

令和 6 年 5 月 27 日現在

機関番号：24201

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2019～2023

課題番号：19K10717

研究課題名（和文）看護・介護現場における腰痛予防教育管理システムの開発

研究課題名（英文）Development of low back pain prevention education management system in nursing and nursing care

研究代表者

伊丹 君和 (Itami, Kimiwa)

滋賀県立大学・人間看護学部・教授

研究者番号：30310626

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,100,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では、看護・介護の現場において腰痛予防対策を行うための教育管理システムを開発した。姿勢計測を行うデバイスは、装着者の胸ポケットに挿入することで、動作時の前傾角度および前傾動作中のひねり姿勢角度を検出可能である。さらに、腰部に負担のかかる危険前傾姿勢に対して警告音も発生可能である。なお、本研究における危険前傾角度は、国際的な職業腰痛リスク評価法として採用されているREBAを参考に設定した。また、計測結果をフィードバック可能なアプリ開発も行った。開発したデバイスによる動作時姿勢計測およびアプリによるフィードバック機能を用いた腰痛予防教育は有効であることが示唆された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本システムの普及は、看護師・介護士の腰痛改善、リスク管理意識の向上、さらには超高齢社会を支える人材確保にもつながる。また、腰痛は多くの国民が抱えており、他分野への波及効果・創造性も大きい。

研究成果の概要（英文）：In this study, we developed an educational management system for taking measures to prevent back pain in nursing and nursing care settings. By inserting the posture measurement device into the wearer's chest pocket, it is possible to detect the forward tilt angle during movement and the twist posture angle during forward lean movement. Furthermore, it is possible to generate a warning sound when the vehicle is in a dangerous forward leaning position that puts strain on the lower back. The dangerous anteversion angle in this study was set with reference to REBA, which has been adopted as an international occupational low back pain risk assessment method. We also developed an app that allows feedback of measurement results. It was suggested that low back pain prevention education using the developed device to measure posture during movement and the feedback function by the app is effective.

研究分野：基礎看護学

キーワード：看護・介護 腰痛予防 教育管理システム

様式 C - 19 , F - 19 - 1 , Z - 19 (共通)

1 . 研究開始当初の背景

看護師の腰痛は「職業性腰痛」ともいわれ、他職種と比較してその割合は高い。厚労省より「職場における腰痛予防対策指針」が出されたが、看護および介護現場において腰痛対策に取り組む職場は少なく、その傾向は依然として改善されていない。

2 . 研究の目的

本研究では、看護・介護の現場において腰痛予防対策を行うための教育管理システムを開発し、評価することを目的とする。本システムの構築を図ることは、看護師・介護士の腰痛改善のみならず、リスク管理意識の向上、さらに超高齢社会を支える人材確保にもつながる。

3 . 研究の方法

- (1) 看護・介護現場における腰痛予防対策に関する現状評価
- (2) 腰痛予防教育管理システムの開発
- (3) 本システム活用の評価

4 . 研究成果

(1) 看護・介護現場における腰痛予防対策に関する現状評価

病院勤務の看護師および介護施設勤務の介護士における勤務時の腰痛実態について看護師 26 名を対象として腰痛実態について調査した結果、夜間勤務時の看護師の腰痛有訴率は 100% であり、腰部負担自覚のある看護援助は実施率の高いオムツ交換・陰部洗浄、体位変換、車椅子移乗であった。夜間勤務では看護師 1 人の担当患者数が 15 人を超えることや 12~16 時間の長時間労働となるため腰部負担を生じやすい状況にあることが確認された。また、勤務時平均前傾角度は 16.01 度であり腰部負担危険角度となる 40 度以下であったが、経験年数の少ない看護師は 40~60 度の前傾回数が有意に多いことが認められ、腰痛予防教育の必要性が示唆された。

介護士を対象とした調査では、介護施設に勤務する 9 名の介護士を対象として日勤帯に従事している際の腰痛実態について調査した結果、日勤帯勤務時の介護士の腰痛有訴率は 89% であり、日勤帯の姿勢では中腰での作業 (100%)、立ち作業 (78%) が多いと回答していた。勤務時平均前傾角度は 13.7 度であったが、14:00~14:30 の時間帯で 24.7 度であり最も高い値であった。また、学生時代に腰痛予防教育を受けていないと回答した者は 88% であり、看護師よりもさらに早急に腰痛予防教育を行う必要があることを確認した。

