

## 【47】

氏 名	原 田 侑 典
学位の種類	博士（医学）
学位記番号	乙第812号
学位授与の日付	令和3年2月26日
学位授与の要件	学位規則第4条第2項
学位論文題目	<b>Impact of a commercial artificial intelligence-driven patient self-assessment solution on waiting times at general internal medicine outpatient departments : retrospective study</b> <b>（人工知能による自動問診が一般内科外来の待ち時間に及ぼした影響に関する研究）</b>
論文審査委員	（主査）教授 麻 生 好 正 （副査）教授 下 田 和 孝 教授 藤 田 朋 恵

### 論 文 内 容 の 要 旨

#### 【背 景】

一般内科外来を予約なく受診する患者の診察待ち時間の長さは、患者満足度、医療への不信感、医療の質に直結するため、待ち時間の短縮が望まれる。時間短縮策として、診察前に患者の症状、現病歴、既往歴、家族歴、生活歴などを収集してカルテに出力する、人工知能（artificial intelligence : AI）搭載の自動問診システム（以下、AI自動問診）が日本の医療機関で導入されている。AI自動問診は患者が自身の症状を自由記載形式でタブレット端末に入力すると、鑑別診断に有用な追加問診がAIによって選択・提示され、回答に応じて次の質問が提示される。患者毎に調整された計20問程度の質問を終えると、その内容が医師の診療録の形式に準じた形で出力される。AI自動問診の導入によって、診断に必要な情報の多くが診療録にすでに入力された状態となるため、医師が行う問診、アセスメント、診療録記載などにかかる業務時間が短縮され、診察待ち時間の短縮につながることを期待される。

#### 【目 的】

AI自動問診の導入により、一般内科外来を予約なく受診した患者の診察待ち時間の短縮効果の検討のため、AI自動問診を導入した前後での診察待ち時間の比較を行った。

#### 【対象と方法】

本研究は長野中央病院倫理委員会の承認を得て、指針に従って行った。本研究は匿名化情報を用い

た後ろ向き研究で介入を伴わないため、個人からのインフォームド・コンセントの取得は必須ではないとの判断で、オプトアウト手続きを用いた。

2017年4月1日から2020年4月16日（土曜日および休診日を除く）の期間の午前8時から12時に長野中央病院の一般内科外来を予約なく受診した患者を対象とした。AI自動問診は2019年4月17日より導入された。

AI自動問診導入前後では患者受付後の流れが変わった。導入前は、患者が問診用紙に必要事項を書き込み、看護師による予備問診とバイタルサイン測定を受け、その後に医師による診察を受けた。導入後は、患者はまずタブレット端末を操作してAIによる問診を受け、その後に看護師によるバイタルサイン測定を受け、その後に医師による診察を受けた。導入前は、看護師が問診用紙記入内容、問診内容、バイタルサインを電子カルテに入力する必要があったが、導入後は、看護師はバイタルサイン以外を電子カルテに入力する必要がなくなった。タブレット端末を自力操作できない患者に対しては事務職員が補助した。タブレット端末は5台導入され、導入前には予備問診用に看護師3人の配置であったが、導入後は看護師2人、事務職員1人の配置となった。

対象患者の診療情報から、年齢、性別、内科外来受付時刻、診察室初回入室時刻、医師による診察記録の初回登録時刻を抽出した。主要評価項目として、AI自動問診導入前の2017年4月1日から2019年4月16日までの患者毎の診察待ち時間中央値と、AI自動問診導入後の2019年4月17日から2020年4月16日までの患者毎の診察待ち時間中央値を比較した。なお、診察室初回入室時刻は欠損データが多いことが判明していたため、本研究では診察待ち時間を「内科外来受付時刻と医師による診察記録の初回登録時刻の間の時間」と定義した。また、副次解析として、月毎の診察待ち時間中央値の経時的変化データを利用した分割時系列解析（interrupted time-series analysis）と、AI自動問診導入前後の患者毎の診察時間（診察室初回入室時刻と医師による診察記録の初回登録時刻の間の時間と定義）の中央値の比較を行った。

AI自動問診導入前後の診察待ち時間および診察時間の中央値の比較はWilcoxon rank-sum testを用い、分割時系列解析は先行文献（Bernal et al, Int J Epidemiol 46 : 348-355, 2017）の手法を用いた。統計解析はR version 3.6.3を用いて行い、 $P < 0.05$ を有意とした。

## 【結 果】

全対象者21,723人のうち、108人は医師の診察記録の初回登録時刻が内科外来受付時刻よりも早い（職員の受診、他科受診後の受診などの理由）除外され、最終的に21,615人が解析対象となった（AI自動問診導入前15,000人、導入後6,615人）。診察待ち時間中央値はAI自動問診導入前74.4分、導入後74.3分で有意な変化は認めなかった（ $P=0.12$ ）。分割時系列解析でもAI自動問診導入による診察待ち時間への有意な変化は認めなかった。一方、診察時間の算出が可能であった9,054人（全体の41.9%）の解析では、診察時間中央値はAI自動問診導入前5.7分、導入後6.0分であり、わずかではあるがAI導入後で診察時間の有意な増加を認めた（ $P=0.003$ ）。

## 【考 察】

本研究ではAI自動問診導入による内科一般外来の診察待ち時間の変化を約22,000人の大規模なデー

タを用いて検証し、AI自動問診導入によって診察待ち時間中央値は変化せず、診察時間中央値は0.3分増加したことを示した。診察待ち時間の変化にはAI自動問診導入以外の交絡因子の存在も考えられるため、本研究では感受性解析として分割時系列解析を利用したが、分割時系列解析でもAI自動問診導入による診察待ち時間への影響は認めず、主解析結果を支持すると判断した。

