

令和 2 年 6 月 15 日現在

機関番号：12614

研究種目：挑戦的研究(萌芽)

研究期間：2017～2019

課題番号：17K19798

研究課題名(和文)船舶遠隔健康管理システムの構築

研究課題名(英文)The construction of a remote health management system for ships

研究代表者

福田 直子(Fukuda, Naoko)

東京海洋大学・学術研究院・教授

研究者番号：40313382

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,900,000円

研究成果の概要(和文)：日本の船員も高齢化が進み、生活習慣予防は重要な課題となっているが、制約が多い船上生活の中で生活習慣を改善するのは難しい。本研究では、乗船中の外航船船員の健康情報を衛星通信でモニタリングする遠隔船舶健康管理システムを構築し、外航船で1か月半～2か月運用し実験した。陸上サーバにつなぐことなく船内サーバで船員の操作が完了でき、操作を簡便にし、航海中のまとめである個人レポートの作成機能を高めることによってシステムを改善した。外航船上における船員の健康情報のモニタリングが達成され、本システムが外航船船員の健康状態の把握や保健指導へ活用できる可能性が示唆された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

海上貨物量が日本の貿易量の99%以上を占める海運は重要な物流である。そして海運は船員の健康があって支えられている。従来船員は危険業務であり災害発生率が高いがそれに加えて近年は船員の高齢化が進み安全衛生上のリスクが高まっている。また船舶運航の機械化、自動化も進み、低コストが求められる現状もあって船員人数も少なくなり余裕もなくなっている。一方で質の高い日本人船員の持続的育成も望まれており、若者が安心して船員を志向できる労働環境を作ることも課題である。職住一体の船上生活においても陸上と同様な健康管理を実現することは船員の職場環境を改善し安全な海運業を維持することに寄与するものと思われる。

研究成果の概要(英文)：As the Japanese seafarers are aging, the prevention of lifestyle diseases has become an important issue, but it is difficult to improve their lifestyle with the many restrictions of life on board. In this study, we have developed a remote health management system for monitoring the health of seafarers on board an ocean-going vessel by satellite communication and tested it on an ocean-going vessel for 1.5 to 2 months. The system has been improved by allowing crew members to complete operations on the ship's onboard server without connecting to the onshore server, simplifying operations and enhancing the ability to create personal reports that summarize the health information during the voyage. The monitoring of seafarers' health information on board ocean-going vessels is achieved, and it is suggested that this system could be used to monitor seafarers' health status and provide health guidance.

研究分野：社会医学

キーワード：健康管理 船員 船舶 外航 遠隔 モニタリング 通信 衛星通信

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

・現状の船員の健康管理と職住一体環境

船員の健康管理体制は陸上労働者とは異なる。所定の健康検査を受け、その検査結果に基づき、国土交通大臣が指定する医師によって健康検査合格標準表で合格の判定を受けた者しか就労できない仕組みになっている。したがって就労している船員は基本的に健康であると言えるが、不合格とされるのは検査時点での活動期、あるいはコントロールできない疾病やけがなどであり、肥満、脂質異常症、糖尿病や高血圧等の生活習慣病リスクが低いわけではない。海上労働者の体重が陸上労働者の体重を上回っているとの報告、けがを除く船員の主な死因が心血管病との報告、また船員の高齢化の問題もあり、船員の生活習慣病リスクはむしろ高いとも考えられる。生活習慣病は不健全な生活の積み重ねが原因なので、その予防には運動不足を避け、適切な栄養を摂取し、禁煙、節酒、睡眠の量と質の確保が重要である。しかし職住一体の船上では、揺れ、振動、騒音に曝され、鉄で隔てられた限られたスペースによって運動量が制限され、不規則勤務で睡眠の量と質が確保されにくく、帰宅による休養や気分転換を得られない。食事は供されるが決められた献立で個人差は考慮されない。このように生活の場である船上も良い生活習慣を続けるには難しい環境でもある。

