

表題

地域医療における呼吸数測定の意義とその活用に関する研究

論文博士

高山 厚

自治医科大学地域医療学センター地域医療学部門

2020年2月14日申請の学位論文

紹介教授

自治医科大学地域医療学センター地域医療学部門

教授 小谷 和彦

目次

- I. 研究要旨・・・P4

- II. はじめに・・・P7
 - II-1. 研究の学術的背景・・・P7
 - II-2. 各研究テーマの着想に至った経緯・・・P8
 - II-2-1. 研究 1: 年齢と安静時呼吸数の関連性についての研究・・・P8
 - II-2-2. 研究 2: 基礎疾患が呼吸間隔の不規則性に及ぼす影響・・・P8
 - II-2-3. 研究 3: 看護師の呼吸数測定に影響を与える主観的要因の研究・・・P8
 - II-2-4. 研究 4: 実験的環境下における呼吸数測定簡便法と1分間呼吸数との一
致性に関する研究
・・・P9
 - II-2-5. 研究 5: 臨床現場における呼吸数測定簡便法と1分間呼吸数との一
致性に関する研究
・・・P9

- III. 研究 1: 年齢と安静時呼吸数の関連性についての研究・・・P10
 - III-1. 目的・・・P10
 - III-2. 方法・・・P10
 - III-3. 結果・・・P11
 - III-4. 考察・・・P18
 - III-5. 結論・・・P18

- IV. 研究 2: 基礎疾患が呼吸間隔の不規則性に及ぼす影響・・・P19
 - IV-1. 目的・・・P19
 - IV-2. 方法・・・P19
 - IV-3. 結果・・・P23
 - IV-4. 考察・・・P32
 - IV-5. 結論・・・P33

- V. 研究 3: 看護師の呼吸数測定に影響を与える要因の研究・・・P34
 - V-1. 目的・・・P34
 - V-2. 方法・・・P34
 - V-3. 結果・・・P38

V-4. 考察・・・P43

V-5. 結論・・・P44

VI. 研究 4: 実験的環境下における呼吸数測定簡便法と1分間呼吸数との一致性に関する研究

・・・P45

VI-1. 目的・・・P45

VI-2. 方法・・・P45

VI-3. 結果・・・P48

VI-4. 考察・・・P54

VI-5. 結論・・・P55

VII. 研究 5: 臨床現場における呼吸数測定簡便法と1分間呼吸数との一致性に関する研究

・・・P56

VII-1. 目的・・・P56

VII-2. 方法・・・P56

VII-3. 結果・・・P58

VII-4. 考察・・・P62

VII-5. 結論・・・P62

VIII. 終わりに・・・P63

VIII-1. 課題と展望・・・P63

VIII-2. まとめ・・・P67

IX. 謝辞・・・P67

X. 参考文献・・・P68

I. 研究要旨

1. 研究目的

バイタルサインは、体温、血圧、脈拍、呼吸数の4項目からなり、患者状態の評価に重要である。とりわけ呼吸数は重症度、予後予測因子として優れており、様々な臨床スコアに採用されている。バイタルサインの評価不足は、防ぎ得る急変死の主要因であり、早期の異常兆候として呼吸数の変化には特に注意が必要であるが、必ずしも呼吸数は活用されていない。その理由として、二つの問題が考えられる。一つは呼吸数に関する基本情報不足である。高齢者の呼吸数情報は皆無に近い。さらに、呼吸数の変動に関する検討も乏しい。もう一つは、測定方法が統一されていないことである。呼吸数は他のバイタルサインに比して省略されることが多く、測定されたとしても様々な簡便法が使用される。しかし、それらの簡便法が妥当であるか検証されていない。我々はこれらの問題に対処するため、以下の5つの研究を計画した。

基本情報に関する研究として

研究①: 外来受診患者の安静時呼吸数を測定し、年齢が呼吸数に与える影響を検討する。

呼吸間隔の不規則性に関する研究として

研究②: 安静時呼吸間隔を測定し、基礎疾患が呼吸間隔の不規則性に与える影響について検討する。

測定に関する研究として

研究③: 呼吸数が省略される要因について、測定の機会が最も多い医療職である看護師を対象とし、呼吸数測定頻度に影響を及ぼす要因について検討する。

ここでは、15秒間の呼吸数を4倍する簡便法(15 second Respiratory Rate: 15secRR)、1呼吸の間隔から呼吸数を概算する簡便法(Respiratory Time Measurement: RTM)と1分間呼吸数(1-minute Respiratory Rate: 1minRR)との一致性について、以下の2つの研究で検討する。

研究④: 測定者の違いによる呼吸数測定の簡便法と1minRRの一致性を検討する。

研究⑤: 臨床現場において呼吸数測定の簡便法と1minRRの一致性を検討する。

以上の研究により、呼吸数測定の基盤を構築することを目的とする。

2. 研究方法

- ① 60歳以上、外来受診患者634人の安静時呼吸数を測定した。呼吸数と年齢の相関、傾向性を評価した。性別、年齢、喫煙歴、血圧、脈拍、14の基礎疾患から、安静時呼吸数に影響を与える因子を探索した。

- ② 定期外来受診患者 670 人の安静時呼吸のカプノメーター波形から呼吸間隔を測定し、変動係数、近似エントロピーを算出した。多変量解析を用いて呼吸間隔の不規則性に影響を与える疾患を探索した。
- ③ 看護師が呼吸数測定を省略する要因に関する 3 つの先行研究から、18 の要因を抽出、質問紙票を作成した。医療圏内に無医地区を含む病院勤務看護師 644 人を対象に、呼吸数測定頻度に影響を与える因子(性別、年齢、経験年数、就業部署、呼吸数測定方法、18 の主観的要因)を検討した。
- ④ ボランティア被験者 1 名の呼吸数を、57 人の看護師が 3 種類(15secRR、RTM、1minRR)の呼吸数測定法で測定した。2 つの簡便法(15secRR、RTM)と 1minRR との一致性を検討した。
- ⑤ 外来受診患者 106 名の安静時呼吸数を同時に、3 種類の方法(15secRR、RTM、1minRR)にて測定した。2 つの簡便法(15secRR、RTM)と 1minRR との一致性を検討した。

3. 研究成果

- ① 呼吸数の平均、標準偏差は全測定者(16.1 ± 4.3)、60 歳代(14.8 ± 4.3)、70 歳代(15.5 ± 3.6)、80 歳代(16.4 ± 4.5)、90 歳代(17.1 ± 4.5)であった。年齢と呼吸数の相関係数は 0.17 (95%CI 0.10 - 0.25)。多変量解析において、年齢は呼吸数に対し有意な関連を認めた。
- ② 変動係数(Odds ratio: OR: 7.8, $p < 0.05$)、近似エントロピー(OR: 10.3, $p < 0.05$)とともに、パーキンソン病の患者において、有意に呼吸間隔の不規則性と関連を認めた。
- ③ 看護師での呼吸数測定頻度の高さは、簡便法の使用、同僚からの要請の 2 つに有意な関連を認めた。一方、呼吸数測定頻度の低さは、職場の忙しさ、過去の経験、測定の煩わしさの実感の 3 つと有意な関連を認めた。
- ④ 15secRR、RTM、1minRR のそれぞれの方法における呼吸数測定の平均、標準偏差は 24.0 ± 5.6、26.6 ± 5.5、24.5 ± 5.1 であった。15secRR、RTM と 1minRR の相関係数はそれぞれ、0.83 ($p < 0.05$)、0.90 ($p < 0.05$)であった。15secRR に比して、RTM は 1minRR との差が有意に少なかった。
- ⑤ 15secRR と 1minRR、および RTM と 1minRR との相関係数、標準平均平方二乗誤差はそれぞれ、(0.81, 95%CI: 0.41 - 0.72, 15.0%)、(0.85, 95%CI: 0.74 - 0.87, 16.9%) であった。

4. 考察

- ① 高齢者の安静時呼吸数は年齢とともに緩やかな上昇傾向を認めた。バイタルサインによる急変予測指標は、若年者と高齢者のバイタルサインを同一の基準

で評価しているため、予測精度が高齢者で低いと報告されている。高齢者の呼吸数評価では、年齢の影響に注意が必要である。

- ② 高齢者の安静時呼吸間隔の不規則性とパーキンソン病との関連が示唆された。基礎疾患により安静時呼吸間隔の不規則性が異なる可能性がある。呼吸数を概算する簡便法は呼吸が一定間隔であることを前提としている。われわれの結果は、疾患によって結果評価に注意が必要であることを示唆している。
- ③ 病院勤務看護師では、同僚から呼吸数測定を求められることが測定頻度の高さと、過去のネガティブな経験が測定頻度の低さと関連していた。これは、呼吸数測定結果に対する職場内での情報共有・フィードバックの必要性を示している。簡便法の使用が高い測定頻度と関連し、呼吸数測定の煩わしさが低い測定頻度と関連することは、適切な呼吸数測定のためには簡便法の使用、業務負担の調整が必要であることを示唆している。
- ④ ボランティア被験者を対象とした測定で、2つの簡便法(15secRR、RTM)は1minRRに対して高い相関を認めたと、15secRRは1minRRよりも高い値を示す傾向があった。15secRRは短時間の観測値を4倍にする手法であり、避けがたい結果と考えられる。一方、RTMはさらに短時間で計測できるが、1minRRとの差が15secRRより有意に低かった。
- ⑤ 患者を対象とした測定で、15secRRは1minRRよりも高い傾向が見られ、逆にRTMでは低い傾向が見られた。両簡便法と1minRRとには有意差が認められた。簡便法が使用されている場合、医療者は測定方法による測定の傾向を理解し、解釈する必要がある。

5. 結論

- ① 高齢者の安静時呼吸数は年齢とともに上昇した。
 - ② 疾患により呼吸間隔の不規則性に差がある。特にパーキンソン病患者においては著しい不規則性が観察された。
 - ③ 呼吸数測定を促進するためには、呼吸数測定の意義を測定者にフィードバックし、簡便法を使用することや作業負担の低減を行うことが重要である。
 - ④ RTMは15secRRよりも1minRRと相関が高く、真の呼吸数との差が少ない。
 - ⑤ 15secRRは1minRRを過大評価する傾向があり、RTMは過小評価する傾向がある。
- 呼吸数測定を適切に活用するためには、患者背景、疾患、環境を考慮した検証が必要である。

II.はじめに

II-1.研究の学術的背景

呼吸は生物の生命維持に必須な生理過程である。呼吸の主目的はガス交換である¹。吸息によって下気道へ吸引された空気中の酸素は、5億個と推定される肺胞の0.2 μm 厚の肺胞血管関門を通して毛細血管へ取り込まれる。末梢循環を経て細胞内に移行した酸素によりミトコンドリア内膜のクエン酸回路が回り、エネルギーの源であるアデノシン三リン酸が産生される。この好気呼吸で産生される二酸化炭素は、静脈を介して肺胞へ移行し、呼気とともに体外へ放出される²。呼吸数は様々な制御を受ける。無意識的な制御は脳幹が行い、酸塩基平衡、ガス分圧を一定範囲内に収める。これに加え、精神的影響によっても変化する。さらに意識的に変化させることも可能である。呼吸数を考える際には多くの因子を考慮する必要がある。呼吸数は1分間あたりの呼吸動作回数として表わされる²。

体温、血圧、脈拍、呼吸数は、古典的な4つのバイタルサインであり、患者の全身状態評価に使われる³⁻⁶。呼吸数は病態の重症度評価や予後予測因子として優れており、臨床決断をサポートする様々な臨床スコア(quick Sequential Organ Failure Assessment (qSOFA)⁷, Early Warning Score (EWS)⁸, Acute Physiology and Chronic Health Evaluation (APACH) II⁹, CURB-65¹⁰)に採用されている。さらに、急性期医療以外でも、呼吸数およびその周期性と疾患の長期予後^{11,12}、死亡率¹³、急性増悪の発症¹⁴、睡眠深度^{15,16}と様々な臨床アウトカムとの関連が報告されている。

