

携帯電話を用いた糖尿病看護支援システム

池本 和広^{†1} 河村 伊津美[†] 森濱 大輔[†] 吉廣 卓哉^{†2}
森 久美子[‡] 香川 幸子[‡] 山本 康久[‡] 中川 優^{†3}

[†] 和歌山大学システム工学部

[‡] 和歌山労災病院

E-mail: {¹s041002, ²tac, ³nakagawa}@sys.wakayama-u.ac.jp

あらまし 本稿では、和歌山大学と和歌山労災病院で共同開発した糖尿病看護支援システムについて述べる。本システムは、糖尿病患者が自宅での治療内容を携帯電話を用いてサーバに送信し、これにより看護師が患者の治療状態を把握することで、必要に応じて患者へのアドバイスをするなど、治療効果の向上を目指している。本システムでは、糖尿病の主な治療法である食事療法、運動療法、薬物療法の実施状況と血糖測定値を、なるべく手間をかけずに的確に把握できるように、送信項目とユーザーインターフェースの設計・実装を行った。本稿では、本システムの紹介と、これを用いた糖尿病看護の試みについて報告する。

キーワード 糖尿病、携帯電話、看護支援システム、データベース、Web アプリケーション

A Database System to Support Nursing Diabetic People Using Mobile Phones

Kazuhiro Ikemoto^{†1} Izumi Kawamura[†] Daisuke Morihama[†] Takuya Yoshihiro^{†2}

Kumiko Mori[‡] Sachiko Kagawa[‡] Yasuhisa Yamamoto[‡] Masaru Nakagawa^{†3}

[†] Faculty of Systems Engineering, Wakayama University

[‡] Wakayama Rosai Hospital

E-mail: {¹s041002, ²tac, ³nakagawa}@sys.wakayama-u.ac.jp

Abstract In this paper, we introduce a system to support nursing diabetic people which is developed by Wakayama University and Wakayama Rousai Hospital. In our system, patients send the diabetic self-treatment data such as meal, exercise, taking medicines and insulin, using mobile phones. Then nurses in the hospital check the data and if they found something wrong, they can give some advice to the patients. We designed the system to enable nurses to understand patients' state as well as not to take patients' labor to send data. In this paper, we explain about the system and report our attempts to use the system.

Keyword Diabetic, Mobile phone, Medical supporting system, Database, Web application

1.はじめに

近年の急速な情報通信技術の向上に伴い、医療分野への情報技術の適用が盛んに行われている。これまでも医療分野でのコンピュータの利用は日常的に行われているが、インターネットを用いて医療支援をする試みはここ数年の動向である。例えば、カラダのみは

り番ネット[1]では、体脂肪計、血圧計、心電図測定器などの計測機器からインターネット上のサーバにデータを送信し、この測定データを基に医師がアドバイスする試みを行うなど、単なる Web システムにとどまらず、実際の測定機器をも取り込んだ取り組みがなされている。

一方、糖尿病はこの数年で患者数が劇的に増加し、平成14年の糖尿病実態調査[2]では700万人を超え、予備軍を入れると1600万人に達している。糖尿病は重度になると非常に多くの合併症を引き起こし、最悪時には神経障害や失明を引き起こす危険な病気である。しかし、軽度であればあまり症状がでないため、主な治療法である食事療法や運動療法を地道に続けることが難しく、治療が長引く例が非常に多い。これを改善するための取り組みが、各地の病院で行われている。

ところで、この糖尿病治療を支援するシステム開発も行われている。聖マリアンナ医大や広島市立大などの研究チームで開発された糖尿病治療支援システム「わがままん」[3]は、患者が定期的に問診に答えることで患者から医師への情報提供を行うとともに、患者の治療意欲の刺激を試みている。これは、医師、患者ともに負担をかけることなく効果を上げる一つの手段として非常に有効であるが、実際の治療データを送信しないため、治療効果が限られると考えられる。

