات والخلافات مع الأطباء، وحالات الفشل المحددة، واستخدام الذاكرة، وما إلى ذلك).

(٥) المعلومات المتعلقة بالصيانة (آخر التحديثات، إصدار البرنامج، آخر تقييم دوري، التواريخ، إلخ).

يجب أن يكون جواز سفر الذكاء الاصطناعي موحدًا لتمكين التتبع المتسق عبر البلدان ومنظمات الرعاية الصحية.

الشكل (٧) مثال على جواز سفر محتمل للذكاء الاصطناعي يمكن استخدامه لتحسين إمكانية التتبع والشفافية في الذكاء الاصطناعي الطبي، من خلال توثيق جميع التفاصيل الرئيسية حول أدوات الذكاء الاصطناعي، والاستخدام المقصود، وتفاصيل النموذج والبيانات، ونتائج التقييم، والمعلومات من المراقبة المستمرة والبيانات التدقيق



علاوة على ذلك، يعد الذكاء الاصطناعي الطبي تقنية ديناميكية للغاية حيث يتم إدخال البيانات والمعدات والمستخدمين الجدد بانتظام في سير العمل. ولذلك فمن الواضح أن مفهوم التتبع يجب أن يتجاوز مجرد توثيق عملية التطوير أو مرحلة اختبار نموذج الذكاء الاصطناعي؛ وبدلاً من ذلك، يجب أن يشمل أيضًا عملية مراقبة وصيانة نموذج أو نظام الذكاء الاصطناعي في العالم الحقيقي من خلال التتبع المستمر لكيفية عمله بعد نشره في الممارسة السريرية وتحديد الأخطاء أو التغييرات المحتملة في الأداء.

وبالتالي، من المهم أن يتم تطوير الخوارزميات جنبًا إلى جنب مع الواجهات المباشرة المصاحبة التي ستكون مخصصة للمراقبة والتدقيق المستمر لأدوات الذكاء الاصطناعي بعد نشرها في البيئة السريرية الخاصة بها. وينبغي أن تتضمن أداة المراقبة هذه قدرات سهلة الاستخدام لمراقبة الجودة والكشف عن الأخطاء والحالات القصوى، وآلية بشرية في الحلقة لتمكين المراقبة البشرية والتغذية الراجعة، ونظام تنبيهات لإبلاغ الأطباء بالانحرافات المشتبه بها عن الممارسات السابقة. الحالات أو تدهور الأداء (على سبيل المثال عند تقديم معدات أو بروتوكول جديد)، بالإضافة إلى نظام تقييم دوري يمكن تهيئته للإشارة إلى مجموعات بيانات الاختبار المرجعية، بالإضافة إلى دورية التقييمات (على سبيل المثال، شهريًا أو ربع سنوي).

٤.٤. تطوير أطر عمل لتحديد المساءلة ومراقبة المسؤوليات بشكل أفضل في الذكاء الاصطناعي الطبي

لا تزال المساءلة تمثل قضية ملحة في مجال الذكاء الاصطناعي، وخاصة في المجالات عالية المخاطر في الذكاء الاصطناعي الطبي. إنها مسألة مهمة بشكل خاص عند النظر في المواقف التي تفشل فيها أداة الرعاية الصحية القائمة على الذكاء الاصطناعي والمنتشرة في البيئات السريرية الحقيقية، أو تنتج أخطاء، أو تؤدي إلى آثار جانبية غير متوقعة. هناك حاجة إلى أطر وآليات لتعيين المسؤولية بشكل مناسب لجميع الجهات الفاعلة في سير عمل الذكاء الاصطناعي في الممارسة الطبية، بما في ذلك الشركات المصنعة، وبالتالي توفير حوافز لتطبيق جميع التدابير وأفضل الممارسات لتقليل الأخطاء والأضرار التي تلحق بالمريض. وتشكل هذه التوقعات بالفعل جزءًا لا يتجزأ من تطوير وتقييم وتسويق الأدوية واللقاحات والمعدات الطبية، ويجب توسيعها لتشمل منتجات الذكاء الاصطناعي الطبية المستقبلية.

وفي المقام الأول من الأهمية، هناك حاجة إلى أطر قانونية موحدة لتحديد المسؤولية والمسؤولية وإنفاذ العواقب ذات الصلة في مجال الذكاء الاصطناعي الطبي في جميع أنحاء أوروبا وخارجها. من بين اللوائح الحالية، يقدم القانون العام لحماية البيانات نهجًا ذي شقين للمساءلة الخوارزمية - تناول المشكلة من منظور الحقوق الفردية من ناحية والأطر التنظيمية النظامية من ناحية أخرى. على وجه الخصوص، يحدد اللائحة العامة لحماية البيانات الشفافية كمبدأ أساسي لمعالجة البيانات ويربطها بالقانونية (المادة ٥ الفقرة ١ (أ) اللائحة العامة لحماية البيانات) وكلاهما جزء مهم من مبدأ المساءلة (المادة ٥ الفقرة ٢ اللائحة العامة لحماية البيانات).

ومع ذلك، في حين أن اللائحة العامة لحماية البيانات (GDPR) متغيرة إلى حد كبير من حيث تحديد حقوق خصوصية البيانات وكذلك التفسير، فقد أكد بعض الباحثين في هذا المجال أنها ليست كافية في حد ذاتها من حيث تحديد المساءلة الخوارزمية في الذكاء الاصطناعي الطبي. هناك فجوة قانونية فيما يتعلق بمساءلة الذكاء الاصطناعي الطبي والتي لا يزال يتعين معالجتها؛ وفي مواجهة هذا التحدي، أوصى القادة الخبراء في هذا المجال بإنشاء هيئة تنظيمية جديدة فريدة للذكاء الاصطناعي.

ومن المتوقع أن تقترح المفوضية الأوروبية في عام ٢٠٢٢ تدابير على مستوى الاتحاد الأوروبي لتكييف أطر المسؤولية الحالية مع تحديات الذكاء الاصطناعي من أجل ضمان حصول الضحايا الذين يعانون من أضرار على حياتهم أو صحتهم أو ممتلكاتهم بسبب تكنولوجيا الذكاء الاصطناعي على نفس التعويضات التي يحصل عليها الضحايا. ضحايا التقنيات الأخرى. وقد يتضمن ذلك مراجعة توجيه مسؤولية المنتج وقد يتطلب تعديلات قطاعية مثل الذكاء الاصطناعي في الرعاية الصحية.

إحدى الطرق المهمة لزيادة المساءلة عن أدوات الذكاء الاصطناعي في الرعاية الصحية هي من خلال عمليات التدقيق الدورية وتقييمات المخاطر، والتي يمكن استخدامها لتقييم مقدار الرقابة التنظيمية التي قد تحتاجها أداة معينة للذكاء الاصطناعي. ولتحقيق هذه الغاية، يجب إجراء التقييمات من خلال مسار الذكاء الاصطناعي بأكمله، بدءًا من جمع البيانات، ومرورًا بالتطوير، ومراحل ما قبل السريرية، وحتى النشر، ولكن أيضًا عندما تكون

الأدوات قيد الاستخدام. يجب أن تحتفظ حلول الذكاء الاصطناعي المستقبلية بأرشيف للقرارات المستندة إلى الذكاء الاصطناعي وأن يكون لديها آلية للمراقبة المستمرة والتتبع بمرور الوقت كما هو موضح في القسم السابق. يمكن استخدام عمليات التدقيق لتقييم العدالة والشفافية والدقة والسلامة لجعل عمليات صنع القرار في الذكاء الاصطناعي تتوافق مع نفس معايير العمليات البشرية. في حين أن بعض الشركات والوكالات تعتمد بشكل كبير على عمليات التدقيق الداخلي، يدعو العديد من الباحثين ومنظمات الحقوق المدنية إلى إجراء عمليات التدقيق هذه خارجيًا من قبل منظمات تدقيق مستقلة.

٤.٥. تقديم برامج تعليمية لتعزيز مهارات المتخصصين في الرعاية الصحية ومحو الأمية لدى عامة الناس

لزيادة الاعتماد وتقليل الأخطاء، يحتاج المهنيون الطبيون في المستقبل إلى التدريب المناسب على هذه التكنولوجيا الجديدة، بما في ذلك مزاياها لتحسين الرعاية والجودة والوصول إلى الرعاية الصحية، فضلاً عن قيودها ومخاطرها. ومن ثم، فقد حان الوقت لتحديث البرامج التعليمية في الطب وزيادة تعدد التخصصات فيها، من خلال محاضرات مخصصة وجلسات عملية تدمج بسلاسة آثار الذكاء الاصطناعي الطبي في الممارسة السريرية المستقبلية.

علاوة على ذلك، هناك حاجة ملحة لزيادة معرفة عامة الناس بالذكاء الاصطناعي لتمكين المواطنين والمرضى، الذين سيستفيدون بشكل أفضل من فوائد أدوات الذكاء الاصطناعي الطبية الناشئة، مع تقليل المخاطر المحتملة لإساءة استخدام أدوات الذكاء الاصطناعي، خاصة أثناء المراقبة عن بعد. وإدارة الرعاية. وقد استثمرت بعض البلدان بالفعل في تقديم دورات مجانية لمحو الأمية العامة في مجال الذكاء الاصطناعي، مثل دورة "عناصر الذكاء الاصطناعي" في فنلندا والتي تديرها جامعة هلسنكي (www.elementsofai.com).

٤.٦. تعزيز إجراء المزيد من الأبحاث حول المتانة السريرية والأخلاقية والتقنية في الذكاء الاصطناعي الطبي

على الرغم من التقدم الكبير الذي تم إحرازه في السنوات الأخيرة في الذكاء الاصطناعي والتعلم الآلي، وكذلك في تطبيقاتهما في الطب والرعاية الصحية، فإن العديد من المخاطر التي تمت مناقشتها في هذا التقرير تدعو إلى مزيد من البحث والتطوير لتحقيق الوعد الكامل

للذكاء الاصطناعي الطبي، مع معالجة التحديات الحالية. القيود السريرية والاجتماعية والأخلاقية والتقنية. تشمل أمثلة مجالات البحث المستقبلية إمكانية الشرح وقابلية التفسير، وتقدير التحيز والتخفيف منه، بالإضافة إلى الذكاء الاصطناعي الآمن والمحافظ على الخصوصية.

الذكاء الاصطناعي القابل للتفسير هو مجال بحثي يبحث في جيل جديد من خوارزميات الذكاء الاصطناعي التي يمكن للبشر فهمها، مثل الأطباء والمرضى في مجال الذكاء الاصطناعي الطبي. وقد اجتذبت الكثير من الاهتمام في السنوات الأخيرة، ويجري تطوير واختبار أساليب مختلفة. ومع ذلك، لا يزال الذكاء الاصطناعي القابل للتفسير في مجال الرعاية الصحية يمثل تحديًا كبيرًا بسبب تعقيد وتنوع البيانات الطبية الحيوية والسريرية، ولم تجد الأساليب الحالية طريقها بعد إلى الممارسة السريرية. لتحسين إمكاناتها، من المهم تقييم والتأكد من أن طرق التفسير تنتج تفسيرات ذات معنى سريريًا ومقبولة من قبل المستخدمين النهائيين. هناك حاجة إلى مناهج متعددة التخصصات أثناء تطورات الذكاء الاصطناعي والتي تبدأ بفحص احتياجات الأطباء وفهم أنواع التفسيرات (الطرق البصرية مقابل الطرق الكمية) التي تناسب احتياجاتهم ومهامهم السريرية المحددة بشكل أفضل.

وللتخفيف بشكل واضح من وجود تحيز غير مرغوب فيه في البيانات، تم بالفعل التحقيق في الأساليب وتم بالفعل نشر بعض مجموعات الأدوات مفتوحة المصدر، مثل تلك التي طورتها شركة IBM AI Fairness 360) ومايكروسوفت Fairlearn). ومع ذلك، فإن اكتشاف التحيزات، ولا سيما التحيزات الضمنية والخفية، يظل إلى حد كبير مشكلة مفتوحة. تتطلب التحيزات النوعية، مثل التحيزات المعرفية للأطباء الذين يقومون بتوليد البيانات أو تفسيرها أو شرحها، بحثًا متعدد التخصصات وزيادة التنوع في تطوير الذكاء الاصطناعي والرعاية الصحية وفرق السياسات للتخفيف من التحيز وتعزيز عدالة خوارزميات الذكاء الاصطناعي الطبية.

هناك أيضًا حاجة إلى مزيد من الأبحاث لتطوير أساليب التكيف التي تضمن مستوى عالٍ من تعميم أدوات الذكاء الاصطناعي المستقبلية عبر المجموعات السكانية والمراكز السريرية والمواقع الجغرافية. بالإضافة إلى ذلك، من المهم تطوير منصات تحقق جديدة يمكنها تقييم خوارزميات الذكاء الاصطناعي بقوة للتأكد من دقتها ولكن أيضًا من أجل العدالة فيما

يتعلق بالجنس/النوع، والعمر، والانتماء العرقي، والعرق، والحالة الاجتماعية والاقتصادية، والفئات الاجتماعية والديموغرافية الأخرى.

علاوة على ذلك، يجب تنفيذ حلول الذكاء الاصطناعي المستقبلية للرعاية الصحية من خلال دمج تقدير عدم اليقين، وهو مجال بحثي جديد نسبيًا يهدف إلى تزويد الأطباء بمؤشرات مفيدة سريريًا حول درجة الثقة في تنبؤات الذكاء الاصطناعي. من الناحية المثالية، يجب أن يتلقى الطبيب تنبيهات/تحذيرات عندما يكون عدم اليقين بشأن بعض التنبؤات مرتفعًا. في الإعدادات المستقبلية، يمكن لنظام الذكاء الاصطناعي توفير معلومات حول سبب عدم اليقين الكبير (مثل عمليات مسح الصور ذات الجودة المنخفضة، وعدم كفاية الأدلة في البيانات)، وحتى تقديم المشورة للأطباء بشأن مسار العمل اللازم لتحسين تنبؤات الذكاء الاصطناعي (على سبيل المثال. إدراج اختبارات معملية إضافية وتنبؤات، وإعادة فحص المريض).

وأخيرا، لا يزال من الصعب اكتشاف الهجمات السيبرانية الحالية على تقنيات الذكاء الاصطناعي الطبي، حيث أن الأدوات الفعلية نفسها قد تستمر في العمل بشكل صحيح، ولكن الاستنتاجات التي سيقدمها نظام الذكاء الاصطناعي بثقة ستكون خاطئة. هناك حاجة إلى مزيد من البحث لتطوير والتحقق من صحة ونشر أدوات الذكاء الاصطناعي الطبية القادرة على حماية نفسها من الخصوصية وكذلك المخاطر الأمنية. سيؤدي ذلك إلى ظهور جيل جديد من خوارزميات الذكاء الاصطناعي التي يمكن نشرها واستخدامها بقوة في بيئتها الواقعية بأقصى قدر من المرونة والثقة.

٤.٧. تنفيذ استراتيجية لتقليل الفجوة في الذكاء الاصطناعي الطبي

في حين أن الاتحاد الأوروبي قام باستثمارات كبيرة في الذكاء الاصطناعي في السنوات الأخيرة، إلا أن عدم المساواة لا تزال قائمة بين مختلف الدول الأوروبية عندما يتعلق الأمر بالتقدم في مجال الذكاء الاصطناعي. يمكن تفسير فجوة الذكاء الاصطناعي - وخاصة بين المناطق الغربية والشرقية من القارة - بالاختلافات الهيكلية في برامج البحث والقدرات التكنولوجية، وكذلك بسبب المستويات المتفاوتة للاستثمارات من القطاعين العام والخاص.

تظهر الفوارق في تطوير الذكاء الاصطناعي وتنفيذه بين دول الاتحاد الأوروبي بشكل خاص في الذكاء الاصطناعي الطبي، نظرًا لأن التطورات والابتكارات في هذا المجال تعتمد بشكل

كبير على الوصول إلى قواعد بيانات كبيرة من البيانات الطبية الحيوية المنسقة جيدًا بالإضافة إلى القدرات التكنولوجية. وفي الوقت نفسه، قد تؤدي هذه الفوارق في مجال الذكاء الاصطناعي إلى تفاقم التفاوتات والتفاوتات الصحية القائمة في جميع أنحاء الاتحاد الأوروبي؛ على سبيل المثال، أظهرت الدراسات أن هناك فجوة بين أوروبا الشرقية والغربية في متوسط العمر المتوقع، ووفيات الأمهات، ومؤشرات صحة السكان الأخرى التي هي من مؤشرات التنمية البشرية التي يراقبها الصندوق الأمم المتحدة الإنمائي.

وفي هذا السياق، يمكن للدول الأعضاء في الاتحاد الأوروبي، وخاصة دول أوروبا الشرقية، تطوير برامج محددة لدعم الذكاء الاصطناعي في مجال الصحة. وينبغي أن يشمل ذلك إجراءات ملموسة لتعزيز القدرات التكنولوجية والبحثية والصناعية لدول الاتحاد الأوروبي الناشئة في مجال الذكاء الاصطناعي في مجال الرعاية الصحية. وعلى وجه الخصوص، ينبغي إنشاء مشاريع البنية التحتية من قبل الدول الأعضاء التي لديها بنى تحتية بحثية محدودة وتوافر بيانات محدود. وهذا من شأنه بناء وتعزيز القدرات التي تشتد الحاجة إليها في مجال تبادل البيانات الطبية الحيوية والصحية وتخزينها ومعالجتها وأمنها في جميع أنحاء الاتحاد الأوروبي. وينبغي إنشاء برامج أخرى لزيادة القدرات التكنولوجية والسريرية والصناعية للعديد من البلدان الأوروبية لتطوير واختبار ونشر أدوات الذكاء الاصطناعي الجديدة في الطب والرعاية الصحية، بما في ذلك الحوسبة عالية الأداء والخدمات السحابية المفتوحة ومرافق الاختبار السريري والتجهيزات المسبقة. المشتريات التجارية.

ويمكن للمفوضية الأوروبية أن تنفذ برامج تنسيق ودعم محددة للأنشطة المنفذة في هذا القطاع من قبل مختلف الدول الأعضاء، وبالتالي دعم تنفيذ المبادئ التوجيهية والنهج المشتركة. وينبغي أن يضمن هذا التنسيق تطوير مساحة بيانات صحية أوروبية شاملة (EHDS)، والتي تأخذ في الاعتبار الدقيق التحديات الوطنية والإقليمية في جميع أنحاء أوروبا. وبالمثل، يمكن تعزيز البرامج الحالية التي تركز على التعليم، مثل شبكات تدريب ماري كوري، لتعزيز القدرات التدريبية ورأس المال البشري في مجال الذكاء الاصطناعي الطبي على وجه التحديد في دول الاتحاد الأوروبي الناشئة.

وأخيرا، تعكس الفوارق القائمة في الذكاء الاصطناعي الطبي بين مختلف البلدان الأوروبية - وخاصة بين أوروبا الشرقية والغربية - أيضا عدم المساواة الاجتماعية والاقتصادية

والصحية الأوسع في مختلف مناطق أوروبا. إن قضية الحد من الفجوة الأوروبية في الذكاء الاصطناعي الطبي هي قضية تتطلب نهجًا يتجاوز التركيز فقط على مجالات الطب و/أو مجالات الذكاء الاصطناعي، وبدلاً من ذلك يتضمن إجراءات سياسية من شأنها معالجة القضايا الأكبر المتعلقة بعدم المساواة المنهجية في المجتمع الأوروبي. .

الفصل الثاني

الذكاء الاصطناعي والحاجة المستمرة للتعاطف والشفقة والثقة في الرعاية الصحية

مقدمة:

يعد التعاطف والشفقة والثقة قيمًا أساسية لنموذج الرعاية الصحية الذي يركز على المريض. وفي السنوات الأخيرة، أدى السعي إلى تحقيق قدر أكبر من الكفاءة في الرعاية الصحية، بما في ذلك الكفاءة الاقتصادية، في كثير من الأحيان إلى تهميش هذه القيم، مما يجعل من الصعب أو حتى المستحيل على العاملين في مجال الرعاية الصحية دمجها في الممارسة العملية. يتم استخدام الذكاء الاصطناعي بشكل متزايد في مجال الرعاية الصحية ويعد بقدر أكبر من الكفاءة والفعالية ومستوى من التخصيص لم يكن ممكنا من قبل. يمكن أن يساعد الذكاء الاصطناعي في تحسين دقة التشخيص والعلاج، وتبسيط عمليات سير العمل، وتسريع تشغيل العيادات وأقسام المستشفيات.

والمؤمل هو أنه من خلال تحسين الكفاءة، سيتم تحرير الوقت لمتخصصي الرعاية الصحية للتركيز بشكل أكبر على الجانب الإنساني من الرعاية، والذي يتضمن تعزيز علاقات الثقة والتفاعل مع المرضى، مع التعاطف والرحمة. ومع ذلك، فإن القوة التحويلية للذكاء الاصطناعي لديها القدرة على تعطيل العلاقة بين المتخصصين في الرعاية الصحية والمرضى كما هو مفهوم حاليا، وتحدي دور وطبيعة التعاطف والشفقة والثقة في هذا السياق. في وقت يتزايد فيه استخدام الذكاء الاصطناعي في الرعاية الصحية، من المهم إعادة تقييم ما إذا كان من الممكن دمج هذه القيم وممارستها وكيفية ذلك، ولكن الأهم من ذلك، يحتاج المجتمع إلى إعادة النظر في نوع الرعاية الصحية التي يجب تعزيزها. .

التعاطف والشفقة والثقة والتراحم:

على مدى العقود الماضية، أدى ظهور الرعاية المتمركزة حول المريض إلى تحويل ثقافة الطب السريري بعيدًا عن الأبوية، حيث تقود العلاقة العلاجية، أي العلاقة بين أخصائي الرعاية الصحية والمريض، من خلال الخبرة الطبية، نحو علاقة أكثر شمولاً. المشاركة النشطة للمرضى في اتخاذ القرارات الطبية المشتركة. يتطلب هذا النموذج من أخصائي الرعاية الصحية فهم وجهة نظر المريض وتوجيه المريض في إتجاه اتخاذ القرار الصحيح؛ قرار يعكس احتياجات المريض ورغباته ومثله العليا، ويعزز أيضًا القيم المتعلقة بالصحة. النقطة المركزية في نموذج العلاقة بين الطبيب والمريض التي تركز على المريض هي أن الكفاءة الطبية

لا ينبغي أن تقتصر على الخبرة الفنية، بل يجب أن تشمل الكفاءة الأخلاقية العلائقية، وخاصة التعاطف والشفقة والثقة.

يتم الاعتراف على نطاق واسع بالتعاطف والشفقة والثقة كقيم أساسية لممارسة الرعاية الصحية الجيدة. يسمح التعاطف لمهني الرعاية الصحية فهم ومشاركة مشاعر المريض ومنظوره. التعاطف هو الرغبة في المساعدة، بتحريض من المشاركة المتعاطفة. مع المريض. يسعى المرضى ويفضلون التعامل مع المهنيين الصحيين الذين يتمتعون بالكفاءة، ولكن لديهم أيضًا المهارات الشخصية والعاطفية المناسبة. إن الإيمان والثقة بكفاءة المحترف وفهمه ورغبته في المساعدة هو ما يعزز ثقة المريض. أثبتت الأبحاث فوائد ثقة المريض والرعاية المتعاطفة، بما في ذلك تحسين رضا المرضى وزيادة الالتزام بالعلاج وتحسين النتائج الصحية.

على الرغم من أهمية التعاطف والشفقة، فإنه غالبًا ما يتم تهميشهما في مجال الرعاية الصحية. في السنوات الأخيرة، على سبيل المثال، أدت العوامل الاجتماعية والاقتصادية، بما في ذلك شيخوخة السكان وسياسات التقشف في أوروبا التي أعقبت الانهيار الاقتصادي عام ٢٠٠٨، إلى تهميش هذه القيم. وبينما تكافح أنظمة الرعاية الصحية من أجل توفير الموارد، تضاءلت مساحة التعاطف والتضامن. لقد تقلص التعاطف بينما تزايدت الحاجة إلى الكفاءة. وفي المملكة المتحدة لبريطانيا العظمى وأيرلندا الشمالية، ظهرت حالات وتقارير بارزة، مثل: تقرير فرانسيس، الذي أعقب فضيحة ميد ستافوردشاير، أشارت إلى الافتقار إلى التعاطف باعتباره مشكلة رئيسية في الرعاية السريرية.

وما أظهرته هذه الحالات أيضًا هو وجود علاقة متضاربة بين الحاجة إلى التعاطف والسعي إلى تحقيق قدر أكبر من الكفاءة الاقتصادية وتحقيق الأهداف التشغيلية. في عام ٢٠١٧، ذكر السير روبرت فرانسيس، الذي ترأس التحقيق في فضيحة ميد ستافوردشاير، في مقابلة أنه "في ذلك الوقت في ميد ستافوردشاير، كان هناك ضغط كبير على المنظمات لتحقيق التوازن في دفاترها، لإجراء تحسينات في الإنتاجية ومسائل من هذا القبيل. أصبح الأمر كله يتعلق بالأرقام الواردة في الكتب، وليس بالنتائج التي تعود على المريض. وأعتقد أن هناك خطرًا من حدوث ذلك مرة أخرى.» وجدت الأبحاث التي أجريت في عام ٢٠١٧ في أقسام الحوادث والطوارئ في إنجلترا حول تأثير سياسات التقشف على التجارب اليومية للعاملين في

مجال الرعاية الصحية أن الضغط لتحقيق الأهداف يؤثر سلبًا على الأطباء. وقدرة الممرضات وفرصة ممارسة الرعاية المتعاطفة والشاملة، مما أدى إلى ضيق وإرهاق بين هؤلاء المهنيين.

على هذه الخلفية، تم الترويج للذكاء الاصطناعي كوسيلة لإنقاذ أنظمة الرعاية الصحية الوطنية المتعثرة وتحويل مستقبل الرعاية الصحية من خلال توفير قدر أكبر من الكفاءة والفعالية ومستويات عالية من الرعاية الشخصية.

الذكاء الاصطناعي في الرعاية الصحية:

يُعرَّف الذكاء الاصطناعي على نطاق واسع بأنه "تقنيات الحوسبة التي تشبه العمليات المرتبطة بالذكاء البشري، مثل التفكير والتعلم والتكيف والفهم الحسي والتفاعل". والأمل هو أن تعمل هذه التقنيات على تحويل تقديم الرعاية الصحية من خلال "تبسيط عمليات سير العمل" تحسين دقة التشخيص وتخصيص العلاج، فضلاً عن مساعدة الموظفين على العمل بشكل أكثر كفاءة وفعالية.

يمكن للذكاء الاصطناعي أن يساعد أنظمة الرعاية الصحية على تحقيق قدر أكبر من الكفاءة، بما في ذلك الكفاءة الاقتصادية، بطريقتين:

(١) من خلال تحسين وقت ودقة التشخيص والعلاج للمرضى، والمساعدة حيثما أمكن في الوقاية المبكرة.
(٢) استخدام موظفي الرعاية الصحية بشكل أكثر كفاءة.

وأشار تقرير نُشر في عام ٢٠١٨ في المملكة المتحدة إلى أن النظام الصحي الوطني يمكن أن يوفر ما يصل إلى ١٠% من تكاليف التشغيل من خلال الاستعانة بمصادر خارجية للمهام المتكررة والإدارية لتقنيات الذكاء الاصطناعي.

ويتصور التقرير نفسه أيضًا أن تقوم الروبوتات بجانب السرير بمهام الرعاية الاجتماعية مثل مساعدة المرضى على تناول الطعام والاغتسال وارتداء الملابس، وبالتالي تقليل عبء العمل على موظفي الرعاية بنسبة ٣٠%. لكن ليس فقط المهام التمريضية والإدارية هي التي يمكن أن يساعد فيها الذكاء الاصطناعي.

وفيما يتعلق بالفعالية، يمكن استخدام أنظمة الذكاء الاصطناعي لتقديم خدمات سريرية أفضل من خلال المساعدة في تشخيص وإدارة المرضى، ومن خلال توفير التشخيص ووصف العلاجات.

أظهرت الأبحاث التي أجريت حتى الآن أن الآلات يمكن أن تؤدي أداءً مماثلًا أو حتى أفضل من البشر في اكتشاف سرطان الجلد، وعدم انتظام ضربات القلب، ومرض الزهايمر. علاوة على ذلك، يمكن للشراكات بين الإنسان والآلة أن توفر نتائج أفضل بكثير من البشر أو الآلات وحدها. في هذه الأمثلة، تنبع الفوائد الرئيسية للذكاء الاصطناعي من قدرته على تحسين الكفاءة والفعالية من خلال توجيه التشخيص وتقديم نتائج أكثر دقة وبالتالي القضاء على الخطأ البشري. وفيما يتعلق بزيادة الكفاءة من خلال الوقاية، يمكن استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي التي تتتبع وتحلل حركة الأفراد للكشف عن الأشخاص المعرضين لخطر الإصابة بالسكتة الدماغية والقضاء على هذا الخطر من خلال التدخل المبكر.

تستخدم الرعاية الصحية بالفعل التكنولوجيا لتحسين كفاءتها وفعاليتها. من المباضع والمحاقن إلى السماعات الطبية وأجهزة الأشعة السينية، فإن قائمة التقنيات المستخدمة في الطب لتسهيل وتحسين رعاية المرضى طويلة. ومع ذلك، يختلف الذكاء الاصطناعي عن التقدم التكنولوجي الطبي السابق. في حين تم استخدام التقنيات السابقة لزيادة الحواس والقدرات البدنية لمتخصصي الرعاية الصحية، فكر، على سبيل المثال، في كيفية تحسين سماعة الطبيب لسمع الأطباء وتصوير الأشعة السينية لرؤيتهم، فإن الدور الرئيسي للذكاء الاصطناعي هو زيادة التفكير واتخاذ القرار لديهم. القدرات. وبهذه الطريقة، يدخل الذكاء الاصطناعي ساحة الرعاية الصحية باعتباره جهة فاعلة أخرى ذات صلة أخلاقياً تساعد أو توجه أو تتخذ قرارات مستقلة فيما يتعلق بمعالجة المرضى وإدارتهم.

يؤكد أنصار تكنولوجيا الذكاء الاصطناعي في الرعاية الصحية أن الاستعانة بمصادر خارجية للمهام والقرارات للآلات العقلانية سيوفر الوقت لمتخصصي الرعاية الصحية للمشاركة في رعاية متعاطفة وتعزيز علاقات الثقة مع المرضى. يلاحظ أنه في حين أن الذكاء الاصطناعي لا يستطيع توفير مهارات بشرية لا غنى عنها، مثل الرحمة والتعاطف، فإن هبة

الوقت التي يقدمها إدخال هذه التقنيات ستجلب تركيز جديد على رعاية العلاقة الثمينة بين أخصائي الرعاية والمريض، على أساس الثقة والحضور السريري والتعاطف والتواصل.

والمأمول هو أن المزيد من وقت الفراغ للعاملين في مجال الرعاية الصحية لن يؤدي فقط إلى رعاية أكثر جدارة بالثقة والتعاطف مع المرضى، ولكن أيضًا إلى تقليل الضغط والإرهاق على أخصائي الرعاية الصحية. بالإضافة إلى ذلك، على الرغم من المخاوف من أن الذكاء الاصطناعي سيؤدي إلى فقدان الوظائف في مجال الرعاية الصحية، أشار تقرير للأكاديمية البريطانية حول تأثير الذكاء الاصطناعي على العمل إلى أن المهن التي تتطلب تطبيق الخبرات والتفاعل مع الناس ستكون أقل تأثراً بالأتمتة من خلال الذكاء الاصطناعي.

وفقًا لما تقدم أعلاه، فإن إدخال تقنيات الذكاء الاصطناعي في الرعاية الصحية يوفر إمكانية تحقيق وضع مربح للجانبين: حيث يستفيد المرضى من تشخيص أكثر دقة، ونتائج علاج أفضل، وزيادة التعاطف والرحمة من الطاقم الطبي، الذي بدوره يتمتع بتجربة أفضل. الرضا الوظيفي وتقليل الإرهاق.

إن إعادة تصور الرعاية الصحية، حيث يتولى الذكاء الاصطناعي مهام محددة، بل وحتى متخصصة، في حين يخصص الوقت لأخصائيي الرعاية الصحية للتواصل والتعاطف مع المرضى، تفترض أن القيمة المرتبطة بالتعاطف والشفقة والثقة ستظل مرتفعة. ومع ذلك، قد يقدر المرضى ونظام الرعاية الصحية الدقة والكفاءة أكثر من التعاطف والحكم، مما قد يحول التركيز في الطب بعيدًا عن المهارات الخاصة بالإنسان. يعد الاتجاه الذي سيتطور فيه تقديم الرعاية الصحية أمرًا نظريًا وعمليًا مهمًا. السؤال الذي يتطلب الفحص. في الوقت الحالي، لا يزال من غير الواضح ما إذا كان سيتم تحويل ممارسة الرعاية الصحية عن طريق الذكاء الاصطناعي وكيف، وما هو التأثير الذي قد يحدثه، لا سيما على دور المتخصصين في الرعاية الصحية وعلى العلاقة العلاجية.

الآثار المحتملة للذكاء الاصطناعي:

تعد الكفاءة السريرية جانبًا أساسيًا من هوية العاملين في مجال الرعاية الصحية وتدعم علاقة الثقة بين الأطباء والمرضى.

تعتمد ثقة المريض على الاعتقاد بأن الأطباء والممرضين لديهم المهارات والخبرة المناسبة اللازمة لمساعدة المريض وكذلك الدافع المناسب للقيام بذلك. هذا المزيج من المهارات السريرية مع التعاطف والشفقة هو ما يبرر تولي المرضى موقف الضعف تجاه المتخصصين في الرعاية الصحية. الضعف هو سمة أساسية لعلاقة الثقة. الشخص الذي يضع الثقة في شخص آخر يعرف ويقبل أن هذا الشخص الموثوق به يمكن أن يؤثر بشكل حاسم على نتيجة العمل الموكل إليه.

تنطوي علاقات الثقة على درجة من عدم اليقين لا يمكن تخفيفها؛ إن الإيمان بقدرات الشخص الموثوق به وحسن نيته هو وحده الذي يبرر المخاطرة بعدم اليقين هذا. في السياق السريري، يعرف المريض أن الأمور يمكن أن تسوء، لكنه يعتقد ويأمل أن هذا الخطأ لن يكون مقصودًا، بل بسبب سوء الحظ أو ظروف غير متوقعة.

يتم وضع القواعد واللوائح لحماية المرضى من الإهمال والأخطاء التي يمكن الوقاية منها. إن السعي المستمر لتحسين الرعاية يسلط الضوء على الالتزامات الأخلاقية الأساسية لعدم الإيذاء والعمل بما يحقق المصالح الفضلى للمرضى. ومع ذلك، تبقى الحقيقة أنه في بعض الحالات، يمكن أن يكون الضرر الذي يمكن الوقاية منه نتيجة لإجراء طبي.