このように呼吸数は重要だが、多くの臨床現場において頻繁に省略され、十分に評価されていない^{6,17,18}。そして、地理的条件、マンパワー、医療資源に様々な制限がある過疎地域での医療では、利用可能情報の活用が患者の予後に直結する^{19,20}。呼吸数を活用することで医療の質を改善できる可能性がある。

では、なぜ呼吸数が活用されないのだろうか。原因の一つは、呼吸数の基礎的情報不足だろう。集中治療では様々な機器を用いて呼吸に関する検討が行われている。しかし、一般外来での呼吸数研究は皆無に近い。高齢者呼吸数基準値のような基礎情報さえ不足している²¹。体温、血圧、心拍の変動については多くの研究があるが、呼吸数、呼吸間隔の変動に関する研究は限られている。二つ目の原因は、測定自体が省略されがちなことだろう。呼吸数以外の3つのバイタルサイン(体温、血圧、脈拍)は、一般家庭でも日常的に測定される。しかし、呼吸数は医療現場においてさえ省略されやすい^{17,18,22,23}。なぜ呼吸数が省略されてしまうのか、どのようにしたら呼吸数測定が行われるようになるかを考えることは重要である。

上記の観点において、呼吸数の基本情報を蓄積していくこと(研究 1、研究 2)、および、呼吸数測定実態基本情報(研究 3、研究 4、研究 5)を取得するため、下記に示す 5 項目について臨床研究を計画した。

II-2.各研究テーマの着想に至った経緯

II-2-1 研究 1: 年齢と安静時呼吸数の関連性についての研究

呼吸数を測定し、評価するには、その基準値が必要である。呼吸数の正常範囲は 12-20 回/分とされている²が根拠とされる先行研究の対象者数は少ない。高齢者を対象に含む呼吸数の報告は 3 編ある。1980 年代に行われた McFadden らの研究では、67-101 歳の長期入院中の患者 82 名を対象とし、安静時呼吸数基準範囲として 16-25 回/分を提唱している⁴。Hooker らは救急外来を受診した 110 名を対象に研究を行っており、安静時呼吸数基準範囲として 20 回/分前後を報告している²⁴。両研究ともに対象者の人数、選択方法、年齢、ADL、疾患の処理に安静時呼吸数の評価として限界がある。高齢者の安静時呼吸数を直接対象とした研究は Rodríguez らによる一稿に限られている²⁵。65 歳以上、80 歳以上高齢者の安静時呼吸数 2.5 - 97.5% 範囲はそれぞれ 12 - 28, 10 - 30 回/分であり、28 回/分以上の呼吸数を 65 歳以上の高齢者の頻呼吸と定義することを提唱している。しかし、この研究では測定時の状況、並存疾患や ADL、喫煙歴、年齢による影響が考慮されていない。そこで、状態の安定した定期外来受診患者の安静時呼吸数の測定から、高齢者の安静時呼吸数と年齢との関連について検証した。

II-2-2

研究 2: 基礎疾患が呼吸間隔の不規則性に及ぼす影響

患者の呼吸状態を詳細に観察すると、高齢者の一部に著しく呼吸間隔の不規則な例が見られる。心拍変動をはじめ、バイタルサインの変動は新たな生体情報として注目されている^{26,27}。呼吸間隔の変動性について、急性期疾患の予後との関連を報告する研究は散見されるが²⁸、高齢者で観察される安静時の不規則な呼吸間隔を説明する研究は検索し得なかった。そこで、地域の外来受診患者の安静時呼吸間隔を記録し、基礎疾患と呼吸間隔の不規則性との関連を検討した。

II-2-3

研究 3: 看護師の呼吸数測定に影響を与える要因の研究

呼吸数が予後予測指標として有用であることを報告する研究は多い。しかし、実際の臨床現場で呼吸数測定が省略されることは稀ではない。本邦に限らず、呼吸数の測定は世界的に省略されている^{3,17,18,29}。呼吸苦しを訴えて受診した患者や、肺炎疑い

で入院した患者でさえ、呼吸数は約 8%でしか測定されていなかった²²。看護師の報告した呼吸数結果は正規分布をしめさず、全測定結果の 71.8%の結果は 18 - 20 回/分の間に集中していた^{30,31}。呼吸数の軽視に警鐘を鳴らす文献が散見される一方、呼吸数が省略される要因を検討する研究は 3 稿に限られていた³²⁻³⁴。これらの研究では、看護師の呼吸数測定に影響を及ぼす要因の抽出が試みられていた。しかし、抽出した要因と呼吸数測定行動との関連は検証されていなかった。そこで、先行研究で抽出された要因から質問紙を作成し、看護師の呼吸数測定行動との関連について検討を行なった。

II-2-4

研究 4: 実験的環境下における呼吸数測定の簡便法と 1 分間呼吸数の一致性に関する研究

II-2-5

研究 5: 臨床現場における呼吸数測定の簡便法と 1 分間呼吸数の一致性に関する研究

呼吸数測定の簡便法は臨床現場で使用されている^{3,35,36}。特に 15 秒間の呼吸数を 4 倍する簡便法は頻用される^{3,35}。しかし、簡便法と 1 分間呼吸数(1 分間測定を行なった呼吸数)との一致性についての検証は行われていない。そこで、ボランティア被験者を対象とした実験的環境での簡便法と 1 分間呼吸数との一致性(研究 4)および、臨床現場において患者を対象としたセッティングでの簡便法と 1 分間呼吸数との一致性(研究 5)を検証した。

Ⅲ. 研究 1

表題: 年齢と安静時呼吸数の関連性についての研究

目的

呼吸数は急変予測因子として優れているため、様々な臨床スコアに採用されている。しかし、臨床スコアにおいて、呼吸数のカットオフ値は年齢によらず一律である。このことは、若年者と比較して高齢者において臨床スコアの予後予測能が低い要因として指摘されている³⁸。

小児では、月齢、年齢によって著しく呼吸数が変わるため、月齢、年齢による参照値が報告されている³⁹。一方、成人の基準範囲については、Ganong's は 12 - 18 回/分¹、West's では 15 回/分前後⁴⁰、McGee's では平均 20 回/分(16 - 25 回/分の範囲)⁴¹としており、明確なコンセンサスはない。さらに、高齢者の安静時呼吸数正常値を扱った報告は、確認できた範囲で 1 報であった²⁵。

20 歳代と 80 歳代の安静時呼吸数が同じとは考えにくい。呼吸数を臨床現場で活用するために、高齢者の安静時呼吸数と年齢との関連は、基礎的情報として必要である。このため、60 歳代から 90 歳代の高齢者安静時呼吸数と年齢との関連を評価することを研究 1 の目標とした。

方法

セッティング: 本研究は 2018 年 10 月から 12 月に岩国市立美和病院外来を受診した患者を対象とした横断研究である。

対象: 60 歳以上の同院定期外来受診患者で、新規の主訴が無く、定期薬処方を受けるために受診した者を対象とした。即時対応が必要な急病者、定期受診でない患者、初診患者は対象から除外した。

測定: 対象者にバイタル測定(体温、血圧、脈拍、呼吸数)の 4 項目を測定した。バイタル測定は 5 分以上座位にて安静を保った後に、座位のまま、以下を用いて測定した。体温(Terumo ETC205S, Tokyo Japan)、血圧(Terumo XX-ES11S, Tokyo Japan)、脈拍(Omuron HEM-7111, Kyoto, Japan)、呼吸(Stop-watch Tanita TD-392, Tokyo, Japan)。呼吸数は WHO ガイドラインに則り⁴²、1 分間測定した。測定開始が被験者に分からないよう、閉眼させた。脈拍測定に続けて測定者の目視により、患者の胸郭、肩、腹部、何かの部位の吸気での持ち上がり回数を測定した。性別、年齢、疾患、内服薬情報をカルテより取得した。

解析: 基礎情報と年齢を表 1 に示す。呼吸数と年齢との相関を *Pearson's product-moment correlation* を用いて検討した。呼吸数と年齢との関連は、*Jonckheere-*

Terpstra 検定及び、線形回帰分析にて検討した。線形回帰分析では、呼吸数を目的変数として年齢、性別、基礎疾患(糖尿病、本態性高血圧、肺疾患(慢性閉塞性肺疾患、喘息、間質性肺炎)、慢性心不全、認知症、うつ病、不眠症、パーキンソン病、脊柱管狭窄症、下部尿路症状、逆流性食道炎)の有無を説明変数とした。併せて、安静時呼吸数を変化させる可能性の高い疾患[慢性心不全、肺疾患(慢性閉塞性肺疾患、間質性肺炎、喘息)]を有する患者を除外し、同様の検定を行なった。線形回帰分析では、心不全、肺疾患(慢性閉塞性肺疾患、間質性肺炎、喘息)を除外し、それ以外は同じ説明変数を用いて検定した。年齢、体温、収縮期血圧、脈拍、呼吸は連続変数とし、他の説明変数は二値変数とした。疾患の存在は、カルテに確定病名があること、当該疾患に対する内服薬があることで確認した。呼吸への影響が乏しいと考えられ、カルテと内服薬から診断困難な脂質代謝異常、高尿酸血症、便秘症、骨粗鬆症、前立腺肥大症は解析から除外した。多変量解析は、全ての因子を考慮する強制投入法でおこなった。ただし、拡張期血圧は、収縮期血圧との共線性を考慮して、体温は欠損値が高頻度であることを考慮して、多変量解析から除外した。基礎情報では、年齢は対応のない *t* 検定を、それ以外の項目は割合の検定を χ^2 検定で行った。検定では、 $p < 0.05$ を有意差ありとした。各説明変数が呼吸数に与える影響を Odds Ratio(OR)で表示し、95%信頼区間(Confidence Interval: CI)を計算した。連続変数は平均と標準偏差で示し、カテゴリー変数は%を用いて示した。

全ての統計計算は Microsoft Excel 2011 (Microsoft Corporation, Redmond, WA, USA)または R software (version 3.2.3, 2015; R Foundation of Statistical Computing, Vienna, Austria)で行なった。

倫理的配慮

本研究は自治医科大学倫理委員会の承認を得て実施した。すべての対象患者から文書で同意取得した。

結果

解析対象者 634 人のうち 398 人(62.8%)が女性であった。母集団の年齢、体温、収縮期血圧、拡張期血圧、脈拍、呼吸数の平均と標準偏差は 80.8 ± 8.5 年、 36.6 ± 0.6 °C、 138.6 ± 22.1 mmHg、 72.0 ± 34.9 mmHg、 76.3 ± 12.3 bpm、 16.1 ± 4.3 回/分であった。年齢と呼吸数との相関係数は $R = 0.17$, 95% CI: 0.10 – 0.25 であった。*Jonckheere-Terpstra* 検定にて年齢と呼吸数との間に有意な傾向性を認めた。(図 1-1) 慢性心不全、肺疾患(慢性閉塞性肺疾患、間質性肺炎、喘息)を有する患者を除外しても有意な傾向性が認められた。(図 1-2)60 歳代、70 歳代、80 歳代、90 歳代それぞれの呼吸数の平均と標準偏差は 14.8 ± 4.3 回/分、 15.5 ± 3.62 回/分、 16.4 ± 4.5 回/分、 17.1 ± 4.5 回/分であった。単解析の結果を表 1 に示