(2) 腰痛予防教育管理システムの開発

まず、腰痛予防教育管理システムの構築に向けて、クラウドを利用した自動データ処理システムを開発した。被験者の勤務時における姿勢計測について、これまでは個々の前傾姿勢角度データを計測後にそれぞれエクセルにて解析し、時間-前傾角度のグラフを作成したのち、被験者に対してフィードバックを行っていたが、本開発プログラムにより勤務時における集団の前傾姿勢データファイルを一括して個々の時間-前傾角度のグラフに自動的に表示することが可能となった。この結果、勤務後即座に被験者に対してフィードバックを行うことが可能となる。また、クラウドを介することで USB 等の媒体を必要とせずに解析が自動で行うことが可能となった。

次に、動作姿勢を判定する際、前傾姿勢中のひねり動作を 3 軸加速度センサによって検出可

能か確認を行った。本研究で用いた機器は Arduino Nano Every と 9 軸センサ (BMX055) であり、9 軸センサ内の 3 軸加速度値を用いた。健常な成人男性 1 名を被験者として実験を行い、X 軸の正方向を右方向、Y 軸の正方向を前方向、Z 軸の正方向を下方向とした。前傾動作後にひねり動作を行った場合、前傾姿勢とひねり動作を同時に行った場合、ひねる速さを変えた場合、ひねる方向を変えた場合など、様々な場合における 3 軸の加速度値と加速度変化量を測定し、実験的にひねり検出における閾値を決定した。なお、3 軸加速度センサは左胸ポケットに装着した。実験結果をもとに、設定した閾値をみたした際にひねり動作をとったと判定した。

本研究結果から、前傾姿勢後にひねりを行った場合や前傾姿勢中のひねり、ひねる方向や速度などを変更した際にも、本閾値により確実にひねり判定を行うことが確認できた。以上より、前傾姿勢中のひねり動作は 3 軸加速度センサによって検出可能であることを確認した。

前述の結果をふまえた上で、腰部に負担のかかる動作時の危険姿勢を容易に認知可能なデバイスの開発に向けて、予備実験、試作器を活用しての実験を重ねた。さらに、腰痛予防教育管理システムとして機能するため、姿勢計測結果を客観的にフィードバック可能なアプリ開発を行った。以下に、開発した本システムの概要を示す。

1) 腰部に負担のかかる動作時危険前傾姿勢を計測・警告可能なデバイスの開発

開発した本デバイスの概要について述べる。業務中の上体前傾角度、ひねり角度を計測し、危険姿勢を検知して音にて警告を行い使用者の動作姿勢改善を促す機能を持つ姿勢計測装置としてのデバイスを開発した。本デバイスは腰部負荷への影響が大きくなる前傾角度として、国際的な職業腰痛リスク評価法として採用されている REBA (Rapid Entire Body Assessment) を参考に、直立状態での前傾角度を 0 度として、20 度、20~60 度、60 度以上にてそれぞれ音による警告を行う機能をもつ。また、ひねり角においては従来研究より、30 度以上をひねり姿勢とみなし警告を行う。警告音は電子ブザー (UDB-05LEPN, DB Products Limited 社製) を用いて行い、デバイスに付いているスイッチを切替えることで警告音の有無を切替えることが可能である。本デバイスは、ナース服の胸ポケットに携帯できるよう、50×100×18mm と小型かつ重さ 11g と軽量な形状に設計した。

2) 姿勢計測結果を客観的に評価可能なアプリの開発

デバイスにより得た姿勢計測結果を客観的に評価可能なアプリについて述べる。本アプリは Android 端末にて動作し、計測終了したデバイスと USB ケーブルにて接続を行うことで測定結果を看護動作終了後に簡便に確認することができるようになっている。表示項目として、動作中における平均前傾角度、平均ひねり角度、最大前傾角度、最大ひねり角度、前傾回数、ひねり回数、動作中における危険前傾姿勢、ひねり姿勢をとっていた割合、また動作中の姿勢の変化を縦軸、横軸を経過時間としたグラフから確認可能となっている。特に、使用者が一目で確認できるように平均前傾角度を前傾スコア、平均ひねり角度をひねりスコアとして表示した。また、アプリとは別に計測結果として前傾角度、ひねり角度の 1.0s 毎の値と危険姿勢判定結果 (危険姿勢: 1, 通常姿勢: 0) を csv ファイルとして端末上に保存することができる。図 1 にアプリのシステム構成図を示す。本システムでは IMU センサから得た加速度、角速度データを Raspberrypi zero w に組み込んだプログラムにより前傾角度、ひねり角度を算出する。得られた角度から危険姿勢判

