

令和 6 年 6 月 4 日現在

機関番号：13301

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2021～2023

課題番号：21K10349

研究課題名（和文）AIアプリPHRとVRを活用した3Dオンライン診療システムの構築

研究課題名（英文）3D online medical care system using AI application with PHR and VR function

研究代表者

米田 隆（Yoneda, Takashi）

金沢大学・融合科学系・教授

研究者番号：60313649

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,200,000円

研究成果の概要（和文）：早期発見、早期介入が重要も、低受診率の糖尿病、高血圧症、脂質異常症などの生活習慣病において、AI健康アプリを用いて、個人の行動変容を促進するというデジタル医療の確立してきたが、Personal Health Record（PHR）に加え、AI、IoT、VR、5Gを活用した3Dオンライン診療を導入、生活習慣病の重症化予防に係るエビデンスを証明し、新たなデジタル医療システムの構築を行った。本システムでは、体重は-2kg減少、脂肪肝の改善、HbA1cの改善、血圧の改善を得た。また令和6年能登地震被災者に対する有用性も確認できた。3D化の実装は、本研究期間中に完結しなかったが、今後も継続予定である。

研究成果の学術的意義や社会的意義

デジタル技術を用いたデジタル医療分野の実装化とその有用性を証明した。これは、寿命さらには健康寿命を延伸につながるだけでなく、少子高齢化による様々な社会問題を解決しうる。実際、令和6年能登地震震災による避難地などでは、食事の栄養バランスが崩れ、生活習慣病が悪化した患者が多くいたが、本システムをそのまま応用することで、改善が得られた。今後、災害が多いわが国での災害医療の新しいモデルともなりうると考えられた。

研究成果の概要（英文）：In lifestyle-related diseases such as diabetes, hypertension, and dyslipidemia, where early detection and early intervention are important but low consultation rates, we have established a digital medical care system that uses AI health apps to promote behavioral change in individuals. In addition to Personal Health Record (PHR), 3D online medical care utilizing AI, IoT, VR, and 5G was introduced to prove evidence for the prevention of serious lifestyle-related diseases, and a new digital medical care system was established. This system resulted in weight loss of -2kg, improvement of fatty liver, improvement of HbA1c, and improvement of blood pressure. The implementation of the 3D system was not completed during this study period, but will be continued in the future.

研究分野：デジタル医療

キーワード：デジタル医療 遠隔診療 AI IoT

1. 研究開始当初の背景

早期発見、早期介入が重要も、低受診率の糖尿病、高血圧症、脂質異常症などの生活習慣病において、AI 健康アプリを用いて、個人の行動変容を促進するというデジタル医療の確立してきたが、Personal Health Record (PHR) に加え、AI、IoT、VR、5Gを活用した3D オンライン診療を導入、生活習慣病の重症化予防に係るエビデンスを証明し、新たなデジタル医療システムの構築を行うことが、個人レベルの寿命だけでなく、健康寿命延伸という点ならびに少子高齢化が進む我が国のような先進国での社会問題解決に求められている。

2. 研究の目的

生活習慣病は、早期発見・介入が重要であるが、無症状に加え、医療機関での長い待ち時間のため、低受診率が社会的問題になっている。AI (人工知能) や IoT (Internet of Things) の活用したオンライン診療は、この問題を解決すると期待されているが、未だ医学的有用性や安全性などのエビデンスならびにビジネスモデルとしての実効性が乏しい。また、新型コロナウイルス感染症流行中にて、デジタルトランスフォーメーション (DX) 推進が求められている。我々は、AI アプリを用い、個人の行動変容を促進するというデジタル医療の確立してきた。本研究では、このAI アプリをさらに改良し、Personal Health Record (PHR) だけでなく、AI、IoT、VR、5Gを活用した3D オンライン診療を導入、糖尿病、高血圧症や脂質異常症等の重症化予防に係るエビデンスを証明し、新たなデジタル医療システムの構築を目的とする。

3. 研究の方法

実施計画

1. 3D オンライン診療システムの確立：南保英明准教授 (理工学域 電子情報学類)、Access 株式会社 柳井健一氏 (事業デザイン部) の協力の下、3D オンライン診療システムを確立し、オンライン診療に組み込む。
2. AI アプリの PHR 活用：先行研究からの共同研究者である株式会社 asken (あすけん) の健康管理アプリ & ウェブサービス『あすけん』を用いる。本アプリでは通信機器端末のカメラで食事写真を送ると、AI による画像解析でメニューが自動判別され、カロリーや炭水化物や脂質など 14 種類の栄養価を自動算出する。一連の過程は人ではなく、管理栄養士の指導をアルゴリズム化したシステム (AI) から瞬時に自動で行われるため、いつでも好きな時間に食事を振り返りそのフィードバックを受けることができる点で来院型の栄養指導に比べて利便性が高く、オンライン診療ではこれらの家庭でのデータを容易に確認できる。また、本アプリは、血圧計や体重計のデータを Bluetooth 機能で自動取得したり、スマホ内蔵の歩数計と連動し、消費カロリー・体重・血圧推移の確認、その日頑張ったことや食事に対する意気込みなどを日記として活用でき行動変容を促す。
3. 臨床研究 KKR 北陸病院・いき内科クリニックで実施：VR 導入 3D オンライン診療に上記 AI アプリを PHR として活用したときの臨床的有用性、行動変容・心理学的影響について評価する。