إن استخدام الذكاء الاصطناعي لتحسين دقة التشخيص والعلاج يمكن أن يثير قضايا المساءلة عندما تسوء الأمور، ليس فقط في الحالات التي يتبع فيها الأطباء توصيات الذكاء الاصطناعي، ولكن أيضًا عندما يقررون تجاوز هذه التوصيات. في مثل هذه المواقف، ومن غير الواضح من الذي يجب أن يتحمل المسؤولية، وما إذا كانت المسؤولية يجب أن تقع على عاتق مطور الخوارزمية، أو مزود البيانات، أو النظام الصحي الذي اعتمد أداة الذكاء الاصطناعي، أو أخصائي الرعاية الصحية الذي استخدمها. بالإضافة إلى ذلك، حتى في المواقف التي يكون فيها دور الذكاء الاصطناعي مساعداً، قد لا يشعر متخصصو الرعاية الصحية بالثقة في تجاوز توصياته.

إذا تم جلب الآلات إلى الرعاية الصحية لأنها أفضل من البشر في اتخاذ قرارات عقلانية معينة، فكيف يمكن للبشر أن يجادلوا ضدها ويحاورونها بعقلانية؟ ومع ذلك، فإن مسألة المساءلة ليست القضية الوحيدة التي أثيرت هنا. كما أن دور وطبيعة الثقة في العلاقة

العلاجية على المحك أيضًا. هل ينبغي للمرضى أن يثقوا في المتخصصين في الرعاية الصحية؟ إذا أدى إدخال أدوات الذكاء الاصطناعي إلى الاستعانة بمصادر خارجية للمهارات السريرية والتقنية للآلات، فهل يكون الإيمان بحسن نية الطبيب كافياً للحفاظ على علاقة الثقة العلاجية كما هو مفهوم حالياً؟ أحد الوعود العظيمة للذكاء الاصطناعي هو أنه من خلال زيادة الفعالية والدقة ومستويات التخصيص في الرعاية السريرية، سينجح في استبدال الثقة باليقين. في هذه الحالة، قد يتوقف المرضى عن اعتبار المتخصصين في الرعاية الصحية خبراء في مهاراتهم. والمعرفة التي يحتاجون إلى الثقة. قد يؤدي هذا التغيير إلى علاقة مختلفة بين المتخصصين في الرعاية الصحية والمرضى، علاقة لا تتميز بالضعف، ولكنها علاقة شراكة مساعدة. ومع ذلك، حتى في هذا السيناريو الأكثر إيجابية، فإن تحول توقعات المجتمع فيما يتعلق بتوفير الرعاية ودور الصحة -أخصائيو الرعاية غير واضحين. لذلك من المهم النظر في كيف سيغير إدخال الذكاء الاصطناعي تصور الجمهور وفهمه للثقة في اللقاء السريري وكذلك الطريقة التي سيتم بها تشكيل علاقات الثقة في هذا السياق.

وعلى نحو مماثل، يدعو الذكاء الاصطناعي إلى التشكيك في دور وقيمة التعاطف والتراحم في الرعاية الصحية. كما ذكرنا سابقًا، في الرعاية المتمركزة حول المريض، يسمح التعاطف لمتخصصي الرعاية الصحية بفهم وجهة نظر المرضى، وبالتالي يساعد العاملين في مجال الصحة على تصميم الرعاية لتعزيز قيم المرضى وتلبية احتياجاتهم الفردية. ولذلك يلعب التعاطف والرحمة دورًا مهمًا للغاية في نموذج الرعاية الشخصية الذي يرفض الأبوية الطبية ويجمع الطبيب والمريض معًا لمناقشة الخيارات وإيجاد الحلول المناسبة.

وللحفاظ على هذا المثل الأعلى للرعاية التي تركز على المريض، يجب بناء أنظمة الذكاء الاصطناعي بطريقة تسمح بتعدد القيم، مما يعني احتمال أن يحمل المرضى المختلفون قيمًا مختلفة وأولويات مختلفة تتعلق برعايتهم. وبهذه الطريقة، ومن الممكن الحفاظ على المثل الأخلاقية المتمثلة في اتخاذ القرار المشترك وعدم الاستعاضة عنه بشكل آخر من أشكال الأبوية، وهو الشكل الذي لا يمارسه الأطباء، بل تمارسه خوارزميات الذكاء الاصطناعي.

وحتى لو كانت أدوات الذكاء الاصطناعي قادرة على العمل في سياق رعاية يتسم بتعدد القيم، فإن دور التعاطف يظل غير واضح. إذا كانت الرعاية التي تركز على المريض تحتاج إلى

البقاء في مستقبل الرعاية الصحية باستخدام الذكاء الاصطناعي، فهي عبارة عن آلات مبرمجة لدمج أكثر من قيمة واحدة، فماذا يعني هذا بالنسبة لطبيعة ودور التعاطف في تقديم الرعاية؟ هل لا يزال التعاطف قيمة مهنية، أم ينبغي أن يُفهم الآن على أنه تقنية أخرى يجب كتابتها في التعليمات البرمجية وتحسينها؟ في الواقع، تشير الأبحاث في مجال الذكاء الاصطناعي إلى أنه من الممكن إنشاء آلات متعاطفة كوسيلة لإراحة الأطباء والممرضات من العمل العاطفي الكبير الذي تتطلبه مهنتهم. الآثار المحتملة لمثل هذا التحسين الكامل وتفعيل الرعاية الصحية غير واضحة. ومن الممكن أن يؤدي هذا التحسين إلى تحسين نتائج الرعاية الصحية والرعاية الشخصية؛ وبدلاً من ذلك، يمكن أن يؤدي إلى إعادة تأسيس نهج اختزالي في الطب.

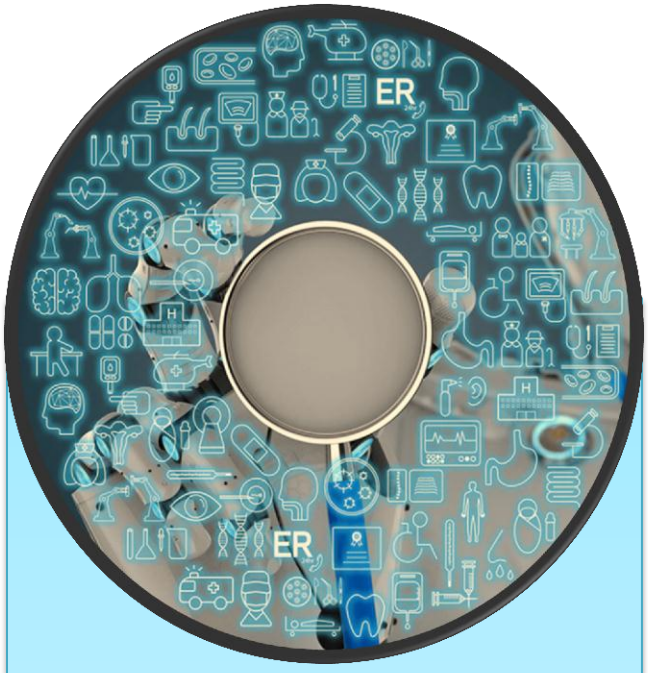
وبعيداً عن هذه المخاوف العملية، ينبغي للمرء أيضاً أن يفكر في ما إذا كان شيء غير ملموس، ولكنه مهم أخلاقياً، سوف يضيع إذا تم اختزال العلاقة العلاجية في مجموعة من الوظائف التي تؤديها الآلة، مهما كانت ذكية. ومن ناحية أخرى، هل سيتغير فهمنا الحالي للتعاطف والتراحم والشفقة والثقة ليتناسب مع السياق الجديد حيث يتم توفير بعض أجزاء الرعاية بواسطة الآلات الذكية؟.

خاتمة:

إن التأثير المحتمل للذكاء الاصطناعي على الرعاية الصحية، بشكل عام، وعلى العلاقة العلاجية بين مقدمي الرعاية الصحية والمرضى، على وجه الخصوص، أمر معترف به على نطاق واسع،وكذلك حقيقة أن المجتمع يحتاج إلى تعلم كيفية التعامل مع أشكال جديدة من العوامل والمرضى والبيئات. يتمتع الذكاء الاصطناعي بإمكانات كبيرة لتحسين الكفاءة والفعالية في الرعاية الصحية. ومع ذلك، فإن قدرة الذكاء الاصطناعي على دعم القيم الأخرى الأساسية لتقديم الرعاية التي تركز على المريض، مثل التعاطف والشفقة والثقة، تتطلب فحصًا دقيقًا.

للمضي قدمًا، ومع دخول الذكاء الاصطناعي بشكل متزايد في مجال الرعاية الصحية، من المهم النظر في ما إذا كان ينبغي دمج هذه القيم وتعزيزها ضمن النوع الجديد من الرعاية الصحية الناشئ، وإذا كانت الإجابة بنعم، فكيف. والأهم من ذلك، أنه من الأهمية بمكان أن

نفكر في نوع الرعاية الصحية التي ينبغي لمجتمع الرعاية الصحية أن يعززها وكيف يمكن للتكنولوجيات الجديدة، بما في ذلك الذكاء الاصطناعي، أن تساعد في تحقيق ذلك.



الفصل الثالث

الذكاء الاصطناعي في الرعاية الصحية: دليل عمل للقيادات الصحية

مقدمة

يتطور الذكاء الاصطناعي (AI) بسرعة في مجال الرعاية الصحية نظرًا لقدرته على إطلاق العنان لقوة البيانات الضخمة واكتساب رؤية لدعم اتخاذ القرارات السريرية القائمة على الأدلة وتحقيق الرعاية القائمة على القيمة. ومن الأهمية بمكان أن يفهم القيادات الصحية حالة تقنيات الذكاء الاصطناعي والطرق التي يمكن من خلالها استخدام هذه التقنيات لتحسين كفاءة الخدمات الصحية وسلامتها والوصول إليها، ودعم التحول الرقمي للرعاية الصحية.

من الواضح أن الذكاء الاصطناعي بدأ يؤثر تقريبًا على كل جانب من جوانب الرعاية الصحية، بدءًا من دعم القرار السريري ، والإدارة الذاتية للمريض للحالات المزمنة في المنزل، إلى أبحاث الأدوية. ومع ذلك، فإن تطوير ونشر تكنولوجيا الذكاء الاصطناعي يمثل تحديًا ومكلفًا. تحتاج المنظمات الصحية إلى التغلب على سلسلة من التحديات من أجل تحقيق النجاح في مجال الذكاء الاصطناعي. تشمل هذه التحديات ما يلي:

(١) الافتقار إلى فهم ما يمكن أن يفعله أو لا يستطيع نوع معين من تكنولوجيا الذكاء الاصطناعي فعله

(٢) الافتقار إلى استراتيجيات واضحة لدمج تقنيات الذكاء الاصطناعي المختلفة في أنظمة الرعاية الحالية لحل المشكلات الأكثر إلحاحًا التي تواجهها المنظمات الصحية حاليًا بشكل فعال

(٣) النقص في القوى العاملة المدربة جيدًا لتطبيق الذكاء الاصطناعي

(٤) عدم توافق تقنيات الذكاء الاصطناعي مع البنية التحتية القديمة

(٥) الافتقار إلى الوصول إلى البيانات الطبية الجيدة والمتنوعة لتدريب خوارزميات التعلم الآلي.

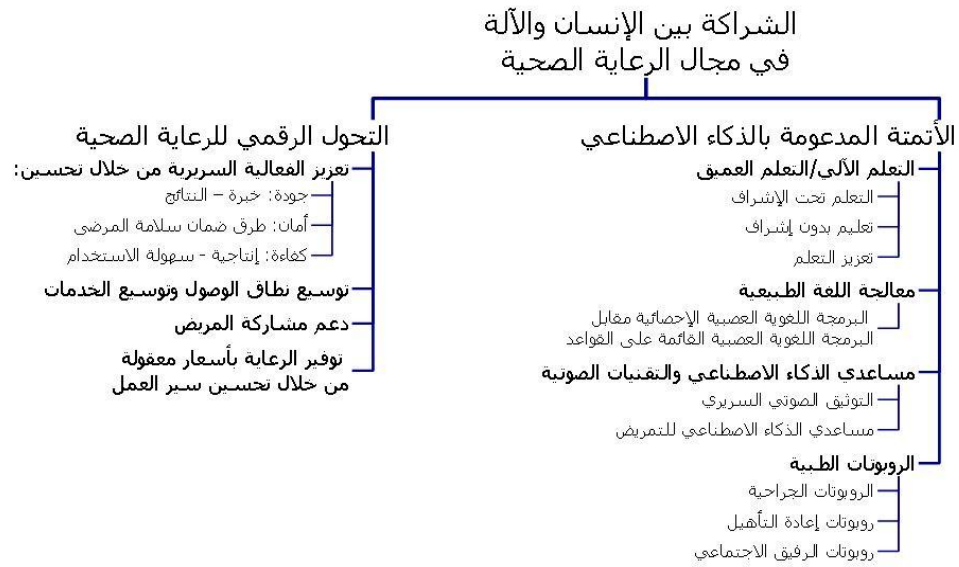
في هذا الفصل، سنتناول المشكلات المذكورة أعلاه من خلال وصف حالة تقنيات الذكاء الاصطناعي أولاً وإمكانات هذه التقنيات لتحويل الرعاية الصحية. سنناقش أيضًا القضايا المتعلقة باختيار تقنيات الذكاء الاصطناعي وتطويرها وتنفيذها لتحسين جودة الرعاية

والوصول إليها وتكلفتها. أخيرًا، سنقدم توصيات لمساعدة القيادات الصحية على تطوير استراتيجية لدعم تكامل الذكاء الاصطناعي والتحول إلى الرعاية الصحية الرقمية.

حالة تكنولوجيا الذكاء الاصطناعي:

يشير الذكاء الاصطناعي، بالمعنى العملي، إلى أنظمة الكمبيوتر التي تحاكي أو تظهر جانبًا محددًا من الذكاء البشري أو السلوك الذكي، مثل التعلم والتفكير وحل المشكلات. وعلى هذا النحو، فإن الذكاء الاصطناعي ليس تقنية واحدة بل مجموعة من التقنيات. العمليات والسلوكيات الذكية الناتجة عن النماذج والخوارزميات الحسابية. في الآونة الأخيرة، أدت النماذج والخوارزميات الحسابية المحسنة، إلى جانب أجهزة الكمبيوتر القوية وتوافر البيانات الضخمة (Big data)، إلى تسريع تقدم الذكاء الاصطناعي، لا سيما في تعلم الآلة (ML)، ومعالجة اللغات الطبيعية (NLP)، وتكنولوجيا الصوت بالذكاء الاصطناعي، ومساعدي الذكاء الاصطناعي، والروبوتات. تم تطوير حلول قوية جديدة لحل مشكلات العالم الحقيقي المعقدة في فهم الصور والتعرف على الكلام وتحليلات البيانات الضخمة والرعاية الصحية. في الأقسام اللاحقة، سنلقي نظرة على تقنيات الذكاء الاصطناعي المتاحة حاليًا ونناقش استخدامها السليم في الرعاية الصحية.

الشكل (٨) يوضح الشراكة بين الإنسان والآلة في مجال الرعاية الصحية



التعلم الالي (machine learning):

يمثل التعلم الآلي النهج السائد في الذكاء الاصطناعي، وهو المسؤول عن معظم التطورات الحديثة في هذا المجال. عادة، يشير تعلم الآلة إلى نظام يقوم بتدريب نموذج تنبؤي من خلال تحديد أنماط البيانات من المدخلات، ثم يستخدم مثل هذا النموذج لعمل تنبؤات مفيدة من بيانات جديدة لم يسبق لها مثيل. يمكن لخوارزميات التعلم الآلي أن تتعلم وتتحسن تلقائيًا من خلال التجربة دون أن تتم برمجتها بشكل صريح، وتمثل "قابلية التعلم" (learnability) هذه سمة رئيسية للذكاء الاصطناعي. يُستخدم التعلم الآلي على نطاق واسع في أنواع أخرى من تقنيات الذكاء الاصطناعي، مثل معالجة اللغات الطبيعية (NLP)، والتكنولوجيا الصوتية، والروبوتات. يحتاج قادة الصحة إلى التعرف على خوارزميات التعلم الآلي الرئيسية لأنها الأساس لفهم إمكانات وقيود الأنواع المختلفة من تقنيات الذكاء الاصطناعي. باختصار، خوارزميات ML الأكثر شيوعًا هي التعلم الخاضع للإشراف، والتعلم غير الخاضع للإشراف، والتعلم المعزز (RL)، والتعلم العميق (DL).

يستخدم التعلم الخاضع للإشراف (Supervised learning) مجموعة بيانات كمدخلات وبعض النتائج المعروفة والمصنفة كمخرجات، ثم يحدد الأنماط التي تربط النتائج بالمدخلات لعمل التنبؤات. في هذا النهج، تحتاج الخوارزمية إلى معرفة الاستنتاجات التي يجب أن تتوصل إليها من مجموعة بيانات معينة. ومع وجود بيانات كافية وإجابات مصنفة بشكل صحيح، تتعلم الخوارزمية في النهاية إجراء تنبؤات من بيانات الإدخال التي لم ترها من قبل. تم تطبيق التعلم الخاضع للإشراف على نطاق واسع في مجال الرعاية الصحية، حيث يوفر دعمًا للقرارات السريرية المبنية على البيانات لرسم خرائط لمتغيرات المدخلات في فئات منفصلة (على سبيل المثال: استخدام التصوير الطبي لتشخيص ورم السرطان وأنواعه الفرعية وشدته) والتحليلات التنبؤية ضمن مخرجات مستمرة (على سبيل المثال: استخدام بيانات السجلات الطبية الإلكترونية [EHR] لإجراء تنبؤات حول تكرار المرض والتشخيص والوفيات).

يتم استخدام التعلم غير الخاضع للرقابة (Unsupervised learning) لاكتشاف بنية البيانات وإجراء تنبؤات بناءً على المدخلات وحدها. تعد خوارزمية التعلم هذه أكثر قابلية للتطبيق في المواقف التي تكون فيها النتائج غير معروفة أو يكون تصنيف البيانات مكلفًا

للغاية. يتم استخدامه في الغالب بطريقة استكشافية للتجميع والكشف عن الشذوذ والتعرف على الأنماط المتكررة في مجموعة متنوعة من أنواع البيانات. في مجال الرعاية الصحية، يعد التعلم غير الخاضع للرقابة مفيدًا بشكل خاص للتنبؤ بمخاطر الأمراض الفردية باستخدام المؤشرات الحيوية الجينية أو لتصميم علاجات شخصية بناءً على الاختلافات الجينية. وبما أن التعلم غير الخاضع للرقابة يمكن أن "يتعلم" تلقائيًا دون تصنيف النتائج من قبل الإنسان، فهو أقرب إلى "الذكاء الاصطناعي الحقيقي" إلى حد ما. ومع ذلك، بدون التدريس البشري، يكون التعلم غير الخاضع للإشراف أكثر عرضة للأخطاء لأنه قد يستخدم ميزات تافهة للبيانات لإجراء التنبؤات. لذلك، من الناحية العملية، غالبًا ما يتم استخدام التعلم الخاضع للإشراف وغير الخاضع للإشراف معًا من خلال الاستفادة من كمية كبيرة من البيانات غير المصنفة للتدريب مع نسبة صغيرة فقط من البيانات المصنفة. وهذا ما يسمى التعلم شبه الخاضع للإشراف والذي يستفيد من مزايا خوارزميات التعلم.

التعلم المعزز (Reinforcement learning) هو خوارزمية تعلم أكثر استقلالية تسمح لوكيل الكمبيوتر باتخاذ الإجراءات والتفاعل مع البيئة باستخدام المكافآت والأخطاء كملاحظات لتوجيه التدريب. ويمكن اعتبار هذا النهج النهائي للتعلم الذاتي لأن الوكيل يتعلم من تجربته الخاصة دون الحاجة إلى بيانات أو تصنيف؛ إنها تنتج نتائج جيدة جدًا لمهام اتخاذ القرار المتسلسلة أو المهام المحددة جيدًا بقواعد ونتائج واضحة، مثل ألعاب اللوحة الإستراتيجية المجردة مثل Go. كما يتم استخدامه بنجاح في السيارات ذاتية القيادة والروبوتات. في مجال الرعاية الصحية، يمكن استخدامه في المواقف التي يحتاج فيها الوكيل إلى التفاعل المستمر مع البيئة وضبط تصرفاته بناءً على ردود الفعل من البيئة (على سبيل المثال: لتحسين تصميمات العلاج والجراحة بمساعدة الروبوت).

يكتشف التعلم العميق (Deep learning) البنية المعقدة في مجموعات البيانات الكبيرة باستخدام خوارزمية الانتشار العكسي التي تعمل على مستويات متعددة من التجريد. ويهدف إلى زيادة قدرة خوارزميات التعلم الخاضعة للإشراف وغير الخاضعة للإشراف لحل مشاكل العالم الحقيقي المعقدة عن طريق إضافة طبقات معالجة متعددة تعتمد على الشبكات العصبية الاصطناعية (artificial neural networks) (ANN)، بما في ذلك "الطبقات المخفية" التي تلعب دورًا رئيسيًا في تحليل المشكلة المراد تحليلها. لقد حقق التعلم العميق اختراقات في

المجالات التي تعتمد بشكل كبير على اكتشاف الميزات والبيانات الضخمة (على سبيل المثال، لعبة Go، ورؤية الكمبيوتر، والتعرف على الكلام (ASR)، واكتشاف الأدوية، وعلم الجينوم).

تم تطبيق التعلم الآلي على العديد من أنواع البيانات (مثل الصور والكلام ومقاطع الفيديو والنصوص) في مهام معقدة تتضمن بيانات ضخمة، مما يؤدي إلى نتائج قابلة للمقارنة مع الخبراء البشريين وأحيانًا تتفوق عليهم من حيث الدقة والكفاءة. لقد أظهر القدرة على توفير ذكاء سريري قائم على البيانات والأدلة لتعزيز التشخيص الطبي وقرارات العلاج والأبحاث الطبية الحيوية وتقديم الخدمات عبر مجموعة كاملة من الرعاية الصحية.

على الرغم من أن تعلم الآلة قد حقق نجاحات كبيرة في المجالات التي تتضمن التصوير الطبي والبيانات الضخمة، إلا أن تعلم الآلة ليس حلاً متعدد الأغراض. بالنسبة للمهام التي تتطلب المنطق السليم أو المعرفة الخاصة بالمجال، أو المواقف التي تقع خارج مجموعة بيانات التدريب على تعلم الآلة، فإن تعلم الآلة يكون أقل قابلية للتطبيق. وذلك لأن تعلم الآلة يعتمد على القوة الحسابية والبيانات الضخمة لتحديد الأنماط والعلاقات السطحية. وعلى هذا النحو، فإنه لا يكشف عن العلاقات السببية أو الفهم الواضح للظاهرة قيد الدراسة. وبالتالي، فمن الصعب تفسير نتائج تعلم الآلة وإصلاح الأخطاء المعروفة المحددة التي تنتجها خوارزميات تعلم الآلة.

معالجة اللغة الطبيعية (NLP):

تستخدم معالجة اللغة الطبيعية (Natural language processing) أساليب حسابية لتحليل اللغات البشرية وتمثيلها تلقائيًا، وغالبًا ما يكون ذلك في تنسيق نصي. في الآونة الأخيرة، تم تطبيق أساليب ML في معالجة اللغات الطبيعية، مما أدى إلى تحقيق نتائج مبهرة في التعرف على الكلام، والترجمة الآلية، وتصنيف النص، والإجابة على الأسئلة، وتحليل المشاعر، واستخراج المعلومات، ومحرك البحث. في مجال الرعاية الصحية، هناك كمية كبيرة جدًا من البيانات النصية غير المنظمة في أشكال ملاحظات الأطباء، ونتائج الاختبارات، وتقارير المختبر، وأوامر الأدوية، وتعليمات الخروج من المستشفى. يمكن استخدام أدوات معالجة اللغة الطبيعية لاستخراج معلومات مهمة عن المرضى من هذه البيانات الوصفية الغنية، مما يساعد على تحسين التشخيص وتوصيات العلاج.

إن قدرة الآلات على استيعاب كميات هائلة من الصور والبيانات النصية بسرعة من خلال التعلم الآلي والبرمجة اللغوية العصبية ستمكن الأطباء من إجراء التشخيص واتخاذ قرارات العلاج في الوقت المناسب، الأمر الذي يمكن أن يكون له تأثير عميق على تقديم الخدمات الصحية، وخاصة على الطرق التي يتم بها علاج المرضى.

تكنولوجيا الصوت والمساعدين الصوتيين:

الصوت هو الطريقة الأكثر بديهية وطبيعية وعالمية للتواصل بين البشر. تعمل تكنولوجيا الذكاء الاصطناعي الصوتية على تغيير طبيعة التواصل بين الإنسان والآلة، مما يسهل على الناس الحصول على المعلومات الصحية وفهمها واستخدامها وتخزينها. تتمتع الواجهة الصوتية بالقدرة على تحسين تجربة المستخدمين (UX)، ومساعدتهم على التغلب على العوائق الموجودة في تبادل المعلومات النصية أو تشغيل النظام المعقد.

لقد تم استخدام التكنولوجيا الصوتية على نطاق واسع في مختلف الصناعات وبدأ دمجها في الرعاية الصحية لمعالجة بعض تحديات المعلومات التي يواجهها كل من العاملين في مجال الصحة والمرضى. تعد أنظمة السجلات الصحية الإلكترونية الحالية معقدة ويصعب استخدامها، لذا يقوم العديد من موردي السجلات الصحية الإلكترونية ومقدمي الخدمات الصحية بدمج التكنولوجيا الصوتية في أنظمة السجلات الصحية الإلكترونية الخاصة بهم لتبسيط عملية التوثيق السريري.

من جهة المستهلك، اكتسب مساعدو الذكاء الاصطناعي مثل Alexa وSiri وCortana وGoogle Assistant "المهارات" اللازمة لأداء مهام روتينية وبسيطة محددة في سياق الرعاية الصحية مثل تذكير المرضى بموعد تناول أدويتهم وجدولة المواعيد. في هذه اللحظة، يتمتع هؤلاء المساعدون الصوتيون المعتمدون على الذكاء الاصطناعي بقدرة محدودة من حيث تقديم إجابات موثوقة على الأسئلة المتعلقة بالصحة. ويبدو أن روبوتات الدردشة القائمة على النصوص أكثر موثوقية، وبالتالي تمتعت بنجاح تجاري أكبر (على سبيل المثال: بابل (Babylon)، وأدا (Ada)).

ومع ذلك، غالبًا ما يتم تحقيق موثوقية روبوتات الدردشة النصية هذه على حساب تقييد إدخال المستخدم على كلمات وعبارات محددة مسبقًا، مما لا يسمح للمستخدمين بأخذ

زمام المبادرة في الحوار. ومع التوقعات العالية للمستثمرين والجهود التي تبذلها كل من شركات التكنولوجيا الكبرى والشركات الناشئة، فمن المؤكد أنه سيتم قريبًا تطوير مساعدات صحية صوتية أكثر تقدمًا تعمل بالذكاء الاصطناعي وقادرة على إدخال لغة غير مقيدة وإجراء محادثات طبيعية شبيهة بالإنسان.

الروبوتات الطبية (Medical robotics):

تمتلك الروبوتات الطبية قدرات جميع تقنيات الذكاء الاصطناعي الموصوفة سابقًا. يمكن للروبوتات الطبية المساعدة في العمليات الجراحية وإعادة التأهيل والتفاعل الاجتماعي والمساعدة على المعيشة وغير ذلك الكثير. واحدة من الروبوتات الطبية الأكثر استخدامًا هي الروبوتات الجراحية المدعومة بالذكاء الاصطناعي، والتي يمكنها تحليل البيانات من السجلات الطبية قبل الجراحة لتوجيه أداة الجراح فعليًا في الوقت والمكان المناسبين أثناء إجراء الجراحة. تُستخدم هذه الروبوتات الجراحية بشكل متكرر في العمليات العصبية وجراحة العظام والمناظير، حيث يتم تشغيلها مباشرة أو عن بعد. بالمقارنة مع الجراحة التقليدية، فإن الجراحة بمساعدة الروبوت هي عملية جراحية محدودة، ويمكن أن تقلل من الإقامة في المستشفى والمضاعفات والأخطاء. كما تم استخدام الروبوتات للمساعدة في إعادة تأهيل المرضى الذين يعانون من السكتة الدماغية، وللمساعدة في رعاية كبار السن، وتوصيل الإمدادات والمعدات الطبية. ومن المعقول أن نتوقع أن الروبوتات سوف تكون قادرة في يوم من الأيام على المراقبة الحيوية للمريض. العلامات واتخاذ الإجراءات المناسبة عند الحاجة.

كيف يمكن للذكاء الاصطناعي أن يغير الرعاية الصحية؟

يتمتع كل من البشر والآلات بنقاط قوة ونقاط ضعف فريدة، ويمكنهم أن يكملوا بعضهم البعض في توفير الرعاية الصحية وتحسينها. وقد حددت الجمعية الطبية الأمريكية مؤخرا دور الذكاء الاصطناعي في الرعاية الصحية بأنه "الذكاء المعزز" (augmented intelligence)، مشيرة إلى أن الذكاء الاصطناعي سيتم تصميمه واستخدامه لتعزيز الذكاء البشري بدلا من استبداله. وتؤكد وجهة نظر الجمعية الطبية الأمريكية على الشراكة بين الإنسان والآلة، والتي الآثار الهامة لاستخدام الذكاء الاصطناعي في الرعاية الصحية. فيما يلي

وجهات نظرنا حول دور الذكاء الاصطناعي وكيف ينبغي تصميم الذكاء الاصطناعي وتنفيذه وتكامله لدعم الأداء البشري وتعزيز تحول الرعاية الصحية الرقمية.

(١) الذكاء الاصطناعي كأداة قوية وشريك:

يمكن استخدام تقنيات الذكاء الاصطناعي الموضحة أعلاه كأدوات وشركاء قويين لتعزيز القدرات البشرية وتوسيعها وتعميقها بل ومضاعفتها، وتقديم أنواع الرعاية التي يحتاجها المرضى، في الوقت والمكان الذي يحتاجون إليه. يوضح الشكل كيف يمكن للبشر والذكاء الاصطناعي تكوين شراكة لتحسين الفعالية السريرية (أي الجودة والسلامة والكفاءة)، والوصول إلى الرعاية والقدرة على تحمل تكاليفها.

ومن المهم أن نشير إلى أن الشراكة بين الإنسان والآلة لا تعني بأي حال من الأحوال أن الآلة لا يمكن استخدامها بمفردها. بالنسبة للمهام التي تجاوزت فيها الآلة الأداء البشري (على سبيل المثال: فحص السرطان واعتلال الشبكية السكري وبعض أمراض القلب)، والمهام التي لا تؤدي فيها الأخطاء إلى عواقب وخيمة (على سبيل المثال: وضع علامة على مجموعة سكانية معرضة للخطر من أجل التطعيم)، أو في المواقف حيث لا يتوفر الأطباء البشريون ولكن يمكن للآلة القيام بعمل جيد (على سبيل المثال: استخدام برنامج الدردشة الآلي لتوضيح للمريض كيفية إعطاء حقنة الأنسولين)، فمن الممكن إجراء أتمتة كاملة للذكاء الاصطناعي. إن المفتاح في الشراكة بين الإنسان والآلة هو الحفاظ على التوازن الدقيق بين أنواع الرعاية التي نقدرها ومستويات الأتمتة التي تقدمها تقنيات الذكاء الاصطناعي (انظر الشكل ٨).

(٢) دمج ميزات الذكاء الاصطناعي في سير العمل لدعم اتخاذ القرارات السريرية:

يتطلب أفضل تكامل للذكاء الاصطناعي في الرعاية الصحية دمج تقنيات الذكاء الاصطناعي في سير العمل لدعم اتخاذ القرارات السريرية. ومن خلال دمج الذكاء الاصطناعي في سير العمل، يمكن أن يساعدنا الذكاء الاصطناعي في تحقيق ما يلي:

(١) أطلق العنان لقوة البيانات الضخمة واكتسب نظرة ثاقبة للمرضى.

(٢) دعم اتخاذ القرارات القائمة على الأدلة، وتحسين الجودة والسلامة والكفاءة، وتنسيق الرعاية وتعزيز التواصل.

(٣) تحسين تجربة المريض ونتائجه

(٤) تقديم القيمة وخفض التكاليف

(٥) تحسين أداء النظام الصحي.

نظرًا لأن السجلات الطبية الإلكترونية بمثابة العمود الفقري لأنظمة الرعاية الصحية الرقمية، فإن النهج المفضل لدمج الذكاء الاصطناعي في الرعاية الصحية هو تضمين ميزات الذكاء الاصطناعي المفيدة مباشرة في أنظمة السجلات الصحية الإلكترونية. في الوقت الحالي، معظم السجلات الصحية الإلكترونية هي "أنظمة سجلات وتخزين" ذات قدرات محدودة. يمكن للتعلم الآلي، ومعالجة اللغات الطبيعية، والتقنيات الصوتية ومساعدي الذكاء الاصطناعي تحويل السجلات الصحية الإلكترونية من "أنظمة سجلات" إلى "أنظمة ذكاء" و"أنظمة مشاركة". بغض النظر عما إذا كانت المنظمة الصحية تخطط لشراء نظام جديد للسجل الصحي الإلكتروني، أو إضافة ميزات الذكاء الاصطناعي إلى نظام السجل الصحي الإلكتروني الحالي، أو إنشاء نظام رعاية صحية رقمي جديد من الجيل التالي مدعوم بالذكاء الاصطناعي، فمن الضروري مراعاة بعض ميزات الذكاء الاصطناعي. يوضح الجدول ٥ قدرات النظام المختلفة التي تدعمها ميزات الذكاء الاصطناعي المحددة.

(٣) معرفة المنصات والمنتجات والخدمات الرئيسية لتطوير الذكاء الاصطناعي في مجال الرعاية الصحية:

هناك ثلاثة أنواع رئيسية من الشركات التي تقدم مجموعة واسعة من منصات ومنتجات وخدمات الذكاء الاصطناعي لتطوير أنظمة الرعاية الصحية المدعمة بالذكاء الاصطناعي. النوع الأول هو بائعي السجلات الصحية الإلكترونية مثل Epic، وCerner، وAllscripts، وAthena، الذين بدأوا في إضافة بعض قدرات الذكاء الاصطناعي في أنظمة السجلات الصحية الإلكترونية الخاصة بهم، والتي تتضمن تعلم الآلة والإملاء الصوتي ومعالجة اللغات الطبيعية لدعم اتخاذ القرارات السريرية وسير العمل وإشراك المرضى. أما النوع الثاني فهو شركات التكنولوجيا الكبرى مثل جوجل، ومايكروسوفت، وأمازون، وأبل، وآي بي إم، والتي توفر منصات وخدمات سحابية للذكاء الاصطناعي وخوارزميات تعلم الآلة للمؤسسات الصحية لبناء وإدارة ونشر تطبيقات الذكاء الاصطناعي المختلفة ببيانات ضخمة.

كما أنها توفر منتجات رعاية صحية متخصصة يمكن للمنظمات الصحية استخدامها. النوع الثالث هو شركات الذكاء الاصطناعي المتخصصة في الرعاية الصحية.

هناك عدد سريع النمو من الشركات، وخاصة الشركات الناشئة التي تنتج أنواعًا مختلفة من تطبيقات الذكاء الاصطناعي للرعاية الصحية. تندرج هذه التطبيقات عادةً في واحدة من أربع فئات: التعامل مع المريض، ومواجهة الطبيب، والبحث، والرعاية الصحية عن بعد. ويلخص الجدول الجهات الفاعلة الرئيسية في مجال الذكاء الاصطناعي ومنصاتها ومنتجاتها وخدماتها المتاحة لتطوير تطبيقات الذكاء الاصطناعي.