また、e-SMGB[4]は、携帯電話に血糖値測定器を接続し、携帯電話を用いて簡単に病院のサーバに血糖値データを送信できるシステムである。これを用いた臨床実験も行われ、糖尿病関連の統合的なデータ管理ソフトウェアも公開されている。これらの組み合わせによって血糖値管理は非常に容易になるが、インスリン、食事、運動など他の療法に関しては扱える情報が少なく、現在のところは、患者の情報を十分に把握するには至らないと考えられる。

そこで本研究では、糖尿病看護の自宅での治療を総合的にサポートし、看護師が患者の治療状況を把握したうえで、アドバイスをすることで患者の治療意欲を引き出すための糖尿病看護支援システムを開発した。本システムでは、食事療法、運動療法、薬物療法、血糖値測定値についての各種データを、医師の指示に基づいて患者が携帯電話でサーバへ送信することができ、看護師はこの情報に基づいて電子メールを用いて適切なアドバイスをすることができる。本システムの構築にあたっては、各治療法についての送信項目を慎重な検討を通じて決定し、食事療法については携帯電話のカメラ機能を用いた食事写真を送るなど、随所に工夫を凝らしている。本稿では、本システムの機能説明と、これを用いた糖尿病看護の試みについて報告する。

本稿の構成は以下の通りである。2章では糖尿病治療の現状とシステムによる支援の狙いについて説明する。3章ではシステムの機能について述べる。4章では運用を開始してから判明したシステムの利点や課題事項について述べ、考察を行う。5章でまとめとする。

2.糖尿病治療の現状と支援

2.1.糖尿病看護の現状

糖尿病治療は各地の病院で行われているが、病気の程度に応じて様々な治療がなされている。重度の患者になると入院して行き届いた治療を受けることができるが、比較的軽症の患者は、数週間に一度通院して、アドバイスや薬品の処方を受けるのが通常である。しかし、通院患者に治療には自宅での地道な食事療法、運動療法、薬物療法（経口薬、インスリン注射）の継続が必要であり、粘り強い取り組みが必要である。

食事療法は、治療の中心となる療法で、個人の性別・身長・体重・運動量・年齢を考慮して、一日の摂取カロリーを決定する。そして、その範囲内で栄養のバランスを考えて摂取していく。また、摂取カロリーを計算するために食事療法では、食品分類や一単位の食品量を覚える事が重要である。

運動療法は、食事療法とともに基本となる療法であり、インスリンの働きを良くする効果や、運動によりインスリンの働きを妨げる脂肪を消費する事で、脂質代謝を良くする効果もあり、おいては、長期的な血糖コントロールの安定へとつながる。また、運動療法には、ウォーキング・サイクリング・ジョギング・スイミングなどの有酸素運動が効果的である。

薬物療法は、食事療法と運動療法だけでは血糖値のコントロールがうまくできない場合に補助的な手段として行うものである。通常は、経口薬からはじめ、それでも血糖コントロールが十分にできない場合、あるいは血糖値が著しく高く、すぐに下げる必要性がある場合などに、インスリン注射を使用して治療を行う。

では、このような在宅糖尿病治療が指示通りに行われているかといえば、実情はそうではない。和歌山労災病院では、通院して暫くは指示通りに在宅治療を続けているが、一、二週間経つうちに、少しずつ運動や食事制限をしなくなり、次回通院時には再び症状が悪化しているなどの悪循環が頻繁に発生し問題となっている。また、通院時にのみそれらの治療を行い診察室では良好な値がでるように偽る例もあり、患者が自宅で正しく治療を行う動機付けが必要となっている。

2.2.システムによる糖尿病看護支援

本研究では、患者の持つ携帯電話を利用して、食事・運動・薬物といった主要な治療法への日々の取り組みを看護師に伝えることで、患者と看護師のコミュニケーションを活発にし、治療を続ける動機付けを行うことが狙いの一つである。しかし、携帯電話から送信できるデータ量には限界があるため、それぞれの治