す。線形回帰分析の結果、統計学的に呼吸数と独立した関連を認めるものは、年齢 (regression coefficient estimate 0.09, standard error 0.02, $p < 0.05$)、脈拍 (regression coefficient estimate 0.04, standard error 0.01, $p < 0.05$)、肺疾患の存在 (regression coefficient estimate -2.78 , standard error 1.06, $p < 0.05$) (表 2-1) の三因子であった。慢性心不全、肺疾患(慢性閉塞性肺疾患、間質性肺炎、喘息)を有する患者を除外した場合は、年齢(regression coefficient estimate 0.07, standard error 0.02, $p < 0.05$)、認知症(regression coefficient estimate 2.00, standard error 0.83, $p < 0.05$)の二因子であった。

表 1. 対象者の背景 (研究1)

n	60-69 歳	70-79 歳	80-89 歳	90-99 歳
性別 (%)	40 (50.0)	63 (38.2)	104 (35.7)	28 (28.6)
喫煙歴 (%)	12 (15.0)	16 (9.7)	8 (2.8)	0 (0.0)
アレルギー性鼻炎 (%)	1 (1.2)	2 (1.2)	10 (3.4)	3 (3.1)
心房細動 (%)	3 (3.8)	4 (2.4)	51 (17.5)	13 (13.3)
慢性心不全 (%)	3 (3.8)	9 (5.5)	47 (16.2)	24 (24.5)
認知症 (%)	1 (1.2)	1 (0.6)	32 (11.0)	18 (18.4)
うつ病 (%)	6 (7.5)	11 (6.7)	19 (6.5)	8 (8.2)
2型糖尿病 (%)	8 (10.0)	27 (16.4)	55 (18.9)	4 (4.1)
本態性高血圧 (%)	43 (53.8)	62 (37.6)	43 (14.8)	16 (16.3)
不眠症 (%)	12 (15.0)	35 (21.2)	104 (35.7)	30 (30.6)
下部尿路症状 (%)	0 (0.0)	13 (7.9)	31 (10.7)	5 (5.1)
偏頭痛 (%)	0 (0.0)	3 (1.8)	1 (0.3)	2 (2.0)
パーキンソン病 (%)	0 (0.0)	3 (1.8)	9 (3.1)	4 (4.1)
肺疾患 (%)	2 (2.5)	2 (1.2)	18 (6.2)	1 (1.0)
逆流性食道炎 (%)	14 (17.5)	64 (38.8)	146 (50.2)	70 (71.4)
脊柱管狭窄症 (%)	2 (2.5)	10 (6.1)	24 (8.2)	19 (19.4)
体温 (°C)	36.60 (NA)	35.8 (0.4)	36.9 (0.6)	36.6 (0.2)
収縮期血圧 (mmHg)	77.4 (12.6)	77.3 (11.9)	75.9 (12.7)	75.0 (11.6)
拡張期血圧 (mmHg)	133.4 (23.7)	138.5 (22.1)	141.4 (21.7)	134.1 (20.8)
心拍数 (beat per minute)	75.1 (12.9)	73.1 (11.7)	70.0 (12.4)	64.8 (12.1)
呼吸数 (breath per minute)	14.8 (4.3)	15.5 (3.6)	16.4 (4.5)	17.1 (4.5)

表 2-1. 線形回帰分析の結果 (研究 1)

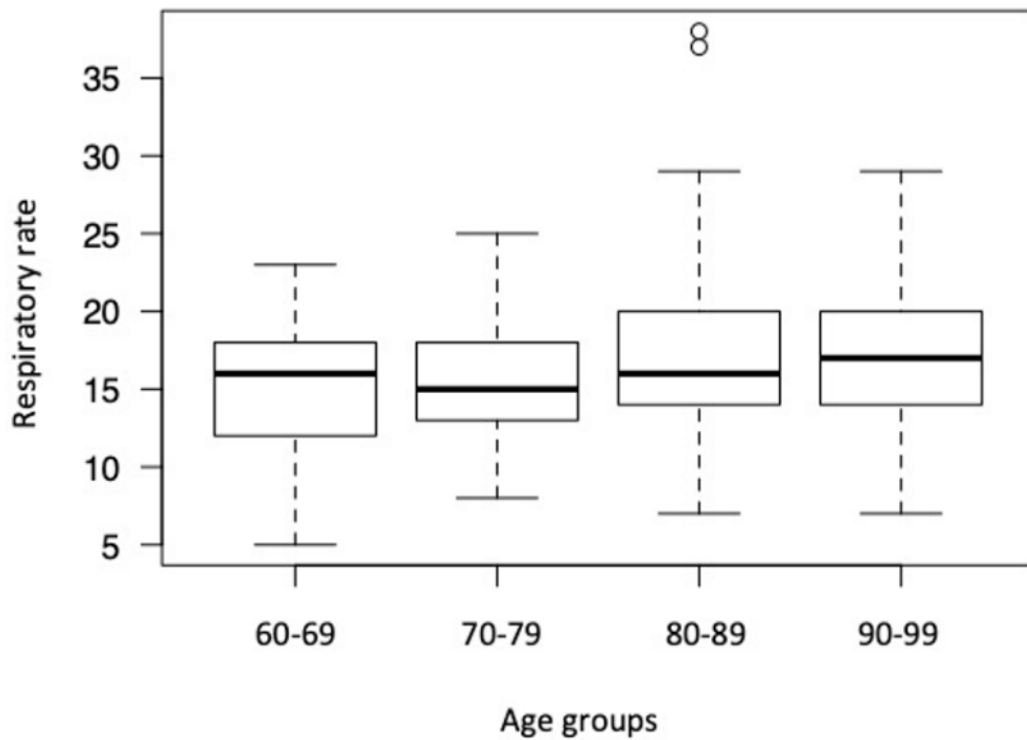
	Estimate	Std Error	t value	p value
性別	-0.25	0.46	-0.54	0.59
年齢	0.09	0.02	3.69	< 0.05
喫煙歴	-0.42	0.49	-0.85	0.39
収縮期血圧	0.01	0.01	0.56	0.57
心拍数	0.04	0.01	2.58	< 0.05
アレルギー性鼻炎	1.11	1.15	0.97	0.33
心房細動	1.05	0.64	1.63	0.10
慢性心不全	0.66	0.60	1.10	0.27
認知症	1.34	0.69	1.94	0.05
うつ病	0.20	0.76	0.26	0.79
2型糖尿病	-0.3	0.55	-0.55	0.58
本態性高血圧	0.44	0.60	0.72	0.47
不眠症	0.16	0.46	0.36	0.72
下部尿路症状	0.34	0.70	0.48	0.63
偏頭痛	-0.76	2.19	-0.35	0.73
パーキンソン病	-0.40	1.17	-0.34	0.73
肺疾患	-2.80	1.07	-2.61	< 0.05
逆流性食道炎	-0.35	0.45	-0.77	0.44
脊柱管狭窄症	0.05	0.70	0.07	0.95

表 2-2. 慢性心不全、肺疾患(慢性閉塞性肺疾患、間質性肺炎、喘息)を除いた線形回帰分析の結果 (研究 1)

	Estimate	Std Error	t value	p value
性別	-0.80	0.48	-1.66	0.10
年齢	0.07	0.02	2.85	< 0.05
喫煙	-0.26	0.53	-0.49	0.62
収縮期血圧	0.01	0.01	0.63	0.53
心拍数	0.03	0.02	1.90	0.06
アレルギー性鼻炎	-1.44	1.59	-0.90	0.37
心房細動	0.14	0.82	0.17	0.86
認知症	2.00	0.83	2.42	< 0.05
うつ病	-1.56	0.85	-1.82	0.07
2型糖尿病	-0.49	0.59	-0.83	0.41
本態性高血圧	-0.27	0.64	-0.42	0.67
不眠症	-0.22	0.47	-0.46	0.64
下部尿路症状	-0.35	0.80	-0.44	0.66
偏頭痛	-0.50	2.49	-0.20	0.84
パーキンソン病	-0.37	1.20	-0.31	0.76
逆流性食道炎	-0.57	0.49	-1.18	0.24
脊柱管狭窄症	0.43	0.76	0.57	0.57

図 1-1. 全対象者における年齢と呼吸数の傾向性 (Jonckheere-Terpstra 検定)

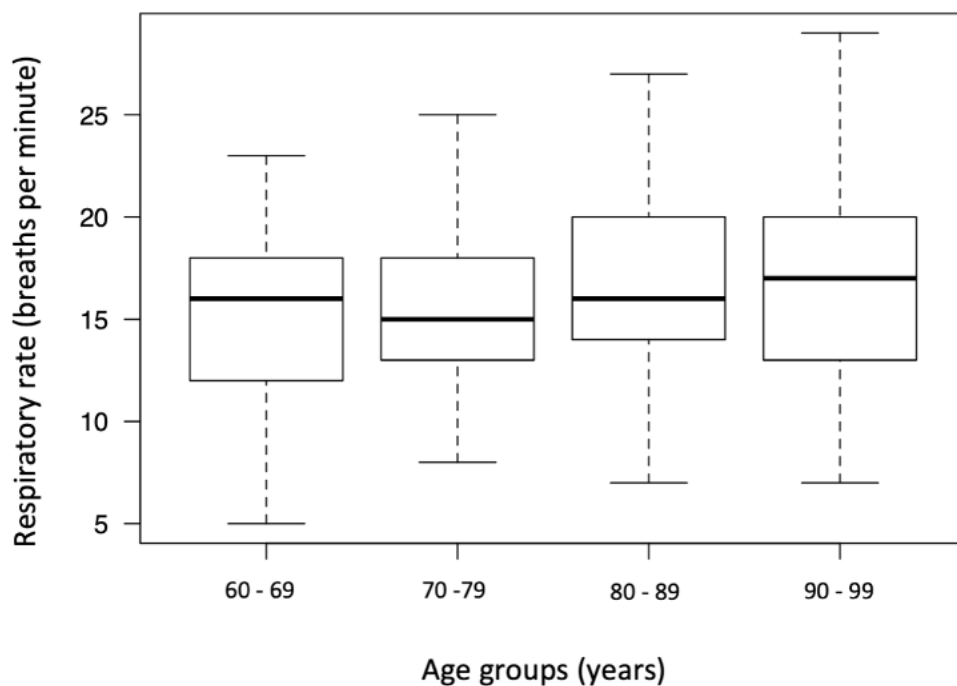
Figure 1-1.



縦軸は呼吸数、横軸は年齢を示す。箱中央の太線は中央値、箱上下の線は第1四分位点、第3四分位点を、ヒゲの上下の線は5 - 95%範囲を示している。○は外れ値を示す。

図 1-2. 慢性心不全、肺疾患(慢性閉塞性肺疾患、間質性肺炎、喘息)を除いた年齢と呼吸数の傾向性(*Jonckheere-Terpstra* 検定)

Figure 1-2.