定を行い、危険姿勢と判断された際にデバイス装着者は警告音としてリアルタイムに動作姿勢の改善を促される。動作終了後に姿勢計測装置である本デバイスと Android 端末を無線接続することでアプリが計測結果を受信し、装着者は姿勢評価を視覚的にフィードバックすることができ、次回以降の動作姿勢の改善に生かすことができる。

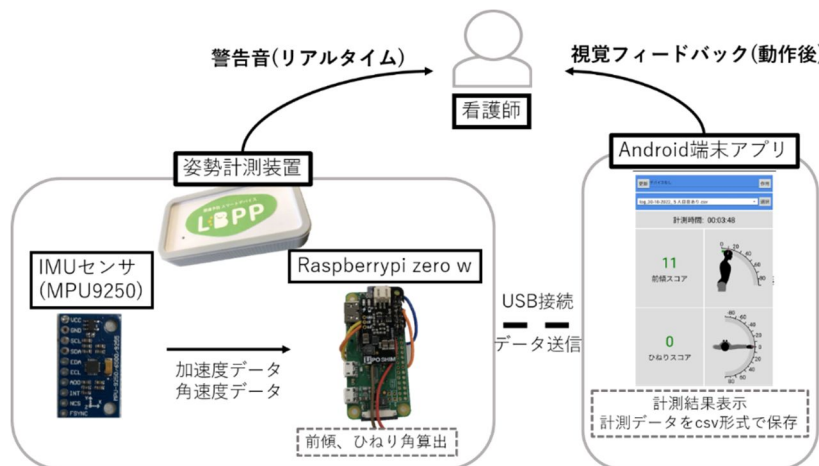


図 1. デバイス（姿勢計測装置）と姿勢評価アプリ併用のシステム構成図

(3) 本システム活用の評価

1) 看護学生・看護師を対象とした移乗介助動作時におけるデバイス活用の有効性の検証

1) - 1 方法

本研究で開発した姿勢計測装置としてのデバイスの有効性検証として、デバイスの警告音の有無により看護師を対象とした看護動作時において、前傾姿勢角度およびひねり姿勢角度が減少するかどうかの検証を行った。本実験は 4 名の看護師(男性 1 名, 女性 4 名), および 4 名の看護学生(女性 4 名)の計 8 名にて行い、本デバイスを胸ポケットに装着した際の、前傾姿勢時におけるひねり姿勢が発生すると予測されるベッドから車椅子への移乗介助動作にて比較を行った。なお、危険姿勢に対して警告音が発生する旨を伝えているが、その後の姿勢誘導等は説明せずに行った。なお本研究は、青山学院大学における人を対象とする研究倫理審査の承認(相 20-12)および、滋賀県立大学における人を対象とする倫理審査委員会の承認(第 750 号)を受けて行ったものである。

本研究では、前傾姿勢角度が 20 度(1.1s 毎の警告音)、60 度(0.6s 毎の警告音)、ひねり姿勢角度 30 度(0.4s 毎の警告音)の有無の計 3 パターンの順に連続的にブザーからの警告音の間隔が狭くなるように設定し、REBA のスコアの増加と共に強い警告となるように設定した。なお、本デバイスのサンプリング周期は 240ms であり、4 サンプル毎の移動平均を計測値と設定しているため、危険姿勢の判定は 1s 毎に行っている。

1) - 2 結果および考察

実験結果より、警告音なしの場合と比較して、警告音ありの場合、前傾姿勢角においては全ての被験者で介助中の平均前傾姿勢角度が減少していた(図 2, 図 3)。また、ひねり姿勢角度に関しては、8 名中 6 名において、平均ひねり姿勢角度が減少していることが確認できた。