(٤) تطوير وتنفيذ الذكاء الاصطناعي في مجال الرعاية الصحية:

باستخدام مجموعة واسعة من منصات وأدوات وخدمات الذكاء الاصطناعي المتاحة، تتعاون العديد من المنظمات الصحية مع شركات التكنولوجيا لبناء قدراتها في مجال الذكاء الاصطناعي. وعادة ما تجمع بين الأساليب التالية في مثل هذا التطوير:

توظيف المواهب الخارجية، وبناء القدرات الداخلية، وشراء الشركات الناشئة التي تركز على الذكاء الاصطناعي أو غيرها من الشركات، والشراكة مع المؤسسات الأخرى، والاحتفاظ بالمواهب الداخلية. حاليًا، يبدو أن هناك ثلاثة اتجاهات في تطوير الذكاء الاصطناعي في مجال الرعاية الصحية:

١. يعد التعلم الآلي هو النهج السائد، وقد ثبت أنه يمكن الاعتماد عليه في اكتشاف الأمراض وتشخيصها وإدارتها. في السنوات الأخيرة، أثبتت خوارزميات التعلم الآلي موثوقيتها في اكتشاف الأمراض وتشخيصها.

حصلت العديد من هذه الخوارزميات على موافقات من إدارة الغذاء والدواء الأمريكية (FDA) لاستخدامها الآمن في الرعاية الصحية. قدم الباحثون نظرة عامة جيدة على هذه الخوارزميات المعتمدة من إدارة الغذاء والدواء وأشار إلى أن معظمها تم تطويره في مجالات الأشعة وعلم الأمراض وأمراض القلب والأورام والغدد الصماء والأمراض الجلدية.

إلى جانب الكشف عن الأمراض وتشخيصها، بدأت العديد من المستشفيات في الولايات المتحدة وكندا في استخدام التعلم الآلي للتحليلات التنبؤية لأغراض إدارة المستشفى (على

سبيل المثال: التنبؤ بالأحداث السلبية، ومعدلات الوفيات، وعدد المرضى في قسم الطوارئ). تمكن هذه القدرة على التنبؤ المستشفيات من اتخاذ تدابير استباقية للأحداث المتوقعة قبل أيام.

فيما يلي بعض النقاط البارزة في ML الجديرة بالذكر:

طور باحثون في جامعة ستانفورد خوارزمية ذكاء اصطناعي يمكنها تشخيص ما يصل إلى ١٤ نوعًا من الحالات الطبية في وقت واحد من الصور الطبية

يستخدم اختصاصيو الأشعة العصبية في Mayo Clinic الذكاء الاصطناعي للعثور على المؤشرات الحيوية الجزيئية في فحوصات التصوير بالرنين المغناطيسي بدلاً من اختبار العينات التي تم جمعها أثناء الجراحة.

قام باحثون من مركز ميموريال سلون كيترينج للسرطان بتطوير نموذج ونظام للتعلم العميق يستخدم فقط التشخيصات المبلغ عنها كتسميات للتدريب على صور الشرائح بأكملها، وبالتالي تجنب التعليقات التوضيحية اليدوية لمجموعات البيانات الضخمة التي تتطلبها نماذج التعلم العميق الأخرى. تظهر دراستهم أن نظامهم لديه القدرة على تدريب نماذج تصنيف دقيقة دون مجموعات البيانات المشروحة، وبالتالي التغلب على التحدي الكبير المتمثل في نشر أنظمة دعم القرار الحسابية في الممارسة السريرية.

قام معهد ماساتشوستس للتكنولوجيا (MIT) مؤخرًا بتطوير نموذج جديد للتنبؤ بالذكاء الاصطناعي قائم على التعلم العميق يمكنه توقع تطور سرطان الثدي قبل ما يصل إلى ٥ سنوات. والأهم من ذلك، أن نموذج الذكاء الاصطناعي هذا مصمم خصيصًا لضمان دقته بالتساوي للنساء البيض والسود.

تستخدم العديد من المستشفيات في كندا الذكاء الاصطناعي للتنبؤ بعدد المرضى الذين سيصلون إلى قسم الطوارئ قبل يومين أو ثلاثة أيام، مما يسمح للمستشفى باتخاذ إجراءات استباقية في التوظيف وتخصيص الموارد.

الجدول (٥). دمج ميزات الذكاء الاصطناعي في EHRS لدعم اتخاذ القرارات السريرية وسير العمل

قدرات النظام	ميزات الذكاء الاصطناعي
توفير دعم القرار السريري في نقطة الرعاية لتحسين دقة التشخيص وتوصيات العلاج	• التحليلات التشخيصية باستخدام التصوير الطبي (مثل: CT-scan, X-rays, MRI, ECG/EKG, pathological images) أو البيانات الجينومية والسلوكية وغيرها من البيانات السريرية (مثل الأعراض وتاريخ العائلة) التحليلات التنبؤية (على سبيل المثال التنبؤ بالمرضى المعرضين لمخاطر عالية ونتائج العلاج) • توصيات العلاج الشخصية بناءً على البيانات السريرية والجينومية والسلوكية • التنبؤ والوقاية من الأحداث السلبية • سلامة الدواء والمصالحة • التكامل الروتيني للتصوير الطبي مع البيانات السريرية الأخرى لفرز ومراقبة الرعاية الحرجة، والتفسير التشخيصي، وتعديل العلاج • الطب الدقيق واكتشاف الأدوية
توسيع نطاق الوصول وتوسيع الخدمات	• الوصول إلى الخدمات الإلكترونية (الاستشارة عبر الإنترنت، حجز المواعيد، تجديد الأدوية)
توفير تكنولوجيا مشاركة المرضى لدعم الرعاية الذاتية	• تمكين المرضى من خلال الوصول إلى بياناتهم الصحية • أدوات مشاركة المرضى (مثل برامج الدردشة الآلية والأجهزة القابلة للارتداء والأجهزة المحمولة) لدعم تثقيف المرضى واتخاذ القرارات المستنيرة والمراقبة الذاتية والإدارة الذاتية للحالات المزمنة • قنوات للمرضى للتفاعل مع مقدمي الرعاية الصحية والأنظمة والخدمات • دمج بيانات المرضى المهمة من الأجهزة المحمولة والتطبيقات الصحية القابلة للارتداء في السجل الصحي الإلكتروني
تحسين سير العمل وتخصيص الموارد، وتحسين الكفاءة التشغيلية	• التنبؤات بعدد المرضى خلال فترة محددة والموارد اللازمة (الموظفين والمعدات والمرافق) • تقنية صوتية متكاملة في السجل الصحي الإلكتروني للتوثيق السريري وإدخال البيانات والواجهة الصوتية وطرح الأسئلة والإجابة عليها • قدرة البرمجة اللغوية العصبية المتكاملة لمعالجة البيانات الصحية السردية (ملاحظات الطبيب والتقارير السريرية) وتوفير ملخصات مهمة لمعلومات المريض الرئيسية • خوارزميات بحث أكثر ذكاءً • تبسيط العمليات التشغيلية من خلال أتمتة الذكاء الاصطناعي

قدرات النظام	ميزات الذكاء الاصطناعي
	• اكتشاف الاحتيال والهدر وإساءة الاستخدام من خلال التعلم الآلي
تسهيل مراقبة صحة السكان وإدارتها، وتحسين الصحة	• مراقبة صحة السكان • تحديد المجموعات السكانية المعرضة للخطر • تحديد أولويات مجموعات المرضى المعرضين للخطر وإدارة التدخلات الاستباقية • دراسة المحددات الاجتماعية على الرعاية الصحية وإدارة عافية السكان
دعم البحوث السريرية في العالم الحقيقي والطب المبني على الأدلة	• جمع وتخزين بيانات العالم الحقيقي للبحث السريري وتحسين الرعاية • مطابقة الطب الدقيق والتجارب السريرية

الاختصارات: (CT) (computed tomography) التصوير المقطعي المحوسب؛ (ECG) (electrocardiographic) تخطيط كهربية القلب، (EHR) (electronic health record) السجل الصحي الإلكتروني، (MRI) (magnetic resonance imaging) التصوير بالرنين المغناطيسي. (NLP) (natural language processing) معالجة اللغة الطبيعية.

إن قدرة الآلة على استيعاب كميات هائلة من المعلومات وتوفير الأفكار اللازمة بسرعة سيكون لها تأثير عميق على طرق تقديم وإدارة الخدمات الصحية الطبية. كما أنه سيعادل الرعاية الصحية من خلال الاهتمام بالمرضى الذين يتم استبعادهم عادةً.

٢. يعد التعاون بين القطاعات أمرًا حيويًا لتطوير الذكاء الاصطناعي في مجال الرعاية الصحية. حاليًا، تعمل معظم شركات الذكاء الاصطناعي الكبرى مع شركاء في علوم الحياة أو تصنيع أجهزة الاستشعار لتطوير قدرات الذكاء الاصطناعي في مجال الرعاية الصحية.

على سبيل المثال: دخلت شركة Apple في شراكة مع أكثر من ١٠٠ مستشفى وعيادة لمشروع السجلات الصحية الخاص بها، مما يسمح للمستهلكين بتبادل بياناتهم الصحية مع مقدمي الرعاية الصحية. وبالمثل، طورت شركة IBM شراكات مع العديد من المستشفيات، مما مكنها من تقديم توصيات بشأن تشخيص السرطان وعلاجه باستخدام Watson Health. يوفر التعاون عبر القطاعات نفوذًا لكل من شركات الذكاء الاصطناعي والمنظمات الصحية،

مما يمكّنها من إدارة التعقيد متعدد الأوجه للذكاء الاصطناعي والرعاية الصحية. سيكون لمثل هذا النهج تأثير كبير على تقدم الذكاء الاصطناعي في مجال الرعاية الصحية.

الجدول (٦) الجهات الفاعلة الرئيسية في مجال الذكاء الاصطناعي ومنصاتها ومنتجاتها وخدماتها في مجال الرعاية الصحية

مقدمي التكنولوجيا	منصات وأدوات وخدمات الذكاء الاصطناعي
موردو السجلات الصحية الإلكترونية (مثل Epic وCerner وAllscripts وAthena وغيرهم)	بدأ موردو السجلات الصحية الإلكترونية بإضافة بعض إمكانيات الذكاء الاصطناعي في أنظمة السجلات الصحية الإلكترونية الخاصة بهم،٩ مثل: • معالجة اللغة الطبيعية • التعلم الآلي لدعم القرار السريري • التكامل مع تقنيات الرعاية الصحية عن بعد • تحليلات التصوير الآلي • الإملاء الصوتي • أدوات عبر الإنترنت لإشراك المرضى
شركات التكنولوجيا الكبرى (مثل Google وMicrosoft وAmazon وApple وIBM وNVIDIA وNuance و Open AI وغيرها)	توفر شركات التكنولوجيا الكبرى منصات وخدمات سحابية للذكاء الاصطناعي وخوارزميات التعلم الآلي للمؤسسات الصحية لبناء وإدارة ونشر تطبيقات الذكاء الاصطناعي المتنوعة ببيانات ضخمة، بما في ذلك إمكانات ما يلي: • التعرف على الصور • معالجة اللغة الطبيعية • التعرف على الصوت • مطابقة الأسئلة والأجوبة • التحليلات التنبؤية • المساعدون الصوتيون القائمون على الذكاء الاصطناعي: Alexa وSiri وCortana وGoogle Assistant، وقد طورت هذه الشركات أيضًا منتجات متخصصة في الرعاية الصحية: • يستطيع IBM Watson التعلم من البيانات الجديدة وتقديم توصيات بشأن التشخيص والعلاج للسرطان • تقدم Nuance أدوات البرمجة اللغوية العصبية التي يمكن دمجها في السجلات الصحية الإلكترونية التجارية لدعم التوثيق السريري وإدخال البيانات

مقدمي التكنولوجيا	منصات وأدوات وخدمات الذكاء الاصطناعي
	• يتيح تطبيق Apple Health Records للمستهلكين إدخال بياناتهم الصحية، واستيراد هذه البيانات من تطبيقات وأجهزة الهاتف المحمول، ثم تبادلها مع مقدمي الرعاية الصحية • تقدم أمازون أداة Comprehend Medical، وهي أداة (NLP) لتحليل النصوص السريرية غير المنظمة • يمكن استخدام Alexa HIPAA من أمازون لبناء "مهارات" روبوتات الدردشة المتوافقة مع الرعاية الصحية • قام Google Deep Mind ببناء نظام لتقديم توصيات التشخيص والعلاج لأكثر من ٥٠ مرضًا مختلفًا للعيون • يتيح Microsoft Azure API for FHIR لمقدمي الخدمات الصحية ربط بيانات السجلات الصحية الإلكترونية الحالية الخاصة بهم للتحليلات والتعلم الآلي والذكاء القابل للتنفيذ • يوفر Microsoft Healthcare Bot معلومات الرعاية الصحية، بما في ذلك النماذج اللغوية لفهم معلومات الرعاية الصحية والمحتوى من مصادر موثوقة
شركات الذكاء الاصطناعي المتخصصة في مجال الرعاية الصحية	يقوم عدد سريع النمو من الشركات، وخاصة الشركات الناشئة، بإنتاج تطبيقات الذكاء الاصطناعي التي تواجه المريض والطبيب: (أ) التطبيق الذي يواجه المريض: وفيما يلي قائمة ببعض روبوتات الدردشة المعروفة: روبوتات الدردشة النصية: Woebot، Babylon health، Buoy health، Your.Md، Molly، Eva، Ginger، Replika، Florence، Izzy، Safedrugbot، Sensely، GYANT، Bots4Health، وغيرها روبوتات الدردشة التي يتم تفعيلها بالصوت: Ada health, Infermedica, Avaamo منصات لتطوير روبوتات الدردشة الصوتية في مجال الرعاية الصحية: Orbita (ب) تطبيقات الذكاء الاصطناعي التي تواجه الطبيب: أدوات الإملاء الصوتي للتوثيق السريري: Dragon Medical Practice by Nuance أدوات معالجة اللغات الطبيعية الطبية: Optum من United Health Group، وMetaMap من NLM، وcTakes من Mayo

مقدمي التكنولوجيا	منصات وأدوات وخدمات الذكاء الاصطناعي
	Clinic، وInguamatics، وCLAMP Toolkit من جامعة تكساس

٣. أصبحت الشراكات بين الحكومات وصناعة الذكاء الاصطناعي شائعة. وللتغلب على تحديات الرعاية الصحية التي تواجهها، قامت الحكومات في العديد من البلدان بتشكيل تحالفات استراتيجية مع القطاع الخاص. على سبيل المثال: طورت هيئة الخدمات الصحية الوطنية في المملكة المتحدة العديد من الشراكات مع شركات الذكاء الاصطناعي لتحسين خدمات الرعاية الصحية. وهي تتعاون مع Babylon Health لتوفير التشخيص الطبي عبر الإنترنت والاستشارة عن بعد لتسهيل الوصول إلى الرعاية الصحية؛ وهي تتعاون مع DeepMind، شركة أبحاث الذكاء الاصطناعي البريطانية المملوكة لشركة Google، لتطوير نموذج التعلم العميق للتنبؤ المستمر باحتمالية إصابة المرضى بحالات تهدد حياتهم، وقد شكلت مؤخرًا شراكة مع أمازون لتزويد الأشخاص بإجابات موثوقة لأسئلتهم. الأسئلة الطبية من خلال اليكسا.

بدأت الحكومة الكندية أيضًا في تطوير تحالف يسمى منصة الصحة والاكتشاف الرقمية (Digital Health and Discovery Platform) (DHDP)، مع شبكة مكونة من ١٠٠ شريك في جميع أنحاء كندا. تعمل الشبكة على إشراك الجمعية الكندية لأخصائيي الأشعة بالإضافة إلى مؤسسات الرعاية الصحية والشركات الخاصة والجامعات في جميع أنحاء كندا في تطوير منصة بيانات صحية متطورة في جميع أنحاء كندا لتطوير الطب الدقيق (precision medicine). سيدمج برنامج DHDP مصادر متنوعة من البيانات، بما في ذلك علم الجينوم والتصوير والسجلات الطبية الإلكترونية من مستشفيات متعددة في جميع أنحاء كندا لاكتشاف تدخلات علاجية جديدة، مثل المؤشرات الحيوية المشتقة من الذكاء الاصطناعي، للتشخيص والعلاجات الشخصية للسرطان وفي النهاية للأمراض الأخرى. تتمتع كندا بنظام رعاية صحية شامل ممول من القطاع العام، وعلماء تعلم الآلة مشهورون عالميًا، وباحثون من الدرجة الأولى في كل من العلوم الطبية والمعلوماتية الصحية، لذلك يجب أن تكون قادرة على تطوير نظام بيئي رعاية صحية رقمي متطور مدعوم بالذكاء الاصطناعي لتحسين الرعاية الصحية. لجميع الكنديين.

كانت الحكومة الفيدرالية الأمريكية بطيئة في تشكيل تحالف مع القطاع الخاص بشأن الذكاء الاصطناعي في مجال الرعاية الصحية. في فبراير ٢٠١٩، أعلنت حكومة الولايات المتحدة عن مبادرة الذكاء الاصطناعي الأمريكية، لتعزيز استراتيجية الحكومة بأكملها في التعاون في مجال الذكاء الاصطناعي والتي تستهدف أنظمة الرعاية الصحية القابلة للتفسير (explainable healthcare systems)، والأنظمة "الموثوقة والآمنة". على الرغم من الإجراءات البطيئة التي اتخذتها الحكومة الفيدرالية، لا تزال الولايات المتحدة تظهر هيمنتها في مجال الذكاء الاصطناعي بسبب الجهود الكبيرة التي يبذلها قطاعها الخاص (خاصة شركات التكنولوجيا الكبيرة، وبائعي أنظمة السجلات الصحية الإلكترونية، والشركات الناشئة المبتكرة)، والجامعات رفيعة المستوى. ، ووكالات الإدارة الفيدرالية النشطة للغاية. حتى الآن، تم تطوير غالبية خوارزميات تعلم الآلة التي وافقت عليها إدارة الغذاء والدواء (FDA) بواسطة شركات أو جامعات أمريكية. معظم أنظمة السجلات الصحية الإلكترونية المدعومة بالذكاء الاصطناعي وتطبيقات الذكاء الاصطناعي للمستهلك هي منتجات الولايات المتحدة، وبعضها مدرج في الجدول رقم (٦).

أصبحت الصين قوة عالمية في مجال الذكاء الاصطناعي،بفضل استراتيجياتها الوطنية الشاملة في مجال الذكاء الاصطناعي، والإجراءات الحاسمة لدعم صناعة الذكاء الاصطناعي بتمويل سخي من الحكومة المركزية، وشبكات المستشفيات المملوكة للدولة، والبيانات السكانية الكبيرة، وإدارة البيانات الأقل تقييداً، وثقافة الشركات الناشئة. تنشر الصين الآن أوراقًا علمية حول الذكاء الاصطناعي أكثر من أي دولة أخرى. وقد تفوق نظام تصوير الدماغ الذي يعمل بالذكاء الاصطناعي على الأطباء الخبراء من البشر في تشخيص أورام الدماغ والتنبؤ بتوسع الورم الدموي.

تُرى الروبوتات بشكل شائع في المستشفيات، حيث تقوم بتحية المرضى وتوجيههم؛ تتعاون العديد من الشركات الخاصة مع المستشفيات لتقديم خدمات تشخيص تجريبية مدعومة بالذكاء الاصطناعي. على سبيل المثال، يُستخدم الآن برنامج التصوير الطبي المدعم بالذكاء الاصطناعي من Tencent والذي يتمتع بدقة تزيد عن ٩٠% في تشخيص سرطان المريء الأولي في أكثر من ١٠٠ مستشفى في جميع أنحاء الصين. ومن الواضح أن الصين تكتسب الريادة العالمية في أبحاث الذكاء الاصطناعي والابتكار التكنولوجي والرعاية الصحية المدعومة

بالذكاء الاصطناعي. خدمات. ومن خلال اتصالها بشبكة الجيل الخامس المطور حديثا، من المؤكد أن الصين سوف تكتسب المزيد من المزايا، مما يظهر تقارب الذكاء الاصطناعي وغيره من التقنيات المتقدمة في مجال الرعاية الصحية.

الخاتمة

إن تطوير وتنفيذ الذكاء الاصطناعي في مجال الرعاية الصحية أمر معقد ومكلف، لذلك تحتاج المنظمات الصحية إلى اتخاذ قرارات ذكية ووضع خطط استراتيجية تمكنها من تحقيق قيمة حقيقية لمؤسساتها. فيما يلي بعض الاعتبارات الخاصة بالتطوير الناجح ونشر ودمج الذكاء الاصطناعي في الرعاية الصحية.

(١) النظر في الأهداف قصيرة المدى وطويلة المدى لمؤسستك:

باعتبارك صانع قرار، من الضروري مراعاة الأهداف قصيرة المدى وطويلة المدى عند تطوير استراتيجية الذكاء الاصطناعي لمؤسستك. على المدى القصير، تحتاج إلى بناء حالة استخدام من خلال تحديد المشكلات الأكثر إلحاحًا التي تواجهها مؤسستك وتحديد كيفية حل هذه المشكلات من خلال تقنيات وأساليب الذكاء الاصطناعي المتاحة فعالة من حيث التكلفة. على المدى الطويل، تحتاج إلى تصور مستقبل مؤسستك، مع الأخذ في الاعتبار كيفية تطور مؤسستك وكيف يمكن توسيع نطاق تقنيات الذكاء الاصطناعي الحالية والناشئة لتحويل مؤسستك بشكل فعال، وبناء مستشفى المستقبل.

تركز العديد من المنظمات الصحية حاليًا على تعلم الآلة في بيانات السجلات الصحية الإلكترونية في المستشفيات. مع توفر اتصال 5G فائق السرعة، سيكون هناك تقارب بين تقنيات الذكاء الاصطناعي وأجهزة الاستشعار وروبوتات الدردشة الصوتية والواقع الافتراضي/المعزز والوسائط التفاعلية الأخرى. سيصبح من الممكن المراقبة والتشخيص وتحسين العلاج في الوقت الفعلي استنادًا إلى البيانات التاريخية والحالية لكل من الأفراد والسكان. سيسمح ذلك بتطوير نظام بيئي صحي رقمي ذكي ومتكامل ومتصل على مستوى البلاد، والذي لن يدعم اتخاذ القرارات الطبية والأبحاث السريرية فحسب، بل سيعمل أيضًا على تحسين تعليم المرضى ومشاركتهم ورعايتهم في المنزل. لذا، يحتاج قادة الصحة إلى تصميم

استراتيجيات الذكاء الاصطناعي وقدرات البنية التحتية الخاصة بهم مع رؤية للحاضر والمستقبل.

(٢) تكوين القادة وفريق العمل والثقافة التنظيمية والتعاون من أجل التنفيذ الناجح:

التكنولوجيا وحدها لن تغير الرعاية الصحية؛ إنها تحتاج إلى أشخاص يستمدون القيمة من الذكاء الاصطناعي والذين يحدثون تأثيرًا عبر مؤسستك. يمكن لكبار القادة أن يحدثوا فرقًا في مشاريع الذكاء الاصطناعي الخاصة بهم من خلال توفير التمويل والموهبة والموارد المطلوبة. بالإضافة إلى ذلك، من الضروري بناء فريق من الأشخاص الذين يمتلكون الخبرات المتنوعة المطلوبة لتطوير الذكاء الاصطناعي، وتكامل التكنولوجيا، وترحيل البيانات، وتكامل الخدمات الطبية. ومن المهم بنفس القدر تطوير ثقافة مؤسسية للمشاركة على مستوى المنظمة في ابتكار الذكاء الاصطناعي. يجب أن تكون المنظمات الصحية مستعدة للتعاون مع الشركاء عبر الصناعة، والعمل مع الشركاء لاتخاذ قرارات ذكية وتحقيق النجاح في تنفيذ الذكاء الاصطناعي وتكامله.

(٣) اختيار منصة الذكاء الاصطناعي والأدوات والأساليب المناسبة لتنفيذ استراتيجية الذكاء الاصطناعي الخاصة بالمؤسسة:

يختلف مقدمو الرعاية الصحية في أحجامهم وأنواعهم وتحدياتهم وأولوياتهم ومواردهم. بالنسبة لمقدمي الخدمات الذين قاموا بالفعل بتثبيت نظام سليم للسجل الصحي الإلكتروني، من الممكن إضافة قدرات الذكاء الاصطناعي إلى نظام السجل الصحي الإلكتروني حيث قام العديد من موردي السجلات الصحية الإلكترونية بفتح منصاتهم للسماح بتبادل البيانات واتصال النظام.

بالإضافة إلى ذلك، يقوم العديد من البائعين بإضافة ميزات الذكاء الاصطناعي إلى أنظمة السجلات الصحية الإلكترونية الخاصة بهم. بالنسبة لمعظم المستشفيات، ربما يكون العمل مع مورد سجلات طبية إلكترونية مناسب EHR وغيره من شركات تكنولوجيا الذكاء الاصطناعي لتطوير الحلول التي يحتاجون إليها هو الخيار الأفضل. بالنسبة للمؤسسات التي لديها الخبرة والموارد اللازمة لبناء قدرات الذكاء الاصطناعي الخاصة بها أو التي ترغب في أن

تصبح لاعبًا في الذكاء الاصطناعي في صناعة الرعاية الصحية، يمكنها القيام بذلك عن طريق استخدام المنصات والخدمات السحابية التجارية للذكاء الاصطناعي المتوفرة حاليًا (انظر الجدول ٦).

للحفاظ على سير العمل كالمعتاد، يمكنهم بناء البنية التحتية الجديدة للذكاء الاصطناعي الخاصة بهم والمعالجة بشكل مستقل، ثم ربطها بالبنية التحتية القديمة. وهذا يمنح المنظمات الصحية السيطرة الكاملة على إنشاء عملية جديدة مع تجنب التدخل في العمليات الجارية.

(٤) تشكيل استراتيجية بيانات جيدة لاستخلاص رؤى المرضى:

يعتمد تعلم الآلة الناجح على الوصول إلى كميات كبيرة من البيانات عالية الجودة؛ يمكن أن يؤثر مصدر البيانات وحجمها وجودتها بشكل كبير على نماذج تعلم الآلة التي تم تطويرها. يمثل جمع بيانات واسعة النطاق كاملة ودقيقة وحديثة وتمثل مجموعات سكانية نموذجية تحديًا كبيرًا لمحترفي التحليلات. ويرجع جزء من التحيز في الذكاء الاصطناعي إلى عدم وجود بيانات متنوعة متاحة لتدريب الخوارزميات . لذا فإن القدرة على جمع البيانات وتخزينها والتعلم منها أمر بالغ الأهمية لنجاح الذكاء الاصطناعي، وغالبًا ما يقضي العاملون في الذكاء الاصطناعي جزءًا كبيرًا من وقتهم لتنظيف البيانات من أجل ضمان جودة نماذج تعلم الآلة التي يقومون بتطويرها. يعتقد بعض علماء البيانات أن جمع بيانات جديدة تلبي معايير البيانات الحالية أفضل من تنظيف البيانات القديمة الفوضوية. يعد هذا منظورًا صالحًا لأن البيانات القديمة في أنظمة السجلات الصحية الإلكترونية غالبًا ما تحتوي على ضوضاء وعشوائية وتحيزات وأخطاء وبيانات غير قابلة للاستخدام.

(٥) إعادة تدريب خوارزميات تعلم الآلة والتحقق من صحة تطبيقات الذكاء الاصطناعي باستخدام البيانات والمرضى من المنظمات المحلية:

يعد عدم تضمين ما يكفي من البيانات المفيدة والتمثيلية أثناء التدريب والتحقق من الصحة مشكلة شائعة في تعلم الآلة. تحتاج المنظمات الصحية إلى فهم هذه القيود وتوفير بيانات كافية ومتوازنة ومتنوعة وتمثيلية من سكانها لإعادة تدريب نماذج تعلم الآلة والتحقق من صحتها عند نشرها. يجب أن يدرك صناع القرار أن معظم تقنيات الذكاء الاصطناعي

ليست منتجات "خارجة عن المألوف" يمكنك ببساطة توصيلها بنظامك الرقمي حتى تعمل. يعد الاختبار التجريبي على نطاق صغير في الموقع طريقة جيدة للتحقق من صحة أي تطبيق للذكاء الاصطناعي.

(٦) تحديد سياق وبروتوكولات الاستخدام الآمن لتقنية الذكاء الاصطناعي:

يتطلب ضمان سلامة وخصوصية ورفاهية المرضى إجراء تحليل للمخاطر، وتقييم عواقب النتائج "الإيجابية الخاطئة" و"السلبية الخاطئة" المحتملة، وتطوير بروتوكولات الوقاية من المخاطر. بالنسبة للعمليات السريرية الحاسمة التي يمكن أن تؤدي إلى عواقب وخيمة (على سبيل المثال: اتخاذ قرارات التشخيص والعلاج الطبي)، يلزم وجود آلية أمان مزدوجة. في مثل هذه الحالات، الأطباء هم من يقومون بإجراء المكالمات، باستخدام الرؤى المولدة من البيانات كمراجع. علاوة على ذلك، لكي يتم نشر أي منتج للذكاء الاصطناعي، هناك حاجة إلى التنفيذ التجريبي والتحقق من صحته في الموقع.

وأخيرًا، من المهم جمع الأدلة الواقعية وتطوير آلية لمراقبة أداء النظام بشكل مستمر، مما يضمن سلامة وفعالية منتج الذكاء الاصطناعي المنشور بشكل مستمر. وفي كل هذه العمليات، من المهم وضع سياسات وبروتوكولات لضمان الخصوصية والأمن والأخلاقيات في استخدام الذكاء الاصطناعي. ومع ذلك، يجب علينا أن نحافظ على التوازن بين خصوصية المريض ومشاركة البيانات، وبين التنظيم والابتكار. يحتاج متخصصو الذكاء الاصطناعي إلى العمل مع حجم كبير من بيانات المرضى الحقيقية لضمان دقة وسلامة نماذج التعلم الآلي، لذلك يحتاج المرضى إلى معرفة أن الذكاء الاصطناعي لا يمكن أن يتقدم إلا عندما يشاركون البيانات بحرية أكبر، ويمكن القيام بذلك بطريقة بيئة آمنة. وفي الوقت نفسه، تحتاج المنظمات الصحية إلى التأكد من أن مناهج الذكاء الاصطناعي الخاصة بها قانونية وأخلاقية وقوية، وتظهر شفافية كاملة حول ما تفعله ببيانات المرضى.

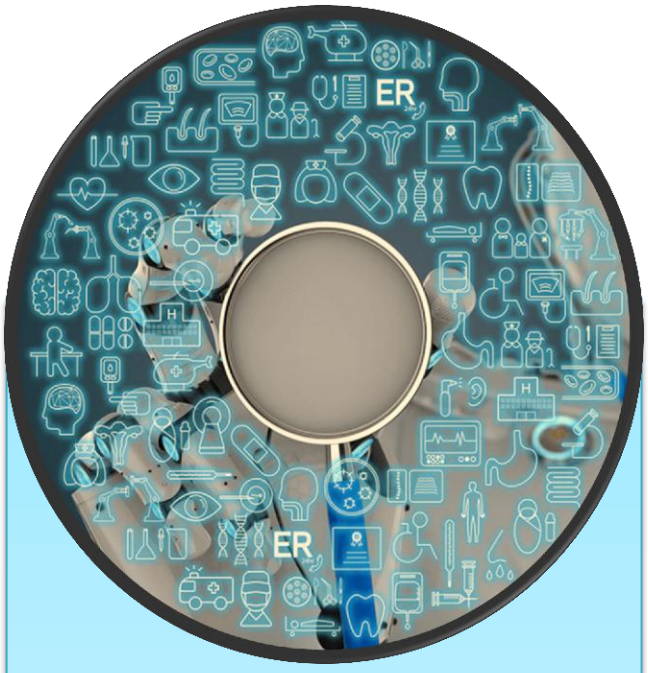
(٧) وضع معايير الأداء لقياس نجاح الذكاء الاصطناعي:

يستغرق تقييم أساليب الذكاء الاصطناعي وقتًا، ولكنه سيمكن المنظمات الصحية من اكتشاف المشكلات وإصلاحها قبل فوات الأوان. قبل التنفيذ، من الضروري تحديد مقاييس

تقييم الأداء، ثم قياس نجاح الذكاء الاصطناعي وفقًا لذلك في مراحل مختلفة من التطوير والتنفيذ (على سبيل المثال: الاختبار التجريبي، والتنفيذ على نطاق واسع، والتحقق من الصحة). يجب أن تعكس مقاييس الأداء هذه قيم مؤسستك وأولوياتها ورؤيتها. هناك طرق عديدة لتقييم تقنيات الذكاء الاصطناعي. بشكل عام، يجب أن تشمل الأشياء التي يجب مراعاتها في التقييم تحسين الفعالية السريرية (الجودة والكفاءة والسلامة)، وتوسيع نطاق الوصول إلى الخدمات وتوسيعها للمرضى، وتحسين تجربة المريض ونتائجه، وتحسين العمليات التشغيلية، وتحسين رضا الموظفين عن بيئة العمل، و انخفاض التكاليف وزيادة الإيرادات.

(٨) تطوير أنظمة الرعاية الصحية الرقمية المدعومة بالذكاء الاصطناعي على مستوى الدولة:

نظرًا للتعقيد الكبير والتكاليف التي ينطوي عليها تطوير الأنواع المختلفة من تقنيات الذكاء الاصطناعي اللازمة لتحسين فعالية الرعاية الصحية والوصول إليها والقدرة على تحمل تكاليفها، تحتاج كل دولة إلى أن يكون لديها استراتيجية وطنية للذكاء الاصطناعي لبناء نظام بيئي للرعاية الصحية الرقمية مدعوم بالذكاء الاصطناعي على مستوى الدولة يستفيد منه كل الأطراف. المنظمات الصحية والمرضى. في الوقت الحالي، يتم استخدام غالبية التمويل لتطوير التعلم الآلي على بيانات السجلات الصحية الإلكترونية الكبيرة (big EHR)، وذلك لصالح المتخصصين في مجال الصحة في الغالب. وبما أن الصحة الشاملة لا يمكن تحقيقها إلا من خلال الجهود المشتركة بين المتخصصين في مجال الصحة والمرضى، يحتاج المرضى إلى أدوات مدعومة بالذكاء الاصطناعي للمراقبة الذاتية والإدارة الذاتية لحالاتهم المزمنة.



الفصل الرابع

الذكاء الاصطناعي في الرعاية الصحية في الدول النامية: مصروالهند في مضمار السباق

مقدمة:

الذكاء الاصطناعي (AI) يشير إلى قدرة الآلات والأنظمة على اكتساب المعرفة وتطبيقها، وذلك لأداء مجموعة متنوعة من المهام المعرفية (مثل الاستشعار ومعالجة اللغة الشفهية والاستدلال والتعلم واتخاذ القرارات)، ومحاكاة السلوك البشري بشكل أساسي. وهذا، إذا اقترن بجمع وتحليل البيانات، من شأنه أن يعزز فهمنا للطريقة التي تعمل بها الأشياء.