縦軸は呼吸数、横軸は年齢を示す。箱中央の太線は中央値、箱上下の線は第1四分位点、第3四分位点を、ヒゲの上下の線は5 - 95%範囲を示している。

考察

本研究において、高齢者の安静時呼吸数と年齢とに弱い正の相関が見られた。高齢者では加齢に伴い、胸壁、横隔膜、肺実質の伸展性の低下が報告されている⁴³。分子レベルでも、活性酸素の蓄積による、DNAのメチレーションが増加し細胞機能の活性が低下することが報告されている⁴³。これらの加齢に伴う機能低下の代償として高齢者の安静時呼吸数の増加が観察されるものと考えられる⁴⁴。

本研究では、脈拍数と呼吸数に有意な関連が観察された。心拍と呼吸の関連については未だ不明な点も多いが、先行研究において、実験的な強制換気に対する心拍数の1:1の同調が観察されており、心拍と呼吸を結ぶ神経回路の存在が示唆されている⁴⁵。このような心拍と呼吸との関係は本研究の結果とも合致する。

本研究では、肺疾患患者において、有意な呼吸数低下が観察された。これは、肺疾患の患者が23人と少なく、特殊な集団での偏った結果であった可能性がある。特に、喘息症例の年齢が比較的若年であったこと、また慢性閉塞性肺疾患の患者の多くは在宅酸素を使用していたことが影響していたと考えられる。

高齢者の安静時呼吸数の基準値および、年齢を考慮した上での頻呼吸のコンセンサスは得られていない。高齢者の安静時呼吸数を検討した唯一の先行研究は、576人(内80歳以上は401人)を対象としており、30秒間の呼吸数を2倍する方法で測定されている²⁵。簡便法での測定は実際の値よりやや高めに出ることが報告されている⁴⁶。同研究では、65歳以上の安静時呼吸数の平均 ± 標準偏差が 19.6 ± 4.1 、80歳以上では 19.8 ± 4.8 と本研究の結果よりも高めである。Alejandroらは安静時呼吸数の分布の+2SDを超える呼吸数および、先行研究の結果を加味して28回以上を頻呼吸として提唱しているが、安静時の観察結果だけに基づいており、予備能が年齢とともに低下していく高齢者において一律に28回が頻呼吸として良いかは疑問である。一方、救急領域からの研究でも、呼吸数を予後因子の一つとして入れているEWSの予後予測性能は、若年者に比較して高齢者で低いことが報告されている³⁸。この一因は、高齢者と若年者のバイタルサインを一律に評価していることが指摘されており。本研究の結果でも60歳代と90歳代の安静時呼吸数は異なっており、一律の評価が望ましくないことを説明できる。この点からも、高齢者の呼吸数およびバイタルサインの評価において年齢の影響を考慮する必要性が強く示唆される。

結論

60歳以上の患者の安静時呼吸数は年齢とともに上昇傾向が観察された。呼吸数の評価において年齢は考慮すべきであることが示唆された。

IV. 研究 2

表題: 基礎疾患が呼吸間隔の不規則性に及ぼす影響

目的

呼吸数は意識的に変化させることが容易である。しかし、無意識下では特定のリズム生成メカニズムが作動しており、その全容については未だ不明な点が多い^{2,47,40}。呼吸の周期性は、主に橋と延髄にある3つのニューロン群が形成するネットワークから生成される。延髄網様体にある延髄呼吸中枢、橋下部の持続性吸息中枢、橋上部の呼吸調整中枢である。延髄背側の背側呼吸ニューロン群(Dorsal respiratory group: DRG)、延髄腹側部の腹側呼吸ニューロン群(Ventral respiratory group: VRG)は、それぞれ吸気、呼気刺激を発生させるが、延髄腹側部にあるPre-Botzinger Complexが呼吸リズムの形成を司っていると考えられている^{2,40}。一方、呼吸回数は3つの刺激、化学的刺激(体内の酸塩基濃度、二酸化炭素分圧)、機械的刺激(深呼吸、運動)高次機能刺激(精神的ストレス)によって影響される。近年、呼吸数の変動性と重症患者の予後との関連について報告がある^{28,48}。しかし、高齢者で観察される不規則な呼吸間隔と基礎疾患の関連について検討した研究はない^{49,50}。そこで、呼吸間隔の不規則性と基礎疾患との関連について探索的に検討した。

方法

セッティング: 本研究は2018年10月から同年12月の岩国市立美和病院で実施した横断研究である。同院は山口県の山間部にある60床の病院であり、科を問わず幅広い疾患に対応している。

対象: 60歳以上の同院定期外来受診患者で、新規の主訴が無く、定期薬処方を受けるために受診した者を対象とした。即時対応が必要な急病者、定期受診でない患者、初診患者は対象から除外した。

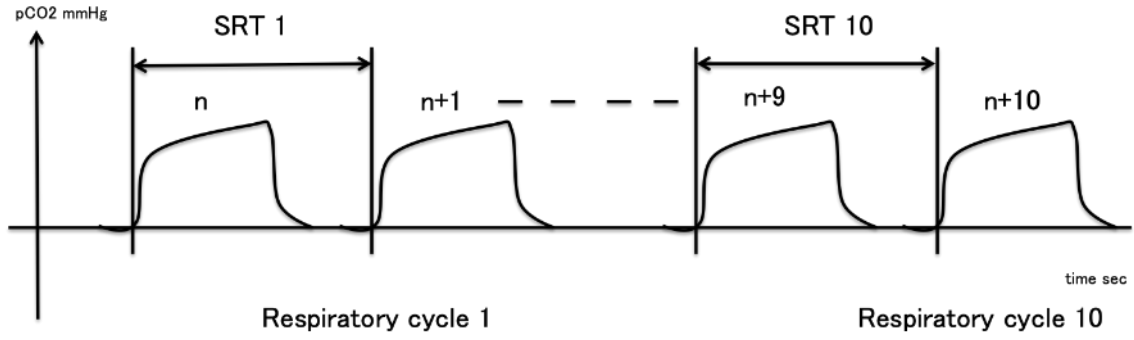
測定: 外来受診時にバイタル測定を行なった。5分以上臥位にて安静を保った後に医療用モニター(Nihon Kohden PVM-4751, Tokyo Japan)を用いて脈拍、血圧、酸素マスクに接続したカプノメータによる呼吸サイクルの記録を行なった。体温は医療用体温計(Terumo ETC205S Tokyo Japan)を使用して測定した。同時に医師1名がWHOの呼吸数測定のガイドライン⁴²に則り、1分間の呼吸数測定を行った。呼吸数測定の開始が被験者から分からないよう、約5分間閉眼状態を維持してもらい、脈拍の測定に連続して測定者の目視により、患者の胸郭、肩、腹部、何かの部位の吸気による持ち上がりの回数を測定した。呼吸間隔の測定は酸素マスクに装着した呼気CO₂センサーによって描出されるカプノメータ波形約3分間記録を利用した。記録

の中から、波形が連続して 10 回以上安定して測定されている部分を選出し、etCO₂ の基線からの立ち上がりから次の立ち上がりまでの間隔を 1/100 秒単位で測定した。(図 2) くしゃみ、咳、発語、ため息、体動による波形ノイズが観察された部分は解析から除外した。呼気開始によるカプノメータ波形の基線からの上昇開始時点から次の開始までの時間を 1 回呼吸時間(Single respiratory time: SRT)とした。

図 2. 呼吸間隔測定の様式図

図 2

Capnography



SRT: Single respiratory cycle time: 1回呼吸時間

pCO2: pressure of carbon dioxide: 二酸化炭素分圧

呼吸間隔の不規則性を評価する指標として変動係数(Coefficient variance)と近似エントロピー(Approximate entropy)⁵¹を使用した。連続 10 回の SRT の変動係数を Coefficient variance of respiratory cycles (CVRc: $CVRc = \text{連続 10 回 SRT の標準偏差} / \text{連続 10 回 SRT の平均}$)とした。同様に、連続 10 回の SRT の近似エントロピーを Approximate entropy of respiratory cycles(ApEnRc)とした。 $ApEn(m, r, N) = \Phi(m, r, N) / \Phi(m+1, r, N)$ ($m=2, r=0.2*SD$)⁵¹ である。CVRc、ApEnRc ともにその値が高いほど不規則であることを示す。カルテレビューにて年齢、性別、喫煙歴、疾患、内服歴のデータを取得した。疾患の存在はカルテに確定病名があること、当該疾患に対する内服薬があることで確認した。

解析: CVRc、ApEnRc それぞれと呼吸数との相関を図 3 に示す。相関の検定は、*Pearson's product-moment correlation*にて行なった。主解析にはロジスティック回帰分析を用いた。CVRc、ApEnRc それぞれの高値群(High-group)と非高値群(Non-high-group)に二分し目的変数とした。それぞれの分布における上位 5%を高値群と定義し、それ以外を非高値群とした。説明変数は、年齢、性別、基礎疾患(アレルギー性鼻炎、喘息、慢性閉塞性肺疾患、間質性肺炎、認知症、うつ病、糖尿病、慢性心不全、甲状腺機能低下症、不眠症、下部尿路症状、偏頭痛、パーキンソン病、逆流性食道炎、脊柱管狭窄症、本態性高血圧症)を調べた。本態性高血圧症では内服薬による呼吸数への影響を考慮して、疾患名ではなく、 β ブロッカー、 α ブロッカー使用の有無で分けた。年齢、体温、収縮期血圧、脈拍、呼吸数は連続変数として投入、そのほかの従属変数は二値変数として使用した。呼吸への影響が乏しく、内服薬とカルテレビューのみでは診断困難であると考えられる疾患(便秘症、骨粗鬆症、前立腺肥大症)、互いの共線性が高い疾患(本態性高血圧に対する脂質代謝異常、高尿酸血症)については多変量解析から除外した。また、拡張期血圧と収縮期血圧の共線性を考慮して多変量解析では収縮期血圧のみを投入した。体温は欠損値が多く計算できなかったため多変量解析では除外した。基礎情報における単変量解析には、年齢、血圧、脈拍、呼吸数の連続変数是对応のない t 検定を用いた。それ以外の二値変数は割合の検定を χ^2 検定にて行った。単変量解析には多重性の問題を考慮し *Boferroni* の補正として $p < 0.0019$ を有意差ありとした。その他の検定は $p < 0.05$ を有意差ありとした。各説明変数が CVRc、ApEnRc 高値群に与える影響を Odds Ratio(OR)で表示し、95%信頼区間(CI)を計算した。ロジスティック回帰分析の結果から呼吸間隔の不規則性と関連が示唆された疾患のサブグループについて、重症度、内服量と CVRc、ApEnRc との相関についても検討した。パーキンソン病の重症度は Hoehn & Yahr scale を使用した⁵²。全ての統計計算は Microsoft Excel database (Microsoft Excel 2011, Microsoft Corporation, USA) または、R Studio software (version 3.2.3, 2015)を用いて実施した。

倫理的配慮

本研究は自治医科大学倫理委員会の承認を得て実施した。すべての対象患者から文書で同意取得した。

結果

総数 670 名の(男性 250 名, 37%)の研究参加がえられた。対象母集団の年齢平均 \pm 標準偏差は 79.0 ± 11.6 歳であった。対象者の中で、CVRc、ApEnRc それぞれの高値群の患者数は 34、25 人であった(表 3)。対象者全体の体温、収縮期血圧、拡張期血圧、脈拍、呼吸数はそれぞれ 36.7 ± 0.68 °C, 138.1 ± 22.7 mmHg, 72.1 ± 34.2 mmHg, 76.5 ± 12.7 bpm, 16.1 ± 4.26 回/分であった。

Pearson's correlation coefficient による CVRc、ApEnRc それぞれと呼吸数との散布図及び、相関について、CVRc と呼吸数の相関係数は $R = -0.09$ (95% CI: $-0.16 - -0.01$, $p = 0.02$; Figure 3-a)。一方 ApEnRc と呼吸数との相関係数は $R = -0.01$ (95% CI: $-0.09 - 0.06$, $p = 0.74$; Figure 3-b)であった(図 3)。