また陸上生活と切り離され仕事をする環境下では船員は自分の健康問題に気付きにくい印象もある。そもそも船上では体重測定も難しい。船の揺れのため寄港中であっても船内ではデジタル体重計の測定値が定まらないことがままあり体重管理も行い難い。ちょっとした健康相談や医療機関の受診なども寄港地で時間があれば可能だが航行日程に左右され気軽には行いにくい。寄港する港が市街地にアクセスしにくいことも多く緊急でなければ受診等は後回しにされやすい。

国民的課題である生活習慣病の増大や高齢化は船員にも及んでいる。殊に船員にとっては船上生活における生活習慣病予防を支援できる環境作りが重要である。そこで通信を用いて船上船員の健康情報をモニターし必要に応じた支援ができるシステムの構築を目指した。

・通信を利用した船舶遠隔健康管理システム

海上通信は陸上通信より 10~20 年ほど遅れ、未だ陸上のようなインターネット環境下にはない。国内を航行する内航船には携帯電話通信等の電波を利用し、海外を航行する外航船には衛星通信が利用できる。

我々は船陸一体の包括的健康管理態勢の構築を目指し、手始めとして通信を利用した船上健康管理システムの開発を行った。本学にある船舶運航管理システムとつながっている練習船を利用して、協力の得られた乗組員 5 名に対し船内に配備した身体測定機器による自己測定と測定値及び主観的健康情報の船内に置いたパーソナルコンピュータ(以下、PC)への記録を依頼した。近海を 3 日間航海する船で計 7 回実施し、途中 TV 会議システムで船内の乗組員への保健指導、食事画像で摂取エネルギーの推定を試みた。この実験で船上の船員の健康状況をモニターし保健指導のための情報収集が可能であること、この実施が乗組員にとって無理なく対応できることが確認された(、)。

さらにそのシステムを発展させ、実際に運航している内航商船に搭載して実験を行った。サーバを船内と陸上に設置し、血圧計、体重計等の計測器は Bluetooth 対応とし測定値が船内サーバに送信されるようにした。それらの船上船員の健康情報を携帯電話通信で陸上サーバに送信しモニタリングできる船舶遠隔健康管理システムを構築した。これらの工夫により、船員の計測・記入に要する時間は 5 分以内となった。また、得られたデータをグラフ化して、医師、管理栄養士のコメントをつけ実験参加者に配布した。内航商船の船上における継続的な健康情報のモニタリングを行うことができ、本システムが内航船員の乗船中の健康状態の把握できることが示された。(、)

内航では数日ごとに寄港できるが外航ではより長い航路となる。外航船の航海は船員にとってより長い船上生活となり船上生活ゆえの制約は内航船より大きい。そこでこのたびは外航船における船上健康管理を実施するシステムを開発し実際に搭載する実験を行った。

2. 研究の目的

外航船で運用できる船舶遠隔健康管理システムを開発し、実証実験を行う。

3. 研究の方法

これまで開発してきた内航船の船舶遠隔健康管理システムを外航船向けに再構築した。そのシステムを実際に海外航行する船舶に搭載しその船舶で就労する船員を対象に実証実験を行った。実際の運用により動作や通信の問題を抽出しシステムの改善を図った。さらに本システムで得た船員の船上における健康情報をもとにまとめた個人レポートを作成する機能を充実させた。

4. 研究成果

・システム開発

内航船と異なり外航船は衛星通信を利用する。海上を航行する船の船内の PC に蓄積された船

員の測定値は衛星通信を利用して陸上に設置した健康管理サーバに送信することとした。衛星通信にはインマルサットサービスを利用した。通信量を抑えるために常時接続とはせず日に1回衛星通信を通してインターネットに接続しそのときに船内サーバ(PC)に蓄積された船員の測定値を陸上サーバに送信することとした。