療法に対し、どのようなデータ項目を送るべきかの検討を慎重に行う必要がある。また、データ送信の手間をできるだけ少なくするユーザインターフェースの設計も重要である。我々の研究グループではこの検討を行ったうえでシステムを構築した（システムの詳細については3章で説明する）。

また、患者が送信するデータ量に応じて送信の手間が増えるため、患者の症状に応じてどのようなデータを送信すべきか、またどの程度の頻度で送信すべきかを医師が判断し、患者に指示するような運用を行うことを想定した。このため、システム内には、患者ごとにどのようなデータ送信を行うかを細かく設定できる設定画面を用意し、柔軟な運用体制に耐えられる設計にしている。

ところで、患者は手間をかけて情報を送信することになるので、手間に見合った効果がなければシステムを利用しないと思われる。そこで、送信した血糖値測定データのグラフを携帯電話から見る可以自己確認機能を用意した。また、食事療法については、食事画像を送信できるようになっているが、これを栄養士が評価した結果を患者の携帯電話から見るができる機能を備えた。その他にも、インスリンの注射位置を誤った場合や、何か気になることがある度に、電子メールでのメッセージ送信を行うなどの方法で、できるだけ患者と看護師の距離を縮めるような運用が実現すれば、その総合的な結果として、治療効果が上がるのではないかと期待される。

3.糖尿病看護支援システム

3.1.システムの概要

本システムでは、インターネットを介して、糖尿病患者と看護師との日々のやりとりを支援し、病気に対する意欲を高めることを目的としている。

図1に本システムの構成図を示す。本システムの提供する機能は、患者用の機能として、患者は携帯電話を用いて日々の治療状況の報告や看護師への相談等をする事ができる。次に、看護師用の機能としては、PCを用いて患者からの報告データを閲覧・管理する事ができ、報告データのチェックやメール機能を用いてアドバイス等をする事ができる。また、付加機能として患者に興味を持ってシステムを利用してもらえるように、治療状況の自己確認機能を考えた。また、本システムで使用しているプログラミング言語は PHP であり、データベース管理システム（DBMS）として PostgreSQL を、サーバ環境としては、RedHat Linux9 を用いている。なお、患者用の機能、看護師用の機能、

診断機能についての詳細は、それぞれ 3.2 節、3.3 節、3.4 節にて述べる。

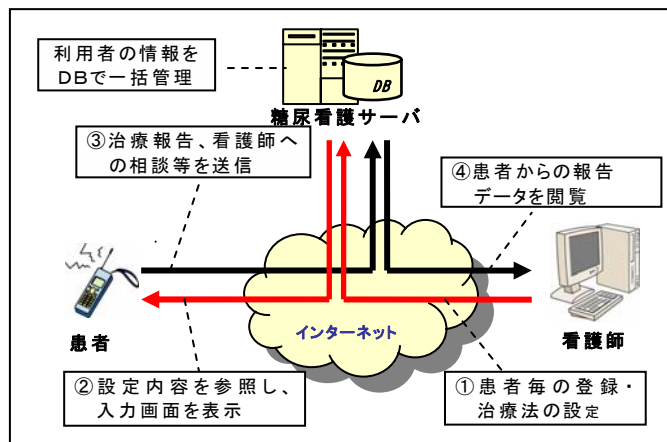


図 1.糖尿病看護支援システム構成

3.2.患者による治療状況の報告

糖尿病治療において、血糖コントロールが基本であり、主に運動療法・食事療法をしっかりと行う事により、血糖コントロールをする。それでも、うまくできない場合等の補助的手段として薬物療法がある。それぞれの療法について、本システムでは機能を提供しており、患者がどのような報告をできるかについて次から説明していく。

運動療法：患者が行った運動の時間、種類、程度（運動のきつさ）やその他気になった事を報告できる。これを元にして消費単位を計算し、看護師側の画面に表示する事ができる。

