Resumo

Título: Modelo de Machine Learning para predizer alocação de pacientes com lombalgia crônica para unidades de práticas integradas em um sistema de cuidados de saúde baseados em valor.

Premissa: A lombalgia crônica é responsável por grande parte dos custos globais de saúde necessitando cuidados especializados por longo tempo. A imensa variabilidade de pacientes em seus itinerários terapêuticos entre hospitais e provedores torna os cuidados de saúde baseados em valor potencialmente menos viáveis. Para avançar mais efetivamente na gestão e nos esforços de prevenção secundária, terciária e quaternária a adoção de ferramentas, métodos e técnicas de ciência de dados, como processamento de linguagem natural e aprendizado de máquina é urgente. Os modelos de aprendizado de máquina têm se mostrado confiáveis na previsão de resultados específicos em várias doenças neurológicas, mas o desenvolvimento de estratégias de gerenciamento das unidades de prática integrada ainda não foram testados com auxílio da ciência de dados.

Objetivo / Perguntas: (1) Um modelo de aprendizado de máquina pode prever com precisão os desfechos de pacientes consultados, como dor lombar ou dor ciática, tratamento não-cirúrgico ou cirúrgico, afastado do trabalho ou trabalhando? (2) Esse modelo pode então ser usado para desenvolver uma estratégia de alocação de pacientes para unidades de prática integradas estratificando-os por risco? (3) O modelo pode servir para direcionamento em larga escala de atendimentos de telemedicina, alcançando os objetivos dos cuidados de saúde baseados em valor?

Desenho do estudo: Um modelo de aprendizado de máquina supervisionado de classificação para predição, que lida com dados que apresentem relações não lineares será construído usando um banco de dados administrativo. Inicialmente, foi feito um pré-processamento dos dados para sua posterior utilização no treinamento do modelo. O estudo foi registrado e aprovado pela comissão de ética do hospital.

Amostra do paciente: Foram incluídos 240 pacientes submetidos a avaliação clínica em uma unidade de cuidados integrados multidisciplinares especializados em dor crônica de fevereiro a dezembro de 2019. Os dados coletados foram sócio-demográficos e clínicos, coletados a partir do: Questionário Básico de Sintomas da Coluna Vertebral (Protocolo de Gotemburgo), Inventário Breve de Dor (BPI), Índice Oswestry 2.0 de Incapacidade, Questionário de Incapacidade de Roland Morris (RMDQ), Questionário para avaliação da qualidade de vida 12-Item Short Form Health Survey (SF-12) e Questionário para Diagnóstico de Dor Neuropática 4 (DN-4).

Medidas de resultado: os resultados de utilização de serviços previstos incluíram dor lombar ou dor ciática, tratamento não-cirúrgico ou cirúrgico, afastado do trabalho ou trabalhando. A validação do modelo foi abordada por meio de confiabilidade, qualidade de saída do modelo e velocidade de decisão, com base na aplicação de conjuntos de treinamento e validação. Os modelos de alocação estratificada de risco serão desenvolvidos de acordo com os resultados das escalas e questionários associados com os desfechos de interesse.

Resultados: Inicialmente, foi feito um processamento dos dados obtidos para sua adequação e utilização no algoritmo de aprendizado de máquina com reforço adaptativo. Buscamos correlações entre as diferentes características dos pacientes como dor lombar, tratamento cirúrgico e afastamento por doença, respectivamente. Dentre as principais descobertas, vimos que os pacientes com Dor Ciática apresentam uma grande chance (84%) de também apresentar dor na região das costas. Foi gerado um grande banco de dados contendo todas as correlações dos dados dos formulários, que serão utilizados para o treinamento do modelo com a técnica de validação cruzada e posteriormente avaliação das seguintes métricas de classificação: ROC (característica de operação do receptor), AUC (área sob a curva), *Precision-Recall*, acurácia e F1-Score.

Conclusões: O banco de dados gerado será de extrema importância para o treinamento do algoritmo de aprendizado de máquina que será utilizado para responder as perguntas propostas.