一方船上の船員が自身の健康情報を測定し、そのデータを船内PCに蓄積する仕組みはほぼ内航船向けのシステムを踏襲した。つまり、入力作業の簡素化のため無線通信機能対応(Bluetooth)の自動血圧計、体重体脂肪計、歩数計を導入し、測定のみで船内サーバ(PC)に測定値が送信されるようにした。

開発したシステムを外航船に搭載して海外航路で実際に運用した。協力船員は3年間で計15名、1か月半~2か月の乗船中の健康情報をモニタリングし下船後にシステムについてアンケートを実施した。

初年度、コメントを送ろうとするなどのソフトの起動のたびに時間がかかりすぎて待たせられるとの意見が多く見られた。測定とその値の記録以外の機能は陸上サーバと接続して実施するようになっていたため衛星通信と接続するのに時間がかかり船内で操作する際に不便であることが判明した。システムソフトを見直し船内PCと陸上サーバがインターネット経由で接続されていない状態(通信回線が断)でも船内PC側だけですべての操作が完了できるように改善した。

船上生活の生活習慣等は船内サーバ上で問診を行った。船内PCの問診画面で質問し回答は選択肢を選ぶ形式にした。問診画面で横方向にスクロールするのがストレスであるという意見が複数あったため、縦方向のスクロールだけで実施できるようソフトを改善した。

内航船向けの船舶健康管理システムには乗船中測定値のグラフに医師等医療者のコメントも加えて配布した。外航船向けを開発するにあたって船員自身が乗船中の自分のデータを振り返り次の乗船に活かせるよう、船内PCから送られたデータの集計や国民健康・栄養調査との比較も加えた個人レポートの作成機能を充実させた。参加船員が見やすいようレイアウトを工夫した。さらに医療者等がコメントを加える際にソフトが使いにくくそのために負担感が大きいことが初年度の実験でわかり、それを軽減するようコメント作成機能を改善した。管理栄養士に食のコメントをつけてもらったが、内航船向けに開発したシステムよりもコメントを考える作業がやりやすく、負担感は格段に軽減したとの感想であった。

乗船中の測定値の記録日は歩数をもっとも多く次いで血圧と脈拍数だった。本実験で使用した歩数計は1か月分のデータを蓄積でき、船内PCが設置されている部屋に置いてあるアダプターに載せることによって蓄積された歩数データが船内PCに送信されるしくみになっている。測定のために船内PCが設置されている部屋に行かなくてはならない血圧、脈拍、体重、問診などに比べて歩数計を身につけておくだけでよい歩数の測定は実施しやすく継続しやすかったと思われる。船員が乗船して仕事をしながら自身の健康情報を得るのには負担が少なく意識せずに健康情報を収集するには歩数計のように身につけて測定できるウェアラブルなデバイスが望ましいことが示され次の課題となった。

血圧・脈拍数の測定については、できるだけ朝起床時測定を基本としながら、仕事に支障のない範囲で可能な限り決まった時間に行うよう依頼した。そのため測定時刻が各人で異なり、また同一人物の中でも日によっては測定時刻が変動した。測定時刻を一定にするには血圧もウェアラブルなデバイスが望ましい。

体重測定において船のゆれのためデジタル体重計の値が定まりにくいことは内航船等の実証実験から明らかだった。そのためあらかじめ参加「船員に説明しておいたが、遠洋航海中は特に船の揺れのためほとんど測定できず不便を感じる意見が多かった。生活習慣病予防には体重管理は要であり船員の関心も高い。船上で測ることができる体重計の開発が望まれる。

・乗船中のデータの検討

血圧測定については、上記のように測定時刻が各人で異なり、また同一人物の中でも日によっては測定時刻が変動していたため評価は慎重に行う必要があるが、血圧が高めで推移している者が数名見られた。その中には降圧薬を服用していた者、血圧異常を特に指摘されていない者の両方が見られた。いずれも健康検査は合格して乗船しており陸上における血圧はコントロール良好、あるいは問題ないと考えられるが、船上では血圧上昇が頻回にみられている可能性がある。船員の船上生活は揺れ、騒音、船酔い、睡眠不足、長期飲酒などで血圧が上昇しやすい環境である。血圧はリスクのある者は乗船中も評価する必要があると思われる。