図 3-1. CVRc、ApEnRc と呼吸数との散布図

Figure 3-1-a

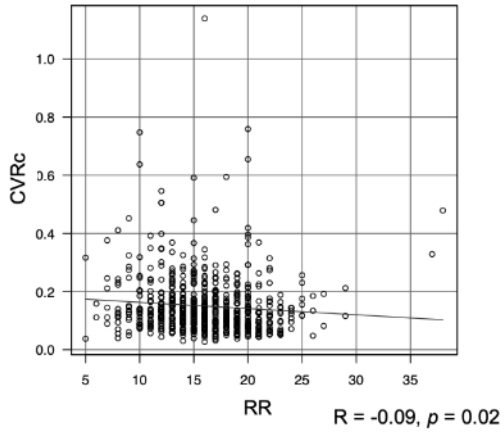
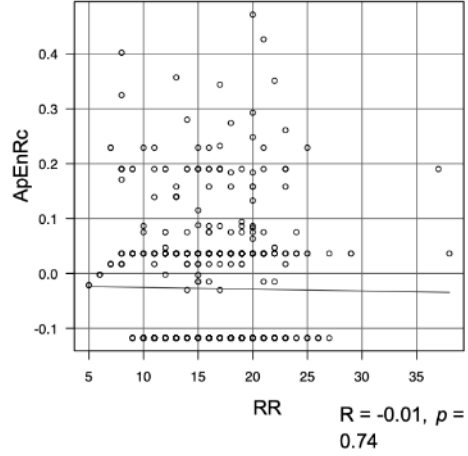


Figure 3-1-b



RR: Respiratory rate: 呼吸数

CVRc: Coefficient variance of respiratory cycles: 連続 10 回の SRT の変動係数

ApEnRc: Approximate entropy of respiratory cycles: 連続 10 回の SRT の近似エントロピー

対象者の基礎情報の結果を表 3 に示した。単解析では CVRc 及び ApEnRc それぞれの高値群と非高値群との間に有意な関連のある要因は認められなかった(表 3)。

表 3-1. 対象者の背景 (CVRc)

	Non-high CVRc 636	High CVRc 34	<i>p</i> value
女性 (%)	403 (63.4)	17 (50.0)	0.14
年齢, mean, (SD)	79.1 (11.6)	77.1(13.4)	0.34
喫煙 (%)	42 (6.7)	4 (12.1)	0.28
体温, mean, (SD)	36.7 (0.7)	36.7 (0.4)	0.99
収縮期血圧, mean, (SD)	138.1 (22.0)	137.8 (33.2)	0.94
拡張期血圧, mean, (SD)	72.0 (35.1)	74.5 (13.1)	0.68
脈拍数, mean, (SD)	76.5 (12.7)	75.5 (12.6)	0.65
呼吸数, mean, (SD)	16.1 (4.1)	15.4 (6.9)	0.38
アレルギー性鼻炎 (%)	15 (2.4)	1 (2.9)	0.57
喘息 (%)	29 (4.6)	0 (0.0)	0.39
慢性閉塞性肺疾患 (%)	11 (1.7)	0 (0.0)	1.00
間質性肺炎 (%)	4 (0.6)	0 (0.0)	1.00
認知症 (%)	54 (8.5)	2 (5.9)	1.00
うつ病 (%)	41 (6.5)	4 (11.8)	0.28
2 型糖尿病 (%)	92 (14.6)	5 (14.7)	1.00
慢性心不全 (%)	78 (12.3)	5 (14.7)	0.60
甲状腺機能低下症 (%)	6 (0.9)	1 (2.9)	0.31
不眠症 (%)	172 (27.2)	11 (32.4)	0.56
下部尿路症状 (%)	45 (7.1)	3 (8.8)	0.73
偏頭痛 (%)	7 (1.1)	0 (0.0)	1.00
パーキンソン病 (%)	13 (2.1)	4 (11.8)	0.008
逆流性食道炎 (%)	282 (44.6)	16 (47.1)	0.86
脊柱管狭窄症 (%)	51 (8.1)	3 (8.8)	0.75
α 阻害薬 (%)	34 (5.4)	1 (2.9)	1.00
β 阻害薬 (%)	106 (16.8)	7 (20.6)	0.64
β 刺激薬 (%)	18 (2.8)	0 (0.0)	1.00

表 3-2. 対象者の背景 (ApEnRc)

	Non-high ApEnRc 645	High ApEnRc 25	<i>p</i> value
女性 (%)	407 (63.1)	13 (52.0)	0.29
年齢, mean, (SD)	79.0 (11.6)	78.2 (12.4)	0.74
喫煙 (%)	46 (7.2)	0 (0.0)	0.40
体温, mean, (SD)	36.7 (0.7)	36.5 (0.4)	0.67
収縮期血圧, mean, (SD)	138.1 (22.6)	137.4 (24.2)	0.90
拡張期血圧, mean, (SD)	72.2 (34.7)	70.1 (11.4)	0.79
脈拍数, mean, (SD)	76.3 (12.6)	81.1 (13.5)	0.11
呼吸数, mean, (SD)	16.1 (4.2)	15.9 (5.6)	0.82
アレルギー性鼻炎 (%)	16 (2.5)	0 (0.0)	1.00
喘息 (%)	28 (4.3)	1 (4.0)	1.00
慢性閉塞性肺疾患 (%)	11 (1.7)	0 (0.0)	1.00
間質性肺炎 (%)	3 (0.5)	1 (4.0)	0.14
認知症 (%)	53 (8.2)	3 (12.0)	0.46
うつ病 (%)	45 (7.0)	1 (4.0)	1.00
2 型糖尿病 (%)	94 (14.6)	3 (12.0)	1.00
慢性心不全 (%)	80 (12.4)	4 (16.0)	0.54
甲状腺機能低下症 (%)	7 (1.1)	0 (0.0)	1.00
不眠症 (%)	178 (27.6)	6 (24.0)	0.82
下部尿路症状 (%)	45 (7.0)	4 (16.0)	0.10
偏頭痛 (%)	7 (1.1)	0 (0.0)	1.00
パーキンソン病 (%)	15 (2.3)	2 (8.0)	0.13
逆流性食道炎 (%)	287 (44.5)	15 (60.0)	0.15
脊柱管狭窄症 (%)	52 (8.1)	3 (12.0)	0.45
α 阻害薬 (%)	35 (5.4)	0 (0.0)	0.64
β 阻害薬 (%)	110 (17.1)	4 (16.0)	1.00
β 刺激薬 (%)	17 (2.6)	1 (4.0)	0.50

ロジスティック分析において CVRc、ApEnRc 高値との関連を認めた変数は、パーキンソン病(OR: 7.84 CI: 2.29 - 32.4)、(OR: 10.3 CI: 1.48 - 72.1)のみであった。その他の疾患、内服薬では統計学的な有意な関連は認められなかった。各疾患の Odds Ratio を表 4-1、表 4-2 に示した。

表 4-1. ロジスティック回帰分析の結果 (CVRc)

	Odds ratio for high CV	95% confidence interval		<i>p</i> value
性別	1.86	0.77	4.50	0.17
年齢	0.99	0.95	1.03	0.55
喫煙	1.22	0.31	4.81	0.78
脈拍数	1.00	0.97	1.03	0.77
収縮期血圧	1.01	0.99	1.02	0.58
呼吸数	0.96	0.88	1.05	0.36
アレルギー性鼻炎	0.88	0.08	9.92	0.92
喘息	0	0	Inf	0.99
慢性閉塞性肺疾患	0	0	Inf	0.99
認知症	0.62	0.12	3.14	0.56
うつ病	2.08	0.58	7.48	0.26
2型糖尿病	0.95	0.33	2.79	0.93
慢性心不全	1.78	0.52	6.08	0.36
甲状腺機能低下症	5.50	0.54	56.3	0.15
不眠症	1.38	0.59	3.21	0.46
間質性肺炎	0	0	Inf	1.00
下部尿路症状	1.53	0.32	7.32	0.59
偏頭痛	0	0	Inf	1.00
パーキンソン病	7.84	1.94	31.6	0.004
逆流性食道炎	0.84	0.37	1.93	0.69
脊柱管狭窄症	1.83	0.46	7.24	0.39
α 阻害薬	0.62	0.07	5.21	0.66
β 阻害薬	1.24	1.24	3.52	0.69
β 刺激薬	1.11	0	Inf	1.00

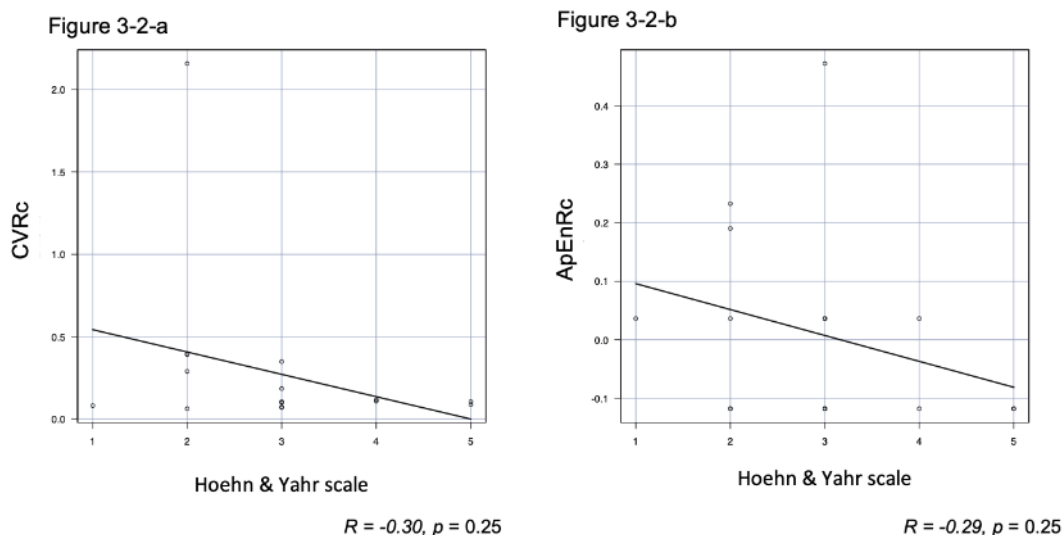
表 4-2. ロジスティック回帰分析の結果 (ApEnRc)

	Odds ratio for high ApEn	95% confidence interval		<i>p</i> value
性別	1.91	0.58	6.26	0.29
年齢	0.97	0.9	1.02	0.21
喫煙	0	0	Inf	1.00
脈拍数	1.02	0.98	1.07	0.24
収縮期血圧	1.01	0.98	1.03	0.60
呼吸数	1.06	0.92	1.23	0.40
アレルギー性鼻炎	0	0	Inf	1.00
喘息	0	0	Inf	1.00
慢性閉塞性肺疾患	0	0	Inf	1.00
認知症	1.24	0.21	7.41	0.81
うつ病	0	0	Inf	1.00
2型糖尿病	1.04	0.21	5.22	0.96
慢性心不全	1.58	0.19	13	0.67
甲状腺機能低下症	0	0	Inf	1.00
不眠症	0.68	0.16	2.94	0.60
間質性肺炎	13.0	0.87	194	0.06
下部尿路症状	4.23	0.87	20.6	0.07
偏頭痛	0	0	Inf	1.00
パーキンソン病	10.3	1.48	72.1	0.02
逆流性食道炎	2.35	0.74	7.48	0.15
脊柱管狭窄症	2.18	0.38	12.5	0.38
α 阻害薬	0	0	Inf	1.00
β 阻害薬	0.77	0.1	5.68	0.79
β 刺激薬	58×10^6	0	Inf	1.00

パーキンソン病を有する対象者におけるパーキンソン病の重症度(Hoehn & Yahr scale)と CVRc($R = -0.30$; 95% CI: $-0.68 - 0.215$, $p = 0.25$; Figure 3-2-a)、ApEnRc($R = -0.29$; 95% CI: $-0.679 - 0.218$, $p = 0.25$; Figure 3-2-b)との間に明らかな相関は認められなかった。(図 3-2)また、Levodopa 内服量と CVRc($R = -0.14$; 95% CI: $-0.58 - 0.37$, $p = 0.60$; Figure 3-2-a)、ApEnRc($R = -0.23$; 95% CI: $-0.281 - 0.641$, $p = 0.37$; Figure 3-2-b)との相関も認められなかった。(図 3-3)