في الولايات المتحدة وغيرها من البلدان المتقدمة، أدى استخدام الذكاء الاصطناعي في قطاع الرعاية الصحية إلى إحداث ثورة فيه بالفعل، حيث يتم استخدام الذكاء الاصطناعي في مختلف مجالات الطب، مثل التشخيص والطب الشخصي وصناعة الأدوية على سبيل المثال لا الحصر. على سبيل المثال، في دراسة حديثة، تبين أن نظام الذكاء الاصطناعي يتمتع بفعالية مماثلة مقارنة بأخصائيي الأشعة في فحص سرطانات الثدي.

يمكن أن يكون لاعتماد الذكاء الاصطناعي في قطاع الرعاية الصحية آثار بعيدة المدى من حيث زيادة إمكانية الوصول إلى خدمات الرعاية الصحية من خلال الكشف المبكر والتشخيص واتخاذ القرار والعلاج، ومن المتوقع أن يشهد زيادة هائلة في السنوات القليلة المقبلة. تتعاون الشركات متعددة الجنسيات أيضًا للاستفادة من الرؤى والخبرات السريرية في هذا المجال، لمزامنة تطبيقات الذكاء الاصطناعي مع حلول معلوماتية التصوير. يستعرض هذا الفصل الوضع الحالي للذكاء الاصطناعي في الدول النامية مثل الهند ويسلط الضوء على بعض الأفكار التي يمكن أن توفر اتجاهات وفرص جديدة للذكاء الاصطناعي في مجال الرعاية الصحية، وخاصة في مجال الأشعة.

الذكاء الاصطناعي في الأشعة:

يعد علم الأشعة واحدًا من أسرع مجالات الطب تطورًا. الذكاء الاصطناعي ليس جديدًا في علم الأشعة، وأنظمة الاستشارة الإشعاعية القائمة على الذكاء الاصطناعي مثل نظام الأشعة الآلي في ميسوري (MARS)، وICON (نظام خبير قائم على الكمبيوتر يتم تطويره لمساعدة أطباء الأشعة)، وMARSII، وفينيكس هي دلائل حية على وجود الذكاء الاصطناعي في علم الأشعة منذ أوائل السبعينيات. ومنذ ذلك الحين، فرض الذكاء الاصطناعي وجوده في

تطبيقات الأشعة المختلفة. تم استخدام خوارزميات التعلم الآلي مثل Naive Bayes، والخوارزميات الجينية، والشبكات العصبية، لعقود من الزمن للكشف عن سرطان الثدي وتشخيصه وتصنيفه وتقييم مخاطره. وفي بيانات اختبار نموذج الشبكة العصبية الاصطناعية (ANN) التي تم تنفيذها نتيجة لهذه التحليلات، كان معدل التنبؤ بالمرض ٩٠.٥%. يتبين من هذه القيم التنبؤية العالية أن نموذج ANN سريع وموثوق وبدون مخاطر، وبالتالي يمكن أن يكون مفيدًا جدًا للأطباء. في السنوات الأخيرة، ظهر تطوير خوارزميات التعلم العميق الدقيقة لتشخيص سرطان الثدي كأداة رئيسية يمكن تطبيقها لتقليل وقت التفسير الذي يتطلبه أطباء الأشعة، وبالتالي تحسين الكفاءة السريرية. تشمل بعض مشاريع الأشعة البارزة التي تتضمن تقنية الذكاء الاصطناعي مشروع "تصنيف الركبة المفصلية"، والذي يجري تنفيذه حاليًا في جامعة ستانفورد، ويهدف إلى قياس شدة التهاب مفاصل الركبة تلقائيًا من صور الأشعة السينية. يتم استكشاف تقنيات التعلم الآلي المختلفة مثل SVM والشبكات العصبية التلافيفية (convolutional neural networks) في المنطقة لتحقيق نفس الشيء. في الآونة الأخيرة، حاول العديد من الباحثين تطبيق أساليب التعلم الآلي على بيانات التصوير العصبي للمساعدة في تشخيص السكتة الدماغية في الوقت المناسب.

يستخدم SVM في بيانات التصوير بالرنين المغناطيسي الوظيفي (functional magnetic resonance imaging) (fMRI) في حالة الراحة، والتي من خلالها تم تحديد وتصنيف الأنماط الداخلية للإعاقة الحركية بعد السكتة الدماغية (يشير النمط الداخلي إلى خاصية داخلية للشخص مما يجعل الفرد أكثر عرضة للإصابة بالاضطراب). حاول تصنيف بايز لتحديد آفة السكتة الدماغية في التصوير بالرنين المغناطيسي الموزون (T1-weighted MRI) ووجد أن النتائج كانت قابلة للمقارنة مع ترسيم الآفة اليدوي بواسطة خبير بشري. أظهرت تقنيات الذكاء الاصطناعي التي تتضمن التحليل متعدد الميزات باستخدام التصوير الموزون للانتشار، وارتباط المجال المغناطيسي، والرنين المغناطيسي الوظيفي، وقياس الحجم، نتائج واعدة في الكشف الدقيق عن إصابات الدماغ المؤلمة وتصنيفها في حالات الطوارئ. نظرًا للكميات المتزايدة من بيانات التصوير السريري، فإن تطوير نموذج تجزئة يعتمد على البيانات قد اكتسب أهمية سريرية كبيرة لتجنب المعالجة اليدوية الشاقة وتقليل التباين بين المراقبين في تحليل وتوصيف عقيدات الرئة (lung nodules). ومن الممكن أن تعمل حلول الرعاية

الصحية القائمة على الذكاء الاصطناعي مثل هذه على تعزيز الإنتاجية وتحسين نتائج الرعاية الصحية؛ وقد حان الوقت لمقدمي الرعاية الصحية لاختبار وتبني تكنولوجيا الذكاء الاصطناعي واسعة الانتشار هذه ومساعدة البلاد على التغلب على التحديات الحالية والمستقبلية. من وقت دخول المريض إلى المستشفى وحتى إبلاغ الطبيب بالنتيجة، يتمتع الذكاء الاصطناعي بالقدرة على تحقيق المعجزات. يمكنه ربط سجلات المرضى السابقة تلقائيًا بالتصوير الحالي وتحديد موعد المريض وفقًا لذلك، بناءً على حاجة المريض وكذلك الكشف تلقائيًا عن نتائج الطوارئ، والتي لن تحتاج إلا إلى تأكيدها من قبل أخصائيي الأشعة مرة واحدة، مما يؤدي إلى علاج فعال [شكل ٩].

تواصل التقارير منطق تصور معالجة اكتساب الجدولة سجل المريض

الشكل (٩) تدفق المعلومات في الذكاء الاصطناعي

الإطار الأخلاقي للذكاء الاصطناعي في الأشعة:

يجب أن يتكون الإطار الأخلاقي لتطبيقات الذكاء الاصطناعي في علم الأشعة من أخلاقيات الطب الحيوي – الاستقلالية، والإحسان، والعدالة، وعدم الإيذاء، وقابلية التفسير [الشكل ١٠].

الاستقلالية (Autonomy): للمرضى الحق في اتخاذ قراراتهم الخاصة لأن الصور لا تحتوي على معلومات البكسل (pixel information) فحسب، بل تهدد أيضًا الخصوصية وملكية البيانات موضع شك.

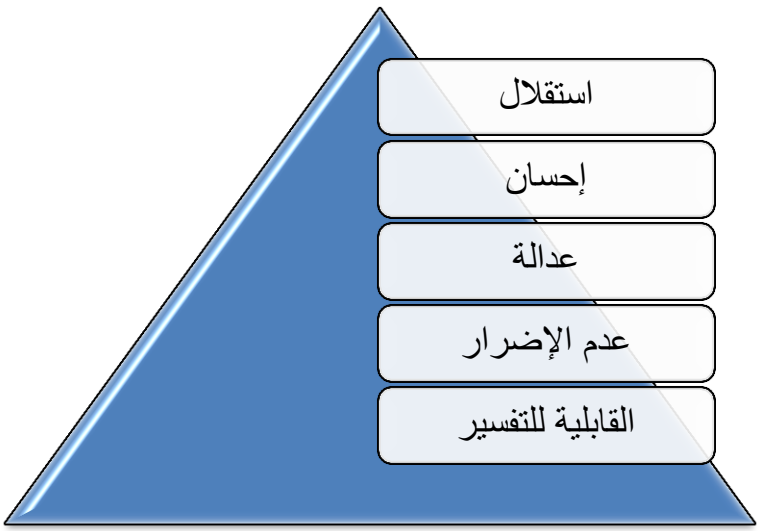
إن مبدأ الإحسان(Beneficience): "فعل الخير" وعدم الإضرار (Nonmaleficence) يركزان على تجنب خسارة رفاهية المريض طبيًا أو تجاريًا (مثل استهداف مجموعة فرعية من المرضى لتسويق منتج).

وتعني العدالة (Justice): التوزيع العادل للسلع والخدمات الطبية دون أي تمييز، وضمان تقاسم الفوائد، ومنع أي ضرر جديد يمكن أن ينشأ عن التحيز الضمني.

وتتكون القابلية للتفسير (Explinability): من الشفافية والمساءلة:

الشفافية (Transparency): يجب أن تكون هناك تفسيرات منطقية مُرضية لعملية اتخاذ القرار في مجال الذكاء الاصطناعي والتي يمكن للمستخدم/المريض الوصول إليها في حالة وجود أي تناقض.

المساءلة (Accountability): قد تكون هناك قضايا طبية قانونية تتعلق بالمسؤولية عن هذه القرارات؛ إذا ارتكب نظام مستقل خطأً ما، فمن المسؤول – المطور أم المستخدم؟



الشكل (١٠) الإطار الأخلاقي للذكاء الاصطناعي

ما هي الفرص التي يمكن أن يجلبها الذكاء الاصطناعي إلى البلدان النامية؟

(١) تعزيز القدرة التنافسية الوطنية:

«كل ما تقدمه الحضارة هو نتاج الذكاء البشري؛ لا يمكننا التنبؤ بما قد نحققه عندما يتم تضخيم هذا الذكاء من خلال الأدوات التي قد يوفرها الذكاء الاصطناعي، ولكن القضاء على الحرب والمرض والفقر سيكون على رأس قائمة أي شخص. سيكون النجاح في إنشاء

الذكاء الاصطناعي أكبر حدث في تاريخ البشرية. ولسوء الحظ، قد يكون الأخير أيضًا. تؤكد كلمات ستيفن هوكينج، على أن الذكاء الاصطناعي، باعتباره التكنولوجيا المتطورة لهذا الجيل، يمكن أن يسرع وتيرة الابتكار، ويعزز إنتاجية أي بلد، ويعزز القدرة التنافسية الوطنية. يعزز الذكاء الاصطناعي النمو بثلاث طرق: الأتمتة الذكية للقوى العاملة، وزيادة العمالة ورأس المال المادي، وخلق الفرص لمهارات جديدة وأفكار وخدمات تجارية. إن الاستخدام الواسع النطاق للذكاء الاصطناعي في التعليم والرعاية الطبية وحماية البيئة والعمليات الحضرية والخدمات القضائية وغيرها من المجالات سيؤدي إلى تحسين مستوى الدقة في الخدمات العامة بشكل كبير. ومن المرجح أن تكون تقنيات الذكاء الاصطناعي قادرة على الاستشعار بدقة والتنبؤ بها وتوفير إنذار مبكر بشأن المواقف الرئيسية لمرافق البنية التحتية وعمليات الضمان الاجتماعي؛ واتخاذ الإجراءات المرغوبة، والتي من شأنها رفع قدرة ومستوى الحوكمة الاجتماعية بشكل كبير، ولعب دور مهم في الحفاظ على الاستقرار الاجتماعي بشكل فعال.

في الآونة الأخيرة، بدأ تطبيق آخر للذكاء الاصطناعي في إظهار وجوده في رعاية مرضى السرطان في بعض البلدان المنخفضة والمتوسطة الدخل وهو " Watson for Oncology (WFO))،" الذي طورته شركة IBM بالتعاون مع مركز Memorial Sloan Kettering للسرطان (MSKCC). . WFO) هو نظام حوسبة معرفي مصمم لتقديم توصيات العلاج بعد تحليل البيانات التي تم الحصول عليها من الأدبيات الطبية المنشورة، وبروتوكولات العلاج، ومخططات المرضى، وحالات الاختبار، والمبادئ التوجيهية التي تم اختيارها من قبل خبراء من MSKCC كان الخيار "الموصى به" من قبل منظمة الأغذية العالمية مشابهًا للاختيار الذي أجراه خبراء سرطان الثدي في ١٧٥ من ٢٢٣ حالة (٧٨.٥%) وتم اختيار خيار "للنظر" في ٢١ حالة (٩.٤%)؛

(٢) تدعيم التخصصات الطبية غير المتوافرة:

تعاني أنظمة الرعاية الصحية في البلدان النامية من نقص مستوطن في العاملين الطبيين. تتمتع تطبيقات الذكاء الاصطناعي بالقدرة على سد هذه الفجوة. على سبيل المثال، يتضمن أحد التطبيقات المهمة تحقيق اللامركزية في الاختبارات التشخيصية من خلال

تكنولوجيا التشخيص القائمة على الذكاء الاصطناعي. تم تطوير تطبيقات الذكاء الاصطناعي لتحل محل وتكمل الخبرات المدربة تدريبًا عاليًا والمكلفة من خلال تحليل الصور الطبية. على سبيل المثال، أظهر الذكاء الاصطناعي قدرته على تصنيف سرطان الجلد بمستوى من الدقة يمكن مقارنته بأطباء الأمراض الجلدية. وبالتالي، يمكن للأجهزة المحمولة المجهزة بشبكات عصبية عميقة أن توسع نطاق وصول أطباء الأمراض الجلدية خارج العيادة. مثال آخر هو استخدام إدخال معالجة اللغة الطبيعية لاستخراج المفاهيم المتعلقة بالالتهاب الرئوي من تقارير الأشعة السينية للصدر والتي من شأنها أن تساعد بعد ذلك نظام مساعد المضادات الحيوية لتنبيه الأطباء إلى الحاجة المحتملة للعلاج المضاد للعدوى. الطب السريري. يتطلب من الأطباء التعامل مع كميات هائلة من البيانات المتعلقة بعلم وظائف الأعضاء البشرية والكيمياء الحيوية والتصوير والتنميط الجيني بشكل متزايد. تعد القدرة على استيعاب البيانات وتحليلها بطريقة شاملة أمرًا بالغ الأهمية لاتخاذ القرار. قد يصبح التعلم الآلي أداة تكميلية لا تقدر بثمن للأطباء في ممارسة الطب الشخصي.

(٣) التعليم والتوظيف:

يمكن للذكاء الاصطناعي أن يوفر تعليمًا مخصصًا ويخلق فرص عمل للأعمال المتعلقة بالذكاء الاصطناعي في قطاع تكنولوجيا المعلومات.

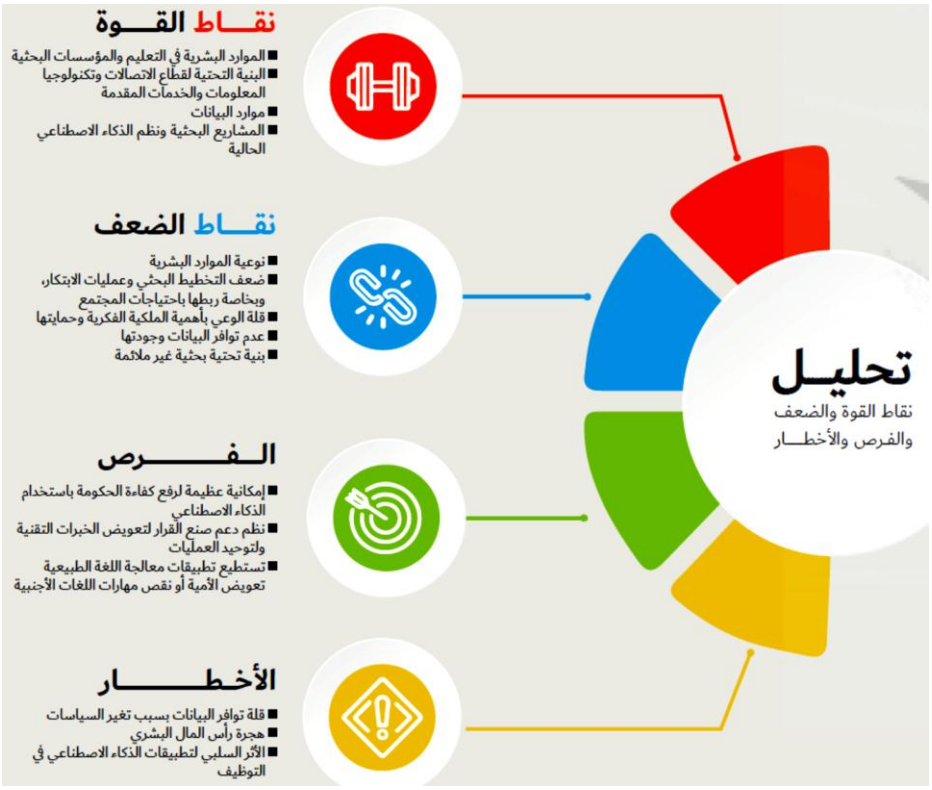
تحليل SWOT للذكاء الاصطناعي للدول النامية:

نقدم مراجعة نقدية للوضع الحالي للذكاء الاصطناعي في الدول النامية من خلال تحليل SWOT [الشكل ١١]. يتم استخدام أداة الإدارة الرئيسية هذه من قبل المؤسسات للتركيز على نقاط القوة لديها وتقليل التهديدات والاستفادة القصوى من الفرص المتاحة.

نقاط القوة

نقاط القوة الرئيسية التي تتمتع بها مصر لتصبح رائدة في تبني الذكاء الاصطناعي هي:

• مجموعة المواهب الواسعة والناشئة: مع تقديم الجامعات دورات تدريبية وافرة حول علوم البيانات والتعلم الآلي، يتم توجيه المواهب الهندسية المتنامية في البلاد نحو تطوير الحلول القائمة على الذكاء الاصطناعي



شكل (١١): تحليل SWAT

• التحرر من الأصول القديمة: إن النمو الهائل في قوة الحوسبة في السنوات الأخيرة، إلى جانب التقدم الكبير في البرمجيات، يوفر للدول النامية نظامًا بيئيًا متفوقًا في سعيها إلى إيجاد حلول تعتمد على الذكاء الاصطناعي، متجاوزة بعض الأنظمة القديمة غير الفعالة و العمليات

• توافر البيانات الضخمة: العامل الأكثر اعتماداً عليه في الذكاء الاصطناعي هو توافر البيانات. تتناسب وظائف الذكاء الاصطناعي بشكل مباشر مع كمية البيانات ونوع البيانات التي يتم تغذيتها في النظام، ويقال: "إذا كان الذكاء الاصطناعي هو الكهرباء الجديدة، فإن البيانات هي الفحم الجديد". نظام أرشفة الصور والاتصالات (PACS) أصبحت الأشعة الثورية و"البيانات الضخمة" متاحة بسهولة لتطوير خوارزميات الذكاء الاصطناعي. وبالنظر إلى أن ٩٠% من سكان العالم يعيشون في الدول النامية وأن ٩٥% من المرضى يحتاجون إلى شكل من أشكال التصوير أثناء عملية علاجهم، فإن هناك كميات هائلة من البيانات الموجودة في الدول النامية وهناك تباين فيما يتعلق بالتطور في مجال الذكاء الاصطناعي في هذه الدول.

تعمل هذه البيانات بمثابة منجم ذهب للمعلومات القيمة لتطوير تطبيقات الرعاية الصحية القائمة على الذكاء الاصطناعي. ومع ذلك، لا تزال مصر متخلفة عن الأسواق المتقدمة مثل الولايات المتحدة والمملكة المتحدة من حيث الابتكار ولم تطور بعد نظامًا بيئيًا قويًا قائمًا على الذكاء الاصطناعي.

أطلقت الحكومة المصرية استراتيجيتها الوطنية للذكاء الاصطناعي في عام ٢٠١٩. وتقوم الاستراتيجية على ركيزتين: بناء القدرات البشرية ودعم الخدمات العامة والحكومية. كما أنشأت مجلسًا وطنيًا للذكاء الاصطناعي مسؤولاً عن الإشراف على التنفيذ، وفي فبراير ٢٠٢٠. بالإضافة إلى الاهتمام بالذكاء الاصطناعي داخل مصر، اتبعت الحكومة أيضًا نهجًا تعاونيًا، ودفعت من أجل إنشاء فريق عمل تابع للاتحاد الأفريقي معني بالذكاء الاصطناعي. وفيما يتعلق بالبنية التحتية الرقمية الحكومية الحالية، تبدأ مصر من مستوى منخفض، وسيكون هذا عائقًا يجب التغلب عليه إذا أرادت الحكومة استخدامه، وتحتل الدولة المرتبة ٩٩ عالميًا في خدماتها عبر الإنترنت وفقًا لمسح الأمم المتحدة للحكومة الإلكترونية. كما تأخرت مصر إلى حد ما في بعض المجالات المهمة لحوكمة قانون خصوصية البيانات في عام ٢٠٢٠.

نقاط الضعف:

قبل نشر الذكاء الاصطناعي بطريقة عالمية، هناك العديد من العوائق التي تواجه الدول النامية والتي يجب معالجتها مثل:

- الافتقار إلى الموظفين المدربين والخبرة اللازمة لتطوير الذكاء الاصطناعي
- تنظيم البيانات غير القياسية. الحاجة إلى "التنقيب الذكي عن البيانات وإدارتها"
- ارتفاع تكلفة الموارد وعدم توفر الأدوات في الدول النامية
- الافتقار إلى الوعي بشأن اعتماد النهج التعاونية للتنفيذ
- مراقبة الجودة وخصوصية البيانات وأمن البيانات
- "الفجوة الرقمية": على الرغم من أن مليارات الأشخاص حول العالم قد جنوا فوائد الإنترنت، إلا أن مليارات عديدة قد تخلفوا عن الركب. على سبيل المثال، لا يزال الوصول إلى الإنترنت لكل ١٠٠ نسمة في منطقة آسيا والمحيط الهادئ أقل بكثير من أوروبا وأمريكا الشمالية؛ وتمثل الفجوة الآخذة في الاتساع بين المناطق الفرعية في

آسيا والمحيط الهادئ اتجاهاً مثيراً للقلق، مع الأخذ في الاعتبار أن إدخال الذكاء الاصطناعي على نطاق عالمي لا يمكن تحقيقه إلا من خلال البنية التحتية للنطاق العريض. وفي حين أن البلدان المتقدمة، التي لديها شبكات النطاق العريض الأكثر توسعًا وعالية السرعة، تتبنى الذكاء الاصطناعي وتستثمر فيه بمعدلات مذهلة، فإن البلدان النامية لديها عقبات أكبر يجب أن تعبرها قبل أن تتمكن من تحقيق هذا الهدف ولا تزال متخلفة عن الركب.

تعد درجات مصر في ركيزة البيانات والبنية التحتية منخفضة، خاصة بالمقارنة مع بعض نظيراتها في الشرق الأوسط وشمال أفريقيا. وهي تحتل المرتبة ١٢٥ في البنية التحتية للاتصالات في مسح الأمم المتحدة للحكومة الإلكترونية، في حين تحتل تونس المرتبة ٧٧.

الفرص:

ومع ذلك، هناك اهتمام متزايد، ولكن بالمقارنة مع الهند وهي دولة تتشابه مع مصر في كثير من الظروف بدأت الهند في استثمار موارد إضافية ونشر تطبيقات جديدة للذكاء الاصطناعي في مختلف القطاعات. ومن بين دول "مجموعة العشرين" (G20)، احتلت الهند المرتبة الثالثة في عام ٢٠١٦، ويرجع ذلك إلى حد كبير إلى الزيادة في عدد الشركات الناشئة في مجال الذكاء الاصطناعي منذ عام ٢٠١١ بمعدل نمو سنوي مركب قدره ٨٦٪ - وهو أعلى من المتوسط العالمي. ومع ذلك، تهيمن عليها شركات أمريكية مثل Accenture وMicrosoft وAdobe، والتي لديها مراكز ابتكار خاصة بها هنا في الهند. تلعب المنظمات الحكومية مثل المؤسسة الوطنية لتحويل الهند (/http://niti.gov.in) (NITI Aayog) وقسم التكنولوجيا الحيوية أدوارًا رئيسية في فهم الوضع الحالي للذكاء الاصطناعي في الهند وتقوم بتنفيذ حلول للنشر السريع للذكاء الاصطناعي في الرعاية الصحية. NITI Aayog هو مركز أبحاث سياسي تابع لحكومة الهند. ويهدف إلى تحقيق أهداف التنمية المستدامة وتعزيز الفيدرالية التعاونية من خلال إشراك حكومات الولايات في الهند في عملية صنع السياسات الاقتصادية من خلال نهج من القاعدة إلى القمة. بصرف النظر عن هذا، تأخذ الشركات الناشئة والتعاون بين القطاعين العام والخاص أيضًا زمام المبادرة في تطوير خوارزميات الذكاء الاصطناعي الجديدة المخصصة لاحتياجات الرعاية الصحية.

التهديدات:

- عدم القبول. مصدر قلق محتمل من البطالة التكنولوجية: يُعتقد أن اعتماد الذكاء الاصطناعي على نطاق واسع قد يجعل بعض الوظائف زائدة عن الحاجة. ومع ذلك، حتى في البلدان المتقدمة في مجال الذكاء الاصطناعي، خلصت دراسة استقصائية دولية أجريت على ٣٠٠٠ من المديرين التنفيذيين المدركين للذكاء الاصطناعي في عشرة بلدان إلى أن معظم الشركات لم تتوقع أن يؤدي الذكاء الاصطناعي إلى تقليل حجم القوى العاملة لديها بشكل كبير. وبالتالي، وخلافًا للتصور العام، فإن دور الذكاء الاصطناعي سيكون في الأساس مكملاً لفريق العمل البشري وليس بديلاً عنه.
- الاعتبارات الأخلاقية: تمثل الاعتبارات الأخلاقية المتعلقة بالخصوصية والأمن، بما في ذلك عدم وجود لوائح رسمية فيما يتعلق بإخفاء هوية البيانات، وتحقيق التوازن بين الخصوصية وإمكانية الوصول إلى البيانات، معضلات أخلاقية مهمة. إن كيفية حصول الحكومات على البيانات وإدارتها، الآن وفي المستقبل، ستكون حاسمة. إن تحقيق التوازن الصحيح بين الخصوصية والملكية والشفافية يعد مهمة شاقة.
- هجرة الكفاءات في الذكاء الاصطناعي والقوى العاملة المدربة التي تغادر البلاد للعمل في اقتصاديات أخرى بعد التدريب.
- الاعتماد البطيء للذكاء الاصطناعي ومقاومة القطاع الخاص الذي يسهم بحوالي ٦٠% من الناتج المحلي الإجمالي الوطني بالإضافة إلى حصوله على حصة توظيف تبلغ ٧٤% وفقاً لأحدث الأرقام الصادرة من البنك الأوروبي للإعمار والتنمية.

الهند تقود طريق التنمية عبر الذكاء الاصطناعي:

ويؤدي التقدم في الذكاء الاصطناعي وتحليلات البيانات إلى تعزيز الابتكار في أجزاء كثيرة من العالم. وفي حين تستثمر حكومة الولايات المتحدة ١.١ مليار دولار فقط في أبحاث الذكاء الاصطناعي غير السرية، فإن قطاعها الخاص ينفق المليارات في مجالات مثل التمويل والرعاية الصحية والدفاع، وهو ما يعمل على تحويل اقتصادها. ومن المرجح أن يكون للهند، باعتبارها أسرع الاقتصادات نموًا وثاني أكبر عدد من السكان في العالم، حصة كبيرة في ثورة الذكاء الاصطناعي في المستقبل القريب.

حتى الآن، تخصص الهند ٠.٦% فقط من الناتج المحلي الإجمالي للبحث والتطوير، وهي نسبة أقل بكثير من ٢.٧٤% في الولايات المتحدة. ومن المؤكد أن استثماراتها المحدودة أدت إلى تباطؤ الابتكار ووضع البلاد في وضع اقتصادي غير مواتي. وتشير تقديرات تقرير برايس ووترهاوس كوبرز (PricewaterhouseCoopers) إلى أن الذكاء الاصطناعي سوف يساهم بنحو ١٥.٧ تريليون دولار في الاقتصاد العالمي بحلول عام ٢٠٣٠ ـ أي أكثر من الناتج المحلي للصين والهند مجتمعتين.

ويتوقع تقرير صادر عن شركة أكسنتشر (Accenture) بعنوان " ReWire for Growth"، أن يعمل الذكاء الاصطناعي على تعزيز معدل النمو السنوي في الهند بنحو ١.٣ نقطة مئوية من إجمالي القيمة المضافة بحلول عام ٢٠٣٥. وسوف يعادل هذا إضافة قدرها ٩٥٧ مليار دولار، أو ١٥% من إجمالي القيمة المضافة الحالية (وهو ما يقارب ٩٥٧ مليار دولار أمريكي) لاقتصاد الهند في عام ٢٠٣٥، مقارنة بسيناريو بدون الذكاء الاصطناعي. في الهند، حيث يبحث مقدمو حلول الرعاية الصحية عن طرق لتحقيق أقصى قدر من الإنتاجية والكفاءة، يمكن أن يكون للذكاء الاصطناعي تأثير بعيد المدى على وضع الرعاية الصحية بطريقة بناءة أكثر.

وكانت الهند في طليعة الدول التي أدخلت التطورات الحديثة في مجال الطب إلى الممارسة السريرية. إن مفهوم التصوير الوظيفي الجزيئي والعمل البحثي الناشئ عن التعاون بين الأخوة الطبية والهندسية في مجال الذكاء الاصطناعي في علم الأشعة يشهد على ذلك. وبالتالي، أصبح من المهم بشكل متزايد لمقدمي الرعاية الصحية الهنود الاستفادة من ذلك. هذه التكنولوجيا حيث تواجه البلاد أزمة صحية خطيرة بسبب العبء المتزايد للأمراض وضعف نسبة الأطباء إلى المرضى. ومن خلال مزيج من التقنيات الجديدة مثل الذكاء الاصطناعي والإنترنت والبيانات الضخمة، يمكن للهند تقديم جيل جديد من حلول الرعاية الصحية التي ستغير قواعد اللعبة في هذا القطاع.

المبادرات الحكومية لتعزيز الذكاء الاصطناعي في الرعاية الصحية:

اعترافًا بإمكانيات الذكاء الاصطناعي في تحويل اقتصاد الهند، فقد سمحت حكومة الهند لمنظمة "NITI Aayog" (http://niti.gov.in/) بمعالجة الاستراتيجية الوطنية بشأن

الذكاء الاصطناعي والتكنولوجيات الناشئة الأخرى. وسعيًا لتحقيق ما ورد أعلاه، تعاونت NITI Aayog مع العديد من شركات تكنولوجيا الذكاء الاصطناعي الرائدة لتنفيذ مشاريع الذكاء الاصطناعي في المجالات الحيوية مثل الزراعة والصحة. صرح أميتاب كانت، الرئيس التنفيذي لشركة NITI Aayog، أن "الذكاء الاصطناعي سيكون أكبر من ظهور الإنترنت أو تسخير الكهرباء". و"يجب على الهند أن تحتضنه (الذكاء الاصطناعي) بكل قوتها." بينما تشرع الهند في رحلة لقيادة العالم النامي في أبحاث وتطبيقات الذكاء الاصطناعي؛ مع شعار "الذكاء الاصطناعي للجميع" (#aiforall)؛ هناك حاجة إلى مواجهة تحديات الوصول والقدرة على تحمل التكاليف والنقص وعدم اتساق الخبرات الماهرة وكذلك الاستفادة من الفرص التي تظهر خلال هذه الرحلة. إحدى هذه المبادرات التي قامت بها NITI Aayog هي البنك الحيوي لمركز تاتا التذكاري للتصوير.

مركز تاتا التذكاري للتصوير الحيوي:

مشروع Radiomics القائم على الذكاء الاصطناعي من قبل NITI Aayog بالتعاون مع Tata Memorial Center Imaging Biobank: (قاعدة بيانات التعلم الآلي والذكاء الاصطناعي ومشروع أطلس إشعاعات الأورام لوحدة السرطان) قيد التنفيذ حاليًا، مما سيسمح بتوليد مؤشرات حيوية للتصوير لاستخدامها في الدراسات البحثية ، يدعم التحقق البيولوجي من المؤشرات الحيوية للتصوير الموجودة والجديدة، وعلى المدى الطويل، يوفر فرصة غير مسبوقة لتحسين دعم القرار في علاج السرطان بتكلفة منخفضة .

توصيات NITI AAYOG لتعزيز تبني الذكاء الاصطناعي:

من أجل التطور السريع والتقدم في مجال الذكاء الاصطناعي في الهند، اقترحت NITI Aayog هيكلًا من مستويين لتلبية التطلعات البحثية في مجال الذكاء الاصطناعي في الهند:

(١) يركز مركز التميز البحثي على تطوير فهم أفضل للأبحاث الأساسية الحالية ودفع حدود التكنولوجيا من خلال خلق معارف جديدة

(٢) المراكز الدولية للذكاء الاصطناعي التحويلي (ICTAI) المكلفة بتطوير ونشر البحوث القائمة على التطبيقات. من المتصور أن يكون التعاون مع القطاع الخاص جانبًا

رئيسيًا من جوانب ICTAI. سيكون البنك الحيوي لمركز تاتا التذكاري للتصوير إحدى المبادرات الأولى للICTAI.

لقد وضعت NITI Aayog بعض التوصيات لتعزيز اعتماد الذكاء الاصطناعي في البلاد. يمكن لهذه التوصيات أن تقطع شوطًا طويلًا في تحقيق "الذكاء الاصطناعي للجميع"، وهو مشروع طموح لا يسعى فقط إلى تعزيز تطوير الذكاء الاصطناعي في مختلف القطاعات ولكن أيضًا معالجة المسؤوليات المصاحبة له، مثل ضمان خصوصية البيانات وأمنها وسلامتها. الموازنة بين الاعتبارات الأخلاقية والحاجة إلى الابتكار. وتشمل التوصيات الخمس ما يلي:

(١) إنشاء سوق لأصحاب المصلحة المتعددين – السوق الوطني للذكاء الاصطناعي:

يعد تطوير أي منتج يعتمد على الذكاء الاصطناعي عملية شاقة تتطلب العديد من العمليات المتخصصة الضرورية للتسليم النهائي. وبالتالي، من الصعب للغاية على الشركات الناشئة الدخول في صناعة الذكاء الاصطناعي. ومن أجل تشجيع تطوير حلول الذكاء الاصطناعي المستدامة لقطاعات مثل الصحة والتعليم، من الضروري خلق فرص متكافئة لتسهيل مشاركة جميع اللاعبين في سلسلة القيمة. يعد الحصول على المواد الخام أو البيانات نقطة البداية لدخول عالم الحلول القائمة على الذكاء الاصطناعي. يعد هذا عائقًا كبيرًا أمام دخول الصناعة حيث أن عددًا قليلاً جدًا من اللاعبين لديهم إمكانية الوصول إلى البيانات القابلة للاستخدام. وبالتالي، فمن الأهمية بمكان معالجة عدم تناسق المعلومات وتعزيز التعاون الفعال بين مختلف أصحاب المصلحة في النظام البيئي للذكاء الاصطناعي من أجل ضمان تكافؤ الفرص. قد يكون هذا ممكنًا من خلال إنشاء "سوق" يمكنه:

- تمكين الوصول إلى مكون الذكاء الاصطناعي المطلوب، سواء كان بيانات أو نماذج أعمال وخدمات، مثل التعليقات التوضيحية للبيانات، وتمكين تصنيف هذه الأصول
- بمثابة منصة لتنفيذ والتحقق من المعاملات.