歩数は血圧や体重、問診と比較してデータとして記録された日が一番多く見られた。歩数計を身につけておくことだけでよい歩数の測定は実施しやすく継続しやすかったと思われる。記録された歩数の平均はほとんどが1万歩をこえずやはり通勤もなく狭い船内で過ごす生活では歩量は限られていることが示された。

問診はあくまでも船員の自覚した生活習慣と身体症状である。食事は自身にとって食事量が多いとの判断で調整していた者が散見された。欠食の割合は低かった。対象船舶では不規則勤務の船員のため菓子パン等配布されるのでほとんどの者が間食をする日は多かった。

睡眠時間は6時間未満の日が全記録日数の半数以上あり短い傾向が見られた。これはシフト勤務や入港、出航作業の時間が不規則なことの影響が考えられる。また睡眠の質も「寝つきが悪い」「夜中に目が覚める、あるいは眠れない」(以下、不眠)の日が半数弱に見られた。以前行った内航商船の実験では不眠が多いのは50歳代であったが今回の外航練習船では20代にもみら

れ日勤とは違う勤務体制、揺れ、騒音、船酔い等の影響も考えられた。

これらの結果を踏まえ、個人レポートを作成し配布した。医師からの血圧、体重、生活習慣の問題点の指摘と助言、管理栄養士からの食事の助言をコメントとした。

・健康への意識

下船後のアンケートで“本システムに参加して、健康への意識がどのように変わったか”を尋ねたところ、「変わらない」の回答もあったが、「今まで以上に意識するようになった」者の方が多かった。自由記述では「毎日計測することで、自身の体調の変化を知ることができた。」「健康を意識して生活しなければ、増量などはすぐに起きてしまうことを改めて認識した。」「血圧が高いことに驚いた。」「動き回ったつもりでも歩数は伸びていなかった。」「運動不足に陥りやすいことが分かった。」との回答があった。“健康のために実践を始めたことや考えたこと”も自由記述で問うたところ、「特にない」「自分なりの健康方法が確立している。」との回答もあったが、「食事の量」「空き時間を見つけて出来るだけ体を動かす」「ウォーキング」との回答もあった。本システム導入によって船員の船上生活における健康意識を高め、船上の生活習慣改善を促す可能性が示唆された。

<引用文献>

福田直子、庄司るり、亀山こころ、芦田研二、船上の健康管理を目的とした遠隔医療の実験、日本航海学会論文集第125号、2011、pp.241-247

福田直子、庄司るり、大津皓平、鈴木寿一、芦田研二、池山智道、亀山こころ、伊野宮興志、先端ナビゲートシステムを利用した船上健康管理の提案、医療情報学 Vol.31、2011、pp.781-784

福田直子、芦田研二、亀山こころ、庄司るり、携帯電話通信を利用した内航船船員の健康情報のモニタリング、日本遠隔医療学会雑誌、9巻1号、2013、pp.16-20

福田直子、亀山こころ、庄司るり、芦田研二、通信を利用した船上における食習慣問診の試みと事例検討、日本航海学会論文集 第129号、2013、pp.9-17

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計1件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 福田直子, 庄司るり, 芦田研二, 亀山こころ, 伊野宮興志, 佐久間利彦, 天野善昭
2. 発表標題 外航船における船舶遠隔健康管理システム開発の試み
3. 学会等名 第91回日本産業衛生学会
4. 発表年 2018年

〔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
研究分担者	庄司 るり (Shoji Ruri) (50272729)	東京海洋大学・学術研究院・教授 (12614)	