Risk prediction of delirium in hospitalized patients using machine learning: An implementation and prospective evaluation study

**(Jauk et al., 2020)**

Jauk, S., Kramer, D., Großauer, B., Rienmüller, S., Avian, A., Berghold, A., … Schulz, S. (2020). Risk prediction of delirium in hospitalized patients using machine learning: An implementation and prospective evaluation study. *Journal of the American Medical Informatics Association*, *27*(9), 1383–1392. https://doi.org/10.1093/jamia/ocaa113

ABSTRACT

Objetivo: Modelos de aprendizagem de máquinas com formação em registos de saúde electrónicos alcançaram uma elevada precisão prognóstica em conjuntos de dados de teste, mas pouco se sabe sobre a sua incorporação em fluxos de trabalho clínicos. Implementamos um algoritmo aleatório baseado na floresta para identificar pacientes hospitalizados em alto risco de delírio, e avaliamos o seu desempenho num ambiente clínico.

Materiais e Métodos: O delirium foi previsto na admissão e recalculado na noite da admissão.

O resultado da previsão definida foi um delírio codificado para a recente estadia hospitalar. Durante 7 meses de avaliação prospectiva, foram analisadas 5530 previsões. Além disso, 119 previsões para pacientes de medicina interna foram comparadas com as classificações de especialistas clínicos num ambiente cego e não cego.

Resultados: Durante a aplicação clínica, o algoritmo atingiu uma sensibilidade de 74,1% e uma especificidade de 82,2%. A discriminação dos dados prospectivos (área sob a curva característica de funcionamento do receptor ¼ 0,86) foi tão boa como no conjunto de dados do teste, mas a calibração foi fraca. As previsões estavam fortemente correlacionadas com o risco de delírio percebido pelos especialistas em cenários cegos (r¼0.81) e não cegos (r¼0.62). Uma grande vantagem da nossa configuração foi a previsão atempada sem introdução de dados adicionais.

Discussão: O algoritmo de aprendizagem da máquina implementado alcançou uma previsão de desempenho estável delirium em alta concordância com as classificações de peritos, mas é necessário melhorar a calibração. Investigação futura devem avaliar a aceitação de algoritmos de aprendizagem de máquinas implementados por profissionais de saúde.

Conclusões: O nosso estudo fornece novos conhecimentos sobre o processo de implementação de um algoritmo de aprendizagem de máquinas num fluxo de trabalho clínico e demonstra o seu poder preditivo para o delírio.

INTRODUÇÃO

Antecedentes e significado

Na prática clínica atual, os pacientes são frequentemente classificados rotineiramente em grupos de risco, com o objetivo de prever resultados futuros de tratamentos e evolução de doenças.1 Devido à crescente quantidade e disponibilidade de dados clínicos armazenados em sistemas de registos de saúde electrónicos (EHR), os modelos de previsão baseados em algoritmos de aprendizagem de máquinas tornaram-se populares,2 uma vez que ultrapassam barreiras típicas das abordagens de modelização clássica.3

Embora a superioridade dos modelos de aprendizagem de máquinas sobre os modelos baseados em regras tenha sido demonstrada em cenários de teste,4-6 há uma necessidade urgente de estudos de avaliação prospectivos que demonstrem o seu valor real em cenários clínicos.7,8 Contudo, a implementação de modelos tão complexos na prática clínica enfrenta vários obstáculos e barreiras.2,9,10 Pouco se sabe sobre a integração de algoritmos de aprendizagem de máquinas em fluxos de trabalho clínicos, ou sobre o desempenho de modelos preditivos em situações dinâmicas. Há ainda muitas lições a aprender sobre os desafios que podem ocorrer durante o processo de implementação, e há poucas provas sobre a aceitação de modelos de aprendizagem de máquinas pelos profissionais de saúde.9,11