سيكون لنموذج السوق المزايا التالية:

- الحد من عدم تناسق المعلومات: من شأن المعاملات على نطاق واسع أن توفر حوافز لكل من مالكي البيانات ومنشئي نماذج الذكاء الاصطناعي وتشجع مشاركة لاعبين جدد.
- تسهيل إنشاء نماذج أعمال جديدة بطريقة مستهدفة: إن التوافر الفعال للمواد الخام المطلوبة في نقاط زمنية مختلفة من دورة تطوير حلول الذكاء الاصطناعي من شأنه أن يسمح بالفصل الفعال بين المهام وهو أمر ضروري لمعالجة مشاكل محددة وإيجاد الحلول المناسبة.
- الكشف عن مصادر جديدة للبيانات وتسهيل الاستخدام الأكثر كفاءة للموارد الحاسوبية والبشرية: تشير التقديرات إلى أنه يتم تحليل ١% فقط من البيانات اليوم بسبب نقص الوعي ونقص خبراء الذكاء الاصطناعي. على سبيل المثال، تقوم العديد من مراكز التصوير الطبي بجمع بيانات قيمة؛ ومع ذلك، لا يتم تحليل قواعد البيانات هذه لأنه لا يمكن إنشاء نماذج الذكاء الاصطناعي بدون بنية تحتية حاسوبية وموظفين مدربين. في ظل وجود سوق رسمي، سيكون لدى مراكز التشخيص حافز لجمع هذه البيانات وتوفير الوصول إلى البيانات الموجودة في السوق مع اتخاذ التدابير الأمنية اللازمة.
- توفير فرصة لمعالجة المخاوف الأخلاقية المتعلقة بمشاركة البيانات: تتم حاليًا مشاركة البيانات بطريقة غير رسمية دون وجود أي ضمانات. إن إنشاء سوق رسمي لمعاملات البيانات من شأنه أن يضمن تطوير تدابير أمن البيانات لمنع إساءة استخدام المعلومات القيمة.

(٢) تسهيل إنشاء مجموعات البيانات الضخمة المتنوعة:

لقد برز نقص البيانات المشروحة في السياق المحلي كعقبة رئيسية أمام تطوير حلول الذكاء الاصطناعي لكل من الشركات الناشئة والمشاريع البحثية. تقترح NITI إنشاء مجموعات "البيانات الضخمة" التي يمكن الوصول إليها بسهولة، على غرار وضع "البرنامج الإضافي" الذي من شأنه أن يتيح سهولة الوصول إلى البيانات المخصصة لاحتياجات مطوري الذكاء الاصطناعي الهنود.

ومن المؤكد أن توفر مثل هذه المجموعة الكبيرة من البيانات المشروحة سيحفز البحث والابتكار في مجال الذكاء الاصطناعي والتعلم الآلي. ونظراً لحجم هذه المهمة، فإن إنشاء مجموعات البيانات هذه سيتطلب توافر الموارد المالية فضلاً عن الخبرة الدولية للتركيز على المشاكل في الحالة الهندية.

(٣) الشراكات والتعاون:

يتطلب الذكاء الاصطناعي، باعتباره مجالًا تعاونيًا للغاية، اتباع نهج طبقي لتعزيز تطوير أدوات الذكاء الاصطناعي بالإضافة إلى اعتماد الذكاء الاصطناعي في مختلف مجالات الحياة. ويُقترح اتباع نهج طبقي للشراكات على النحو التالي:

- نقل منخفض: التفاعلات غير الرسمية مثل المؤتمرات والشبكات الاجتماعية
- النقل المتوسط: تدريب الموظفين الصناعيين، وبرامج التدريب، وريادة الأعمال الأكاديمية
- علاقات عالية: تقاسم البنية التحتية والترتيبات بين المنظمات لمتابعة البحث والتطوير.

من شأن هذا النهج متعدد الجوانب أن يعزز تنفيذ نموذج "AI+X"، حيث يعمل باحث الذكاء الاصطناعي بالتعاون الوثيق مع الباحثين في القطاعات الأخرى (يُطلق عليها اسم X). على سبيل المثال، يمكن لأخصائي الأشعة وعالم الكمبيوتر العمل معًا لتطوير الحلول وتعزيز المعرفة في الوقت الفعلي. يعد التعاون بين الصناعة والأبحاث ضروريًا أيضًا لتحسين المخرجات النهائية بناءً على تعليقات المستخدم النهائي. أخيرًا، يمكن أن يكون التعاون مع الهيئات التجارية وأصحاب رؤوس الأموال الاستثمارية مفيدًا من خلال تبادل المعلومات حول المشكلات المشتركة، والتوصل إلى الحلول الممكنة، وتحديد أسواق دولية جديدة للمنتجات/التقنيات القائمة على الذكاء الاصطناعي، والتفاوض على المعاملات بين الهيئات الوطنية والدولية.

(٤) نشر الوعي بمزايا الذكاء الاصطناعي:

تتمثل إحدى العقبات الرئيسية أمام اعتماد الذكاء الاصطناعي وتعزيزه في نقص الوعي فيما يتعلق بالعمل الذي يتم إنجازه في جميع أنحاء البلاد. ويمكن التغلب على ذلك من خلال

إنشاء بوابة إلكترونية مثل قاعدة بيانات الذكاء الاصطناعي للأشخاص المسجلين للوصول إلى المعلومات والحصول عليها. يمكن أن تكون قاعدة البيانات هذه بمثابة مصدر موثوق للمعلومات للخبراء والمشاريع الجاري تنفيذها.

ويمكن أن تصبح مثل هذه البوابة أيضًا منتدى لتبادل المناقشات المتعلقة بالتعاون البحثي وإيجاد موظفين مدربين لتنفيذ مشاريع الذكاء الاصطناعي. والأهم من ذلك، أن هناك حاجة إلى خلق وعي بين المسؤولين في الهيئات الحكومية ومؤسسات القطاع العام، فيما يتعلق بالفوائد المختلفة التي يقدمها الذكاء الاصطناعي، من خلال تنظيم ورش عمل وعروض حية لتطبيقات الذكاء الاصطناعي وكيف يمكن أن يساعد تنفيذها في زيادة العمالة البشرية، بدلاً من تهجيرها.

(٥) الترويج للشركات الناشئة:

ومن الضروري توفير قوة دافعة لاقتصاد الأمة. يعد توفر الدعم المالي ومرافق البنية التحتية الكافية أمرًا مهمًا لضمان مشاركتهم في مشاريع الذكاء الاصطناعي.

الخلاصة:

خارطة طريق لسد الفجوة في الذكاء الاصطناعي والرعاية الصحية في الدول النامية

إن مستقبل الذكاء الاصطناعي في مجال الرعاية الصحية مشرق. لديها القدرة على زيادة الرعاية التي نقدمها وينبغي أن ينظر إليها على أنها "ذكاء معزز" (Augmented Intelligence). ومع نمو قاعدة البيانات المتاحة بشكل كبير، سيجد البشر صعوبة متزايدة في معالجة هذه المعلومات لاتخاذ قرارات طبية ذات معنى. قد يلعب الذكاء الاصطناعي دورًا رئيسيًا في استخدام البيانات الفردية لتشخيص المرض، وبالتالي تمكين إنشاء خطط علاج شخصية.

لقد حان الوقت للدول النامية مثل مصر والهند للانضمام إلى السباق لقيادة ثورة الذكاء الاصطناعي، التي لا تزال في مهدها. وكانت دول العالم المتقدمة لفترة طويلة هي المتصدرة في هذه المنافسة؛ والذي يشمل حقًا جميع مجالات القوة الوطنية، مع الأخذ في الاعتبار أن القيادة في الذكاء الاصطناعي ستمكن من الهيمنة العالمية. ورغم أن الدول النامية تتخلف عن

القوى العظمى في مجال البحوث والموارد الأساسية، فإنها تتمتع بمزايا تتمثل في قوة عاملة هندسية ضخمة، ومشهد مزدهر للشركات الناشئة، ومجموعة كبيرة من البيانات التي تنتظر استغلالها.

والأهم من ذلك، أن هذه الدول تتمتع بروح ريادة الأعمال لمساعدة الشركات على استخلاص القيمة من البيانات في الوقت الفعلي والطموح لاقتحام مكانة خاصة بها في عالم يعتمد بشكل متزايد على الذكاء الاصطناعي. يقع العبء على عاتق الجمعيات الوطنية والدولية والمعاهد التعليمية الرائدة والمنظمات الحكومية لسد فجوة تطوير الذكاء الاصطناعي. وسيضمن الموقع الاستراتيجي والاعتبارات الأخلاقية والتعاون المشترك بين القطاعين العام والخاص الانتقال السلس وتنفيذ الذكاء الاصطناعي في مجال الرعاية الصحية.

الفصل الخامس

العوامل التي تحكم اعتماد الذكاء الاصطناعي لدى مقدمي الرعاية الصحية

مقدمة:

تنتشر تطبيقات الذكاء الاصطناعي في مختبرات الأبحاث وفي الشركات الناشئة، لكن القليل منها نسبيًا وجد طريقه إلى مؤسسات تقديم الرعاية الصحية. عادةً ما يكون اعتماد ابتكارات الذكاء الاصطناعي في مجالات المستهلكين والأعمال أسرع بكثير. في حين أن مثل هذا التأخير محبط لأولئك الذين يؤمنون بإمكانية الذكاء الاصطناعي في إحداث تحول في الرعاية الصحية، إلا أنه متأصل إلى حد كبير في هيكل ووظيفة المنظمات المقدمة.

يستعرض هذا الفصل العوامل التي تحكم التبني وتشرح سبب حدوث التبني بوتيرة بطيئة. تتضمن المصادر البحثية للفصل الحالي مقابلات مع المديرين التنفيذيين لمقدمي الخدمات، وأساتذة واستشاريين وعمداء لكليات في مجال تكنولوجيا المعلومات في مجال الرعاية الصحية، ومديرين تنفيذيين لموردي الذكاء الاصطناعي. تتناول المقالة السرعة التفاضلية للاعتماد في التطبيقات السريرية مقابل التطبيقات الإدارية، وقضايا الموافقة التنظيمية، والسداد والعائد على الاستثمارات في الذكاء الاصطناعي للرعاية الصحية، ومصادر البيانات والتكامل مع أنظمة السجلات الصحية الإلكترونية، والحاجة إلى التعليم السريري، والقضايا التي تنطوي على التوافق مع سير العمل السريري، والاعتبارات الأخلاقية. ويختتم بمناقشة كيف يمكن للمؤسسات المقدمة للخدمة التخطيط بنجاح للنشر التنظيمي.

إن إمكانات الذكاء الاصطناعي لتطوير كل جانب من جوانب الطب والرعاية الصحية حقيقية. من الضروري لقادة الرعاية الصحية الذين يشرعون في رحلة الذكاء الاصطناعي هذه فهم فوائدها وتعظيمها. ومع ذلك، من الصعب فهم مدى النضج المحتمل للتكنولوجيا عندما يكون هناك ضجيج كبير حولها وتشكك حول تطبيق الذكاء الاصطناعي على صحة الإنسان. وتتفاقم هذه الصعوبة لأن الذكاء الاصطناعي ليس تقنية واحدة، بل عدة تكنولوجيات تشمل قدرات وتطبيقات متنوعة.

في حين أن هناك أعدادًا سريعة النمو من ابتكارات الذكاء الاصطناعي في مختبرات أبحاث الرعاية الصحية، إلا أنه لم يتم نشر سوى عدد قليل نسبيًا منها بشكل كامل في المنظمات الصحية. تختلف الرعاية الصحية عن معظم الصناعات في مدى وجوب اعتمادها على الأساليب العلمية العامة لتقديم منتجات وممارسات جديدة. توجد آلية تنظيمية كبيرة،

على سبيل المثال، في إدارة الغذاء والدواء الأمريكية (FDA)، لضمان اتباع الدقة العلمية. معظم المرضى يقدرون النهج المحافظ للعلاجات الجديدة. ستستغرق الدراسات لتحديد الفائدة السريرية لدمج الذكاء الاصطناعي في الممارسة السريرية سنوات: لإجراء كل دراسة، ونشر النتائج، ولكي يقبل المجتمع الطبي النتائج ويغير الممارسة السريرية، ولكي يوافق الدافعون على السداد.

إن تطوير وإدخال معظم منتجات وخدمات الذكاء الاصطناعي الموجهة للمستهلك، مثل: المساعدة في القيادة والقيادة الذاتية، لا يخضع لهذه الدرجة من الدقة العلمية العامة. لذلك، كان اعتماد الذكاء الاصطناعي في مجال الرعاية الصحية أبطأ مما هو عليه في العديد من الصناعات الأخرى، على الرغم من أن بعض أنواع حالات استخدام الذكاء الاصطناعي تتقدم في عملية الاعتماد أكثر من غيرها. يواجه مقدمو الرعاية الصحية مشكلات تتعلق بكيفية تسريع نشر الذكاء الاصطناعي والتغلب على العوائق التي تحول دون اعتماده. في هذا الفصل، نصف العوامل الرئيسية التي تحكم اعتماد الذكاء الاصطناعي في المؤسسات المقدمة (في المقام الأول المستشفيات وأنظمة الرعاية الصحية)، ونناقش كيف يمكن للمديرين التنفيذيين لمقدمي الخدمة تسريع عمليات الاعتماد إذا رغبت في ذلك.

أولاً: التطبيقات السريرية مقابل التطبيقات الإدارية:

في حين أن التطبيقات السريرية للذكاء الاصطناعي ربما تكون أكثر إثارة، فمن المرجح أن تكون التطبيقات الإدارية - مثل تحسين عمليات الدفع، أو الحد من الاحتيال، أو جدولة غرف العمليات بشكل أكثر كفاءة - أسهل بكثير في التنفيذ. أصبحت إدارة الرعاية الصحية الأفضل والأقل تكلفة من خلال الذكاء الاصطناعي في متناول اليد حاليًا، ويجب على المنظمات الصحية أن تفكر بجدية في الاستثمار في الذكاء الاصطناعي لهذا الغرض. الهدف الأساسي لحالات الاستخدام هذه هو تقليل التكاليف الإدارية. في حين أن هذا الهدف مرغوب فيه للغاية في الولايات المتحدة، التي تنفق نصيب الفرد على الرعاية الصحية أكثر من أي دولة أخرى وتنفق ٣٤% من تلك التكاليف على الإدارة، إلا أن هناك مجالًا لخفض التكاليف الإدارية في كل مكان تقريبًا.

لا تخضع العمليات الإدارية لاعتماد الذكاء الاصطناعي للموافقة التنظيمية. تعتبر عواقب الأخطاء الناتجة عن القرارات المستندة إلى الذكاء الاصطناعي أقل إشكالية في التطبيقات الإدارية من تلك التي تؤثر على المريض. عندما تكون الحكومة هي الدافع، يجب أن تمتثل التطبيقات الإدارية ذات الصلة لعمليات السداد المنصوص عليها، ولكن بالنسبة للإدارة الداخلية، يتمتع مقدمو الخدمة بالحرية في استخدام الذكاء الاصطناعي بأي طريقة تفيدهم. بالإضافة إلى ذلك، فإن العائد الاقتصادي من الذكاء الاصطناعي الإداري يخضع لسيطرة النظام الصحي أكثر من التطبيقات السريرية، والتي تتطلب عمومًا مشاركة الدافعين والمنظمين أيضًا.

العديد من المنظمات الصحية - خاصة في الولايات المتحدة ولكن في بلدان أخرى أيضًا - تطبق بالفعل الذكاء الاصطناعي لأغراض إدارية. إنهم يعملون مباشرة مع الدافعين، على سبيل المثال: لتسهيل وتسريع المطالبات أو عمليات الترخيص المسبق. إنهم يبحثون عن طرق لتحديد المرضى الذين يحتاجون إلى المساعدة في دفع فواتيرهم الطبية. ويستخدمون الذكاء الاصطناعي لضمان ترميز المرض بشكل صحيح على الفواتير، أو لتسهيل جدولة المواعيد للمرضى.

ما هو مطلوب عادةً لنشر تطبيقات الذكاء الاصطناعي الإداري يشبه الذكاء الاصطناعي الإداري في الصناعات الأخرى. يجب أن يكون التطبيق فعالاً، مما يؤدي إلى اتخاذ قرارات أفضل أو إنتاجية أعلى. ويجب أن يكون متكاملاً مع الأنظمة والعمليات الحالية، وهو ما قد يكون أسهل إذا تم شراء تطبيق الذكاء الاصطناعي من بائع حالي. قد يكون هناك أيضًا تدريب وصقل مهارات ضروريان لأولئك الذين سيستخدمون نظام الذكاء الاصطناعي.

ثانياً: موافقة الجهات الرقابية:

الذكاء الاصطناعي للأغراض السريرية - على وجه التحديد، التشخيص والعلاج والمراقبة - سوف يؤثر في نهاية المطاف على كل مؤسسة رعاية صحية في واحدة أو أكثر من هذه الفئات حيث يقوم مقدمو الخدمة بدمج هذه القدرات في المنتجات الحالية أو تطوير منتجات جديدة. ستحتاج بعض الطلبات إلى موافقة الجهات التنظيمية اعتمادًا على مدى مشاركتها المباشرة في رعاية المرضى. تصنف إدارة الغذاء والدواء الأمريكية بعض تطبيقات الذكاء الاصطناعي على

أنها "أجهزة طبية قائمة على البرمجيات" (software-based medical devices) وقامت بتنظيمها وفقًا لذلك من خلال عدة مسارات مختلفة. اعتبارًا من منتصف عام ٢٠٢٢، وافقت إدارة الغذاء والدواء الأمريكية (FDA) على ما يقرب من ٣٥٠ طلبًا من هذا القبيل. وتفعل أوروبا الشيء نفسه من خلال علامة CE (Conformité Européenne) (المطابقة الأوروبية) الخاصة بها، وقد وافقت على أجهزة أكثر إلى حد ما من إدارة الغذاء والدواء. وفي كلتا المنطقتين، يتضمن الجزء الأكبر من الأجهزة المعتمدة تحليل بيانات الاستشعار من المرضى، أو تطبيقات التصوير الإشعاعي (radiological imaging applications). معظمهم من الشركات، وليس من مؤسسات تقديم الرعاية الصحية.

ومع ذلك، لا يمكن للموافقة التنظيمية والقانونية وحدها أن تضمن أن التطبيق القائم على الذكاء الاصطناعي سيعمل دائمًا كما هو محدد في الاستخدام السريري. أوصى مقال سابق بأن يتمكن الأطباء من الإجابة على الأسئلة أدناه عند التفكير في اعتماد الذكاء الاصطناعي. وهي تنطبق على جميع التخصصات، وليس فقط الأشعة، على الرغم من أن خوارزميات الذكاء الاصطناعي غالبًا ما تعمل بشكل مختلف عبر أجهزة التصوير المختلفة. الأسئلة هي:

(١) ما هو نطاق المنتجات المتوفرة للاستخدام المقصود؟

(٢) كيف تم تدريب النماذج وكيف تم التحقق من صحتها واختبارها؟

(٣) بمجرد الشراء، هل سيعمل تطبيق الذكاء الاصطناعي كما هو متوقع؟ كيف يمكنني مراقبة أداء النموذج بعد النشر؟

ثالثاً: السداد والعائد على الاستثمار:

يجب أن يشعر مقدمو الرعاية الصحية في جميع أنحاء العالم بالقلق بشأن كيفية الدفع مقابل أي ابتكار في مجال الرعاية الصحية، بما في ذلك الذكاء الاصطناعي. وفي أفضل الأحوال، تدفع الابتكارات تكاليفها بنفسها، مما يسمح لمقدمي الخدمات بتقديم رعاية أفضل بنفس التكلفة، أو تقديم نفس الرعاية الجيدة بتكلفة أقل. قد تتناسب بعض الابتكارات القائمة على الذكاء الاصطناعي مع هذا السيناريو الأفضل، لكن العديد منها سيتطلب موافقة الدافع وسداد التكاليف لمقدمي الخدمات حتى يتمكنوا من اعتمادها. في المملكة المتحدة،

أعلنت خدمة الصحة الوطنية (National Health Service) (NHS) في عام ٢٠١٩ أنها ستبدأ في سداد تكاليف الرعاية القائمة على الذكاء الاصطناعي في عام ٢٠٢٠ لتحفيز التبني بشكل أسرع، على الرغم من أن التفاصيل كانت غير واضحة. تستثمر هيئة الخدمات الصحية الوطنية أيضًا حوالي ٢٥٠ ألف جنيه إسترليني في الذكاء الاصطناعي لأغراض الرعاية الصحية من خلال مختبر الذكاء الاصطناعي التابع لها.

في الصين، جزئياً بسبب جائحة كوفيد-١٩، وافقت لجنة الصحة الوطنية الصينية (National Health Commission) على سداد تكاليف الاستشارات عبر الإنترنت باستخدام الذكاء الاصطناعي والأدوات الرقمية الأخرى في عام ٢٠٢٠. وقد شهدت الصين نمواً هائلاً في استخدام الذكاء الاصطناعي للحصول على مشورة الممارسين العامين، والتي يمكن أن تحدد ما إذا كانت هناك حاجة إلى التشاور وجهاً لوجه. لم نتمكن من العثور على أي دليل على أن بعض حالات استخدام الكشف عن الصور الأكثر تقدمًا يتم تعويضها (أو في الممارسة السريرية) في الصين، على الرغم من وجود الكثير من الشركات الناشئة في هذا المجال.

حتى كتابة هذه السطور، تمت الموافقة على سداد تكاليف أقل من عشرة تطبيقات تعتمد على الذكاء الاصطناعي - بما في ذلك تطبيق لتشخيص جلطات الدم في الدماغ وآخر لاعتلال الشبكية السكري - من قبل المراكز الأمريكية للخدمات الطبية والمساعدات الطبية (Centers for Medicare and Medicaid Services) (CMS)، التي تدفع ما يقرب من نصف تكاليف الرعاية الصحية في الولايات المتحدة. ومن المتوقع أن تحذو شركات التأمين الخاصة حذو CMS، لكنها لم تفعل ذلك علنًا بعد – حتى الآن على الأقل-.

ومع انتقال الرعاية الصحية إلى نماذج الدفع القائمة على القيمة، والتي تتطلب من مقدمي الخدمات دعم صحة مرضاهم بدلاً من مجرد توفير الرعاية الصحية لأمراض أو مشكلات طبية معينة، قد يصبح سداد تكاليف الابتكارات القائمة على الذكاء الاصطناعي أكثر شيوعاً. ومع ذلك، فإن الانتقال إلى الرعاية القائمة على القيمة بطيء جدًا. وقد أدت جائحة كوفيد-١٩ إلى جعل الأمر أبطأ حيث يركز مقدمو الخدمة على تدابير قصيرة المدى للغاية لكبح التكاليف وتلبية احتياجات المرضى الفورية. كما أن حجم المرضى في معظم الأنظمة الصحية لم يتعافى إلى مستويات ما قبل الوباء. عندما تصبح الرعاية القائمة على القيمة حقيقة واقعة،

ستحتاج المنظمات المقدمة للرعاية إلى فهم وإدارة مجموعات المرضى لديها بطرق جديدة، وقد تكون القرارات المدعومة بالذكاء الاصطناعي هي أفضل طريق للقيام بذلك.

ومع ذلك، أصبحت العديد من الاستخدامات السريرية للذكاء الاصطناعي القائمة على مقدمي الخدمات اليوم تجريبية. لم تتم الموافقة عليها من قبل إدارة الغذاء والدواء الأمريكية (FDA) أو أي هيئة تنظيمية أخرى، ولم تتم الموافقة على سدادها من قبل الدافعين. القليل منها يحقق مستوى عالٍ من تحسين الإنتاجية. لذلك، فهي توفر عائدًا ضئيلًا على الاستثمار. ونتيجة لذلك، فمن المرجح أن تكون المنظمات المقدمة التي تدعم حاليا تطوير الذكاء الاصطناعي على نطاق واسع كبيرة، وتركز على الأبحاث، وثرية نسبياً.

رابعًا: تكامل البيانات والتسجيل الطبي الإلكتروني:

البيانات هي وقود الذكاء الاصطناعي، وهي ضرورية لتدريب نماذج التعلم الآلي. على الرغم من بعض التقدم على مدى العقدين الماضيين، لا تزال بيانات الرعاية الصحية بشكل عام مجزأة ومنعزلة مثل نظام الرعاية الصحية الذي أنشأها. تمتلك معظم المستشفيات والممارسات الطبية الجماعية بيانات السجلات الطبية الإلكترونية الخاصة بها ولا يوجد سوى القليل. وما لم يكونوا أيضًا من مقدمي الخدمات، فإن الدافعين لديهم عمومًا بيانات المطالبات فقط، على الرغم من أن بعضهم يتعاون مع مقدمي الخدمة للوصول إلى بيانات السجلات الصحية الإلكترونية الخاصة بهم. من النادر جدًا أن تكون جميع بيانات الرعاية الصحية للمريض - عبر جميع مقدمي الخدمة والدافعين - متاحة في مستودع واحد يسهل الوصول إليه. وهذا يعني أن البيانات المستخدمة لتدريب نماذج التعلم الآلي ستكون محدودة بالضرورة، وربما لن تشمل جميع تفاعلات المريض مع نظام الرعاية الصحية. حتى داخل مؤسسة معينة، غالبًا ما يحتاج علماء البيانات أو المهندسون إلى قضاء وقت طويل في دمج البيانات وتنظيمها.

تمتلك بعض أنظمة الرعاية الصحية الوطنية نظامًا مشتركًا للسجل الطبي الإلكتروني، مما يجعل من السهل نسبيًا جمع البيانات لتدريب النماذج ودمج أنظمة التسجيل الجديدة القائمة على الذكاء الاصطناعي في الممارسة السريرية. على سبيل المثال: قامت هيئة الخدمات الصحية الوطنية (NHS) في المملكة المتحدة، التي ليس لديها نظام مشترك شامل للتسجيل

الطبي الإلكتروني ولكن لديها نظام للممارسين العامين، بإنشاء ونشر "مؤشر الضعف الإلكتروني" (Electronic Frailty Index) من بيانات السجل الصحي الإلكتروني. يقوم نموذج التعلم الآلي بإنشاء درجة للمرضى المسنين والتي تعد جزءًا لا يتجزأ من نظام السجل الطبي الإلكتروني. إذا رأى الطبيب العام مريضًا يعاني من مؤشر ضعف شديد أو متوسط، فيوصى بإجراءات رعاية خاصة (مثل: مراجعة الدواء أو تقييم المخاطر).

لا يؤثر تكامل البيانات المحدود على جميع خوارزميات الذكاء الاصطناعي السريرية. على سبيل المثال: لا تتطلب أساليب الذكاء الاصطناعي الموجهة لتفسير صور الأشعة دمج مجموعة واسعة من بيانات السجل الطبي الإلكتروني. ومع ذلك، فإن فرص الذكاء الاصطناعي المثيرة، مثل تحديد الفعالية المقارنة وفهم العوامل التي تزيد من خطر الإصابة بالأمراض، سوف تتعثر بسبب ضعف قابلية التشغيل البيني. علاوة على ذلك، مع اتساع نطاق البيانات المرتبطة بالصحة لتشمل، على سبيل المثال: المحددات الاجتماعية للصحة وأجهزة الاستشعار التي يمكن ارتداؤها (wearable sensors)، فإن التكامل المحدود للبيانات سيصبح مشكلة متزايدة. قد تؤدي القيمة المحتملة للذكاء الاصطناعي إلى تحسين معايير البيانات والتكامل والمشاركة بمرور الوقت.

خامساً: التعليم السريري وسير العمل:

سيحتاج الأطباء إلى تعليم مستمر في الذكاء الاصطناعي لاستخدامه بفعالية في الممارسة السريرية. لم تقم كليات الطب بعد بدمج الذكاء الاصطناعي في المناهج الدراسية (وعدد قليل فقط تناول التقنيات الرقمية أو تكنولوجيا المعلومات من أي نوع، أو الرعاية الطبية الشخصية/الدقيقة، في الدورات الرسمية). على الرغم من أن الوقت لا يزال مبكرًا لهذا النوع من التدريب، فقد بدأ تقديم بعض الدورات، خاصة في عدد قليل من المجالات المتخصصة الموجهة نحو الذكاء الاصطناعي. على سبيل المثال: تم إدراج مقرر الذكاء الاصطناعي في مناهج قسم الأشعة والتصوير الطبي بالمعاهد الفنية الصحية التابعة لوزارة الصحة المصرية وأعلنت الجمعية الإشعاعية لأمريكا الشمالية (Radiological Society of North America) عن شهادة الذكاء الاصطناعي للتصوير التي يمكن لأخصائيي الأشعة الحصول عليها عبر الإنترنت.

ومع ذلك، فإن مثل هذه البرامج لا تزال نادرة نسبيا. وهي غائبة إلى حد كبير في المجالات الأخرى حيث يكون الذكاء الاصطناعي قادرًا بشكل متزايد على تحليل الصور، مثل علم الأمراض وطب العيون. وتحتاج الجمعيات المهنية في هذه التخصصات إلى التحرك بسرعة لتحسين وعي المتخصصين ومهاراتهم.

قد يقاوم الأطباء استخدام أنظمة الذكاء الاصطناعي التي لا تتناسب بشكل جيد مع سير العمل السريري. تم توجيه هذه الشكوى ضد السجلات الطبية الإلكترونية بشكل عام، لكنها بالغة الأهمية للممارسة الطبية الحديثة لدرجة أن معظم الأطباء يستخدمونها على أي حال حتى الذين يشتكون منها. إذا كانت أنظمة الذكاء الاصطناعي تتطلب أنظمة أو تطبيقات أو واجهات برمجة تطبيقات أو عمليات تسجيل دخول منفصلة، فمن غير المرجح أن يتم اعتمادها. وبما أن السجلات الطبية الإلكترونية أصبحت التكنولوجيا السائدة التي تنظم سير العمل السريري، فسوف يتعين دمج الذكاء الاصطناعي في تلك الأنظمة حتى يتم نشرها على نطاق واسع لتحقيق أي نجاح.

تتضمن بعض التخصصات مهام وسير عمل أكثر ملاءمة لاستخدام الذكاء الاصطناعي من غيرها. على سبيل المثال، صنفت دراسة أجرتها شركة ماكينزي "ساعات العمل القابلة للأتمتة" (automatable hours) في الأدوار السريرية في تحليل تأثير الذكاء الاصطناعي على وظائف الرعاية الصحية في أوروبا. ووجدت أن "أطباء الأسرة والممارسين العامين" لديهم أعلى نسبة (لكن ١٢٪ فقط) من الساعات القابلة للأتمتة بين الأطباء. يعد الوضع الجسدي للمرضى مثالاً على مهمة "جسدية لا يمكن التنبؤ بها" (unpredictable physical) - وهو عامل يقلل من احتمالية الأتمتة في دراسة ماكينزي. يتمتع المعالجون بتقويم العمود الفقري بأقل نسبة من ساعات العمل الآلية ٢٪ بين جميع الأطباء.

اعتُبر التعاطف وفهم الصحة العقلية (مهام "التواصل مع أصحاب المصلحة") غير مرجح مع الذكاء الاصطناعي في دراسة تأثير الذكاء الاصطناعي؛ كان لدى الأطباء النفسيين أقل عدد من الساعات الآلية بين الأطباء. ومع ذلك، في بعض الحالات (القلق والاكتئاب وتعاطي المخدرات) قد تكون روبوتات الدردشة الذكية الموجهة نحو العاطفة والتي تستخدم العلاج

السلوكي المعرفي (DBT) قادرة على مساعدة المرضى، لا سيما وأن هناك نقصًا خطيرًا في المتخصصين في الصحة العقلية في العديد من البلدان.

قد يكون المتخصصون مثل: أخصائيي الأشعة (radiologists) وأخصائيي الأمراض (pathologists) الذين لا يرون المرضى شخصيًا عادةً أكثر تأثراً بالذكاء الاصطناعي. يعد تفسير الصور عنصرًا أساسيًا في وظائفهم، وغالبًا ما يتواصلون مع المرضى والأطباء الآخرين من خلال التقارير التي يمكن إنشاؤها تلقائيًا. ومع ذلك، يقوم هؤلاء المتخصصون بعدد من المهام التي من غير المرجح أن تتم أتمتتها قريبًا.

يبدو أن المتخصصين السريريين الذين ينصب تركيزهم الأساسي على رعاية المرضى عبر مجموعة واسعة من الاحتياجات، مثل الممرضات، من غير المرجح أن يتأثروا بشكل كبير بالذكاء الاصطناعي. ويبدو أن أولئك الذين يقدمون التشخيص والمشورة في المقام الأول، مثل الأطباء، هم أكثر عرضة للتأثر. ولعل التأثير الأكبر من الذكاء الاصطناعي وقدرات الأتمتة ذات الصلة سيشمل العاملين الإداريين في مجال الرعاية الصحية بدلاً من العاملين في المجال السريري.

سادساً: الاعتبارات الأخلاقية:

يعد الذكاء الاصطناعي الأخلاقي (Ethical AI) مصدر قلق لجميع الصناعات، ولكنه مصدر قلق أكبر للرعاية الصحية. تتناول المبادئ الأخلاقية التي وضعتها منظمة الصحة العالمية في عام ٢٠٢١ لاستخدام الذكاء الاصطناعي في الرعاية الصحية قضايا مثل: حماية استقلالية الإنسان (protecting human autonomy)؛ ضمان الشفافية (ensuring transparency) وقابلية الشرح (explainability) والوضوح (intelligibility)؛ وتعزيز المسؤولية (fostering responsibility) والمساءلة (accountability). إن الالتزام بهذه المبادئ، مهما بدت معقولة، لن يكون سهلاً أو حتى ممكناً بالنسبة للعديد من أنظمة الذكاء الاصطناعي. على سبيل المثال: أصبحت معظم نماذج التعلم العميق لتحليل الصور الإشعاعية اليوم غير شفافة ولا يمكن تفسيرها.

بدأت المنظمات الرائدة في مجال اعتماد الذكاء الاصطناعي في تحديد مبادئها الأخلاقية، لكن القليل منها أنشأ هيكلًا إداريًا لضمان امتثال جميع تطبيقات الذكاء الاصطناعي - تلك التي

تم تطويرها داخليًا وكذلك تلك التي يقدمها البائعون - مع المبادئ. نتوقع أن يؤدي الالتزام الوثيق بالاعتبارات الأخلاقية إلى إبطاء تطوير واعتماد تطبيقات الذكاء الاصطناعي السريرية.