食事療法：患者が行った食事の時間、量を報告できる。また、具体的に何を食べたかが把握できるように、食事画像を送信できるようにした。昨今の携帯電話のカメラは、画素数が向上し、写真でも十分内容を認識できる解像度になっているため、携帯電話のカメラ機能を利用して、写真で食事の画像を送信してもらう事にした。また、一枚ではわかりにくい場合等、複数枚送ってもらうようにした。

薬物療法：患者がどの薬物をいつ、どのくらい使用したかを報告できる。薬物の使用については、量を間違えて使用される事が特に問題であるので、そのような誤りをすぐに発見できるように、量の入力をしてもらう事とした。

血糖値報告：患者が測定した血糖値の値とその時間を報告できる。自己測定して報告する事により、毎回の血糖値を管理することになるため、患者自身が血糖値を気にするようになり、糖尿病の悪化を防ぐ事になると考える。

認証画面

患者番号を入力して
“ログイン”を
選択して下さい

患者番号
[]

パスワード
[]

[ログイン]

[リセット]

a. 認証画面

メニュー画面

こんばんは

患者:111さん

2005年12月23日

入力を行う場合

運動内容について
食事内容について
お薬、注射について
血糖値について

評価の確認を行う場合

食事内容評価の表示
血糖値グラフの表示

b. メニュー画面

運動内容入力画面

いつ、どれだけ
運動しましたか？

2005年

[12]月 [23]日

[13]時 [00]分
から

[]時間 []分
運動をした

どんな運動を
しましたか？

家事
歩行
テニス

体への負担は
どうでしたか？

楽↑ 全く苦にならない
極めて楽
まあまあ楽
幾分きつい
きつい
非常にきつい
苦↓ たまらなくきつい

他に何かあれば
入力して下さい

[]

→以上の内容を送信

c. 治療法報告画面

図 2. 携帯画面

次から実際に入力の流れについて説明する。まず、患者は図 2a のような認証画面にアクセスする。そして、ログインすると図 2b のようなメニュー画面に移行する。ここでは、患者毎に看護師より設定されている治療法が項目として表示される。この中から、報告したい治療法を選択し、報告を行うことができるようになっている。例として、図 2c のような画面で実際に運動についての治療報告ができる。他の療法（食事・薬品・血糖値）についても同様に報告ができる。また、報告以外にも、食事内容評価や血糖値の推移を見る事もできる（3.4 節参照）。

本システムでは、幅広い年齢層の患者に携帯電話を使用してもらうため、これらの入力時の操作をできるだけ簡単化するように設計した。

3.3. 看護師による治療状況の把握

本システムでは、看護師は PC を用いて患者の報告データや治療法の設定ができる。また、設定された治療法を基に患者が治療を行い、看護師へ送信する。看護師は患者から送られてきた日々の治療状況を閲覧で

き、また、治療報告に対するアドバイス等をする事ができる。システム設計にあたって、看護師に使いやすいようにインターフェースの様々な点を工夫した。工夫した点としては、タイミングの入力・アラート機能（異常のお知らせ）・メール機能・カレンダー表示・匿名化などが挙げられる。これらの詳細について以下に説明する。

アラート機能（異常のお知らせ）：患者の治療報告の内容に異常がある時、その報告内容を赤く表示させる機能である。具体的には、送信された血糖値が設定範囲外のと きに出る「血糖値の異常」、経口薬品の服用量が違う場合に出る「経口薬品服用量の異常」、経口薬品の服用するタイミングが違う場合に出る「経口薬品服用タイミングの異常」、注射薬品の服用量が違う場合に出る「注射薬品服用量の異常」、注射薬品の服用するタイミングが違う場合に出る「注射薬品服用量の異常」、薬物について看護師に直接相談したいという要望を知らせる「薬物について連絡を取りたい」の 6 種類である。