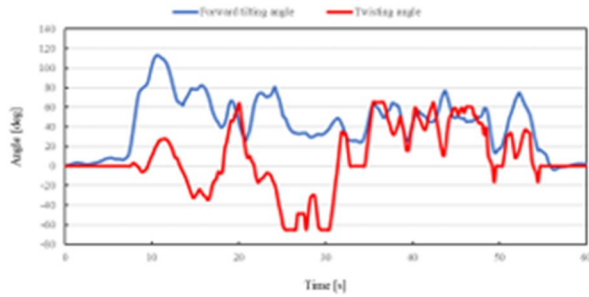


図 2 . 警告音がない場合の計測結果

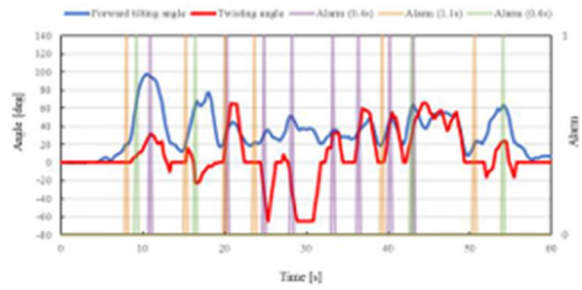


図 3 . 警告音がある場合の計測結果

腰痛予防のためには、知識の習得のみならず客観的に自己の動作を評価できるシステムが望まれるとの報告もあり、本デバイスの必要性については再確認することができた。今後の改善としては、音だけでなく、振動との比較や、警告音の大きさ、音の種類等による比較等を検討する必要がある。

2) 取得データの視覚的フィードバックを可能とするアプリ活用の有効性の検証

2) - 1 方法

看護師 5 名(女性)を対象として姿勢計測装置としての本デバイスを胸ポケットに装着して看護動作を行い、姿勢計測装置としてのデバイスによる取得データの視覚的フィードバックを可能とするアプリ活用の有効性を検証した。

2) - 2 結果および考察

各被験者の動作時間中の前傾角度 20 度以上における前傾割合を 20~40 度:腰部負荷小区間、40~60 度:腰部負荷大区間として、比較した結果を表 1 に示す。警告音なし・視覚フィードバックなしと警告音なし・視覚フィードバックありでの比較から前傾割合 20~40 度の割合が減少し、40~60 度の割合が増加していた。一方、警告音なし・視覚フィードバックなしと警告音あり・視覚フィードバックありの比較では 20~40 度の割合が増加し、40~60 度の割合が減少しており、前傾が少なくなっている傾向が認められた。視覚フィードバックの確認だけでは前傾角度の改善が見られなかったが、警告音との併用により動作姿勢改善が見られた。

表 1 . 被験者 5 名における 3 種類動作での前傾割合(20~40 度, 40~60 度)の比較

	Without Sound・Without Feedback		Without Sound・With Feedback		With Sound・With Feedback	
	20~40[deg]	40~60[deg]	20~40[deg]	40~60[deg]	20~40[deg]	40~60[deg]
Sub.1	90.0	10.0	89.5	10.5	92.0	8.00
Sub.2	91.9	8.20	86.8	13.2	100	0
Sub.3	95.0	5.00	100	0	100	0
Sub.4	78.5	21.5	69.9	28.0	85.0	15.0
Sub.5	100	0	90.0	10.0	100	0
Average	91.1	8.94	87.2	12.3	95.4	4.60

今後の課題としては警告音との併用による更なる有効性の向上を目的としてより適切な視覚フィードバック方法の検討、また、性別や体格、就業年数といった個人差の影響を調査するべくより多くの被験者を対象として検証を行っていく。さらに、腰痛予防を考慮した正しい動作姿勢を客観的に評価可能となるように、実際の現場での有効性を向上させていく必要がある。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計5件（うち査読付論文 5件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 伊丹琢、大塚奎佑、米山淳、和田一人、関恵子、千田美紀子、伊丹君和	4. 巻 25
2. 論文標題 看護動作時における腰部負担軽減を目的とした危険前傾・ひねり姿勢を警告可能な携帯型スマートデバイスの開発	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 バイオメディカルファジィ学会誌	6. 最初と最後の頁 9-19
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 石堂雄大、大塚奎佑、伊丹琢、米山淳、Sebastien Ibarboure、伊丹君和	4. 巻 25
2. 論文標題 危険姿勢を警告可能な携帯型姿勢計測装置・アプリの視覚フィードバック併用による姿勢改善への影響	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 バイオメディカルファジィ学会誌	6. 最初と最後の頁 1-9
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 K.Otsuka, T.Itami, J.Yoneyama, K.Itami, K.Seki and M.Senda	4. 巻 SI12023
2. 論文標題 Twisting posture detection using triaxial accelerometers to prevent low back pain in nurses and caregivers	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 The 2023 IEEE/SICE International Symposium on System Integrations (SI12023)	6. 最初と最後の頁 466-471
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 K.Otsuka, T.Itami, J.Yoneyama, K.Itami, K.Seki, M.Senda	4. 巻 GS8-3
2. 論文標題 Automatic Tracking by Semantic Segmentation for Measurement of Lumbar Muscle Thickness during Grasping a Heavy Object	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 AROB- ISBC- SWARM	6. 最初と最後の頁 223-226
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 伊丹君和, 北山尊之, 関 恵子, 西岡靖貴, 安田寿彦, 米田照美, 伊丹 琢	4. 巻 Vol.3
2. 論文標題 腰痛要因となる危険前傾姿勢を警告・モニタリング可能な携帯型姿勢計測器の開発	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 看護人間工学会誌	6. 最初と最後の頁 33-40
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計10件 (うち招待講演 0件 / うち国際学会 2件)