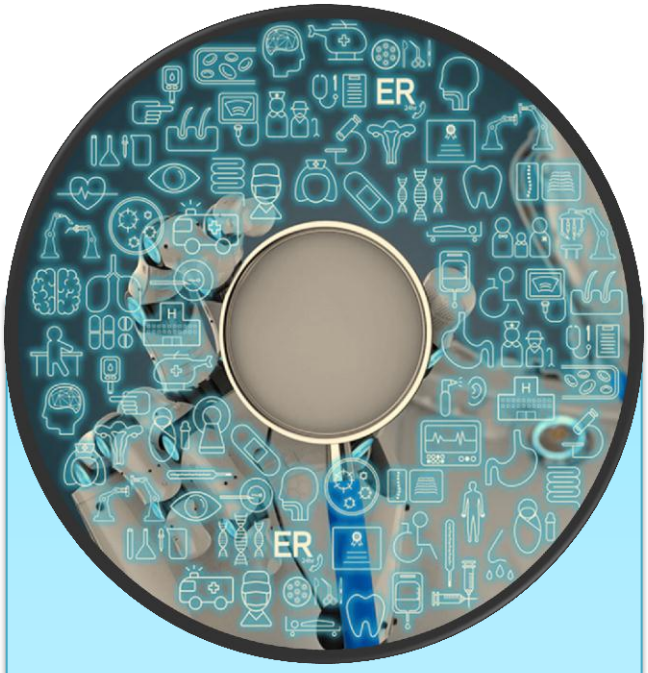
سابعاً: التخطيط لتبني الذكاء الاصطناعي:

تتمثل ميزة الوتيرة المدروسة لاعتماد الذكاء الاصطناعي في أنها تمنح مؤسسات الرعاية الصحية الوقت الكافي للتخطيط والتكيف. يعتمد تحديد موقع المنظمة الطبية للنجاح على عدة عوامل.

من المؤكد أن تبني الذكاء الاصطناعي سوف يتحرك بشكل أسرع في المؤسسات التي تعلن أن اعتماده يمثل أولوية استراتيجية مقارنة بالمؤسسات التي تنظر إليه على أنه تكنولوجيا جديدة أو متخصصة. لدى بعض مقدمي الخدمات الذين يركزون على الأبحاث والابتكار، مثل: Mayo Clinic على سبيل المثال، العديد من مشاريع الذكاء الاصطناعي قيد التنفيذ وقد أنشأوا أدوارًا وهياكل تنظيمية جديدة لتسهيل نمو الذكاء الاصطناعي عبر المنظمة.

وفيما يتعلق بالسمات الأخرى، فإن المؤسسات التي نشرت تطبيقات المعاملات الأساسية، مثل السجلات الطبية الإلكترونية وتطبيقات دورة الإيرادات، ستكون في وضع أفضل لدمج الذكاء الاصطناعي في سير العمل. سيكون هذا التحول أيضًا أبسط وأسرع في المؤسسات التي لديها قاعدة تطبيقات من بائع واحد عبر المؤسسة مقارنةً بتلك التي لديها تطبيقات من بائعين متعددين. من المرجح أن تتبنى المؤسسات المقدمة الذكاء الاصطناعي بسرعة وسلاسة أكبر إذا كانت تعرف بالفعل كيفية نقل التقنيات الجديدة من الإصدار التجريبي إلى النشر على نطاق واسع وإدارة سير العمل المصاحب و/أو التغييرات الثقافية.

تتغير تقنيات الذكاء الاصطناعي بسرعة، لكن عمليات الرعاية الصحية والمهنيين يتغيرون بشكل أبطأ بكثير. ومع ذلك، فإن قيمة التكنولوجيا كبيرة بما يكفي بحيث يجب على جميع مقدمي الرعاية الصحية الرئيسيين البدء في تقييم تقنيات الذكاء الاصطناعي والنظر في الكيفية التي يمكن أن تساعد بها في تحويل العمليات السريرية والإدارية.



الفصل السادس

الذكاء الاصطناعي القابل للتفسير في الرعاية الصحية: وجهات نظر متعددة

مقدمة:

في جميع أنحاء العالم، ترتفع تكاليف الرعاية الصحية بشكل كبير. ويساهم في زيادة متوسط العمر المتوقع، وارتفاع معدلات الأمراض المزمنة، والتطوير المستمر لعلاجات جديدة مكلفة، في هذا الاتجاه. وبالتالي، ليس من المستغرب أن يتوقع العلماء مستقبلًا قاتمًا لاستدامة أنظمة الرعاية الصحية في جميع أنحاء العالم.

يعد الذكاء الاصطناعي (AI) بالتخفيف من تأثير هذه التطورات من خلال تحسين الرعاية الصحية وجعلها أكثر فعالية من حيث التكلفة. في الممارسة السريرية، غالبًا ما يأتي الذكاء الاصطناعي في شكل أنظمة دعم القرار السريري clinical decision support systems (CDSS)، لمساعدة الأطباء في تشخيص المرض واتخاذ قرارات العلاج. عندما تقوم أنظمة CDSS التقليدية بمطابقة خصائص المرضى الأفراد مع قاعدة معرفية موجودة، فإن أنظمة CDSS القائمة على الذكاء الاصطناعي تطبق نماذج الذكاء الاصطناعي المدربة على بيانات من المرضى المطابقة لحالة الاستخدام المتاحة. ومع ذلك، على الرغم من إمكاناته التي لا يمكن إنكارها، فإن الذكاء الاصطناعي ليس حلاً خالي السلبيات. وكما أثبت التاريخ، فإن التقدم التكنولوجي يسير دائماً جنباً إلى جنب مع أسئلة جديدة وتحديات كبيرة. وترتبط بعض هذه التحديات بالخصائص التقنية للذكاء الاصطناعي، ويتعلق البعض الآخر بالمنظور القانوني والطبي والمتعلق بالمرضى، مما يجعل من الضروري اعتماد منظور متعدد التخصصات.

في هذا الفصل، نعرض وجهات نظر متعددة حول أحد التحديات الكبيرة التي يواجهها الذكاء الاصطناعي الطبي: إمكانية التفسير (Explainability). في جوهرها، يمكن فهم القابلية للتفسير على أنها سمة من سمات النظام الذي يحركه الذكاء الاصطناعي، مما يسمح للشخص بإعادة بناء سبب قيام ذكاء اصطناعي معين بالتوقعات المقدمة. هناك نقطة مهمة يجب ملاحظتها هنا وهي أن قابلية الشرح لها جوانب عديدة، ولسوء الحظ، فإن مصطلحات قابلية التفسير ليست محددة بشكل جيد. غالبًا ما يتم استخدام مصطلحات أخرى مثل قابلية الشرح و/أو الشفافية بشكل مترادف. وبالتالي فإننا نشير ببساطة إلى قابلية الشرح (explainability) أو الذكاء الاصطناعي القابل للتفسير (explainable AI) في جميع أنحاء الفصل ونضيف السياق اللازم للفهم.

تعد قابلية التفسير موضوعًا محل نقاش كبير وله آثار بعيدة المدى تتجاوز الخصائص التقنية للذكاء الاصطناعي. على الرغم من أن الأبحاث تشير إلى أن خوارزميات الذكاء الاصطناعي يمكن أن تتفوق على البشر في بعض المهام التحليلية (مثل التعرف على الأنماط في الصور)، إلا أن الافتقار إلى إمكانية التفسير تعرضها لانتقادات في المجال الطبي. إن عدم اليقين القانوني والأخلاقي المحيط بهذه القضية قد يعيق التقدم ويمنع التقنيات الجديدة من تحقيق إمكاناتها لتحسين صحة المرضى والسكان. ومع ذلك، بدون دراسة شاملة لدور قابلية التفسير في الذكاء الاصطناعي الطبي، قد تتخلى هذه التقنيات عن المبادئ الأخلاقية والمهنية الأساسية، وتتجاهل القضايا التنظيمية، وتسبب ضررًا كبيرًا.

للمساهمة في الخطاب حول الذكاء الاصطناعي القابل للتفسير في الطب، نسعى هنا إلى لفت الانتباه إلى الطبيعة متعددة التخصصات لقابلية التفسير وآثارها على مستقبل الرعاية الصحية. على وجه الخصوص، يركز الفصل الحالي على أهمية قابلية التفسير لـ CDSS. يكمن عملنا في حقيقة أننا ننظر إلى إمكانية التفسير من وجهات نظر متعددة غالبًا ما تُعتبر مستقلة وقابلة للفصل عن بعضها البعض. نهدف هنا إلى هدفين رئيسيين:

(١) تقديم تقييم شامل لدور قابلية الشرح في CDSS لاستخدامها في الممارسة السريرية؛

(٢) إجراء تقييم أخلاقي لما تعنيه قابلية التفسير لاعتماد الأدوات المعتمدة على الذكاء الاصطناعي في الممارسة السريرية.

إذا أخذنا نظام CDSS القائم على الذكاء الاصطناعي كمثال على ذلك، فإننا نناقش أهمية إمكانية شرح الذكاء الاصطناعي الطبي من المنظور التكنولوجي والقانوني والطبي ومن منظور المريض. ولتحقيق هذه الغاية، تم اجراء تحليلًا مفاهيميًا للأدبيات ذات الصلة بالذكاء الاصطناعي القابل للتفسير في هذه المجالات. في تحليلنا، كنا نهدف إلى تحديد الجوانب ذات الصلة بتحديد ضرورة ودور التفسير لكل مجال، على التوالي. وبالاعتماد على وجهات النظر المختلفة هذه، نختتم بعد ذلك باستخلاص الآثار الأخلاقية لقابلية التفسير للاستخدام المستقبلي للذكاء الاصطناعي في بيئة الرعاية الصحية. ونحن نفعل هذا الأخير من خلال فحص

القابلية للتفسير مقابل المبادئ الأخلاقية الأربعة: الاستقلالية (autonomy)، والإحسان (beneficence)، وعدم الإيذاء (non-maleficence)، والعدالة (justice).

أولاً: المنظور التكنولوجي:

ومن المنظور التكنولوجي، سوف نستكشف قضيتين. أولاً، ما هي أساليب التفسير؟، وثانيًا، أين يتم تطبيقها في تطوير الذكاء الاصطناعي الطبي؟.

فيما يتعلق بالمنهجية، يمكن أن تكون القابلية للتفسير سمة متأصلة في الخوارزمية أو يمكن تقريبها بطرق أخرى. وهذا الأخير مهم للغاية بالنسبة للطرق التي تم تصنيفها حتى وقت قريب على أنها "نماذج الصندوق الأسود" (black-box models) مثل: نماذج الشبكة العصبية الاصطناعية artificial neural network (ANN). ومع ذلك، لتفسير تنبؤاتهم، توجد طرق عديدة اليوم. لكن الأهم من ذلك هو أن قابلية التفسير المتأصلة، بشكل عام، ستكون أكثر دقة من الأساليب التقريبية فقط لقابلية التفسير. ويمكن أن يعزى ذلك إلى الخصائص المعقدة للعديد من أساليب التعلم الآلي الحديثة.

في الشبكات العصبية الاصطناعية (ANN)، على سبيل المثال، تحتاج أحيانًا العمليات الداخلية لملايين الأوزان بين الخلايا العصبية الاصطناعية إلى تفسير بطريقة يمكن للبشر فهمها. وبالتالي، فإن الأساليب المتناقضة مع التفسير المتأصل لها ميزة حاسمة. ومع ذلك، عادة ما تكون هذه الأساليب أيضًا طرقًا تقليدية، مثل الانحدار الخطي أو اللوجستي. بالنسبة للعديد من حالات الاستخدام، هناك دونية لهذه الطرق التقليدية في الأداء مقارنة بالطرق الحديثة مثل الشبكات العصبية الاصطناعية. وبالتالي، هناك مقايضة بين الأداء وقابلية التفسير، وتشكل هذه المقايضة تحديًا كبيرًا لمطوري أنظمة دعم القرار السريري. تجدر الإشارة إلى أن البعض يفترض أن هذه المقايضة غير موجودة في الواقع، ولكنها مجرد قطعة أثرية من أساليب النمذجة دون المستوى الأمثل. من المهم لفت الانتباه إلى أوجه القصور في تقريب طرق التفسير، فمن المحتمل أن تكون بعض طرق التقريب، على عكس فكرة، لها قيمة نظرًا للطبيعة المعقدة لشرح نماذج التعلم الآلي. بالإضافة إلى ذلك، في حين أننا نستطيع إجراء تقييم نوعي بأن قابلية التفسير المتأصلة من المحتمل أن تكون أفضل من قابلية التفسير التقريبية، إلا أنه لا توجد سوى محاولات أولية استكشافية لتصنيف طرق التفسير كمياً. على

الرغم من ذلك، بالنسبة للعديد من التطبيقات - وبشكل عام في تطوير منتجات الذكاء الاصطناعي - هناك تفضيل فعلي للخوارزميات الحديثة مثل الشبكات العصبية الاصطناعية. بالإضافة إلى ذلك، لا يمكن استبعاد أن هذه الأساليب الحديثة تظهر أداءً أعلى فعليًا في بعض التطبيقات. وهذا يستلزم إجراء تقييم نقدي لطرق التفسير بشكل أكبر، سواء فيما يتعلق بالتطوير التقني، على سبيل المثال: لترتيب الأساليب وتحسين الأساليب لبعض المدخلات، وفيما يتعلق بدور الشرح من وجهة نظر أصحاب المصلحة المتعددين كما حدث في العمل الحالي.

من وجهة نظر التطوير، ستكون قابلية الشرح مفيدة للمطورين بشكل منتظم للتحقق من سلامة نماذج الذكاء الاصطناعي الخاصة بهم بما يتجاوز مجرد الأداء. على سبيل المثال: من المفيد للغاية استبعاد أن يعتمد أداء التنبؤ على البيانات الوصفية بدلاً من البيانات نفسها. ومن الأمثلة غير الطبية الشهيرة مهمة التصنيف للتمييز بين كلاب الهاسكي والذئاب، حيث كان التنبؤ مدفوعًا فقط بتحديد خلفية ثلجية بدلاً من الاختلافات الحقيقية بين كلاب الهاسكي والذئاب.

وتسمى هذه الظاهرة أيضًا بظاهرة "هانز الذكي" (Clever Hans phenomenon). ظواهر هانز الذكية موجودة أيضًا في الطب. ومن الأمثلة على ذلك النموذج الذي طوره باحثون من مستشفى ماونت سيناي في نيويورك (Mount Sinai hospital) والذي كان أداؤه جيدًا للغاية في التمييز بين المرضى المعرضين للخطر الشديد والمرضى غير المعرضين للخطر بناءً على التصوير بالأشعة السينية. ومع ذلك، عندما تم تطبيق الأداة خارج المستشفى، انخفض الأداء. وكما تبين، فإن نموذج الذكاء الاصطناعي لم يتعلم المعلومات ذات الصلة سريريًا من الصور. قياسًا على الخلفية الثلجية في المثال السابق، استند التنبؤ إلى البيانات التعريفية المتعلقة بالأجهزة المرتبطة بجهاز الأشعة السينية المحدد الذي تم استخدامه لتصوير مرضى وحدة العناية المركزة المعرضين للخطر بشكل حصري في مستشفى ماونت سيناي. وهكذا، كان النظام قادرًا على التمييز فقط بين الجهاز الذي تم استخدامه للتصوير وليس المخاطر التي يتعرض لها المرضى.

تسمح أساليب التفسير للمطورين بتحديد هذه الأنواع من الأخطاء قبل أن تدخل أدوات الذكاء الاصطناعي في التحقق السريري وعملية الاعتماد، حيث سيتم تحديد تنبؤات Clever Hans على أنها تنبؤات ذات صلة بطرق التفسير بدلاً من ميزات ذات معنى من منظور المجال. وهذا يوفر الوقت وتكاليف التطوير. تجدر الإشارة إلى أن أساليب التفسير التي تستهدف المطورين لتقديم نظرة ثاقبة لنماذجهم لها متطلبات أساسية مختلفة عن الأنظمة التي تستهدف المستخدمين النهائيين غير المتمرسين تقنيًا مثل الأطباء والمرضى. بالنسبة للمطورين، يمكن أن تكون هذه الأساليب أكثر تعقيدًا في أسلوبها وتصورها.

ثانياً: المنظور القانوني

من المنظور القانوني، يُطرح السؤال إذا كان الأمر كذلك، وإذا كانت الإجابة بنعم، إلى أي مدى تكون قابلية التفسير في الذكاء الاصطناعي مطلوبة قانونًا. إن أخذ الإشارة من مجالات أخرى مثل الإدارة العامة والشفافية والتتبع يجب أن يفي بمعايير أعلى عندما يتعلق الأمر بالرعاية الصحية والمريض الفردي. كما أوضحنا من قبل في أكثر من موضع، فإن أساليب الذكاء الاصطناعي مثل التعلم الآلي والتعلم العميق لديها القدرة على تحسين جودة الرعاية الصحية بشكل كبير.

إن تحديد الأنماط في التشخيص، واكتشاف الحالات الشاذة، وفي النهاية، توفير دعم إتخاذ القرار، يؤدي بالفعل إلى تغيير معايير الرعاية والممارسة السريرية. ولاستغلال هذه الفرص بشكل كامل لتحسين نتائج المرضى وإنقاذ الأرواح من خلال تعزيز الكشف عن الأمراض والوقاية منها وعلاجها، لابد من النظر بشكل كامل في القضايا الحساسة المتعلقة بخصوصية (data privacy) البيانات وأمنها (security)، وموافقة المريض (patient consent)، والاستقلالية (autonomy).

وهذا يعني أنه من منظور قانوني، يجب أن تمتثل البيانات - الحصول عليها وتخزينها ونقلها ومعالجتها وتحليلها - لجميع القوانين واللوائح والمتطلبات القانونية الأخرى. بالإضافة إلى ذلك، يجب أن يتكيف القانون وتفسيره وتنفيذه باستمرار مع أحدث التطورات في مجال التكنولوجيا. وحتى عند استيفاء كل هذه المتطلبات الواضحة إلى حد ما، يظل السؤال قائمًا عما إذا كان تطبيق الحلول والأدوات المعتمدة على الذكاء الاصطناعي يتطلب التوضيح. بمعنى

آخر، هل يحتاج الأطباء والمرضى إلى معلومات ليس فقط حول النتائج المقدمة ولكن أيضًا حول الخصائص والميزات التي تستند إليها هذه النتائج، والافتراضات الأساسية الخاصة بكل منها. وهل يتطلب الإدماج الضروري لأصحاب المصلحة الآخرين فهمًا وقابلية للتفسير للخوارزميات والنماذج. من وجهة نظر قانونية، حددنا ثلاثة مجالات أساسية لقابلية التفسير: (١) الموافقة المستنيرة (Informed consent)، (٢) الاعتماد والموافقة (Certification and approval) على الأجهزة الطبية (حسب إدارة الغذاء والدواء FDA / وتنظيم الأجهزة الطبية MDR/Medical Device Regulation) و(٣) المسؤولية (Liability).

لا يجوز معالجة البيانات الصحية الشخصية إلا بموجب القانون بعد موافقة الفرد على استخدامها. في غياب القوانين العامة التي تسهل استخدام البيانات والمعلومات الشخصية، فإن هذه الموافقة المستنيرة (Informed consent) هي المعيار المستخدم اليوم لبيانات المرضى في تطبيقات الذكاء الاصطناعي. وهذا أمر صعب بشكل خاص لأنه يجب تحديد الموافقة مسبقًا، أي يجب تحديد الغرض من المشروع المحدد وأهدافه.

الميزة الطبيعية للذكاء الاصطناعي هي أنه لا يتطلب الاختيار المسبق للميزات ويمكنه تحديد أنماط جديدة أو العثور على مؤشرات حيوية جديدة. إذا اقتصرت على أغراض محددة - كما هو مطلوب للحصول على الموافقة المستنيرة - فقد لا تكون هذه الميزة الفريدة قابلة للاستغلال بالكامل. للحصول على موافقة مستنيرة لإجراءات التشخيص أو التدخلات، يتطلب القانون معلومات فردية وشاملة حول هذه العمليات وفهمها. وفي حالة دعم القرار القائم على الذكاء الاصطناعي، يجب بالتالي شرح العمليات والخوارزميات الأساسية للمريض الفردي. تمامًا كما هو الحال في حالة الحصول على موافقة للخضوع لإجراء التصوير بالرنين المغناطيسي، قد لا يحتاج المريض بالضرورة إلى معرفة كل التفاصيل ولكن بالتأكيد يجب أن يكون على علم بالمبادئ الأساسية، وخاصة المخاطر. ومع ذلك، خلافًا لإجراءات التصوير بالرنين المغناطيسي، لا يستطيع الأطباء تقديم هذا النوع من المعلومات لـ CDSS غير الشفاف. ما يجب أن يكون الأطباء قادرين على تقديمه على الأقل هو تفسيرات حول مبدأين:

(١) وجهة نظر الوكيل للذكاء الاصطناعي، أي ما يعتبر كمدخلات؛ ماذا تفعل مع البيئة؛ وما ينتج كمخرجات.

(٢) شرح التدريب على رسم الخرائط الذي ينتج المخرجات من خلال السماح له بالتعلم من الأمثلة - والذي يشمل التعلم الخاضع للإشراف، وغير الخاضع، والتعلم المعزز (reinforcement learning).

ومع ذلك، من المهم ملاحظة أنه بالنسبة لنظام CDSS القائم على الذكاء الاصطناعي، يصعب تحديد نطاق المعلومات بشكل مسبق، ويجب تعديله ليناسب حالة الاستخدام المعنية، وسيحتاج بالتأكيد إلى توضيح من الهيئات التشريعية. ولهذا الغرض، تم وضع إطار لتحديد المستوى "الصحيح" لقابلية التفسير. ومن الواضح أن هذا يثير أيضًا أسئلة مهمة حول دور الأطباء ومهامهم، مما يؤكد الحاجة إلى تدريب مخصص وتطوير مهني في مجال الذكاء الاصطناعي الطبي.

وفيما يتعلق بإصدار الشهادات والموافقة على أنها أجهزة طبية، كانت الهيئات المعنية بطيئة في تقديم متطلبات الذكاء الاصطناعي القابل للتفسير وتأثيراته على تطوير المنتجات وتسويقها. في ورقة مناقشة حديثة، تسهل إدارة الغذاء والدواء الأمريكية (FDA) في نهج دورة حياة المنتج الإجمالي Total Product Lifecycle (TPLC) التطوير والتحسين المستمر للمنتجات الطبية القائمة على الذكاء الاصطناعي. لم يتم ذكر إمكانية الشرح ولكن مطلوب "مستوى مناسب من الشفافية transparency (الوضوح clarity) للمخرجات والخوارزمية التي تستهدف المستخدمين". يهدف هذا بشكل أساسي إلى وظائف البرنامج وتعديلاته بمرور الوقت. لا ينظم (لائحة تنظيم الأجهزة الطبية) MDR على وجه التحديد الحاجة إلى التوضيح فيما يتعلق بالأجهزة الطبية التي تستخدم الذكاء الاصطناعي والتعلم الآلي على وجه الخصوص. ومع ذلك، هنا أيضًا، يتم تحديد الحاجة إلى المساءلة والشفافية وقد يؤدي تطور الذكاء الاصطناعي القابل للتفسير xAI إلى قيام الهيئات التشريعية والهيئات المبلغة بتغيير اللوائح وتفسيرها وفقًا لذلك.

في الختام، تتطلب كل من إدارة الغذاء والدواء الأمريكية وMDR حاليًا بشكل غامض إلى حد ما إمكانية التفسير، أي معلومات حول إمكانية التتبع والشفافية وقابلية التفسير لتطوير نماذج تعلم الآلة والتعلم العميق ML/DL التي تسترشد بها العلاج الطبي. ومن المؤكد أنه سيتم تحديد هذه المتطلبات بشكل أكثر دقة في المستقبل، حيث سيتم تكليف منتجي الأجهزة/البرامج

الطبية القائمة على الذكاء الاصطناعي (AI-based medical devices) بتقديم نظرة ثاقبة لتدريب واختبار النماذج والبيانات وعمليات التطوير الشاملة. نود أيضًا أن نذكر أن هناك جدلًا حاليًا حول ما إذا كانت اللائحة العامة لحماية البيانات General Data Protection Regulation (GDPR) في الاتحاد الأوروبي تتطلب استخدام الذكاء الاصطناعي القابل للتفسير في الأدوات التي تعمل مع بيانات المرضى. وهنا أيضًا، لا يمكن استبعاد أن يتم تعديل العبارات الغامضة حاليًا لصالح صيغة تعزز قابلية التفسير في المستقبل.

أخيرًا، يطرح السؤال، إلى أي مدى يجب أن يكون المريض على دراية بأن قرارات العلاج مثل تلك المستمدة من نظام دعم القرار السريري قد تعتمد على الذكاء الاصطناعي والسؤال القانوني والتقاضي إذا التزم الطبيب بالتوصية أو رفضها. بالنسبة للولايات المتحدة، لا توجد حاليًا إجابة واضحة حول مدى ضرورة الكشف عن دمج تعلم الآلة والتعلم العميق ML/DL في عملية صنع القرار السريري فيما يتعلق بالمسؤولية. البعض يجادل بأنه من الناحية القانونية من المحتمل أن تكون القابلية للتفسير شرطًا أساسيًا من منظور قانون العقد والضرر حيث قد يضطر الأطباء إلى استخدام أداة معينة لتجنب التهديد بدعوى سوء الممارسة الطبية. ومع ذلك، فإن الإجابة النهائية على هذا السؤال تقع على عاتق المحاكم، وسيتم تقديمها عاجلاً وليس آجلاً، حيث سيتم استخدام عدد متزايد من الأنظمة القائمة على الذكاء الاصطناعي.

في المحصلة، فإن الآثار القانونية المترتبة على إدخال تقنيات الذكاء الاصطناعي في الرعاية الصحية كبيرة، كما أن الصراع المستمر بين الابتكار والتنظيم يحتاج إلى تنسيق دقيق. من المحتمل أن يكون دعم القرار القائم على الذكاء الاصطناعي منقذًا للحياة تمامًا مثل أدوية السرطان أو المضادات الحيوية الجديدة، ويحتاج إلى إرشادات وحواجز قانونية لتجنب الانتهاك الوجودي لحقوق المرضى واستقلاليتهم.

تعد قابلية التفسير صفة أساسية في هذا السياق، ونرى أن الأداء يكون كافيًا فقط في الحالات التي لا يكون من الممكن فيها توفير قابلية الشرح. بشكل عام، هناك حاجة قوية للتفسير في الجوانب القانونية، وأصبح فتح الصندوق الأسود أمرًا ضروريًا وسيثبت أنه لحظة فاصلة لتطبيق الذكاء الاصطناعي في الطب.

ثالثاً: المنظور الطبي:

من المنظور الطبي، الاعتبار الأول هو ما الذي يميز دعم القرار السريري القائم على الذكاء الاصطناعي عن أدوات التشخيص المعمول بها، مثل الاختبارات المعملية المتقدمة على سبيل المثال؟ خاصة وأنهما يظهران تداخلات كبيرة: يمكن أن يوفر كلاهما نتائج مستخدمة في أنظمة CDSS، لأن الأداء يمثل مشكلة رئيسية، ونتائجهما قابلة للتوثيق. نحن نفهم أيضًا العمل الداخلي للاختبارات المعملية، كما هو الحال غالبًا مع الاختبارات التشخيصية الأخرى، مثل التصوير، لذلك لا يمكن اعتبارها طرقًا للصندوق الأسود.

ومن ناحية أخرى، بالنسبة لهذه الطرق، لا يمكننا تفسير نتيجة أي اختبار فردي. وهذا يجعل من الواضح أنه من وجهة نظر طبية، نحن بحاجة إلى التمييز بين مستويين من القابلية للتفسير. تسمح لنا إمكانية الشرح من المستوى الأول بفهم كيفية وصول النظام إلى الاستنتاجات بشكل عام. قياسًا على الاختبارات المعملية، حيث نعرف التفاعلات البيولوجية والكيميائية الحيوية التي تؤدي إلى النتائج، يمكننا تقديم تصنيفات لأهمية الميزات التي تشرح المدخلات المهمة لنظام CDSS القائم على الذكاء الاصطناعي.

تتيح لنا إمكانية الشرح من المستوى الثاني تحديد الميزات التي كانت مهمة للتنبؤ الفردي. يمكن التحقق من التنبؤات الفردية بشكل آمن بحثًا عن الأنماط التي قد تشير إلى تنبؤات خاطئة، على سبيل المثال: في حالة توزيع الميزات غير المعتاد في حالة خارج العينة. ستكون إمكانية الشرح من المستوى الثاني متاحة بانتظام لنظام CDSS القائم على الذكاء الاصطناعي، ولكن ليس للاختبارات التشخيصية الأخرى. وهذا له أيضًا آثار على عرض نتائج التفسير للأطباء (والمرضى). اعتمادًا على حالة الاستخدام السريري والمخاطر المنسوبة إلى حالة الاستخدام المحددة هذه، قد تكون توضيحات المستوى الأول كافية، في حين أن حالات الاستخدام الأخرى ستتطلب بانتظام تفسيرات المستوى الثاني للمرضى الذين يقومون بالحماية الآمنة.

حتى الآن، يعد التحقق السريري حاليًا أول مطلب تمت مناقشته على نطاق واسع لنظام الذكاء الاصطناعي الطبي. غالبًا ما يتم أخذ قابلية الشرح في الاعتبار فقط عند التفكير مرة أخرى. يبدو السبب وراء ذلك واضحًا: يجب أن تخضع أنظمة الذكاء الاصطناعي الطبية

وخاصة أنظمة CDSS، سواء كانت مدعومة بالذكاء الاصطناعي أم لا، لعملية تحقق صارمة للوفاء بالمعايير التنظيمية والحصول على الشهادات الطبية. وبمجرد اكتمال هذه العملية بنجاح، يكون هناك دليل على أن النظام يمكن أن يعمل في بيئة سريرية غير متجانسة للغاية في العالم الحقيقي. ومن المهم هنا أن نفهم كيفية قياس التحقق السريري. مؤشر الأداء الشائع هو أداء التنبؤ، والذي يشار إليه غالبًا بدقة التنبؤ. توجد مقاييس مختلفة لدقة التنبؤ، مصممة خصيصًا لحالات استخدام معينة، ولكن السمة المشتركة بينها هي أنها تعكس جودة التنبؤ وبالتالي الفائدة السريرية العامة للنموذج. وبالتالي، فإن أحد الأهداف الرئيسية لتطوير النموذج هو زيادة أداء التنبؤ وتوفير معدلات خطأ منخفضة. وبالفعل، فقد ثبت أن الأنظمة التي تعمل بالذكاء الاصطناعي تنتج معدلات خطأ أقل بشكل عام من الطرق التقليدية.

ولكن على الرغم من كل الجهود المبذولة، لا تستطيع أنظمة الذكاء الاصطناعي توفير الدقة المثالية بسبب اختلاف مصادر الخطأ. أولاً، بسبب مجموعات البيانات الطبية غير الكاملة بشكل طبيعي (على سبيل المثال: بسبب الضوضاء أو أخطاء التسجيل)، فمن المستحيل تطوير نموذج دون أي أخطاء. هذه الأخطاء هي أخطاء عشوائية. وبالتالي، ستكون هناك دائمًا حالات معينة من التنبؤات الإيجابية والسلبية الخاطئة. ومن ناحية أخرى، فإن أحد مصادر الخطأ المهمة بشكل خاص هو تحيز الذكاء الاصطناعي. يؤدي تحيز الذكاء الاصطناعي إلى أخطاء منهجية، وهو انحراف منهجي عن سلوك التنبؤ المتوقع لأداة الذكاء الاصطناعي.

من الناحية المثالية، تمثل البيانات المستخدمة للتدريب بشكل كامل السكان الذين يتم تطبيق أداة الذكاء الاصطناعي عليهم لاحقًا. أحد الأهداف الرئيسية للذكاء الاصطناعي في تطوير منتجات الرعاية الصحية هو تقريب هذه الحالة المثالية من خلال التحقق السريري الشامل والتطوير على مصادر البيانات غير المتجانسة. وفي حين أن هذا يضمن إمكانية تقليل تحيز الذكاء الاصطناعي إلى الحد الأدنى، إلا أنه سيظل من المستحيل تقريبًا إنشاء أدوات الذكاء الاصطناعي دون أي أثر للتحيز. إذا كان التحيز موجودًا، فستكون هناك أخطاء في التنبؤ لدى المرضى الذين لا يمثلون عينة التدريب. مجتمعة، فإن كلا من العشوائية والمنهجية تلخص العدد الإجمالي للأخطاء التي سيواجهها الأطباء والمرضى في البيئة السريرية، حتى عند استخدام نظام ذكاء اصطناعي عالي الأداء تم التحقق منه بالكامل.

ولهذا السبب، من وجهة نظر طبية، ليس فقط التحقق السريري ولكن أيضًا قابلية التفسير تلعب دورًا أساسيًا في البيئة السريرية. تتيح القابلية للتفسير حل الخلاف بين نظام الذكاء الاصطناعي والخبراء البشريين، بغض النظر عن الجانب الذي يقع فيه الخطأ في الحكم. تجدر الإشارة إلى أن هذا سينجح في الغالب في حالات الخطأ المنهجي، أو تحيز الذكاء الاصطناعي، وليس في حالات الخطأ العشوائي. يصعب تحديد الأخطاء العشوائية ومن المرجح أن تمر دون أن يلاحظها أحد في حالة الاتفاق بين الأداة والطبيب أو ستؤدي إلى حالات خلاف بين الأداة والطبيب.

عادةً ما يتم تمثيل نتائج القابلية للتفسير بشكل مرئي أو من خلال تفسيرات اللغة الطبيعية. يوضح كلاهما للأطباء كيف ساهمت العوامل المختلفة في التوصية النهائية. بمعنى آخر، يمكن أن تساعد القابلية للتفسير الأطباء في تقييم التوصيات المقدمة من قبل النظام بناءً على خبرتهم وحكمهم السريري. وهذا يتيح لهم اتخاذ قرار مستنير بشأن الاعتماد على توصيات النظام أم لا، وبالتالي تعزيز ثقتهم في النظام. لا سيما في الحالات التي ينتج فيها نظام CDSS توصيات لا تتماشى بشدة مع توقعات الطبيب، فإن قابلية الشرح تسمح بالتحقق مما إذا كانت المعلمات التي يأخذها النظام في الاعتبار منطقية من وجهة نظر سريرية. من خلال فتح الأعمال الداخلية لـ CDSS، يمكن أن تساعد القابلية للتفسير الأطباء في تحديد "الإيجابيات والسلبيات الخاطئة" بسهولة أكبر. عندما يحدد الأطباء الحالات التي يكون فيها أداء النظام سيئًا، يمكنهم الإبلاغ عن هذه الحالات مرة أخرى إلى المطورين لتعزيز ضمان الجودة وتحسين المنتج. بالنظر إلى هذه الاعتبارات، قد تكون القابلية للتفسير محركًا رئيسيًا لاستيعاب أنظمة CDSS المعتمدة على الذكاء الاصطناعي في الممارسة السريرية، حيث لم يتم بعد إثبات الثقة في هذه الأنظمة. ومن المهم هنا ملاحظة أن أي استخدام لأنظمة CDSS المستندة إلى الذكاء الاصطناعي قد يؤثر على الطبيب في التوصل إلى قرار. ولذلك، سيكون من الأهمية بمكان إنشاء وثائق شفافة حول كيفية استخلاص التوصيات.