図 3-2

パーキンソン病の重症度(Hoehn & Yahr scale)と CVRc、ApEnRc との相関

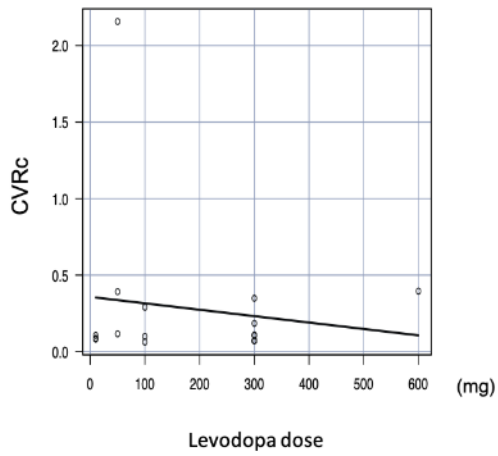


CVRc: Coefficient variance of respiratory cycles:連続 10 回の SRT の変動係数
 ApEnRc: Approximate entropy of respiratory cycles:連続 10 回の SRT の近似エントロピー

図 3-3

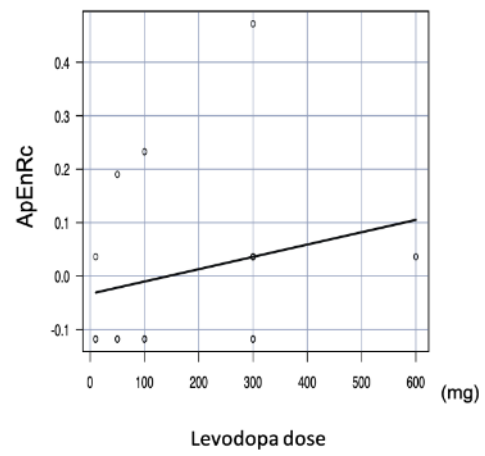
Levodopa 内服量と CVRc、ApEnRc との相関

Figure 3-3-a



$$R = -0.14, p = 0.37$$

Figure 3-3-b



$$R = 0.23, p = 0.37$$

CVRc: Coefficient variance of respiratory cycles: 連続 10 回の SRT の変動係数

ApEnRc: Approximate entropy of respiratory cycles: 連続 10 回の SRT の近似エントロピー

考察

本研究は高齢者を対象として呼吸間隔の不規則性と基礎疾患との関連を検討した。異常呼吸である Cheyne-Stokes 呼吸、Biot 呼吸、Kussmaul 呼吸で観察される不規則な呼吸間隔は、重篤な中枢神経の損傷や死線期に見られる予後不良の兆候として知られている⁵³。呼吸間隔の周期性は主に Pre-Botzinger Complex から生成されている⁵⁴ことが報告されている。しかし、高齢者の呼吸間隔が不規則である⁴⁷要因についての報告は見出せなかった。そこで、高齢者の安静時呼吸間隔の不規則性と基礎疾患との関連について探索的検討を行い、パーキンソン病との関連が示唆された。

呼吸間隔の不規則性はレビー小体型認知症で観察されることが報告されている⁵⁵。同研究では、変動係数および、*Shannon entropy S*を指標として用い、レビー小体型認知症(14名)の患者はアルツハイマー型認知症(21名)、および認知症の無い群(12名)と比較して有意な呼吸間隔の不規則性が認められたと報告されている⁵⁵。本研究では、レビー小体型認知症はその他の認知症と区別せずに評価しており、パーキンソン病と診断されている患者の中にレビー小体型認知症の患者が含まれている可能性がある。レビー小体型認知症ではパーキンソン病と同じく神経細胞にリン酸化 α シヌクレインの沈着が起こる。すなわち両者は α シヌクレインパチーとして関連がある。これらの病態や病勢と呼吸間隔の変化がどのように関連するのかは、さらなる検証が必要である⁵⁶。

パーキンソン病において呼吸間隔の不規則が生じる機序として下記の2つが考えられる。一つ目は自律神経系の障害である。パーキンソン病では便秘、頻尿、血圧低下を含めた自律神経系の異常が疾患の早期から認められることはよく知られている^{57,58}。パーキンソン病患者では、睡眠時無呼吸症候群の合併が多く(43%)⁵⁹、自律神経症状の強い患者においてその合併頻度が多い⁵⁹。また、パーキンソン病患者の覚醒時の呼吸数は健常者と比較して高く、覚醒、REM睡眠、non-REM睡眠で呼吸のばらつきが大きくなる現象を記述した報告がある⁵⁹。我々の研究結果は、これらの先行研究の結果と矛盾しない。二つ目は、レボドパ製剤の影響である。レボドパの内服によって呼吸の不規則性が増大したとする報告がある⁶⁰。一方で、パーキンソン病で見られる呼吸困難感や、呼吸筋の運動障害による呼吸機能の低下が、レボドパの内服によって改善することも報告されている⁶¹。本研究対象者におけるパーキンソン病の患者17名は全てなんらかのレボドパ製剤を内服していた。サブグループ解析では症例数が少なく、パーキンソン病の重症度、レボドパ内服量との関連は認められなかった。呼吸間隔の不規則性とパーキンソン病との関連についてさらなる検討が必要である。

限界

本研究の限界として以下 3 点が考えられる。一点目は、自律神経系を評価する指標を同時に測定しておらず、自律神経系と呼吸間隔との関連の評価ができていない。本研究は、変動係数、近似エントロピーと基礎疾患との関連を探索したものであり、CVRc、ApEnRc と自律神経系との関連については推測の域を出ない。二点目は、対象集団が慢性期の高齢患者であり、多くの患者が複数疾患を並存しているため、単一疾患の影響は検討できていないことである。三点目は、パーキンソン病を有する対象者において、疾病の重症度、レボドパ内服量と不規則性との関連について評価を行うには症例数が不十分であったことである。パーキンソン病と呼吸間隔の不規則性とのメカニズムについて、さらに検討が必要である。

結論

高齢者の安静時呼吸間隔の不規則性はパーキンソン病との関連が示唆された。

V. 研究 3

表題: 看護師の呼吸数測定に影響を与える要因の研究

目的

呼吸数は、その重要性が指摘されているにも関わらず、臨床現場において頻繁に省略されている^{6,17,18}。この指摘は少なくとも 1950 年代から北米を中心に報告されている⁶²。さらに、臨床現場における呼吸数測定結果が、特定の数値だけに不自然に偏っていることも報告されている^{30,31}。これらの報告は、呼吸数が実際には測定されずに前回値を写して報告されている可能性を指摘している⁶²。このように呼吸数測定の省略^{17,18}、不適切測定^{30,31}が報告されているにもかかわらず、なぜ呼吸数が測定されないのかを検討する研究としては、3 稿の先行研究(質的記述研究)しか検索できなかった³²⁻³⁴。そして、呼吸数測定が臨床現場で省略されてしまう要因について統計的に検討した研究は皆無であった。このため、3 稿の先行研究から呼吸数測定に影響を及ぼす要因を抽出し、病院勤務看護師を対象に量的評価を行うこととした。本研究の目的は、無医地区を抱える地域の病院において、看護師の呼吸数測定頻度に影響を与える要因について質問紙票を用いた検討を通し、過疎地域の医療における呼吸数測定普及への方策を得ることである。

方法

セッティング: 本研究は 2018 年 3 月から同年 8 月に山口県内で実施した質問紙票による横断研究である。

対象: 山口県内の無医地区を抱える医療圏内の異なる 9 つの病院に勤務する 644 人の看護師を対象とした。施設規模を考慮し、9 つのうち 2 病院は 200 床以上の病院、3 病院は 100-199 床の病院、4 病院は 100 床以下の病院を対象とした。4 週間の回答期間期間を設けた。

対象: 管理職や事務職といった、バイタル測定を行わない業務の看護師は対象から除外した。

測定: 2018 年 3 月時点にて、看護師が呼吸数を省略してしまう要因についての検索可能な研究は 3 つの研究に限られていた。Hogan らの研究³²から 16 のセンテンス、Phillip らの研究³³から 11 のセンテンス、Ansell らの研究³⁴から 45 のセンテンスが重複を含め呼吸数測定に影響を与える要因をセンテンスとして抽出された。重複、同義語を整理して 18 の質問項目を選出した。反意語は逆転項目として採用した。1-18 の質問項目はそれぞれ、自己決定 individual decision [Item 1], 重要さ valuable assessment [Item 2], 便利さ useful assessment [Item 3], 同僚からの要求 requests

from coworkers [Item 4], 経験から重要だと認識 personal experiences indicating importance [Item 5], 患者の状態に応じて測定を行う tendency to measure respiratory rate in accordance with the patient's condition [Item 6], 正確な指標である good accuracy and precision [Item 7], 職場の慣習 work-place habits [Item 8], 不要な指標である dispensable assessment [Item 9], 費用対効果 cost-effectiveness [Item 10], 忙しいと省く omission due to busyness [Item 11], 経験から重要でないと認識している personal experience indicating unimportance [Item 12], 患者状態に応じて省略する no tendency to measure the respiratory rate due to patient's condition [Item 13], 面倒さ annoyance [Item 14], 直感的にわかる instinctive grasp [Item 15], 技術的困難さ technical difficulty [Item 16], 測定できないことがある unsuccessfulness [Item 17] and 被教育歴 educational experience [Item 18]である。回答は4段階の Likert scale(非常にそう思う、そう思う、あまり思わない、全く思わない)を使用した。これは、事前に実施している他病院での同様のアンケートの結果を踏まえ、“どちらでもない”の選択肢に過剰に回答結果が集まる傾向、および、回答結果を二値変数とするためである。呼吸数を測定する頻度を同じく4段階(必ず測定する、ほとんど測定する、時々測定する、全く測定しない)で測定した[Item 19]。年齢、性別、経験年数、所属部署(外来、内科病棟、外科病棟、混合病棟、救急室) [Item 24]、呼吸数測定方法(1分間呼吸数測定、30秒間の呼吸数を2倍する方法、15秒間の呼吸数を4倍する方法、10秒間の呼吸数を6倍する方法)を回答者の基礎情報として取得した。

アンケート

あてはまる項目の口にチェックを入れてください		4 非常にそう 思う	3 そう思う	2 あまり思わ ない	1 全く 思わ ない
I-1	様々な状況をふまえ、呼吸数を測定するか否かは自分で決定している	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
I-2	呼吸数は重要だと思う	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
I-3	呼吸数は役に立っていると思う	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
I-4	呼吸数は周り(同僚、上司、医師)から測定を求められることが多いと思う	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
I-5	これまでの経験から呼吸数の測定を注意するようになったと思う	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
I-6	患者の状態によっては呼吸数の測定回数を増や すと思う (疾患、病状、使用薬剤、使用機器の状態など)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
I-7	呼吸数は客観的な指標だと思う	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
I-8	呼吸数を測定するか否かは習慣的に決まっ ている	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
I-9	呼吸数は毎回測定する必要はないと思う	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
I-10	呼吸数は労力の割に得るものが少ないと思う	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
I-11	忙しい状況では呼吸数の測定を省くことがある	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
I-12	これまでの経験から呼吸数はあまり測定しな くなった	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
I-13	患者状態によって呼吸数の測定を省略したい と思う (状態が安定している、寝ている、意思疎通困 難、拘縮が強いなど)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
I-14	呼吸数の測定は面倒だと思う	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
I-15	呼吸数は測定しなくとも、直感的に分かると 思う	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
I-16	呼吸数の測定は技術的に難しいと思う	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
I-17	呼吸数は状況によっては測定できないことがあ ると思う	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
I-18	呼吸数の測定方法や意義について学んだことが ある	はい		いいえ	
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
I-19	呼吸数をいつも測定しますか？ それとも、場 合によっては省略しますか？	必ず測定する	ほとんど測定する	時々測定する	測定しない
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