**O caso do uso do delirium**

Para uma implementação bem sucedida na prática clínica, o resultado previsto tem de ser controlável e accionável,12 como a previsão de delírios em pacientes hospitalizados. O delírio é uma síndrome de estado de confusão aguda e é comum entre os doentes idosos. Em geral, os departamentos médicos, até 49% dos pacientes sofrem de delírio. 13 Além de causar um fardo para o pessoal de saúde, os doentes hospitalizados com delírio têm também um risco acrescido de mortalidade. Contudo, muitos casos de delírio podem ser evitados utilizando intervenções não farmacológicas com múltiplos componentes (por exemplo, reforço de aparelhos visuais e auditivos, hidratação, reorientação para o meio envolvente, protocolos de tempo de cama, redução do ruído).14,15 O alvo dos doentes com maior risco de delírio é, portanto, crucial, mas os métodos estabelecidos têm as suas falhas. A utilização da Escala de Observação de Delirium16 para avaliação do risco de delírio na rotina clínica é demorada, e é mais utilizada para avaliar os primeiros sinais e sintomas de delírio do que para a previsão. O Método de Avaliação de Confusão17 é amplamente utilizado como instrumento de rastreio, embora seja ao mesmo tempo a ferramenta estabelecida para o diagnóstico do delírio.

**Modelos de previsão para o delírio**

Em 2017, tínhamos treinado vários modelos de aprendizagem mecânica que previam a ocorrência de delírios em pacientes de medicina interna.18 Os dados foram fornecidos pelo provedor hospitalar público Steiermarkische Krankenanstaltengesellschaft m.b.H. (KAGes), que hospeda registos de saúde longitudinais de 2,1 milhões de pacientes na província da Estíria, Áustria. Os modelos tinham sido formados em dados demográficos, diagnósticos previamente codificados pela Classificação Internacional de Doenças - Décima Revisão (CID-10), dados laboratoriais, avaliação de enfermagem e procedimentos dos EHR de mais de 8500 pacientes, e o resultado previsto era um diagnóstico codificado pelo CID-10 F05 (Delirium devido a condição fisiológica conhecida). Um modelo aleatório baseado na floresta tinha alcançado o melhor desempenho com uma área sob a curva característica de funcionamento do receptor (AUROC) de 0,910.

Vários modelos de previsão para o delirium foram relatados mas foram comentados como não sendo suficientemente fiáveis para uso clínico,19,20 não eram generalizáveis para várias populações,21 ou nunca foram adoptados na prática clínica.22 Semelhante à nossa abordagem, outros modelos de aprendizagem de máquinas que prevêem o delirium com base na EHR foram recentemente publicados.23-25 Os desempenhos relatados foram semelhantes, em alguns casos até melhores do que no nosso modelo, com AUROCs variando de 0,86 a 0,94.

Embora a maioria dos modelos publicados tenha tido um desempenho muito bom em conjuntos de dados retrospectivos, tanto quanto sabemos, nenhum dos modelos de aprendizagem de máquinas relatados e os modelos baseados em regras sistematicamente revistos foi implementado e avaliado prospectivamente num fluxo de trabalho clínico.

**OBJECTIVO**

O objetivo deste estudo foi (1) implementar um algoritmo de aprendizagem de máquinas previamente desenvolvido que prevê o delírio num fluxo de trabalho clínico envolvendo pacientes hospitalizados e (2) avaliar prospectivamente este algoritmo num ambiente clínico. O objetivo da previsão era identificar pacientes em alto risco de ocorrência de delírio durante a atual hospitalização. O risco foi previsto no início da estadia, bem como na noite do dia da admissão, a fim de tomar medidas o mais rapidamente possível. A nossa avaliação centrou-se na análise do desempenho preditivo do algoritmo, bem como na validação da sua exatidão, comparando o seu resultado com o de um perito.

classificações.

Os modelos de aprendizagem de máquinas são frequentemente vistos como caixas negras.9 Por conseguinte, um dos principais objetivos da implementação era explicar os resultados da previsão o melhor possível e apoiar a tomada de decisões do pessoal de saúde.

**CONCLUSÃO**

Muitos modelos publicados que prevêem delírios alcançaram alta precisão em conjuntos de dados retrospetivos, mas, tanto quanto sabemos, nenhum destes modelos de aprendizagem de máquinas foi alguma vez implementado na prática clínica.

Este estudo mostrou que um algoritmo baseado na aprendizagem de máquinas que prevê o risco de delírio alcançou o mesmo desempenho discriminatório durante a previsão prospetiva que o alcançado em cenários de teste. Revelámos novos conhecimentos no processo de implementação de uma aplicação de aprendizagem automática num fluxo de trabalho clínico e fomos capazes de demonstrar um elevado acordo entre a estimativa do risco do algoritmo e as avaliações independentes por peritos clínicos. Os resultados finais da avaliação e a sua validação clínica indicam que o nosso algoritmo é um suporte fiável e preciso para a gestão do delirium nos hospitais.