【試験デザイン】 前向き、介入研究、非盲検、クロスオーバー試験

【対象者】 糖尿病・高血圧・脂質異常症の患者

【選択基準】 KKR 北陸病院・いき内科クリニックで次の患者選択基準を満たし、除外基準に該当しない患者を対象とする。患者 選択基準：①20 歳以上 (性別は問わない) ②糖尿病・高血圧・脂質異常症の患者 ③本研究の参加に関して同意が文書で得られる患者 ④スマートフォン操作が可能な患者 (質問による評価)

【機器情報】◆ダイエット アプリ「あすけん」◆ これに Bluetooth 機能でデータが連結する血圧計、体重計、血糖値などのバイオデバイスセンサーを組み合わせる。研究スケジュール：2021 年度：4 月～7 月 3D オンライン診療システムの導入、研究プロトコル完成、倫理委員会承認、8 月～臨床研究開始し、20 22 年度：臨床研究の実施 中間解析（臨床的有用性、行動変容・心理学的影響について）を行う。2023 年度：臨床研究の実施し 12 月までの終了を目指す。2023 年 1 月～3 月：臨床的有用性、行動変容・心理学的影響について解析を行う。

4. 研究成果

オンライン診療の 3D 化は、アバターなどを用いたり、腹囲計測のアプリなどのプロトタイプ作成も実装化には至らず、継続研究中である。

一方、PHR アプリとして あすけんアプリ以外にも YaDoc のアプリなど他のアプリとの連携も行い。本研究で目指すデジタル医療システムの汎用性の確認を行った。

また、リアルタイムで血糖測定可能なリブレとの連携も可能なデジタル医療システムを構築した。

① あすけんアプリを PHR として活用、食事写真用い生活指導をするデジタル医療システム。

118 例の臨床研究の検討では、3 か月で-3.2kg の減量可能、不足傾向なタンパク量を十分に摂取する指導のみで握力が運動せずに+3.5 kg 増加した。

参考資料（下図 厚生省ガイドラインより）

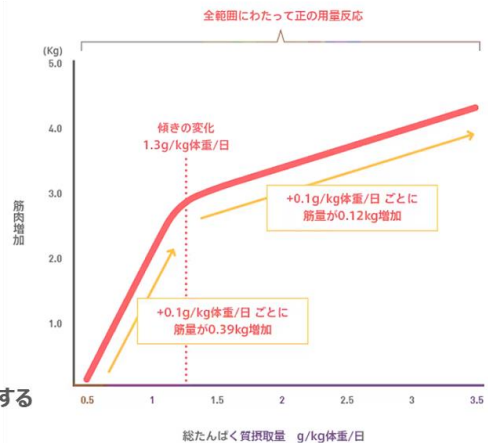


健康づくりのための身体活動・運動ガイド2023 (2024年 1月)

<https://www.mhlw.go.jp/content/001194020.pdf>

2 身体活動とたんぱく質の摂取

- 運動不足は、体たんぱく質異化状態を招き、過度の運動は食事性たんぱく質の利用を高めます。一方、激しい運動は、たんぱく質分解を亢進させることから、運動強度に応じてたんぱく質必要量は U 字型を描くと言われています。
- たんぱく質摂取量と筋肉量増加の間の用量反応関係に関する系統的レビュー⁹⁾によると、日々の総たんぱく質摂取量と筋量増加との間には、正の用量反応関係が示されました。毎日の総たんぱく質摂取量が体重 1 kg 当たり 0.1g/日増加すると、2～3 ヶ月で筋量 0.39kg の増加が期待できます。一方、1 日の体重当たりの総たんぱく質摂取量が体重 1 kg 当たり 1.3g/日を超えると、筋量増加の効率が悪くなり、総たんぱく質摂取量と筋量の変化の間は直線的とまでは言えず、総たんぱく質摂取量が多ければ多いほど筋量が増える訳ではありません。そのため、必要な量以上に摂取する必要はありません。
- なお、慢性腎臓病（CKD）においては、たんぱく質摂取が腎機能の低下を促進させる危険性があるため、一般的に腎機能が低下している場合は、たんぱく質制限が行われます。年齢とともに腎機能は低下するため、高齢者においては、潜在的に腎機能が低下している可能性があることから、腎機能が低下しているなど健康状態に不安がある方は、かかりつけ医に相談することが必要です。



① たんぱく質の総摂取量が増えると筋肉量の増加につながる

年齢や性別、運動習慣の有無は問わない

② 1日に体重1kg当たり0.1gの少量のたんぱく質を現在の食事にプラスするだけでも、筋肉量の増加につながる

③ 1日の総たんぱく質摂取量が少ない人ほど、筋肉量の増加度合いが大きい

1日の総たんぱく質摂取量が体重1kg当たり1.3g(体重50kgの人なら65g)未満の人が、体重1kg当たり0.1gのたんぱく質(体重50kgの人なら5g)を毎日プラスすると、2～3カ月で筋量が増加する。