Discussão

Justificativa:

A complexidade de opções diagnósticas e terapêuticas disponíveis para área de cirurgia neurológica é evidente no início do século XXI. Da mesma forma, também é variado o espectro de resultados possíveis porque existem muitas dimensões de interpretação. Ainda influenciados pelo contexto social, pacientes e médicos estão sobrecarregados com informações da era digital. A tomada de decisão hoje é cardinal e crítica. O recurso contemporâneo para essa demanda desafiante é a aplicação das tecnologias de sistemas de gestão da informação como a inteligência artificial.

Simplificar a complexidade não é uma solução. Ciência aplicada aos dados, compreendida como conhecimento humano agregado as tecnologias digitais é a melhor alternativa disponível para tomada de decisão na área de cirurgia neurológica.

Discutir opções baseadas em dados é uma decisão mais importante que uma incisão.

Avanços recentes em inteligência artificial (IA) estão criando novas oportunidades para personalizar intervenções de saúde baseadas em tecnologia para pacientes com dor crônica. Este resumo fornece uma perspectiva da ciência da computação sobre como as tecnologias emergentes de IA - ambientes de aprendizagem inteligente, geração de narrativa interativa, modelagem de usuário e treinamento adaptativo - podem ser utilizados para modelar a aprendizagem e o envolvimento de pacientes com dor crônica e fornecer suporte personalizado em tecnologias de saúde adaptativas. Muitas dessas tecnologias surgiram de aplicações centradas em atividades humanas centrada em IA na educação, treinamento e entretenimento. No entanto, sua aplicação na melhoria da saúde, até o momento, tem sido comparativamente limitada. Ilustramos as oportunidades fornecidas pelas tecnologias adaptativas impulsionadas pela IA para cuidados preventivos de saúde para pacientes com dor crônica, descrevendo uma visão de como as futuras intervenções preventivas de saúde para esse grande grupo de pacientes podem ser realizadas dentro e fora da clínica especializada. Os principais desafios colocados por tecnologias de saúde impulsionadas por IA também são apresentados, incluindo questões de privacidade, ética, preconceito codificado e integração em fluxos de trabalho clínicos e vidas desses pacientes. São apresentados exemplos de descobertas empíricas sobre a eficácia das tecnologias de IA para modelagem de usuário e coaching adaptativo, que destacam sua promessa de aplicação na saúde de pacientes com dor crônica. O artigo conclui com uma breve discussão sobre as direções de pesquisas futuras para a área, que está bem posicionada para alavancar a IA para melhorar a saúde e o bem-estar desse grupo de 20% da população mundial.

O "diagnóstico" foi divido em dois para facilitar o preenchimento do protocolo.

1 - Dor Lombar (Ou Lombalgia)

2 - Dor na Perna (Ou Ciática)

Também pode existir um terceiro que poderia ser Dor Lombar + Dor na Perna.

Existe também dois tipos de "tratamento" que foram usados no preenchimento do protocolo.

1 - Não cirúrgico

2 - Cirúrgico

Também duas condições de "trabalho" que foram preenchidas que são importantes:

1 - Trabalhando

2 - Não trabalhando

# Principais correlações das variáveis do Questionário para Diagnóstico de Dor Neuropática 4 (DN4)

Figura 1 – Principais correlações com as variáveis presentes no Questionário para Diagnóstico de Dor Neuropática 4 (DN4)



Observa-se da Figura 1 que 53,23 % dos pacientes que assinalaram que apresentem o sintoma de adormecimento na região em que sentem dor, também marcaram que a dor apresenta a característica de choque elétrico. Destaca-se também que 50 % das pessoas que disseram apresentar o sintoma de Alfinetada e Agulhada na região em que sentem dor, marcaram a opção de sentirem dor nas pernas.

Figura 2 – Maiores valores de correlação de ponto bisserial para as variáveis presentes no Questionário para Diagnóstico de Dor Neuropática 4 (DN4)



Observa-se da Figura 2 que houve uma correlação no valor de 83,92 para os pacientes que acusam sentir o sintoma de Alfinetada e Agulhada com a interferência da dor na atividade geral da vida do paciente nas últimas 24 horas (questão 9a) do Questionário de Inventário Breve de Dor). Pode-se visualizar em maior detalhe esta correlação na Figura 3 na qual nota-se que as pessoas que responderam que apresentam o sintoma de Alfinetada e Agulhada também responderam que, na escala de 0 a 10, que a dor interferiu em média próximo a 9, ou seja, interferiu muito na atividade geral nas últimas 24 horas.