I-20	呼吸数をどのように測定していますか？最も行う方法を1つ選んで○を付けてください。				
1)	1分間測定法	・・・呼吸数を1分間数える			
2)	30秒測定法	・・・呼吸数を30秒間数えて2倍する			
3)	15秒測定法	・・・呼吸数を15秒間数えて4倍する			
4)	10秒測定法	・・・呼吸数を10秒間数えて6倍			
5)	その他に自分なりの方法があれば記入して下さい。				
I-21	性別	1. 男性	2. 女性		
I-22	年齢	【 】歳			
I-23	看護師、准看護師としての経験年数				
	*産休や育休中の期間を除いて医療現場で働いた年数を年単位で回答してください。		【 約 年】		
	*職場(病院)や部署が変わった場合も全ての年数の合計です。				
I-24	あなたの勤務部署に最も近いものに○をつけてください				
	1. 外来	2. 内科系病棟	3. 外科系病棟	4. 混合病棟	5. 救急外来
アンケートは以上です。長時間の回答お疲れ様でした。					
ご協力誠にありがとうございました。					
連絡先 tel0838-23-3324					
mail: m05054a@live.jp					
自治医科大学地域医療学教室研究生 高山 厚					

解析: 解析はロジスティック回帰分析を行なった。目的変数として呼吸数を測定する頻度[Item 19]の回答を半分に分けて二値変数とした。必ず測定する、ほとんど測定するに回答した群を高頻度呼吸数測定群(highly frequent respiratory rate measurement group), 時々測定する、全く測定しないに回答した群を低頻度呼吸数測定群(low frequent respiratory rate measurement group)に分けた。従属変数として、Item1 - 18 の変数をそれぞれ同様に半分に分けて二値変数とした。呼吸数の測定方

法は1分間呼吸数測定法の使用を基準として、それぞれの方法を使用する odds 比を計算した。所属部署(外来、内科病棟、外科病棟、混合病棟、救急室) [Item 24]は外来と救急室を一つの群、内科病棟、外科病棟、混合病棟を一つの群として、二値変数とした。単解析はその他基礎情報について、連続変数には解析に t 検定を用い、結果は平均と標準偏差を用いて示し、カテゴリー変数は解析に χ^2 検定を用い、結果は%を用いて示した。(表 5) 単変量解析の結果によらず、全ての変数をロジスティック回帰分析に投入したが、年齢と経験年数は多重共線性を考慮して経験年数のみを連続変数として投入した。Variance inflation factor (VIF)にて多重共線性を確認した。全ての検定を両側で行い、 p 値は 0.05 以下を統計学的有意とした。全ての統計計算は Microsoft Excel database (Microsoft Excel 2011, Microsoft Corporation, USA) または、R Studio software (version 3.2.3, 2015)を用いて実施した。

倫理的配慮: 本研究は自治医科大学倫理審査委員会の承認を得て実施した。対象となる看護師すべてに文書で同意取得した。

結果

644 人を対象として質問紙票を配布し、594 人(92%)からの回答を得た。無効回答をのぞいて 580 人(90%)が解析の対象となった。

表 5 に高頻度呼吸数測定群と低頻度呼吸数測定群の基礎情報と各質問への回答結果を示す。

表 5. 対象者の背景 (研究 3)

		Non-frequent count group	Frequent count group
n, (%)		432 (74.5)	148 (25.5)
年齢, (SD)		40.9 (12.2)	42.60 (12.5)
性別, (%)	女性	393 (91.0)	130 (89.0)
経験年数 (SD)		14.90 (10.9)	16.39 (11.9)
所属部署 (%)	外来	97 (22.5)	37 (25.2)
	内科病棟	41 (9.5)	13 (8.8)
	外科病棟	48 (11.1)	12 (8.2)
	混合病棟	234 (54.2)	78 (53.1)
	救急室	12 (2.8)	7 (4.8)
呼吸数の測定方法 (%)	1分間	184 (42.7)	55 (37.4)
	30秒間の呼吸数を2倍	139 (32.3)	46 (31.3)
	15秒間の呼吸数を4倍	76 (17.6)	30 (20.4)
	10秒間の呼吸数を6倍	32 (7.4)	16 (10.9)

表 6 に各質問の単解析の結果を示す。自己決定 individual decision (Item 1), 重要さ valuable assessment (Item 2), 便利さ useful assessment (Item 3), 同僚からの要求 requests from coworkers (Item 4), 経験から重要だと認識 personal experiences indicating importance (Item 5), 患者の状態に応じて測定を行う tendency to measure respiratory rate in accordance with the patient's condition (Item 6), 正確な指標である good accuracy and precision (Item 7), 職場の慣習 work-place habits (Item 8), 不要な指標である dispensable assessment (Item 9), 費用対効果 cost-effectiveness (Item 10), 忙しいと省く omission due to busyness (Item 11), 経験から重要でないとして認識している personal experience indicating unimportance (Item 12), 面倒さ annoyance (Item 14) に有意差を認めた。

表 6-2 にロジスティック回帰分析の結果を示した。10 秒間の呼吸数を 6 倍する方法 (adjusted OR: 2.41, 95% CI: 1.09 – 5.37)、同僚からの要求 requests from coworkers (Item 4; adjusted OR: 1.86, 95% CI: 1.15 – 3.02) は呼吸数測定群に対して独立して有意なポジティブ (OR > 1) な関連を認めた。一方、忙しいと省く omission due to busyness (Item 11; adjusted OR: 0.47, 95% CI: 0.29 – 0.78), 経験から重要でないとして認識している personal experience indicating unimportance (Item 12; adjusted OR: 0.41, 95% CI: 0.22 – 0.75)、面倒さ annoyance (Item 14; adjusted OR: 0.38, 95% CI: 0.20 – 0.74) は呼吸数測定群に対して独立して有意なネガティブ (OR < 1) な関連を認めた。すべての項目における VIF は 1.4 以下であった。

表 6-1. 単変量解析の結果

	Crude Odds	95%CI		p value
性別	1.2	0.7	2.26	0.52
経験年数	1.0	1.0	1.03	0.16
外来もしくは救急室勤務	1.3	0.8	1.9	0.28
簡便法の使用				
1 分間呼吸数	reference	-	-	-
30 秒間の呼吸数を 2 倍	1.1	0.7	1.7	0.66
15 秒間の呼吸数を 4 倍	1.3	0.8	2.2	0.29
10 秒間の呼吸数を 6 倍	1.7	0.9	3.3	0.13
自己決定 (Q1)	2.1	1.2	3.5	< 0.05
重要さ (Q2)	13.4	3.2	55.4	< 0.05
便利さ (Q3)	9.4	2.9	30.2	< 0.05
同僚からの要求 (Q4)	2.8	1.9	4.2	< 0.05
経験から重要だと認識 (Q5)	5.7	2.7	12.0	< 0.05
患者の状態に応じて測定を行う(Q6)	2.7	1.3	5.6	< 0.05
正確な指標である (Q7)	1.8	1.0	3.2	< 0.05
職場の慣習 (Q8)	2.2	1.4	3.3	< 0.05
不要な指標である (Q9)	0.4	0.3	0.6	< 0.05
費用対効果 (Q10)	0.6	0.3	1.0	< 0.05
忙しいと省く (Q11)	0.3	0.2	0.5	< 0.05
経験から重要でないと認識している(Q12)	0.3	0.2	0.4	< 0.05
患者状態に応じて省略する(Q13)	0.7	0.5	1.1	0.09
面倒さ (Q14)	0.3	0.2	0.4	< 0.05
直感的にわかる (Q15)	1.0	0.7	1.6	0.91
技術的困難さ (Q16)	0.9	0.5	1.6	0.63
測定できないことがある (Q17)	1.0	0.7	1.5	0.95
被教育歴 (Q18)	1.8	0.8	4.0	0.13

表 6-2. ロジスティック回帰分析の結果

	Adjusted Odds	95%CI		p value
性別	1.26	0.622	2.57	0.52
経験年数	1.01	0.989	1.03	0.39
外来もしくは救急室勤務	0.799	0.466	1.37	0.42
簡便法の使用				
1分間呼吸数	reference	-	-	-
30秒間の呼吸数を2倍	1.36	0.8	2.3	0.25
15秒間の呼吸数を4倍	1.61	0.9	3.0	0.14
10秒間の呼吸数を6倍	2.51	1.1	5.6	< 0.05
自己決定 (Q1)	1.54	0.8	2.9	0.18
重要さ (Q2)	4.57	0.9	22.3	0.06
便利さ (Q3)	2.54	0.6	10.9	0.21
同僚からの要求 (Q4)	1.88	1.2	3.1	< 0.05
経験から重要だと認識 (Q5)	1.95	0.8	4.8	0.14
患者の状態に応じて測定を行う(Q6)	0.63	0.2	1.6	0.32
正確な指標である (Q7)	0.81	0.4	1.7	0.59
職場の慣習 (Q8)	1.56	0.9	2.6	0.09
不要な指標である (Q9)	0.67	0.4	1.1	0.10
費用対効果 (Q10)	1.68	0.8	3.4	0.15
忙しいと省く (Q11)	0.48	0.3	0.8	< 0.05
経験から重要でないと認識している(Q12)	0.43	0.2	0.8	< 0.05
患者状態に応じて省略する(Q13)	1.14	0.7	1.9	0.61
面倒さ (Q14)	0.38	0.2	0.7	< 0.05
直感的にわかる (Q15)	1.58	0.9	2.7	0.09
技術的困難さ (Q16)	1.00	0.5	2.1	0.99
測定できないことがある (Q17)	1.16	0.7	1.8	0.52
被教育歴 (Q18)	1.82	0.8	4.4	0.18

考察

本研究は、看護師が呼吸数測定を省略する要因に関する3つの先行研究から18項目の要因を抽出し、9つの病院勤務看護師の呼吸数測定に関する調査を実施した。5つの要因において統計学的に有意な関連が検出された。同僚からの要求 requests from coworkers (Item 4)が呼吸数測定をよく行うことに対して、経験から重要でないと認識している personal experience indicating unimportance (Item 12)が呼吸数測定を行わないことに対して、有意な関連を示した。両者の組み合わせを考慮すると、職場の環境において、呼吸数測定の行動や測定結果に対してのフィードバックの重要性が示唆される。本研究の元となる Hogan らの最初の研究でも、測定結果に対する監査とフィードバックの重要性が強調されている。この監査、フィードバックシステムの具体例として、Early warning score(EWS)の導入が挙げられる。過去2つの研究で EWS の導入が、病院内での呼吸数測定頻度を著しく上げたことが報告されている^{63,64}。また、呼吸数測定の簡便法の利用が呼吸数測定をよく行うことに対して、面倒さ annoyance (Item 14) が呼吸数測定を行わないことに対して、有意な関連を示した。両者の組み合わせを考慮すると、呼吸数測定に対して作業負担を減らす工夫、習熟が進むと、測定の心理的な負担が減少し呼吸数測定が行われやすくなると推察される。合わせて、呼吸数測定時間が短いほど、容量反応的に呼吸数測定をよく行うことへの Odds ratio の上昇傾向が観察された。最後に、忙しいと省く omission due to busyness (Item 11)が呼吸数測定を行わないことに対して、有意な関連を示す結果からは、労働環境における過剰な業務負担の軽減も呼吸数測定の奨励に有効である可能性がある。先行研究でも、3交代勤務中の夜勤帯勤務において日勤帯と比較して4.26倍呼吸数測定が省略されていることが報告されている¹⁷。筆者らはマンパワーが減り、一人当たりの業務負担の増加することが夜勤帯勤務における呼吸数測定抑制の主要因であると考察している¹⁷。