もし、報告内容にアラートがある場合は、異常のお知らせの欄に表示される。ここでは、いつ、どのアラートが出たかをすぐに把握できるようになっており、アラートが出ると一目でわかる。このアラートを確認することで、アラートの詳細を見る事ができる。また、確認を行うまでは、「未」(未確認状態)となっており、確認済みのアラートと区別して表示されることで、見落としを防ぐ効果がある。また、患者の報告内容一覧画面では、実際の報告内容の異常がある部分の項目が赤色で表示され、視覚的にも一目でわかるようになっている。

タイミングの入力：薬物療法では、使用する薬の服用量やタイミングを誤ることは重大な問題である。また、服用タイミングは食事の前後が多く、入力された時間や受信日時だけでは薬物を服用した時間がどの食事の前なのか後なのか、うまく判断できないといった問題がある。これを解決するために、患者には薬を使用したタイミングを報告してもらうことにした。こうすることにより、タイミングを誤った場合には上記で述べたアラートを表示させ、すぐに誤りを指摘できるようにした。

また、実際に患者は自身で注射器を使用して、治療を行う必要があるが、病院側でもチェックしてくれることで、不安を解消する事ができ、スムーズに治療を行えると考えられる。

カレンダー表示：カレンダー機能とは、患者が携帯電話から、治療報告を行った日付がリンク付けされ、

一目でいつ入力されたかがわかる機能である。また、このようにカレンダー表示を用いて治療報告日をわかるようにすることで、報告の頻度を一目で把握することができる。

電子メール機能：看護師から、患者の治療の間違いや患者へのアドバイス等を送ることができる。また、患者から看護師に対する相談や要望を受け取る事も可能である。メールでのやりとりが出来る事で、患者の治療に対する不安を和らげ、安心感を持たせることができる。と考える。

匿名化：2005年4月1日より施行された個人情報保護法により、患者の氏名・携帯番号・メールアドレスや治療の終わった患者のデータをどう扱うかといった問題がでてきた。サーバのセキュリティ対策を十分にしようえて漏洩時にも配慮して、患者の氏名をシステムでは扱わないようにし、患者番号のみにした。

次から実際の画面を用いて説明する。まず、図3について説明する。この画面は、ある患者についての様々な操作やデータの閲覧を行う起点となるページである。この画面から、患者情報の登録・変更・削除を行う画面に遷移する事ができる。次に患者に対する治療法の設定・確認ができる。また、図の左上部で患者の情報を見る事ができ、右上部では、上記で説明したアラート（異常のお知らせ）を知る事ができる。そして、図の下部はカレンダー表示となっており、実際に患者がいつ治療報告を行ったかを一覧することができる。

患者トップページ

最終更新日: 2005/12/19 メール最新受信日: 受信がありません トップページ

メニュー

- 治療法設定内容確認
- 治療法設定
- 患者情報変更・削除

患者番号	111
年齢	21
性別	男
指示単位(整数)	20
連絡	個人携帯
メールアドレス	forest-beach@ezweb.ne.jp
登録看護師名	有田

異常のお知らせ

2005/12/23	薬物について連絡を取りたい	未	確認
2005/12/19	血糖値異常	未	確認
2005/12/19	経口薬品服用量の異常	未	確認
2005/12/19	経口薬品服用タイミングの異常	未	確認
2005/12/19	注射薬品服用量の異常	未	確認

患者入力日

日	月	火	水	木	金	土
	1	2	3	4	5	
6	7	8	9	10	11	12
13	14	15	16	17	18	19
20	21	22	23	24	25	26
27	28	29	30			

日	月	火	水	木	金	土
				1	2	3
4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17
18	19	20	21	22	23	24
25	26	27	28	29	30	31

図3.患者トップ画面

2005年12月19日
 ・青色の字は24時間以内に入力された内容 緑色の字は1週間以内の内容 黒色の字はそれ以前の内容
 ・赤の字は現在の設定で異常があった場合 オレンジの字は以前の設定で異常があった場合