Figura 3 – Distribuição dos dados relativos a questão 9b do questionário BPI com a questão 2b do questionário DN4



É notável também que, na Figura 3 a variável “Alfinetada e agulhada” foi a que apresentou no geral maiores correlações com outras questões presentes no questionário de Inventário Breve de Dor.

Na Figura 3 também podem se observar exemplos de variáveis negativamente observadas para as questões presentes no questionário de *Short Form Health Survey* (SF-12) com a presença do sintoma de Adormecimento na região da dor (questionário DN4). Um exemplo com os dados detalhados, no qual pode-se observar a correlação negativa está presente na Figura 4.

Figura 4 – Correlação entre limitação da saúde atual em atividades moderadas (questionário SF-12) e a presença do sintoma de Adormecimento na mesma área da dor (questionário DN4)



# Principais correlações com a variável Trabalhando (desempregado, sim ou não) e se já realizou (sim ou não) cirurgia na coluna.

Figura 5 -Maiores correlações de variáveis binárias com a variável Trabalhando (desemprego, sim ou não) e se já realizou (sim ou não) cirurgia na coluna (valores obtidos a partir de tabela cruzada)



Observa-se na Figura 5 que 90 % dos pacientes que responderam a opção de estarem desempregados no momento que responderam o questionário do protocolo de Gotemburgo, também assinalaram a opção de possuírem dor nas costas. Destes pacientes que se encontravam na condição de desempregados, 64,29 % fazem uso de analgésicos e 62,5 % já realizaram alguma cirurgia na coluna. Complementa-se ainda que 60 % são do sexo masculino.

Ao analisar as variáveis que mais possuem relação com a condição de já ter realizado cirurgia na coluna, nota-se 86 % assinalaram o desejo de livrar-se da dor nas costas, 70,89 % são do sexo masculino, 68,42 % fazem uso de analgésicos, 64 % afirmaram possuir dor nas costas, e 49,09 % assinalaram possuir dor na região enumerada como 30 no questionário de Inventário Breve de Dor, a qual corresponde à região da lombar.

Figura 6 -Maiores correlações entre as variáveis de caráter binário (estar ou não desempregado e se já realizou ou não cirurgia na coluna) com a variáveis de caráter ordinal



# Principais correlações com as variáveis Lombalgia, Dor nas costas e Dor nas pernas

Pode-se visualizar na 7 quais foram as principais variáveis correlacionadas com especificamente a Lombalgia (dor na região 30 do questionário de Inventário Breve de Dor), dor nas pernas e dor nas costas em geral.

Figura 7 – Correlação entre as variáveis binárias a partir da tabela cruzada para Lombalgia, dor nas pernas e dor nas costas



Nota-se a partir da Figura 7que 84,38 % das pessoas que possuem dor nas pernas, fazem uso de analgésico e acusam possuir também dor nas costas no geral. Observa-se também que destas pessoas que acusam possuir dor nas pernas, 77,19 % delas indicam que desejam se livrar da dor nas costas e 72,73 % marcaram a opção de dor na região da lombar (numeração 30 no questionário Inventário Breve de Dor).

Nota-se na Figura 5 que 55,36 % das pessoas que possuem lombalgia também marcaram no Questionário para Diagnóstico de Dor Neuropática 4 (DN4) que a sua dor tem a característica de apresentar queimação. Este valor é próximo também do valor de 50,43 % de pacientes que dizem possuir dor nas costas no geral e também apresentam queimação.

A correlação entre variáveis de caráter binário (respostas sim ou não) e variáveis que apresentam relação de ordinalidade, fez-se uso do coeficiente de ponto bisserial. Deste modo, pode-se visualizar na Figura 6 que a variável que mais se correlaciona com

Figura 8 – Maiores valores de correlação entre variáveis binárias e variáveis ordinais para lombalgia, dor nas pernas e dor nas costas.