一方、総たんぱく質摂取量がそれより多い人では、筋肉増加量は平均で120g。

④ たんぱく質の摂取量増加と筋トレを組み合わせると、さらに筋肉増量効果がアップする

【厚生省のガイドラインの引用文献】

Dose-response relationship between protein intake and muscle mass increase: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials

(たんぱく質摂取量と筋肉量増加との用量反応関係：無作為化対照試験のシステマティックレビューおよびメタアナリシス)
<https://academic.oup.com/nutritionreviews/advance-article/doi/10.1093/nutrit/nuaa104/5936522>

② YaDoc アプリとリブレを用いたシステム構築

下記図のようなシステムも構築、

25 例中で体重は 平均 -2.5kg 減少（80%で体重減少(2kg 以上の減 50.0% 4kg 以上 14.3%)）、4 例の脂肪肝症例では 肝機能の正常化、3 例の高尿酸血症の症例でも尿酸値の正常化を認めた。

IoTデバイスとオンライン診療・オンライン保健指導によるヘルスケアサポートの有効性に関する研究に参加される皆さまへ

《全体のスケジュール》

		1月目			2月目	3月目	4月目	5月目	6月目
項目		初診時	2週目	4週目					終了時
診察時 (来院) (オンライン)	医師診療 	対面診療 1 / 5回	オンライン 2 / 5回	オンライン 3 / 5回		オンライン 4 / 5回			対面診療 or オンライン 5 / 5回
普段の生活 (在宅)	医療 コンシェルジュ (相談/サポート) 	アプリ導入 <input type="checkbox"/> アンケート	<input type="checkbox"/> デイリーサポート			<input type="checkbox"/> 週に2回～(オンデマンドサポート)			
			<input type="checkbox"/> 食事・運動内容の記録 (毎日推奨)			<input type="checkbox"/> アンケート			
			<input type="checkbox"/> 医療コンシェルジュからの栄養指導サポート						
			<input type="checkbox"/> 生活習慣に関するサポート						
	体重測定	検診測定	<input type="checkbox"/> 週1測定・記録 (※毎日推奨)			測定			
血圧測定	検診測定	<input type="checkbox"/> 週1測定・記録 (※毎日推奨)			測定				
リブレ使用 	1枚装着	1枚	-	月初め1枚 (※1枚につき2週間利用可能)					
※リブレメモ		利用可能							
オプション 	<input type="checkbox"/> 握力測定								<input type="checkbox"/> 採血 <input type="checkbox"/> 握力測定

③ 令和6年能登地震の避難所での有用例

支給される弁当などは 炭水化物過剰なことが多く、糖尿病患者では血糖上昇傾向大本研究でのシステムを応用した例。

地震のような災害医療（能登地震では 現地の医療施設が機能せず、慢性期に入り、生活習慣病などの管理が災害関連死防止の観点からも重要）にも有用であった。

過去24時間
目標範囲内であった時間 80%
前日の測定値 137mg/dL
平均値 154mg/dL

食事写真をAI解析→解析栄養素データとリブレのリアルタイム血糖データをもとに医師が確認遠隔診療で食事、生活指導

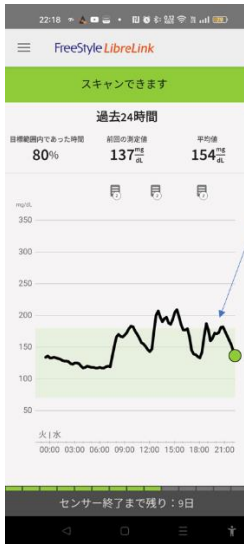
トラゼンタ内服中でHbA1C 7.4%から改善なかったが→デジタル医療で6.9%まで改善

11:36 2024年3月 11:37 4G

朝食のバランス
3月27日(水) アドバイス 962kcal

項目	基準値	摂取量
エネルギー	962kcal	962kcal
たんぱく質	39.8g	39.8g
脂質	21.6g	21.6g
炭水化物	155.5g	155.5g
カルシウム	218mg	218mg
鉄	3.4mg	3.4mg
ビタミンA	119µg	119µg
ビタミンE	3.7mg	3.7mg
ビタミンB1	0.46mg	0.46mg
ビタミンB2	0.5mg	0.5mg
ビタミンC	10mg	10mg
食物繊維	10.4g	10.4g
食物繊維	3.17g	3.17g
塩分	8.4g	8.4g

朝食
チャーハン 520kcal
ヨーグルト・カップ1個(加糖) 65kcal
かけそば 310kcal
コンソメスープ 14kcal
エビの天ぷら 53kcal



避難所で支給されるお弁当は炭水化物が多く、減らすように指導
 →血糖値の上昇は抑えられるも、タンパク不足
 →弁当以外にタンパクをとるように指導を繰り返す。

結果
 握力 34kg⇒39kg/月で増加



5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計0件

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
--	---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------