AI自動問診導入前後で診察待ち時間が変化しなかった理由として、自動問診の情報量の多さと患者複雑度の低さによる影響が考えられた。自動問診は通常の予備問診よりも多くの情報を収集する網羅性の高さが特徴であり、内容理解に時間を要する欠点がある一方で、全体像を詳細に把握することができる利点がある。患者の複雑度が高い場合には内容理解のための時間が多少増えても、全体像を把握することによって節約される時間が上回る。一方、患者の複雑度が低い場合には節約される時間が少ないため、診察にかかる時間がむしろ増える可能性がある。本研究を実施した中小規模病院のような一般内科外来を受診する患者の複雑度は低いことが知られていること、本研究でAI自動問診導入後の診察時間が増加していたことは、上記の推察を支持すると考える。

## 【結 論】

本研究は、AI自動問診の導入前後で内科一般外来を予約なく受診する患者の診察待ち時間は変化せず、診察時間は若干増加することを明らかにした。

## 論 文 審 査 の 結 果 の 要 旨

### 【論文概要】

外来の待ち時間の長さは患者満足度に直結するため、待ち時間の短縮が望まれる。医師のカルテ記載補助は有力な待ち時間短縮策の1つと考えられている。近年、人工知能（artificial intelligence：AI）搭載の自動問診システム（以下、AI自動問診）が日本の複数の医療機関で導入されているが、待ち時間短縮効果については検証されていない。申請論文では、内科外来を予約外受診する患者の待ち時間がAI自動問診導入前後で変化したかを明らかにすることを目的として、2017年4月1日から2020年4月16日に長野中央病院の一般内科外来を予約なく受診した患者21,615人（AI自動問診導入前15,000人、導入後6,615人）の待ち時間を定量化し、AI自動問診導入前後の待ち時間を比較した。また、副次解析として、AI自動問診導入月を介入時点とした月毎の待ち時間中央値データによる分割時系列解析、およびAI自動問診導入前後の診察時間の比較も行った。結果は、1）診察待ち時間中央値はAI自動問診導入前74.4分、導入後74.3分で統計学的に有意な変化はなく、2）分割時系列解析でもAI自動問診導入による診察待ち時間への影響は有意でなかった。3）診察時間中央値はAI自動問診導入前5.7分、導入後6.0分と有意に増加していた。これらの結果から、AI自動問診導入は一般内科外来を予約外受診する患者の待ち時間短縮には寄与しないことが示唆された。先行研究では患者複雑度が低い場合にはAI自動問診が医師の業務時間を増やす可能性が示唆されており、研究を実施した長野中央病院の予備的な調査では一般内科外来を予約外受診した患者の複雑度が低いことが示された。このことから、申請論文でAI自動問診導入が一般内科外来を予約外受診する患者の待ち時間短縮に寄与しなかった原因として、患者複雑度が低かったことが結果に影響を及ぼした可能性があると考え

られた。従って、患者複雑度が高い外来でAI自動問診を導入した場合には異なる結果が得られる可能性がある」と結論づけた。

#### **【研究方法の妥当性】**

申請論文では、単施設の一般内科外来予約外受診患者約21,500人を対象として、外来待ち時間を定量化し、AI自動問診導入前と導入後の待ち時間の比較を行う標準的な統計解析手法を用いて結果を導いている。また、感度解析として、分割時系列解析を用いてAI自動問診導入前後の待ち時間の変化を検証しており、本研究方法は妥当なものである。

#### **【研究結果の新奇性・独創性】**

AI自動問診が待ち時間に及ぼす影響の定量的な評価を行った研究は過去にない。申請論文では、医師の電子カルテ初回登録時間を利用することで待ち時間や診察時間の近似計算が可能である点に着目したことによって、AI自動問診導入前後の待ち時間を大規模データから定量的に評価することを可能にした。そのような評価方法を用いることで、市中病院の一般内科外来を予約外受診する患者層においては、AI自動問診導入前後で待ち時間が変化しないことを初めて明らかにしている。また、待ち時間は測定困難な因子も含めた多因子からの影響を受けるため、AI自動問診導入という単一因子の変化が待ち時間に及ぼす影響を検証するのは難しいという問題があるが、申請論文では分割時系列解析を活用することでこの問題を克服しようとした。この点において本研究は新奇性・独創性に優れた研究と評価できる。

#### **【結論の妥当性】**

申請論文では、後方視的データを用いた前後比較による適切で確立された統計手法を用いて、AI自動問診が待ち時間に及ぼす影響を明らかにしている。そこから導き出された結論は、論理的に矛盾するものではなく、また、総合診療医学、認知科学、情報科学、疫学など関連領域における知見を踏まえても妥当なものである。

#### **【当該分野における位置付け】**

申請論文では、内科外来を予約外受診する患者の待ち時間はAI自動問診の導入前後で変化しなかったことを示し、AI自動問診が待ち時間に及ぼす影響は病院毎の患者の複雑度の違いによって左右される可能性について考察している。これは、AI自動問診の実装効果に関して今後行われる研究に影響を与える、大変意義深い研究と評価できる。

#### **【申請者の研究能力】**

申請者は、総合診療医学や認知科学、情報科学の理論を学び実践した上で、作業仮説を立て、研究計画を立案した後、適切に本研究を遂行し、貴重な知見を得ている。その研究成果は当該領域の国際誌に掲載されており、申請者の研究能力は高いと評価できる。

#### **【学位授与の可否】**

本論文は独創的で質の高い研究内容を有しており、当該分野における貢献度も高い。よって、博士(医学)の学位授与に相応しいと判定した。

(主論文公表誌)

JMIR Medical Informatics

(8 : e21056, 2020)