運動療法(6.5単位)	食事療法二評価	薬物療法	血糖値測定
朝	・07時00分～07時30分 (30分間) 量: 8分目位	・06時55分(経口薬品) 薬品名:メルピン(250mg)錠 量:1錠 タイミング:朝食直前 メモ:なし	・06時50分 タイミング:朝食前 血糖値:95 ・07時40分 タイミング:朝食後 血糖値:145 ・11時45分 タイミング:昼食前 血糖値:100
昼	・12時00分～12時45分 3.5単位(105分間) 内容:家事(極軽度) きつさ:幾分きつい メモ:大掃除しました 	・12時00分～12時45分 (45分間) 量: 8分目位 	・12時58分 タイミング:昼食後 血糖値:138
夜	・19時00分～20時00分 3単位(60分間) 内容:歩行(極軽度) きつさ:まあまあ楽 	・20時00分～21時00分 (60分間) 量: 満腹 	・21時00分(経口薬品) (60分間) 薬品名:メルピン(250mg)錠 量:1錠 タイミング:夕食直前 メモ:なし ・22時55分(インスリン) 薬品名:インスリン注 量:1単位 タイミング:就寝前(就寝前) 箇所:右腕 メモ:なし
			・19時55分 タイミング:夕食前 血糖値:109 ・21時10分 タイミング:夕食後 血糖値:139

図4.報告内容一覧画面

次に、図4について説明する。まず、この画面は患者が一日に送信した報告の一覧画面であり、図3より遷移できる。患者の運動療法・食事療法・薬物療法・血糖値情報の四つ全ての報告内容を閲覧する事ができ、患者が一日に行った療法について把握する事が可能となっている。また、3.2節で述べた患者に食事画像を送信してもらったものは、この画面で閲覧できるようになっている。この画像は、選択すると拡大して閲覧でき、細部まで確認できる。

3.4.患者による治療状況と評価の確認

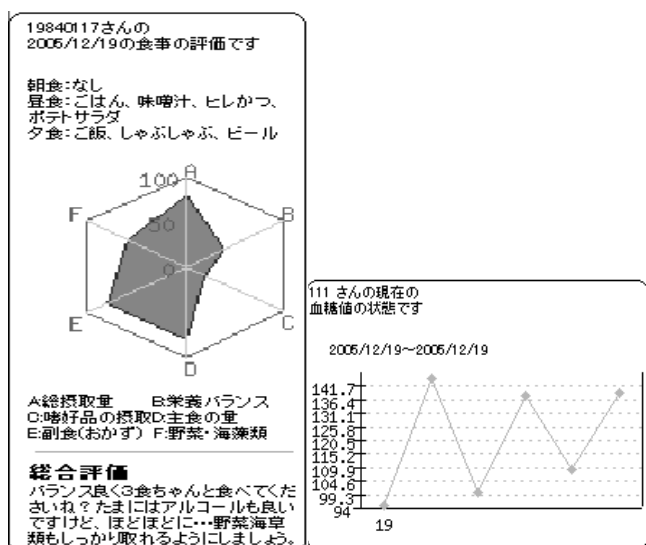
本システムでは、付加機能として、患者に興味を持ってもらい意欲的に治療を行ってもらうために、患者の治療状況に対するアドバイスや患者自身が行った治療の経過確認をすることができる。そのためのアイデアとして、食事内容に対する評価と血糖値のグラフ化の二つを実装した。以下に、この二つについて、それぞれ図を用いて説明していく。

まず、食事内容に対する評価とは、実際に患者から送られてきた食事画像を栄養士がチェックする事により、食事内容に関する評価を行うものである。これにより、普段から食事内容に注意するようになり、患者の食事内容に対する意識改革につながると考える。

実際に食事評価とはどのようなものかを、図5aを用いて説明する。まず、この画面では、朝・昼・夕に何を食べたかを栄養士が確認・入力したメニューが表示されている。その下のレーダーチャートは栄養士が食