رابعاً: منظور المريض

إن النظر إلى مسألة قابلية التفسير من وجهة نظر المريض يثير مسألة ما إذا كان استخدام أدوات اتخاذ القرار المدعومة بالذكاء الاصطناعي (AI-powered decision) متوافقًا

مع القيم المتأصلة للرعاية التي تركز على المريض. تهدف الرعاية التي تركز على المريض إلى الاستجابة لقيم واحتياجات المرضى الفردية واحترامها. وتعتبر المرضى شركاء فاعلين في عملية الرعاية، مع التأكيد على حقهم في الاختيار والتحكم في القرارات الطبية. أحد العناصر الرئيسية للرعاية التي تركز على المريض هو اتخاذ القرارات المشتركة التي تهدف إلى تحديد العلاج الأكثر ملاءمة لحالة المرضى الفردية. يتضمن محادثة مفتوحة بين المريض والطبيب، حيث يقوم الطبيب بإبلاغ المريض بالمخاطر والفوائد المحتملة لمسارات العمل المتاحة ويناقش المريض قيمه وأولوياته.

وقد تم تطوير العديد من الأدوات القائمة على الأدلة لتسهيل اتخاذ القرارات المشتركة، من بينها ما يسمى بمساعد المحادثة. على عكس أدوات مساعدة اتخاذ القرار للمريض (التي يستخدمها المريض في التحضير قبل الفحص السريري)، تم تصميم أدوات مساعدة المحادثة للاستخدام داخل الفحص السريري لتوجيه المريض والطبيب من خلال عملية صنع القرار المشتركة. وهي تتضمن حقائق طبية ثابتة حول حالاتهم، ومن خلال تجميع المعلومات المتاحة، يمكنهم مساعدة المرضى على فهم المخاطر والنتائج الفردية، واستكشاف الخيارات المتاحة، وتحديد مسار العمل الذي يناسب أهدافهم وأولوياتهم بشكل أفضل. إذن، ماذا لو لم يتم حساب المخاطر الفردية باستخدام نماذج راسخة للتنبؤ بالمخاطر، بل اعتمدت بدلا من ذلك على نهج يعتمد على البيانات، ولكنه غير قابل للتفسير؟ هل سيحدث فرقا من وجهة نظر المريض؟ سعيًا لمعالجة هذه الأسئلة، قيل مؤخرًا أن ما يسمى بـ "طب الصندوق الأسود" (black-box medicine) يتعارض مع المُثُل الأساسية للطب الذي يركز على المريض. نظرًا لأن الأطباء لم يعودوا قادرين على فهم الأعمال الداخلية والحسابات الخاصة بمساعدات القرار بشكل كامل، فإنهم غير قادرين على الشرح للمريض كيف تم استخلاص نتائج أو توصيات معينة.

يمكن لقابلية التفسير (Explainability) معالجة هذه المشكلة من خلال تزويد الأطباء والمرضى بأداة مساعدة مخصصة للمحادثة تعتمد على الخصائص الفردية للمريض وعوامل الخطر. من خلال محاكاة تأثير العلاجات المختلفة أو تدخلات نمط الحياة، يمكن أن تساعد أداة المساعدة في اتخاذ القرار القابلة للذكاء الاصطناعي في زيادة الوعي بخيارات المرضى ودعم الأطباء في استنباط قيم المريض وتفضيلاته. كما هو موضح سابقًا، توفر

إمكانية الشرح تمثيلًا مرئيًا أو شرحًا باللغة الطبيعية لكيفية مساهمة العوامل المختلفة في التقييم النهائي للمخاطر. ومع ذلك، لتفسير التفسيرات والاحتمالات المشتقة من النظام، يعتمد المرضى على قدرة الطبيب على فهم هذه التفسيرات ونقلها بطريقة دقيقة ومفهومة. إذا تم استخدامها بشكل مناسب، فإن أنظمة دعم القرار المعتمدة على الذكاء الاصطناعي قد لا تساهم فقط في شعور المرضى بأنهم أكثر معرفة وأكثر اطلاعًا، ولكنها يمكن أن تعزز أيضًا تصورات أكثر دقة للمخاطر. وقد يؤدي هذا بدوره إلى تعزيز تحفيز المرضى للمشاركة في عملية صنع القرار المشتركة والتصرف بناءً على المعلومات ذات الصلة بالمخاطر.

خامساً: **الآثار الأخلاقية**:

ومع تزايد تغلغل الأنظمة التي تعمل بالذكاء الاصطناعي في مجال الرعاية الصحية، هناك ضرورة لاستكشاف القضايا الأخلاقية المصاحبة لهذا التحول الوشيك في النموذج. الإطار الأخلاقي المطبق بشكل شائع والملائم عند تقييم التحديات الأخلاقية الطبية الحيوية هو "مبادئ أخلاقيات الطب الحيوي" (Principles of Biomedical Ethics) التي وضعها بوشامب (Beauchamp) وتشيلدريس (Childress) والتي تقدم أربعة مبادئ رئيسية: الاستقلالية (autonomy)، والإحسان (beneficence)، وعدم الإضرار (nonmaleficence)، والعدالة (justice). في حين أن المبادئ ليست الإطار الوحيد المتاح للأخلاقيات الحيوية، إلا أنها إطار عملي أساسي مفيد جدًا ويحظى بقبول عالٍ في كل من البحوث الطبية. وهكذا، فيما يلي، نقوم بتقييم قابلية التفسير فيما يتعلق بالمبادئ الأربعة المذكورة.

وفيما يتعلق بالاستقلالية (autonomy)، فإن القابلية للتفسير لها آثار على المرضى والأطباء على حد سواء. تتمثل إحدى الضمانات الرئيسية لاستقلالية المرضى في الموافقة المستنيرة (informed consent)، وهي إذن كتابي مستقل بشكل عام يمنح المريض بموجبه الطبيب إذنًا للقيام بعمل طبي معين. تعتمد الموافقة المستنيرة الصحيحة على معلومات شاملة ومفهومة فيما يتعلق بطبيعة الإجراء الطبي ومخاطره، وعدم التدخل غير المبرر في القرار الطوعي للمريض بالخضوع لهذا الإجراء. في الوقت الحالي، لم يظهر بعد إجماع أخلاقي حول ما إذا كان الكشف عن استخدام خوارزمية الذكاء الاصطناعي الطبية المبهمة يجب أن يكون شرطًا إلزاميًا للموافقة المستنيرة. قد يؤدي عدم الكشف عن استخدام نظام الذكاء

الاصطناعي غير الشفاف إلى تقويض استقلالية المرضى ويؤثر سلبًا على العلاقة بين الطبيب والمريض، مما يعرض ثقة المرضى للخطر، وقد ينتهك الامتثال للتوصيات السريرية. إذا اكتشف المريض بعد فوات الأوان أن توصية الطبيب كانت مستمدة من نظام ذكاء اصطناعي غير شفاف، فقد يؤدي ذلك بالمريض ليس فقط إلى الاعتراض على التوصية، بل قد يؤدي أيضًا إلى طلب مبرر للتفسير - وهو ما يحدث في حالة نظام ذكاء اصطناعي غير شفاف. النظام لن يتمكن الطبيب من توفيره. وبالتالي، يمكن أن يمثل الذكاء الاصطناعي الطبي الغامض عائقًا أمام توفير معلومات دقيقة، وبالتالي قد يعرض الموافقة المستنيرة للخطر. ولذلك فإن المعايير الأخلاقية وقابلية التفسير المناسبة مهمة لحماية وظيفة الحفاظ على استقلالية الموافقة المستنيرة.

يجب الانتباه إلى خطر أن إدخال الذكاء الاصطناعي غير الشفاف في عملية صنع القرار الطبي قد يعزز الأبوية (paternalism) عن طريق الحد من الفرص المتاحة للمرضى للتعبير عن توقعاتهم وتفضيلاتهم فيما يتعلق بالإجراءات الطبية. الشرط الأساسي الضروري لاتخاذ القرار المشترك هو الاستقلالية الكاملة للمريض، ولكن لا يمكن تحقيق الاستقلالية الكاملة إلا إذا تم تقديم مجموعة من الخيارات المفيدة للمريض للاختيار من بينها. وفي هذا الصدد، تتضاءل فرص المرضى لممارسة استقلاليتهم فيما يتعلق بالإجراءات الطبية حيث يصبح الذكاء الاصطناعي المبهم أكثر أهمية في اتخاذ القرارات الطبية.

على وجه الخصوص، التحدي الذي ينشأ مع CDSS غير الشفاف هو أنه لا يزال من غير الواضح ما إذا كان النموذج يتم أخذ قيم المريض وتفضيلاته بعين الاعتبار أم لا. يمكن معالجة هذا الوضع عن طريق الذكاء الاصطناعي "مرن من حيث القيمة" (value-flexible) الذي يوفر خيارات مختلفة للمريض. ونرى أيضًا أن قابلية الشرح هي خطوة ضرورية نحو الذكاء الاصطناعي المرن من حيث القيمة. يجب أن يكون المريض قادرًا على فهم المتغيرات التي تلعب دورًا مهمًا في الأعمال الداخلية لنظام الذكاء الاصطناعي لتحديد - بمساعدة الطبيب - ما إذا كانت أهداف نظام الذكاء الاصطناعي ووزنه يتوافق مع قيمه أم لا.

على سبيل المثال: أنظمة الذكاء الاصطناعي المجهزة "للبقاء" لأن النتيجة قد لا تتماشى مع قيمة المرضى الذين يعتبر "تقليل المعاناة" بالنسبة لهم أكثر أهمية. أخيرًا، عند الاختيار،

يجب أن يكون المرضى قادرين على الثقة في نظام الذكاء الاصطناعي ليقرروا بثقة واستقلالية اتباع توجيهاته. وهذا غير ممكن عندما يكون نموذج الذكاء الاصطناعي معتمًا. ولذلك، فإن قابلية التفسير - من وجهة نظر الطبيب والمريض على حد سواء - شرط أخلاقي أساسي للأنظمة التي تدعم اتخاذ القرارات الطبية الحاسمة.

في حين أن مبدأي الإحسان (beneficence) وعدم الأذى (non-maleficence) مرتبطان ببعضهما البعض، إلا أنهما يلقيان الضوء على جوانب مختلفة، أيضًا فيما يتعلق بقابلية التفسير. تحث مؤسسة Beneficence الأطباء على تحقيق أقصى قدر من الفوائد للمرضى. عند تطبيق الأنظمة القائمة على الذكاء الاصطناعي، يُتوقع من الأطباء استخدام الأدوات بطريقة تعزز النتيجة المثلى للمريض المعني. ومع ذلك، لتزويد المرضى بالخيارات الأكثر ملاءمة لتعزيز صحتهم ورفاهيتهم، يجب أن يكون الأطباء قادرين على استخدام القدرات الكاملة للنظام. وهذا يعني أن الأطباء لديهم معرفة بالنظام تتجاوز نطاق التطبيق الآلي في حالة استخدام سريري معينة، مما يسمح لهم بالتفكير في مخرجات النظام.

بالنسبة للأطباء، تتيح إمكانية الشرح في شكل تصورات أو تفسيرات باللغة الطبيعية اتخاذ قرارات سريرية واثقة بدلاً من الاضطرار إلى الثقة ببساطة في المخرجات الآلية. يمكنهم إجراء تقييم نقدي للنتائج المستمدة من النظام وإصدار أحكامهم الخاصة فيما إذا كانت النتائج تبدو جديرة بالثقة أم لا. وهذا يسمح لهم بتكييف التوقعات والتوصيات مع الظروف الفردية عند الضرورة. على هذا النحو، لا يستطيع الأطباء فقط تقليل خطر إثارة الأمل الكاذب أو خلق اليأس الكاذب، ولكن يمكنهم أيضًا تحديد التدخلات المحتملة غير المناسبة باستخدام حكمهم السريري.

وهذا مهم بشكل خاص عندما نتخيل موقفًا يكون فيه الطبيب ونظام الذكاء الاصطناعي في خلاف، وهو موقف لا يمكن حله بسهولة. في الأساس، هذه مسألة تتعلق بالسلطة المعرفية، ومن غير الواضح كيف يجب على الأطباء أن يقرروا ما إذا كان بإمكانهم الوثوق بالسلطة المعرفية لنموذج الصندوق الأسود بما يكفي للإذعان لقراره. البعض يجادل بأنه في حالة الذكاء الاصطناعي غير الشفاف، لا يوجد دعم معرفي كافٍ للاحترام. علاوة على ذلك، فإنهم يجادلون أيضًا بأنه في مواجهة نظام الصندوق الأسود، فإن دعم القرار السريري

قد لا يعزز قدرات الأطباء، بل يحد منهم. هنا، قد يضطر الأطباء إلى "الطب الدفاعي" (defensive medicine) حيث يتبعون بشكل عقائدي مخرجات الآلة لتجنب استجوابهم أو مساءلتهم. مثل هذا الوضع من شأنه أن يسبب تهديداً خطيراً لاستقلالية الطبيب. بالإضافة إلى ذلك، نادرًا ما يكون لدى الأطباء الوقت الكافي لإجراء تحليل متعمق لسبب اختلاف حكمهم السريري مع نظام الذكاء الاصطناعي. وبالتالي، فإن النظر فقط إلى مخرجات الأداء ليس كافيًا في السياق السريري. لا يمكن توقع النتيجة المثالية لجميع المرضى إلا من خلال موظفي الرعاية الصحية الذين يمكنهم اتخاذ قرارات مستنيرة عند تطبيق نظام CDSS المدعوم بالذكاء الاصطناعي وكيفية تفسير نتائجه. ومن ثم، فمن الصعب أن نتصور كيف يمكن تحقيق الإحسان في سياق الذكاء الاصطناعي الطبي من خلال أي تطبيق من تطبيقات "الصندوق الأسود" (black box).

تتجلى الحاجة إلى التفسير أيضًا عند تقييم مبدأ عدم الإيذاء (non-maleficence) في سياق الذكاء الاصطناعي الطبي (medical AI). ينص مبدأ عدم الإيذاء على أن الأطباء عليهم واجب أساسي بعدم إيذاء مرضاهم سواء عن قصد أو من خلال الاستخدام المفرط أو غير المناسب للوسائل الطبية. لماذا الأداء ليس كافيا؟ لقد قيل إن الصندوق الأسود الطبي المعتمد على الذكاء الاصطناعي فقط على الأداء الأقصى المصادق عليه هو أمر مبرر أخلاقياً حتى لو ظلت الآليات السببية وراء تدخل معين موصوف من قبل الذكاء الاصطناعي غامضة للطبيب. إن الاعتماد على الأدلة القصصية أو التجريبية البحتة حول فعالية علاج معين لا يزال شائعًا جدًا في الطب.

ومع ذلك، فإن هذا ليس عذرًا للتخلي عن التفسيرات باعتبارها متطلبًا رئيسيًا للحكم السريري السليم عندما يكون مثل هذا التفسير ممكنًا بالفعل. إن التقدم الأخير في توضيح السمات الرئيسية لنماذج الذكاء الاصطناعي على الأقل، مع عدم تقديم تفسيرات آلية كاملة لقرارات الذكاء الاصطناعي، يخلق التزامًا أخلاقيًا ظاهريًا للحد من التعتيم وزيادة إمكانية تفسير الذكاء الاصطناعي الطبي. إن الفشل في القيام بذلك يعني تقويض قدرة الطبيب عمدًا على التحكم في التصنيف الخاطئ المحتمل للحالات السريرية الفردية بسبب، على سبيل المثال: التحيز المفرط أو التباين في مجموعات بيانات التدريب. ومن ثم نستنتج أنه فيما يتعلق

أيضًا بالإحسان وعدم الأذى، فإن القابلية للتفسير هي سمة ضرورية لأنظمة الذكاء الاصطناعي المطبقة سريريًا.

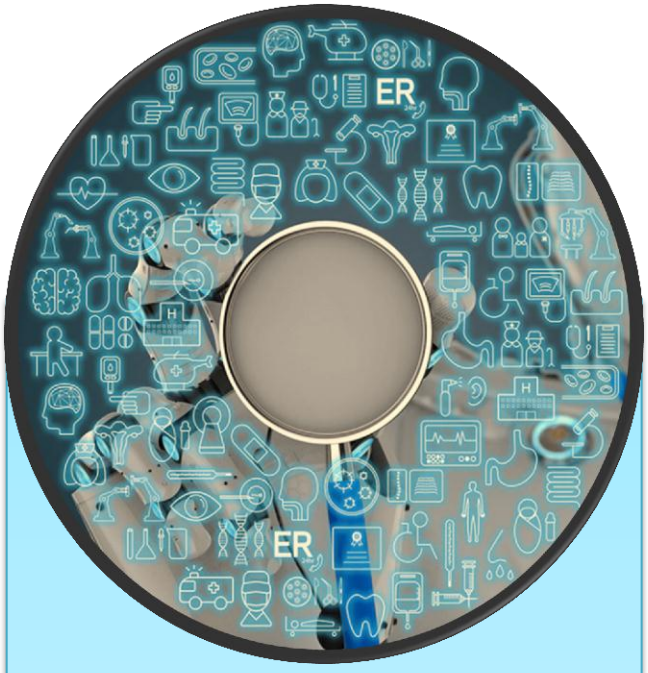
ويفترض مبدأ العدالة (justice) أن الناس يجب أن يتمتعوا بفرص متساوية للحصول على فوائد التقدم الطبي دون تمييز غير مبرر أخلاقياً ضد أي فرد معين أو مجموعة اجتماعية. ومع ذلك، تنتهك بعض أنظمة الذكاء الاصطناعي هذا المبدأ. في الآونة الأخيرة، على سبيل المثال، تم الإبلاغ عن نظام الذكاء الاصطناعي الطبي الذي يميز ضد الأشخاص السود. يمكن لقابلية الشرح أن تدعم المطورين والأطباء في اكتشاف مثل هذه التحيزات وتصحيحها - وهو مصدر رئيسي محتمل للظلم - ومن الأفضل أن يكون ذلك في المرحلة المبكرة من تطوير الذكاء الاصطناعي والتحقق من صحته، على سبيل المثال. من خلال تحديد الميزات الهامة التي تشير إلى وجود تحيز في النموذج. ومع ذلك، من أجل تحقيق هذا الغرض، يجب توعية مجموعات أصحاب المصلحة المعنيين بمخاطر التحيز وعواقبه المحتملة على صحة الأفراد ورفاهتهم. في بعض الأحيان، قد يكون من المغري إعطاء الأولوية للدقة والامتناع ببساطة عن استثمار الموارد في تطوير ذكاء اصطناعي قابل للتفسير. ومع ذلك، لضمان أن أنظمة دعم القرار المدعومة بالذكاء الاصطناعي تحقق إمكاناتها، يجب على المطورين والأطباء الانتباه إلى العيوب والقيود المحتملة لهذه الأدوات الجديدة. وبالتالي، ومن منظور العدالة أيضًا، تصبح قابلية التفسير شرطًا أخلاقيًا أساسيًا لتطوير وتطبيق دعم القرار السريري القائم على الذكاء الاصطناعي.

خاتمة

في هذا الفصل، استكشفنا دور الذكاء الاصطناعي القابل للتفسير في أنظمة دعم القرار السريري من المنظور التكنولوجي والقانوني والطبي ومنظور المريض. ومن خلال القيام بذلك، أظهرنا أن قابلية التفسير هي مفهوم متعدد الأوجه وله آثار بعيدة المدى على مختلف مجموعات أصحاب المصلحة المعنيين. يفرض الذكاء الاصطناعي الطبي تحديات على المطورين والمهنيين الطبيين والمشرعين لأنه يتطلب إعادة النظر في الأدوار والمسؤوليات. وبناءً على تحليلنا، فإننا نعتبر إمكانية التفسير مطلبًا ضروريًا لمواجهة هذه التحديات بطريقة مستدامة تتوافق مع المعايير والقيم المهنية.

والجدير بالذكر أن التحرك نحو الخوارزميات المبهمة في CDSS قد يؤدي عن غير قصد إلى إحياء المفاهيم الأبوية للرعاية التي تنقل المرضى إلى متفرجين سلبيين في عملية صنع القرار الطبي. وقد يقدم أيضًا نوعًا جديدًا من الطب حيث يصبح الأطباء عبيدًا لمخرجات الأداة لتجنب التداعيات القانونية والطبية. وأخيرا وليس آخرا، قد تؤدي الأنظمة الغامضة إلى تخصيص خاطئ للموارد، وهو ما يشكل انتهاكاً لتوزيعها العادل. في الفصل، توصلنا إلى أن قابلية التفسير يمكن أن تساعد في ضمان بقاء المرضى في مركز الرعاية، وأنهم يمكنهم مع الأطباء اتخاذ قرارات مستنيرة ومستقلة بشأن صحتهم. علاوة على ذلك، يمكن لقابلية التفسير أن تعزز التوزيع العادل للموارد المتاحة.

نستنتج أن حذف القابلية للتفسير (explainability) في أنظمة دعم القرار السريري يشكل تهديدًا للقيم الأخلاقية الأساسية في الطب وقد يكون له عواقب ضارة على الصحة الفردية والعامة. هناك حاجة إلى مزيد من العمل لتوعية المطورين والمتخصصين في الرعاية الصحية والمشرعين بالتحديات والقيود التي تفرضها الخوارزميات المبهمة في الذكاء الاصطناعي الطبي وتعزيز التعاون متعدد التخصصات لمواجهة هذه التحديات من خلال قوى مشتركة.



الفصل السابع

تمريض المستقبل: الرعاية التمريضية المدعومة بالذكاء الاصطناعي

مقدمة:

مهنة التمريض مهنة نبيلة وإنسانية، تؤدي دورًا أساسيًا في الحفاظ على صحة الإنسان وتحسين نوعية حياته. يُعد الممرضون خط الدفاع الأول عن الصحة، حيث يُقدمون الرعاية والدعم للمرضى في المستشفيات والعيادات والمجتمعات.

ولا يمكن إثبات قيمة هذه المهنة بشكل أفضل من دور التمريض الحاسم الذي لا يقدر بثمن خلال جائحة كوفيد-١٩. كمقدمي رعاية سريرية وداعمين في الخطوط الأمامية، لم يكن من الممكن للمرضى المصابين بالفيروس من البقاء على قيد الحياة، لولا خدمتهم المتفانية والرحيمة، مع المخاطرة بصحتهم ورفاهيهم، التي ستكون موضع تقدير وستتذكرها الإنسانية الممتنة إلى الأبد.

(١) تحليلات البيانات الضخمة والذكاء الاصطناعي في الرعاية التمريضية

توفر الابتكارات الذكية الجديدة المبنية على البيانات في مجال الرعاية الصحية إمكانية إضافة قيمة إلى الرعاية التمريضية. لقد دخل الذكاء الاصطناعي مجال الرعاية الصحية بشكل كبير، ويمكن للممرضات تسخيره لتعزيز عمليات رعاية المرضى القياسية وسير العمل وتحسين جودة الرعاية والتأثير على التكلفة وتحسين تجربة المريض ومقدم الخدمة. يمكن لأنظمة كمبيوتر الذكاء الاصطناعي أداء المهام التي قد تتطلب ذكاءً بشريًا. يمكنهم تعزيز وتسريع عنصر حاسم في تقديم الرعاية التمريضية، ألا وهو اتخاذ القرار.

تقوم تقنيات التمريض الجديدة بجمع وتحليل بيانات الرعاية الصحية التي يمكن أن تتنبأ بمخاطر الأحداث المستقبلية التي قد تعيق رعاية المرضى. ومع ذلك، حتى تلك البيانات يمكن أن تكون غير كاملة وغير منظمة وموجودة في أنظمة متباينة داخل المؤسسات. يمكن للتدريب على التعلم الآلي باستخدام كميات هائلة من البيانات الضخمة المتوفرة بسهولة من مصادر متعددة أن يعالج مثل هذه الإشكاليات.

من الصعب تجميعها وتحليلها، لم يستوعب الممرضون بعد الاستخدام الكامل للبيانات الضخمة لتعظيم إمكاناتها الكاملة وجني فوائدها العديدة. ومع الفهم الأكبر للذكاء

الاصطناعي، يمكن أن تكون الممرضات في طليعة متبنين ومشجعي استخدامه في الممارسة السريرية.

(٢) المعلوماتية الصحية والسجلات الصحية الإلكترونية (EHR) والذكاء الاصطناعي في الرعاية التمريضية

هناك نسبة كبيرة من الممرضات (٦٢%) راضون عن تجربتهم الشاملة في مجال السجل الصحي الإلكتروني (EHR). وهذا بالمقارنة مع الأطباء الذين يبلغون عن مستوى رضا يبلغ ١٦٪ فقط. شمل المسح ٧٠,٠٠٠ طبيب، و٢٨,٠٠٠ ممرضة. أعربت الممرضات عن رضا أكبر من مقدمي الخدمات في السجل الصحي الإلكتروني لكونه مفيد فيما يتعلق بسلامة المرضى.

أشارت الممرضات إلى أن السجلات الصحية الإلكترونية تمكنهن من تقديم رعاية عالية الجودة. وأفادوا أيضًا أن السجل الصحي الإلكتروني سمح لهم بتقديم رعاية أفضل تتمحور حول المريض. أفاد أكثر من نصف الممرضات الذين شملهم الاستطلاع بالحاجة إلى تحسين التكامل مع المنظمات الخارجية. واتفق نفس العدد على أن السجلات الصحية الإلكترونية حسنت الكفاءة وزودتهم بالتحليلات اللازمة ومقاييس الجودة وإعداد التقارير.

(٣) الأبحاث والتجارب السريرية والذكاء الاصطناعي في الرعاية التمريضية

سوف يتغير تعليم التمريض وأبحاث التمريض مقارنة بالدور والطلب على ممارسة التمريض المهنية، مع الروبوتات في مجال الرعاية الصحية، وليس من أجلها. سيتم تحديد هذه التغييرات في الرعاية التمريضية الروتينية من خلال قدرة الروبوتات على تنفيذ الإجراءات الموصوفة حاليًا وإنجاز مهام التمريض. على الرغم من الكفاءات المستمدة من مهام التمريض الروبوتية، هناك خطر كامن في فقدان الرعاية البشرية الفريدة والشخصية التي تقدمها الممرضات.

من الأجهزة منخفضة الدقة إلى التقنيات عالية الدقة بمساعدة الذكاء الاصطناعي، غيرت التطورات التكنولوجية ممارسة التمريض. لقد تم توفير التقدم التكنولوجي لمساعدة الممرضات على أداء وظائفهم ورعاية المرضى بشكل أكثر كفاءة وأمان. يمكن للذكاء الاصطناعي

تحديد المعلومات المهمة سريريًا ضمن كمية هائلة من البيانات، ويمكن أن يساعد ذلك في اتخاذ القرار السريري للممرضات.

هناك حاجة إلى مزيد من البحث لتحديد تأثير هذه التقنيات الجديدة في مجال التمريض وكيفية تسريع اعتمادها في ممارسة التمريض. يجب أن يدمج التكنولوجيا والذكاء الاصطناعي في المناهج الدراسية لمعاهد وكليات التمريض، وزيادة التركيز في الأبحاث التي تبحث في آثار التكنولوجيا على مهنة التمريض والطرق الفعالة لاعتماد التكنولوجيا في ممارسة التمريض.

(٤) سلسلة الكتل Blockchain والذكاء الاصطناعي في الرعاية التمريضية

هناك حاجة إلى الإمكانات الكاملة لـ blockchain في قطاع الرعاية الصحية، ونهج قياسي ومنهجي لإنشاء أدوات دعم لاستخدامها في ممارساتهم اليومية. يمكن لحلول Blockchain التي صممتها الممرضات أن تكون بمثابة قادة مشتركين في إصلاح النظم البيئية الصحية والاجتماعية، مما يؤدي إلى فوز ثلاثي للمواطنين والصناعة ومقدمي الخدمة.

إن ممرضات الخطوط الأمامية واتباع نهج أكثر شمولية تجاه الرعاية الصحية والاجتماعية القائمة على القيمة، ووضع المريض/المواطن (الوقاية) في مركز العملية الصحية برمتها، قد يؤدي إلى شراكة مجتمعية نشطة. يمكن أن تدعم تقنية Blockchain تمكين المواطنين/المرضى في إدارة بياناتهم الصحية والاجتماعية، من خلال ضمان معرفة المواطنين في السلسلة ومكان استخدام بياناتهم.

تتعلق القيمة المضافة للممرضات في blockchain بتعزيز استمرارية الرعاية، وتسهيل التواصل بين مختلف الجهات الفاعلة المعنية لتقديم أفضل النتائج للمرضى والمواطنين. على وجه الخصوص، تلعب الممرضات دورًا حيويًا في تحسين الوصول والنتائج في نهج يتمركز حول المرضى، مما يضمن استمرارية الرعاية عبر قطاعي الرعاية الصحية الأولية والثانوية والرعاية الاجتماعية. يمكن لتقنية Blockchain تمكين الممرضات من توفير إمكانية الوصول إلى الرعاية، من خلال الرعاية الصحية والاجتماعية المدعومة بالذكاء الاصطناعي. ومن خلال

القيام بذلك، فإنها تحتاج إلى تعزيز التكامل واستمرارية سياسات الرعاية، ودعم الممرضات في تقديم مستوى آمن وعالي الجودة من الرعاية.

(٥) إنترنت الأشياء (internet of things) (IoT) والذكاء الاصطناعي في الرعاية التمريضية

إن تطوير التكنولوجيا القابلة للارتداء وأجهزة الاستشعار الذكية على إنترنت الأشياء (IoT) يجعل التواصل مع فريق الرعاية متاح في أي لحظة. ويتم إجراء مثل هذه الاتصالات من خلال لمسة زر بسيطة أو تتبع البيانات الصحية الأساسية بطريقة لا تتطلب زيارات متعددة لعيادة الطبيب.

يمكن للمرضى الآن ارتداء أجهزة تقيس العلامات الحيوية وتحميل البيانات إلى مقدمي الرعاية لهم. وهذا يغير كيفية تفاعل المرضى مع المتخصصين في الرعاية الصحية. على وجه التحديد، يمكن لهذه الأجهزة مساعدة الممرضات، الذين يقضون معظم الوقت في التفاعل مع المرضى. يمكن أن تؤدي مراقبة إنترنت الأشياء إلى القضاء على العديد من زيارات عيادات الطبيب باهظة الثمن، مما يوفر طريقة منخفضة التكلفة وعالية التقنية للوصول إلى الرعاية بسهولة. وافقت إدارة الغذاء والدواء الأمريكية (FDA) على أكثر من ١٠٠ تطبيق صحي للاستخدام الطبي.

سيحتاج الممرضون وغيرهم من المتخصصين في الرعاية الصحية إلى الاستمرار في مراقبة استخدام أجهزة إنترنت الأشياء لأنها تنتشر بسرعة. مع نمو إنترنت الأشياء، هناك بعض الأشياء التي يجب على الممرضات مراعاتها، مثل:

• كيف يمكن للممرضين العمل على تسهيل أي تعديل ضروري لسلوك المريض من خلال المراقبة عن بعد؟

• كيف يمكن للممرضات توفير أفضل تدريب ممكن للمرضى ومقدمي الرعاية على هذه الأجهزة؟

هذه الاعتبارات، إلى جانب اعتماد سياسات موحدة لأجهزة إنترنت الأشياء، يمكن للممرضات إنشاء خطة رعاية إنترنت الأشياء التي لديها القدرة على تحسين نتائج الرعاية الصحية وربما تقليل التكاليف.

(٦) التمريض عن بعد (Telehealth) والذكاء الاصطناعي في الرعاية التمريضية

ينمو تمريض الرعاية الصحية عن بعد بسرعة مع توسع خدماته كامتداد لمنظمات الرعاية الصحية والمستشفيات والخطط الصحية. وتشمل هذه الخدمات ممارسات التمريض المستقلة. يتيح تمريض الصحة عن بعد تقديم هذه الخدمات عن بعد لتحسين الكفاءة ووصول المريض إلى الرعاية الصحية. تم تحديد فوائد عديدة للتمريض عن بعد حيث تساعد الممرضات في الاحتفاظ بالمريض، وتقليل ساعات الاتصال لمقدمي الرعاية الصحية، وتوفير تنوع الاستخدام خلال أي فترة زمنية، بما في ذلك الرعاية على مدار الساعة أو عطلة نهاية الأسبوع أو بعد ساعات العمل. تشمل ممرضات الرعاية الصحية عن بعد أيضًا القدرة على توجيه المرضى إلى زيارات قسم الطوارئ، وتوضيح خيارات العلاج المناسبة، والتثقيف حول الرعاية الذاتية في المنزل، والمساعدة في جدولة المواعيد.

تتطلب برامج تمريض الرعاية الصحية عن بعد عمومًا أن يتمتع الممرضون بخبرة سريرية تتراوح من ٣ إلى ٥ سنوات. تخضع الممرضات للتدريب قبل إجراء مكالمات للمرضى في العالم الحقيقي. أثناء تدريبهم، يتعلم الممرضون المفاهيم والأوصاف لإجراء التقييمات والتحليل والتخطيط باستخدام أدوات دعم القرار المناسبة. تتضمن هذه الأدوات خوارزميات وبروتوكولات توفر تفاصيل لتوجيه الممرضة عن بعد لاتخاذ القرار.

سن قانون حماية المريض والرعاية الميسرة استمرارية الرعاية من خلال دور الرعاية الطبية التي تركز على المريض، والتي تم توسيعها من خلال التمريض الصحي عن بعد. وقد أتاح ذلك لمقدمي الرعاية القدرة على الاتصال في الوقت الذي يناسبهم، مما أدى إلى تقليل المخاطر وتوفير التكاليف لمقدمي الرعاية ومنظمات الرعاية الصحية، فضلاً عن تلبية معايير الرعاية التي يمكن الوصول إليها والتي وضعتها اللجنة الوطنية لضمان الجودة.

(٧) روبوتات الدردشة (Chatbots) والذكاء الاصطناعي في الرعاية التمريضية

ربما يكون برنامج الدردشة الآلي الأكثر شعبية في مجال الرعاية الصحية هو "فلورنس"، الذي سمي على اسم فلورنس نايتنجيل، مؤسسة التمريض الحديث. تم تطويره في عام ٢٠١٦ من قبل الباحث الألماني ديفيد هويج. إنه مساعد صحي شخصي يذكر المستخدمين بتناول أدويتهم أو حبوب منع الحمل ويساعدهم على تتبع وزن الجسم والمزاج والمشكلات الصحية الأخرى. لاستخدامه، يبدأ المرء ببساطة في الدردشة مع فلورنس داخل منصة المراسلة، مثل Skype أو Facebook messenger.

مساعد ممرضة افتراضي آخر يعتمد على الصورة الرمزية يسمى "مولي" (Molly). تتواصل مولي مع المرضى من خلال ممرضة وتقدم لهم المشورة السريرية لتقييم حالتهم واقتراح المتابعة المناسبة. باستخدام معالجة اللغة الطبيعية (Natural language processing NLP)، تمنح روبوتات الدردشة هذه متخصصي الرعاية الصحية فرصة التواصل مع المرضى وزيادة مشاركة المريض بشكل تفاعلي. كما أنها تساعد في تخفيف عبء العمل عن الأطباء والممرضات من خلال أداء المهام الإدارية الأساسية.

لن يحصل جميع المرضى على الرعاية أو النصائح من قبل الطبيب، وسيتم التعامل مع الكثير منهم من قبل ممرضين ممتازين أو حتى من قبل طاقم إداري قد يوزع منشورًا، نحن نرى الذكاء الاصطناعي كفرصة لتحسين كفاءة نظام الرعاية الصحية، ودعم الأطباء والتمريض وغيرهم من الطاقم الطبي، وتحسين إمكانية الوصول إلى خدمات الرعاية الصحية.