1. 発表者名 Yudai ISHIDOH, Keisuke OTSUKA, Taku ITAMI, Jun YONEYAMA and Kimiwa ITAM
2. 発表標題 Distinguishing Between Stooping and Squatting Using Difference in Angular Velocity of Upper Body Forward Tilt
3. 学会等名 SII 2024 IEEE/SICE International Symposium on System Integrations (国際学会)
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 石堂 雄大、大塚 奎佑、伊丹 琢、米山 淳、関 恵子、千田 美紀子、伊丹 君和
2. 発表標題 腰部負荷の異なる持ち上げ動作STOOP法とSQUAT法判別手法による実用性評価
3. 学会等名 第5回看護人間工学会学術集会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 濱口瑞樹、平間優希、伊丹琢、米山淳、関恵子、伊丹君和
2. 発表標題 OpenPoseを利用した歩行周期検出アルゴリズムの開発
3. 学会等名 第5回看護人間工学会学術集会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 伊丹君和, 伊丹 琢, 村川弥生, 千田美紀子, 関 恵子
2. 発表標題 携帯型姿勢計器を用いた看護学生への腰痛予防教育の試み
3. 学会等名 第4回看護人間工学会学術集会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 大塚奎佑, 伊丹琢, 米山淳, 伊丹君和, 関恵子, 千田美紀子
2. 発表標題 腰部負担計測用スマートデバイスおよび体位変換用シート「ラクラックス」によるベッドからストレッチャーへの移乗支援効果
3. 学会等名 第4回看護人間工学会学術集会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 関恵子, 伊丹琢, 山本大陽, 伊丹君和, 千田美紀子
2. 発表標題 夜間勤務に従事する看護師・ケアワーカーの腰痛の実態 - 勤務中の前傾姿勢と腰痛による業務への支障について -
3. 学会等名 第3回看護人間工学会学術集会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 大塚 奎佑, 山本大陽, 伊丹 琢, 米山 淳, 伊丹君和, 関 恵子, 千田 美紀子
2. 発表標題 三軸センサによる前傾姿勢中のひねり動作検出
3. 学会等名 第3回看護人間工学会学術集会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 関 恵子, 西岡靖貴, 伊丹君和, 米田照美
2. 発表標題 あん摩手技を用いた下肢マッサージが腰部脊柱起立筋のHb動態に及ぼす影響 - 看護師の腰痛ケアの検討
3. 学会等名 第40回日本看護科学学会学術集会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 関 恵子, 西岡靖貴, 伊丹君和, 千田美紀子, 米田照美
2. 発表標題 腰部負担計測器を活用した夜間勤務（2交代）に従事する看護師の腰痛実態
3. 学会等名 第2回看護人間工学会学術集会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Kimiwa Itami, Yasutaka Nishioka, Mikiko Senda, Terumi Yoneda, Keiko Seki
2. 発表標題 1.A study on the validity of low-back pain prevention workshop using posture support device for novice nurses
3. 学会等名 The 6th International Nursing Research Conference of World Academy of Nursing Science (国際学会)
4. 発表年 2020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	西岡 靖貴 (Nishioka Yasutaka) (70609734)	滋賀県立大学・工学部・講師 (24201)	

6. 研究組織（つづき）

	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	千田 美紀子 (Senda Mikiko) (90614595)	滋賀県立大学・人間看護学部・講師 (24201)	
研究分担者	関 恵子 (Seki Keiko) (40760393)	滋賀県立大学・人間看護学部・講師 (24201)	
研究分担者	安田 寿彦 (Yasuda Toshihiko) (60157998)	滋賀県立大学・工学部・教授 (24201)	
研究分担者	八木 利津子 (Yagi Ritsuko) (00780313)	桃山学院教育大学・教育学部・准教授 (34430)	
研究分担者	米田 照美 (Yoneda Terumi) (00353037)	滋賀県立大学・人間看護学部・准教授 (24201)	
研究分担者	伊丹 琢 (Itami Taku) (40834057)	青山学院大学・理工学部・助教 (32601)	

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
---------	---------