事内容を5段階で評価したもので、摂取量、栄養バランス、嗜好品の摂取について、主食の量について、副食(おかず)の量について、野菜海藻類の量について、六項目の評価が可視化されることで、食事のバランスをある程度把握できるようになっている。そして、総合評価では、栄養士の生の意見と評価を見る事ができ、患者自身の食事内容に適切なアドバイスを与える事が可能にしている。

次に、血糖値のグラフ化とは、日々の血糖値の変化を視覚的にとらえる事ができるものである。そもそも血糖値は、毎日、同じ時間の値の推移を知りたいものなので、今回の機能では、朝食前・朝食後・昼食前・昼食後・夕食前・夕食後・全体(一日の推移)といった時間帯ごとの血糖値の推移をグラフで見ることが出来る。図5bのように、血糖値の推移を患者自身がグラフで見ることが出来ることにより、例えば、ある患者が不摂生をするとそれがグラフ上に反映されるので、患者自身がこれを見て反省し、改善するきっかけになると考えられる。



a.食事評価

b.血糖値グラフ

図5.評価

4. 考察

和歌山労災病院では、これまでに数名の患者に携帯電話を貸し出し、運用実験を行っている。まだ開始して間もない段階であるが、これに伴って、いくつかの成果と課題が出てきたので、まとめておく。

まず、成果について、この短期的な運用で評価できる範囲でも事例が挙がっている。本システムの利用により服用する経口薬の種類を誤っていた患者を発見し、指導することができた。糖尿病治療においては、患者が自宅で薬の服用やインスリン注射などを行うため、

服用時間や種類、量の誤りが発生しやすい。これを早期発見することができた点は評価できる。

課題としては、食事療法の報告で食事画像が送信されたときに、写真の撮り方によっては、食事内容や食事の量が判断できないことがあった。これについては、写真の撮り方を統一するなど、ある程度の指導をする必要があると思われる。また、患者によっては、指示通りに治療報告を行わない場合があった。データ入力には確かに手間がかかるので、やはり報告を行う動機となる何かの提供が重要になると考えられる。

また、運用においては、医師と看護師全員の間で運用方法やアドバイスのやり方について、ある程度の方針をまとめておく必要があることや、本システムを利用する方が効果が出る患者の選別、システムの使い方の習得など、運用をするためにある程度の労力が必要となる。この点も踏まえて、効率良い運用方法を確立することが重要であるように思われる。

5. まとめ

本稿では、携帯電話を用いた糖尿病看護支援システムについて述べた。システムの機能説明を行ったうえで、運用を開始してから判明した課題点について述べ、考察を行った。本システムの有効性については、まだ未知の部分が多く残っており、運用を通じて現場での経験を蓄積すると同時に、適切な評価を行いシステムの利点、欠点を整理することが必要となる。ITによる医療支援の取り組みの一つとして、より良い医療の提供を目指して、改善をしていきたい。

謝 辞

本システム構築にあたり、多大な助言とご協力をいただきました。和歌山労災病院の医師・看護師の皆様、深く感謝いたします。

文 献

- [1] カラダのみはり番ネット, http://t-hcs.jp/aag/t-hcs/index_j.htm
- [2] 厚生労働省保険医療局生活習慣病対策室 2004年実施, 「糖尿病実態調査報告書」2005年発表
- [3] 糖尿病治療支援システム「わがままん」, <http://ichimura.chi.its.hiroshima-cu.ac.jp/hsisd/>
- [4] 高橋秀夫, 他, 「携帯電話を用いた血糖自己測定通信システム e-SMBG による糖代謝異常合併妊娠の血糖管理」, 第3回糖尿病教育資源共有機構年次学術集会記録集, 2004.
- [5] 其田千志穂, 鈴木智子, 阿久津昌久, 「カメラ付携帯・料理レシピサイトを連動させた食生活アドバイスー受容性評価」, 第3回糖尿病教育資源共有機構年次学術集会記録集, 2004.