(٨) معالجة اللغة الطبيعية (NLP)، والذكاء الاصطناعي في الرعاية التمريضية

معالجة اللغات الطبيعية (Natural language processing) (NLP) هي برنامج ذكاء اصطناعي يساعد أجهزة الكمبيوتر، عندما تقترن بالتعرف الآلي على الكلام (Automated Speech Recognition) (ASR)، على فهم ومعالجة اللغات البشرية (بالإضافة للهجات في كل لغة) بشكل أفضل. باستخدام التعلم الآلي، تمكن البرمجة اللغوية العصبية (NLP) و ASR العلماء من تطوير خوارزميات لترجمة اللغة، والفهم الدلالي، وتلخيص النص. وهذا يجعل من

السهل على مقدمي الخدمة فهم وتنفيذ العمليات الحسابية على أحجام النص بجهد أقل. من أمثلة البرمجة اللغوية العصبية (NLP) و ASR (المساعدين الافتراضيين)، وروبوتات الدردشة المذكورة، والرسائل النصية/الرسائل الصوتية عبر الهاتف الذكي، وتشمل تطبيقات التمريض استخراج نص السجل الصحي الإلكتروني من الملاحظات الصوتية وتطبيقات الإملاء المختلفة.

التقييم في عملية التمريض هو عملية جمع منظمة والتحقق من البيانات التي يتم تحليلها ونقلها إلى أعضاء فريق الرعاية الصحية والمرضى. NLP وASR يمكن أن تساعد في هذه الخطوة من خلال استخدام إدخال البيانات بدون استخدام اليدين والاستخراج الميكانيكي للبيانات الخاصة بالمريض من الملاحظات والحقول غير السرية في السجل الصحي الإلكتروني لتحديد حالة المريض بشكل أكثر دقة. التشخيص يحدد المرض. التخطيط هو المكان الذي تحدد فيه الممرضات أولويات الرعاية وتحدد أهداف المريض؛ والتدخل هو عندما يتم البدء في الإجراءات واستكمالها. أصبحت كل هذه المراحل أكثر دقة ويتم تسريعها من خلال التحليلات التنبؤية والتعلم الآلي. يقوم معالجة اللغات الطبيعية بجمع البيانات، ويضمن التعرف الآلي على الكلام إكمال العملية وتقديم الرعاية الأكثر دقة وأعلى جودة لكل مريض طوال سلسلة الرعاية المستمرة.

(٩) الأنظمة الخبيرة (Expert systems) والذكاء الاصطناعي في الرعاية التمريضية

توفر وظيفة نظام دعم القرار السريري (CDSS) للممرضات وسيلة لتعزيز وتعزيز تقديم الرعاية باستخدام الأدوات القائمة على القواعد. يقوم الذكاء الاصطناعي بتوسيع نظام CDSS المستخدم في الرعاية التمريضية. والفرق هو أن الذكاء الاصطناعي، وخاصة التحليلات التنبؤية، يضيف الاتساع والدقة إلى عملية صنع القرار من أجل تجارب الرعاية الصحية لأولئك الذين يقدمون الرعاية ويتلقونها.

قامت كلية التمريض بجامعة بنسلفانيا (Penn Nursing) بتطوير والتحقق من صحة واختبار خوارزمية دعم القرار السريري (CDS) المكونة من خطوتين والتي تسمى نظام خبراء إحالة التفريغ لتحويلات الرعاية (DIRECT). يساعد نظام DIRECT CDS الأطباء على تحديد

المرضى الأكثر احتياجًا إلى PAC (رعاية ما بعد الحالات الحادة) ويقترح ما إذا كانت الرعاية المنزلية الماهرة أو الرعاية في المنظمة الصحية هي الأفضل.

قام الباحثون بتطوير DIRECT CDS باستخدام قيم بيانات المريض المنظمة المستمدة من السجل الصحي الإلكتروني واستنباط المعرفة من الخبراء السريريين أثناء قيامهم بمراجعة دراسات الحالة غير المحددة للمرضى الفعليين. على الرغم من أن نسبة المرضى المحالين إلى PAC بين المرحلتين لم تتغير بشكل ملحوظ، إلا أن الخوارزمية ربما حددت المرضى الأكثر احتياجًا. وقد أدى ذلك إلى انخفاض معدلات إعادة قبول المرضى الداخليين بشكل ملحوظ في نفس اليوم، وفواصل زمنية تبلغ ٧ و١٤ و٣٠ يومًا.

تشير CDS DIRECT إلى إمكاناتها كأداة مفيدة لتحسين عملية صنع القرار في PAC وتحسين نتائج المرضى. وقد يحدد أيضًا المرضى الذين يحتاجون إلى PAC ولكنهم غير قادرين على الحصول عليها بسبب عوائق السياسة أو التأمين.

(١٠) الروبوتات والذكاء الاصطناعي في الرعاية التمريضية

يفيد مكتب الولايات المتحدة لإحصاءات العمل أن هناك نقصًا في عدد الممرضات، وأن الحاجة ستزداد بنسبة ١٥% بين عامي ٢٠١٦ و٢٠٢٦م. يوجد الآن روبوت مصمم للمساعدة في مهام التمريض وتخفيف ضغط نقص الموظفين. اسم الروبوت هو Moxi، وقد صممته وصنعته شركة Diligent Robotics ومقرها أوستن.

لن يحل Moxi محل الممرضات، بل سيتولى ما يصل إلى ٣٠% من المهام التي يقوم بها الممرضون والتي لا تنطوي على تفاعل مع المريض. تتضمن هذه المهام، على سبيل المثال لا الحصر، أشياء مثل تعقيم الأرضيات والأدوات الطبية أو تسليم العينات إلى المختبر لتحليلها. من الصعب القول بأن الروبوت سيأخذ وظيفة أي شخص. يحاول فقط جعل الممرضات يهتمون بما هو مهم.

يمكن للممرضات إعداد القواعد والمهام التي تعطي الروبوت أمرًا لمهمة معينة عندما تتغير أشياء معينة في سجل المريض. وهذا يعني أن الممرضات لن يضطررن إلى تذكر مهام محددة قد تكون جزءًا من وظيفتهن اليومية. وهذا يقلل من العبء المعرفي على الممرضة.

إن الطبيعة المبرمجة مسبقًا لمهام Moxi لا تعني أن الروبوت لا يتفاعل أبدًا مع الناس. تمت برمجته للتفاعل الاجتماعي بين الإنسان والروبوت، ومصمم بعناية ليكون غير مهدد وشفاف في تصرفاته. وتتمثل مهمة موكسي في إخراج أكبر عدد ممكن من المهام العادية من مهام الممرضات حتى يتمكنوا من قضاء المزيد من الوقت في التفاعل مع المرضى، لكن التجارب التجريبية كشفت أن المرضى يستمتعون بالتفاعل مع الروبوت أيضًا.

أصبح تهديد الروبوتات البشرية التي تحل محل الممرضات في ممارسة التمريض موضوعًا للمناقشات الجادة. ومع ذلك، هناك بالفعل ثورة روبوتية تحدث في مجال التمريض، وقد جعلت هذه الروبوتات المهام والإجراءات أكثر كفاءة وأمانًا بدلاً من استبدال الممرضات.

(١١) الديموجرافيا وعلم الأوبئة والذكاء الاصطناعي في الرعاية التمريضية

أدى إقرار قانون الرعاية الميسرة (Affordable Care Act) (ACA) في أمريكا إلى إعادة تركيز الرعاية الصحية من الرعاية الفردية والعرضية الخاصة بالمريض، إلى إدارة صحة السكان ككل، ومراقبة مجموعات معينة من الأشخاص مع التركيز على الرعاية الأولية والوقائية. تساعد إدارة صحة السكان هذه المجموعات في تحقيق الصحة والحفاظ عليها مع المسؤولية المشتركة عن البيئة المستقبلية والعوامل الاجتماعية والمجتمعية التي تساهم في الأمراض المزمنة والتكلفة.

إن الثلاثة ملايين ممرض وممرضة في الولايات المتحدة، نظرًا لدورهم وتعليمهم واحتراماً لمهنتهم، في وضع جيد للمساعدة في تشكيل وتحسين الحالة الصحية والبنية التحتية للرعاية في الولايات المتحدة. أنشأ تقرير مؤسسة روبرت وودز جونسون المحفز من أجل التغيير (Catalyst for Change report) دعوة عاجلة لتسخير قوة الممرضات في مجتمعاتنا ومدارسنا وشركاتنا ومنازلنا ومستشفياتنا لبناء القدرات في مجال صحة السكان. يتم تدريب أخصائيي التمريض المعلوماتي (Informatics Nurse Specialists) (INSs) وإعدادهم وتجهيزهم بشكل جيد للوفاء بالأدوار عبر الممارسة والبحث والتعليم والسياسة لدعم هذه الدعوة.

يعد أخصائيو التمريض المعلوماتي (Informatics Nurse Specialists) (INSs) جزءًا لا يتجزأ من الدعم الفعال لمهنة التمريض لبناء صحة السكان في القرن الحادي والعشرين، بما يتماشى مع تقرير مؤسسة روبرت وودز جونسون، يعد INSs شركاء مهمين لقيادة صحة السكان وتنسيق الرعاية عبر أماكن الرعاية والتعاون بين المهنيين وأصحاب المصلحة في المجتمع.

(١٢) الطب الدقيق (الطب الشخصي) والذكاء الاصطناعي في الرعاية التمريضية

الطب الدقيق (precision medicine) هو: "النهج الناشئ لعلاج الأمراض والوقاية منها والذي يأخذ في الاعتبار التباين الفردي في الجينات والبيئة ونمط الحياة لكل شخص". ربما يكون التركيز على الوقاية من الأعراض وإدارتها وتخفيفها هو المساهمة الأكثر أهمية لعلم التمريض في الصحة الدقيقة. على هذا النحو، تخطط مراكز P20/30 الممولة من المعهد الوطني لأبحاث التمريض (National Institute of Nursing Research's) (NINR) لمواءمة علم الأعراض ضمن الصحة الدقيقة، (على سبيل المثال، علم الوراثة اللاجينية/علم الجينوم والميكروبيوم). كما يتم تضمين العلوم السلوكية، بما في ذلك الإدارة الذاتية والاجتماعية والثقافية وكذلك البيئة المادية.

يقوم علماء التمريض الذين يركزون على الأعراض وعلوم الإدارة الذاتية بدمج مفهوم الصحة الدقيقة في أبحاثهم المستمرة. تعد الفكرة أيضًا مهمة لتطوير واختبار واستهداف التدخلات التمريضية عبر سلسلة الرعاية الصحية المستمرة. يؤكد NINR أيضًا على تطوير علم الأعراض وتطبيق الأساليب الصحية الدقيقة للإدارة الذاتية للحالات المزمنة ومعالجة هذه المخاوف الصحية الرئيسية.

للوصول إلى هدف الصحة الدقيقة، يجب تطبيق الأساليب من خلال ترجمة البحوث من العلوم الأساسية إلى البحوث السريرية، وفي نهاية المطاف، على مستوى السكان لتحسين الصحة والوقاية من الأمراض. يحتاج علماء التمريض إلى أن يصبحوا أكثر دراية وسهولة في دمج الأساليب الصحية الدقيقة أثناء ظهور الأعراض وتدخلات الإدارة الذاتية.

(١٣) تحليلات الرعاية الصحية والذكاء الاصطناعي في الرعاية التمريضية

تقع التحليلات التنبؤية تحت مظلة تحليلات الرعاية الصحية المستندة إلى الذكاء الاصطناعي. يسمح هذا النوع من التحليلات المتقدمة للممرضات باكتشاف أنماط غير معروفة سابقًا في مصادر متعددة للبيانات السريرية والتشغيلية التي يمكن أن توجه عملية اتخاذ القرار بشكل أفضل. من خلال استخدام البيانات التنبؤية، يمكن للممرضات الحصول على رؤى قابلة للتنفيذ تتيح قدرًا أكبر من الدقة والتدخلات المناسبة وفي الوقت المناسب بطريقة توجيهية لكل من المرضى والممرضات.

يمكن للتحليلات التنبؤية أن تخفف من الآثار غير المرغوب فيها لفرض ضرائب على رعاية المرضى والتي تسبب استياء الممرضات وإرهاقهن. يمكن للابتكارات في مجال التكنولوجيا، بما في ذلك تطبيقات التحليلات التنبؤية، أن تزيد من رضا الممرضات وتحسن هذا الجانب من الهدف الرباعي (النهج الذي يركز على المريض، وتحسين صحة السكان، واحتواء التكاليف، وإحداث فرق على نطاق واسع). تساعد أنظمة الكمبيوتر الذكية أيضًا في عملية التمريض، والتفكير النقدي والمنظم لتسريع عملية اتخاذ القرار من خلال تجميع المهارات والمعرفة التمريضية القيمة.

هناك أسباب مقنعة وراء اهتمام الممرضات بابتكارات الذكاء الاصطناعي. يمكن للذكاء الاصطناعي والتحليلات التنبؤية أن تطور تفكير الممرضات حول تقديم الرعاية والمهام التشغيلية بطرق متصلة ومتكاملة وظيفيًا لخدمة الهدف الرباعي. ومع هذا التحول، يمكن للممرضات البدء في الدعوة إلى اعتماد واستخدام الذكاء الاصطناعي في تقديم الرعاية للمرضى الداخليين [١٣٩].

(١٤) الصحة الوقائية والذكاء الاصطناعي في الرعاية التمريضية

الممرضون الممارسون (Nurse practitioners) (NPs) هم ممرضون مسجلون يتمتعون بتعليم متقدم وشهادة ومهارات سريرية لإجراء تقييمات بدنية شاملة، والقدرة على تشخيص حالات المرضى، ووصف العلاجات والأدوية، وتولي مسؤولية الرعاية الشاملة للمريض. علاوة

على ذلك، إلى جانب هذه المهارات السريرية والمهارات الشخصية المرادفة للتمريض، يركز NPs بشكل إضافي على الوقاية في رعاية المرضى.

ومن خلال الممرضات اللاتي يقدمن التعليم والمشورة، فإنهن يعملن بشكل كبير على تعزيز جهود الصحة الوقائية على الصعيد الوطني. تشير الصحة الوقائية إلى مجموعة من الاستراتيجيات التي يشجع متخصصو الرعاية الصحية المرضى على تنفيذها للبقاء في صحة جيدة وتقليل مخاطر الإصابة بالأمراض في المستقبل.

غالبًا ما يتم تنفيذ التدابير الوقائية مثل الفحوصات والفحوصات البدنية والتحصينات وفقًا للعوامل الديموغرافية مثل العمر والجنس والتاريخ العائلي. في دراسة نشرتها المكتبة الوطنية الأمريكية للطب، تم تسليط الضوء على أهمية العاملين في مجال التمريض في الخطوط الأمامية لرعاية المرضى للمساعدة في جهود الرعاية الصحية الوقائية. يحقق الممرضون ذلك في المقام الأول من خلال نشر المعلومات التي يمكن للمرضى الاستفادة منها للحفاظ على صحتهم قدر الإمكان.

(١٥) الصحة العامة والذكاء الاصطناعي في الرعاية التمريضية

يعد تمريض الصحة العامة (Public health nursing) (PHN) أحد مجالات التمريض المتميزة والمعترف بها جيدًا. يتم تعريفه من قبل جمعية الصحة العامة الأمريكية، قسم تمريض الصحة العامة، على أنه ممارسة تعزيز وحماية صحة السكان باستخدام المعرفة من علوم التمريض والعلوم الاجتماعية والصحة العامة.

إن الجمع بين خلفية التمريض السريري والمعرفة من الصحة العامة والعلوم الاجتماعية يوفر أساسًا سليمًا للمناصب القيادية في مجال الصحة العامة. غالبًا ما تستخدم هذه الممارسة التمريضية بالتبادل مع تمريض صحة المجتمع، وتشمل المناصرة وتطوير السياسات والتخطيط الذي يعالج قضايا العدالة الاجتماعية.

تركز ممارسة تمريض الصحة العامة، باستخدام أدوات الذكاء الاصطناعي، على صحة السكان لتعزيز الصحة والوقاية من الأمراض والإعاقة. يعمل ممرضو الصحة العامة مع الأفراد والأسر والجماعات التي تشكل المجتمعات والأنظمة التي تؤثر على المجتمعات. وهم

يعملون في مجموعة متنوعة من البيئات مثل الإدارات الصحية، والمدارس، والمنازل، ومراكز الصحة المجتمعية، والعيادات، والمرافق العامة، ومواقع العمل، والشاحنات المتنقلة.

(١٦) عجز القوى العاملة التمريضية والذكاء الاصطناعي:

غالبًا ما يؤدي انخفاض نسبة الممرضات إلى المرضى إلى إرهاق الممرضات وإجهادهن مما يؤثر على جودة خدمات الرعاية الصحية المقدمة للمرضى.

يتوقع عجزًا في التمريض في الولايات المتحدة الأمريكية بنسبة ١٣٪ بحلول عام ٢٠٣٠. وعلى نحو مماثل، تُظهر التقديرات عجز في الاتحاد الأوروبي حوالي ٤.١ مليون مهني صحي في ٢٠٣٠م من بينهم ٢.٣ مليون ممرضة، وفي مصر يبلغ عدد التمريض ١٤٦ ألف ممرضة بمتوسط ممرضة لكل ٧٥٠ مواطن و٢ ممرضة لكل طبيب مع أن المعدل المناسب هو ٥ ممرضات لكل طبيب، وفي سوهاج يبلغ عدد هيئة التمريض ٤٨٤٤ ممرضة بواقع ممرضة لكل ١٠٨٥ مواطن و٢ ممرضة لكل طبيب.

وبالنظر إلى المستقبل، ستستمر العديد من العوامل في التأثير على الطلب والعرض على الممرضات، بما في ذلك الطلب على الخدمات الصحية على نطاق واسع وضمن إعدادات الرعاية الصحية المحددة. ومع ذلك، فإن نماذج تقديم الرعاية الناشئة والمدعومة بالذكاء الاصطناعي يمكن أن تغير طريقة تقديم الخدمات الصحية. ومع ذلك، لا توجد حاليًا معلومات كافية لتوقع مدى تأثير نماذج الذكاء الاصطناعي الجديدة هذه ماديًا في مستوى الطلب على الممرضات.

لا يمكن إثبات قيمة الوصول إلى التمريض وتوافره بشكل أفضل من خلال دور التمريض الحاسم الذي لا يقدر بثمن خلال جائحة كوفيد-١٩. كمقدمي رعاية سريرية وداعمين في الخطوط الأمامية، لم يكن من الممكن للمرضى المصابين بالفيروس من البقاء على قيد الحياة، كما أن بيدهم صحة ورفاهية الدول في جميع أنحاء العالم. إن خدمتهم المتفانية والرحيمة، مع المخاطرة بصحتهم ورفاههم، ستكون موضع تقدير وستتذكرها الإنسانية الممتنة إلى الأبد.

الخاتمة:

وكتلخيص لما سبق يمكن القول أن الذكاء الاصطناعي يمكن أن يساعد الممرضين في أداء مهامهم بعدة طرق، بما في ذلك:

- تحسين دقة التشخيص: يمكن للذكاء الاصطناعي تحليل كميات كبيرة من البيانات الطبية بسرعة ودقة أكبر من البشر، مما يمكن أن يساعد الممرضين في الكشف عن الحالات الطبية في وقت مبكر.
- تعزيز سلامة المريض: يمكن للذكاء الاصطناعي تتبع بيانات المريض وتقديم تحذيرات للممرضين بشأن أي تغيرات غير طبيعية، مما يمكن أن يساعد في منع الأخطاء الطبية.
- تقليل العبء الإداري :يمكن للذكاء الاصطناعي أتمتة المهام الإدارية المملة والمتكررة، مما يمكن أن يوفر للممرضين وقتًا لتركيزه على تقديم الرعاية للمرضى.
- تحسين التواصل مع المرضى :يمكن للذكاء الاصطناعي أن يساعد الممرضين على التواصل مع المرضى بطرق أكثر فعالية، مثل توفير معلومات حول حالتهم وعلاجهم.

فيما يلي بعض الأمثلة المحددة لكيفية استخدام الذكاء الاصطناعي في التمريض:

- يتم استخدام الذكاء الاصطناعي في أنظمة المساعدة الطبية الروبوتية (RAAS) لمساعدة الممرضين على تقديم الرعاية للمرضى في المستشفيات والعيادات .على سبيل المثال، يمكن للروبوت أن يساعد الممرضة في نقل المريض أو تقديم العناية الطارئة.
- يتم استخدام الذكاء الاصطناعي في أنظمة التعرف على الصور لمساعدة الممرضين في مراقبة المرضى عن بُعد .على سبيل المثال، يمكن لنظام التعرف على الصور أن يفحص علامات حيوية للمريض، مثل معدل ضربات القلب وضغط الدم، ويمكنه أيضًا اكتشاف أي علامات على المضاعفات.
- يتم استخدام الذكاء الاصطناعي في أنظمة الذكاء الاصطناعي للمساعدة في اتخاذ القرارات السريرية .على سبيل المثال، يمكن لنظام الذكاء الاصطناعي أن يساعد الممرضة في تحديد أفضل علاج للمريض بناءً على حالته.

أَمَّا بَعْدُ،،

أربع أسئلة للذكاء الاصطناعي في الرعاية الصحية

أمـــا بـــعد

أربع أسئلة للذكاء الاصطناعي في الرعاية الصحية

يكتسب الذكاء الاصطناعي (AI) رؤية عالية في مجال ابتكار الرعاية الصحية. بشكل عام، الذكاء الاصطناعي هو مجال من علوم الكمبيوتر يهدف إلى محاكاة الذكاء البشري بأنظمة الكمبيوتر. ويتم تحقيق هذه المحاكاة من خلال مطابقة الأنماط التكرارية والمعقدة، بشكل عام بسرعة وحجم يتجاوز القدرة البشرية. ويشير المؤيدون، بحماس في كثير من الأحيان، إلى أن الذكاء الاصطناعي سيحدث ثورة في الرعاية الصحية للمرضى والسكان. ومع ذلك، لا بد من الإجابة على الأسئلة الرئيسية لترجمة وعودها إلى عمل.

(١) ما هي المهام المناسبة للذكاء الاصطناعي في الرعاية الصحية؟

الذكاء الاصطناعي في جوهره هو أداة. مثل جميع الأدوات، تقوم بأداء بعض المهام بشكل أفضل من غيرها. على وجه الخصوص، يتم استخدام الذكاء الاصطناعي بشكل أفضل عندما تكون المهمة الأساسية هي تحديد الأنماط المفيدة سريريًا في مجموعات البيانات الكبيرة وعالية الأبعاد. لقد قبلت مجموعات البيانات المثالية للذكاء الاصطناعي أيضًا معايير معيارية تسمح لخوارزميات الذكاء الاصطناعي "بالتعلم" داخل البيانات. على سبيل المثال، BRCA1 هو تسلسل جيني معروف مرتبط بسرطان الثدي، ويمكن لخوارزميات الذكاء الاصطناعي استخدام ذلك كمعيار "مصدر الحقيقة" عند تحديد النماذج للتنبؤ بسرطان الثدي. باستخدام البيانات المناسبة، يمكن لخوارزميات الذكاء الاصطناعي تحديد الارتباطات الدقيقة والمعقدة التي لا تتوفر مع الأساليب التحليلية التقليدية، مثل التغييرات الصغيرة المتعددة على صورة التصوير المقطعي المحوسب للصدر والتي تشير مجتمعة إلى الالتهاب الرئوي. ويمكن تدريب هذه الخوارزميات بشكل موثوق لتحليل هذه الكائنات المعقدة ومعالجة البيانات أو الصور أو سواء بسرعة عالية وعلى نطاق واسع. وقد تركزت نجاحات الذكاء الاصطناعي المبكرة في التخصصات التي تعتمد على الصور بشكل مكثف، مثل الأشعة، وعلم الأمراض، وطب العيون، وأمراض القلب.

ومع ذلك، فإن العديد من المهام الأساسية في مجال الرعاية الصحية، مثل التنبؤ بالمخاطر السريرية والتشخيص والعلاجات، تمثل تحديًا أكبر لتطبيقات الذكاء الاصطناعي. بالنسبة للعديد من المتلازمات السريرية، مثل قصور القلب أو الهذيان أو حتى ألزهايمر، هناك نقص في المعايير المعيارية التي يمكن تدريب خوارزميات الذكاء الاصطناعي عليها. بالإضافة إلى ذلك، تركز العديد من تقنيات الذكاء الاصطناعي على تصنيف البيانات بدلاً من النهج التحليلي الاحتمالي؛ قد يجعل هذا التركيز مخرجات الذكاء الاصطناعي أقل ملاءمة للمسائل السريرية التي تتطلب احتمالات لدعم اتخاذ القرارات السريرية. علاوة على ذلك، فإن الارتباطات المحددة بواسطة الذكاء الاصطناعي بين خصائص المريض ونتائج العلاج هي مجرد ارتباطات، وليست علاقات سببية. على هذا النحو، فإن نتائج هذه التحليلات ليست مناسبة للترجمة المباشرة إلى العمل السريري، ولكنها تخدم مولدات الافتراضات للتجارب السريرية وغيرها من التقنيات التي تقيم علاقات السبب والنتيجة بشكل مباشر.

(٢) ما هي البيانات الصحيحة للذكاء الاصطناعي؟

من المرجح أن ينجح الذكاء الاصطناعي عند استخدامه مع مصادر بيانات عالية الجودة "للتعلم" وتصنيف البيانات فيما يتعلق بالنتائج. ومع ذلك، فإن معظم البيانات السريرية، سواء من السجلات الصحية الإلكترونية (EHRs) أو مطالبات الفواتير الطبية، تظل غير محددة وغير كافية إلى حد كبير للاستغلال الفعال بواسطة تقنيات الذكاء الاصطناعي.

على سبيل المثال، تكون بيانات السجل الصحي الإلكتروني المتعلقة بالتركيبة السكانية والحالات السريرية وخطط العلاج ذات أبعاد منخفضة بشكل عام ويتم تسجيلها في تصنيفات محدودة وواسعة (مثل مرض السكري) تغفل الخصوصية (مثل المدة والشدة والآلية الفيزيولوجية المرضية). يمكن للنهج المحتمل لتحسين أبعاد مجموعات البيانات السريرية استخدام معالجة اللغة الطبيعية لتحليل البيانات غير المنظمة، مثل ملاحظات الطبيب. ومع ذلك، فإن العديد من تقنيات معالجة اللغة الطبيعية بدائية وغالبًا ما يكون القدر الضروري من الخصوصية غائبًا عن السجل السريري.

البيانات السريرية محدودة أيضًا بسبب أخذ العينات المتحيزة المحتملة. نظرًا لأنه يتم جمع بيانات السجل الصحي الإلكتروني أثناء تقديم الرعاية الصحية (على سبيل المثال،

زيارات العيادات والاستشفاء)، فإن هذه البيانات تبالغ في تقدير عدد السكان الأكثر مرضًا. وبالمثل، فإن بيانات الفواتير تتفوق على الشروط والمعالجات التي يتم تعويضها بشكل جيد بموجب آليات الدفع الحالية.

قد يتضمن النهج المحتمل للتغلب على هذه المشكلة أجهزة استشعار يمكن ارتداؤها وغيرها من الأساليب "الذاتية الكمية" لجمع البيانات خارج نظام الرعاية الصحية. ومع ذلك، فإن العديد من هذه الجهود متحيزة أيضًا لأنها تبالغ في تقدير الأصحاء والأثرياء والأغنياء. يمكن أن تؤدي هذه التحيزات إلى تحليلات مولدة بواسطة الذكاء الاصطناعي، والتي تنتج ارتباطات ورؤى معيبة من المرجح أن تفشل في تعميمها خارج المجموعة السكانية التي يتم توليدها فيها.

(٣) ما هو معيار الأدلة الصحيح للذكاء الاصطناعي؟

يجب أن تخضع الابتكارات في مجال الأدوية والأجهزة الطبية لتقييم واسع النطاق، بما في ذلك في كثير من الأحيان تجارب سريرية عشوائية ومراقبة ما بعد التسويق، للتحقق من الفعالية والسلامة السريرية. إذا كان للذكاء الاصطناعي أن يؤثر بشكل مباشر على تقديم الرعاية السريرية ويحسنها، فستكون هناك حاجة إلى معيار أدلة مماثل لإثبات النتائج المحسنة والافتقار إلى العواقب غير المقصودة. إن معيار الأدلة لمهام الذكاء الاصطناعي غير محدد حاليًا ولكن من المحتمل أن يكون متناسبًا مع المهمة المطروحة. على سبيل المثال، من المحتمل أن يكون التحقق من دقة تطبيقات التصوير المدعومة بالذكاء الاصطناعي مقابل معايير الجودة الحالية للتصوير التقليدي كافيًا للاستخدام السريري.

ومع ذلك، مع انتقال تطبيقات الذكاء الاصطناعي إلى التنبؤ والتشخيص والعلاج، يجب أن يكون معيار الإثبات أعلى بكثير. ولتحقيق هذه الغاية، تدرس إدارة الغذاء والدواء الأمريكية بنشاط أفضل السبل لتنظيم الابتكارات التي يغذيها الذكاء الاصطناعي في تقديم الرعاية، وتحاول لتحقيق توازن معقول بين الابتكار والسلامة والفعالية.

سيحتاج استخدام الذكاء الاصطناعي في الرعاية السريرية إلى تلبية معايير عالية بشكل خاص لإرضاء الأطباء والمرضى. وحتى لو أظهر نهج الذكاء الاصطناعي تحسينات مقارنة بالمناهج الأخرى، فإنه ليس مثاليا (ولن يكون أبدا) مثاليا، والأخطاء، مهما كانت نادرة، ستؤدي

إلى تصورات سلبية كبيرة. ويمكن رؤية مثال مفيد مع ابتكار آخر يعتمد على الذكاء الاصطناعي: السيارات بدون سائق. على الرغم من أن هذه المركبات، في المتوسط، أكثر أمانًا من السائقين البشر، إلا أن وفاة أحد المشاة بسبب خطأ في سيارة ذاتية القيادة تسببت في إنذار كبير. إن الخطأ السريري الذي ترتكبه عملية تعتمد على الذكاء الاصطناعي سيكون له تأثير مخيف كبير.

وبالتالي، فإن ضمان المستوى المناسب من الإشراف والتنظيم يعد خطوة حاسمة في إدخال الذكاء الاصطناعي إلى المجال السريري. بالإضافة إلى إظهار فعاليته السريرية، فإن تقييم فعالية الذكاء الاصطناعي من حيث التكلفة مهم أيضًا. يتم إجراء استثمارات ضخمة في الذكاء الاصطناعي مع الكفاءات الموعودة وخفض التكاليف المفترض في المقابل، على غرار الجراحة الروبوتية.

ومع ذلك، فمن غير الواضح أن تقنيات الذكاء الاصطناعي، مع احتياجاتها المصاحبة لتخزين البيانات، وتنظيم البيانات، وصيانة النماذج وتحديثها، وتصور البيانات، ستخفض التكاليف بشكل كبير. قد تؤدي هذه الأدوات والاحتياجات ذات الصلة ببساطة إلى استبدال التكاليف الحالية بتكاليف مختلفة، وربما أعلى.

(٤) ما الأساليب الصحيحة لدمج الذكاء الاصطناعي في الرعاية الصحية؟

وحتى بعد معالجة المهام والبيانات والأدلة الصحيحة المتعلقة بالذكاء الاصطناعي، فإن تحقيق إمكاناته لن يحدث دون الدمج الفعال في الرعاية السريرية. يتطلب القيام بذلك أن يقوم الأطباء بتطوير منشأة يمكنها تفسير ودمج الرؤى المدعومة بالذكاء الاصطناعي في رعايتهم السريرية. وفي كثير من النواحي، تتطابق هذه الحاجة مع دمج دعم القرار السريري التقليدي الذي كان جزءًا من الطب على مدى العقود العديدة الماضية. ومع ذلك، فإن استخدام التعلم العميق والأساليب التحليلية الأخرى في الذكاء الاصطناعي يضيف تحديًا إضافيًا. نظرًا لأن هذه التقنيات، بحكم تعريفها، تولد رؤى عبر طرق غير قابلة للملاحظة، لا يمكن للأطباء تطبيق صلاحية الوجه المتاحة في أدوات اتخاذ القرار السريرية التقليدية (على سبيل المثال، الدرجات المستندة إلى الأعداد الصحيحة لحساب خطر السكتة الدماغية بين المرضى الذين يعانون من

الرجفان الأذيني). وبالتالي فإن طبيعة "الصندوق الأسود" للذكاء الاصطناعي قد تعيق استيعاب هذه الأدوات موضع التنفيذ.

وتهدد تقنيات الذكاء الاصطناعي أيضًا بإضافة المزيد من المعلومات التي يجب على الفرق السريرية استيعابها لتقديم الرعاية. في حين أن الذكاء الاصطناعي يمكن أن يقدم كفاءات للعمليات، بما في ذلك التنبؤ بالمخاطر واختيار العلاج، يشير التاريخ إلى أن معظم أشكال دعم القرار السريري تضيف إلى المعلومات التي يحتاج الأطباء إلى معالجتها بدلاً من استبدالها. ونتيجة لذلك، هناك خطر من أن يؤدي دمج الذكاء الاصطناعي في سير العمل السريري إلى زيادة العبء المعرفي الذي يواجه الفرق السريرية بشكل كبير ويؤدي إلى زيادة الضغط، وانخفاض الكفاءة، ورعاية سريرية أقل.

من الناحية المثالية، مع الدمج المناسب للذكاء الاصطناعي في سير العمل السريري، يمكن للذكاء الاصطناعي تحديد الأنماط والرؤى السريرية التي تتجاوز القدرات البشرية الحالية وتحرير الأطباء من عبء دمج الكميات الهائلة والمتزايدة من البيانات والمعرفة الصحية في سير العمل والممارسة السريرية. يمكن للأطباء بعد ذلك التركيز على وضع هذه الأفكار في السياق السريري لمرضاهم والعودة إلى مهمتهم الأساسية (والإنسانية بشكل أساسي) المتمثلة في تلبية احتياجات المرضى وقيمهم لتحقيق صحتهم المثلى. هذا المزيج من الذكاء الاصطناعي والذكاء البشري، أو الذكاء المعزز من المحتمل أن يكون النهج الأقوى لتحقيق هذه المهمة الأساسية للرعاية الصحية.

نظرة متوازنة للذكاء الاصطناعي

الذكاء الاصطناعي هو أداة واعدة للرعاية الصحية، ويجب أن تستمر الجهود لجلب الابتكارات مثل الذكاء الاصطناعي إلى تقديم الرعاية السريرية. ومع ذلك، فإن جودة البيانات غير المتسقة، والأدلة المحدودة التي تدعم الفعالية السريرية للذكاء الاصطناعي، والافتقار إلى الوضوح بشأن التكامل الفعال للذكاء الاصطناعي في برامج العمل السريرية هي قضايا مهمة تهدد تطبيقه. ويظل تحسين جودة الرعاية بتكلفة معقولة في نهاية المطاف سؤالاً بلا إجابة ولكنه بالغ الأهمية. ومع العمل الصعب اللازم لمعالجة هذه القضايا، فإن المجتمع الطبي يخاطر بالوقوع فريسة لضجيج الذكاء الاصطناعي ويفقد إدراك إمكاناته.

تم بحمد الله