現在、複数のウェアラブルデバイスを用いて、自動・連続で呼吸数を測定することが試みられており、その正確性の検証が報告されている⁶⁵⁻⁶⁸。呼吸数測定における作業負担を減少させる上で、テクノロジーによる援助は有効な方略であるが、臨床現場における適応性の問題や、費用対効果の面について課題があることも報告されている⁶⁹。

限界

本研究では、以下の3つの限界が挙げられる。第一に、本研究のアウトカム指標として使用した呼吸数の測定頻度(Item19)は自己報告によるものであり、実際の測定を直接観察したものでない。第二に、本研究の結果は質問紙票調査を行なった地域の文化的、社会的特性との関連は否定できず、外的妥当性には限界がある。第三に、各施設の特性や対象看護師の被教育歴についての詳細な調査は行なっていない

い。これらの要因は、看護師の呼吸数測定行動に影響を与える可能性があるため、今後の課題である。

結論

呼吸数測定頻度が高い看護師は、簡便法の使用、同僚からの要請の2つの主観的影響因子の値が有意に高かった。一方、呼吸数測定頻度が低い看護師は、職場の忙しさ、過去のネガティブな経験、測定の煩わしさの実感の3つの影響因子が有意に高かった。

VI. 研究 4

表題: 実験的環境下における呼吸数測定簡便法と1分間呼吸数との一致性に関する研究

目的

体温、脈拍、血圧、呼吸数の4つの古典的バイタルサインは患者の状態を評価する上で基本的な臨床指標である^{34,57}。呼吸数は患者急変を予測する指標として優れており、多くの臨床指標に採用されている⁷⁻¹⁰。しかし、呼吸数は臨床現場において正しく評価されていない¹⁸。特に、通常30秒以上の時間をかけて測定することが推奨されている⁴²が、15秒間の呼吸数を4倍する簡便法がしばしば使用されている⁷⁰⁻⁷²。しかし、この簡便法と1分間呼吸数との一致性は検証されていない。そのため、実験的環境下において1回の呼吸間隔の時間を測定して呼吸数を概算する簡便法と15秒間の呼吸数を4倍する簡便法の二つの異なる簡便法の1分間呼吸数(ゴールドスタンダード)との一致性を比較した。

方法

セッティング: 2014年3月26日から同年4月28日に下関市立豊田中央病院にて実施した。

対象: 同院勤務看護師を対象に実施した研修会でのバイタルサイン測定結果を後方視的に検証した。

測定: 同病院勤務看護師1名(48歳、健常男性)を測定被験者とし、一定間隔の呼吸を維持させた。57人の看護師が測定者として、測定被験者の呼吸数を連続して3つの異なる呼吸数測定法(1回呼吸数測定法、15秒間の呼吸数を4倍する簡便法、1分間呼吸数の順)にて測定した。測定者は測定方法に関する約30分間の講義および実習を行った。測定被験者は安静臥位、閉眼状態で十分な事前練習の上、メトロノームを使用して任意に設定した16-38回/分の呼吸を一定に維持した。測定は一度に2-3人ずつ実施し、一人につき各測定は一回のみ行った。

呼吸数測定方法の詳細

1回呼吸時間測定法 (Respiratory Time measurement: RTM, 図 4-a)

ストップウォッチ(Tanita TD-392, Tokyo, Japan)を使用し、被験者の吸気相開始に伴い胸郭、腹部、肩の部位が動き始めた瞬間から、次の吸気相の開始で同部位が動き始めるまでの時間を測定する。この間隔を100分の1秒単位で計測し、1回呼吸時間(Single Respiratory rate, SRT)とした。SRTで60を除いた値を1回呼吸時間測定

法にて予想した呼吸数を estimated Respiratory rate by Single Respiratory Time measurement, eRR(SRT)とした。

15 秒間の呼吸数を 4 倍する方法 (15 second Respiratory Rate: 15secRR, 図 4-b) ストップウォッチ(TANITA Stopwatch TD-392)を使用して任意の 15 秒間を測定し、その間の呼吸数を目視で数え、その値を 4 倍する。15 秒間の呼吸数を 4 倍する方法にて予想した呼吸数を estimated Respiratory rate by 15 second Respiratory Rate. eRR(15secRR)とした。

1 分間呼吸数 (1 minute Respiratory Rate:1minRR, 図 4-c) ストップウォッチを使用して任意の1分間を測定し、その間の呼吸数を目視で計測した。

図 4. 各呼吸数測定方法の模式図(研究 4)

図 4

図 4-a

RTM : Respiratory Time Measurement: 1回呼吸時間測定法

eRR(RTM): 1回呼吸時間測定法にて予想した呼吸数
=60 seconds/SRT

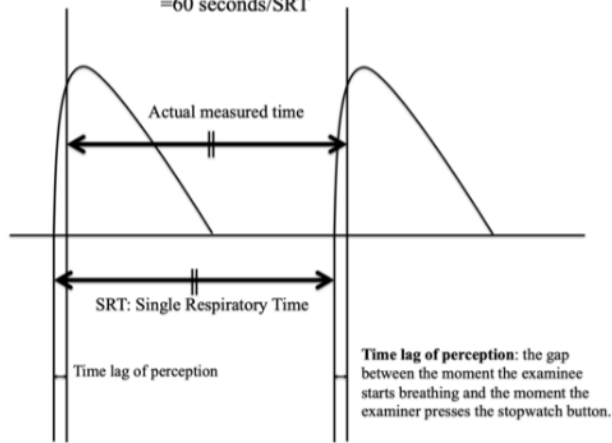


図4-b

15secRR: 15 seconds period quadruple: 15秒間の呼吸数を4倍する方法

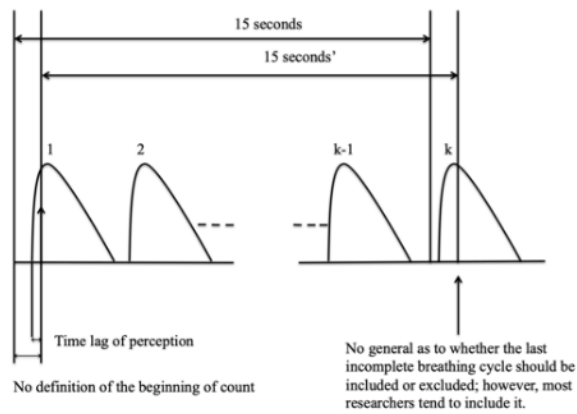
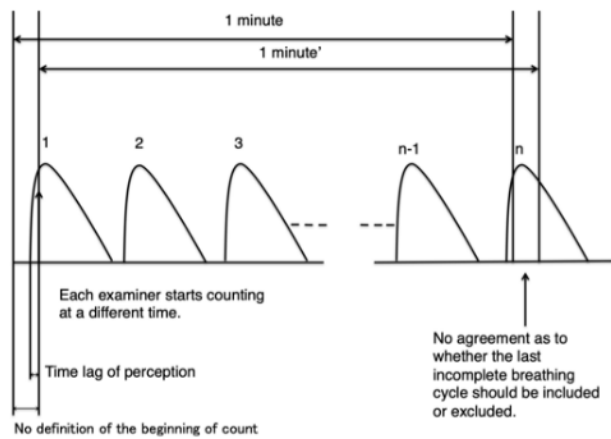


図 4-c

1minRR: one-minute respiratory rate (gold standard): 1分間呼吸数

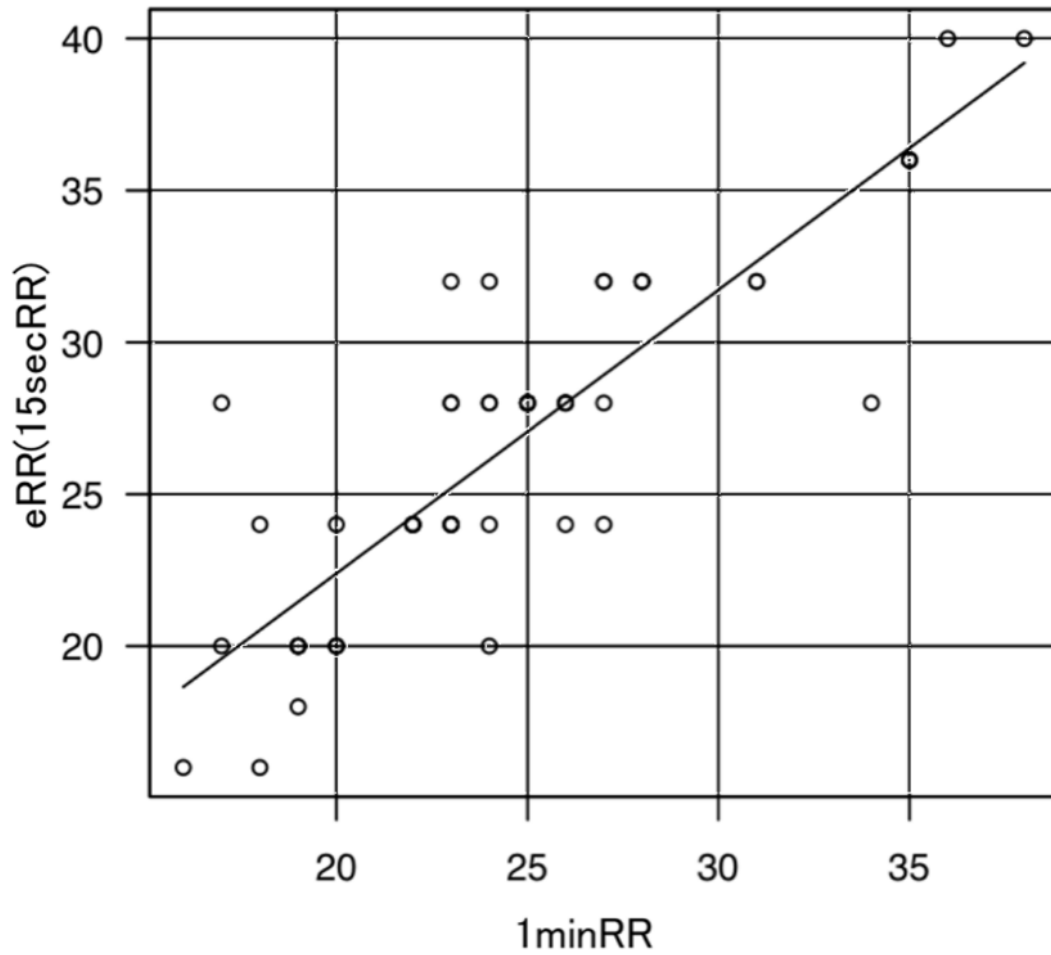


解析: 3つの測定法それぞれの平均、標準偏差および、1回呼吸時間測定法と1分間呼吸数、15秒間の呼吸数を4倍する方法と1分間呼吸数それぞれの散布図及び、相関(Pearson's product moment)、Bland-Altman分布を描出、算出した。合わせて、1回呼吸時間測定法と1分間呼吸数、15秒間の呼吸数を4倍する方法と1分間呼吸数それぞれの差をpaired *t*検定(両側)にて比較した。
*p*値は0.05未満を統計学的有意とした。

結果

測定者57人(男性8.8%)年齢(平均±標準偏差)(40.3 ± 10.0年)、経験年数(19.1 ± 10.2年)、1回呼吸時間測定法の平均±標準偏差は24.0 ± 5.6、15秒間の呼吸数を4倍する方法の平均±標準偏差は26.6 ± 5.5、1分間呼吸数の平均±標準偏差は24.5 ± 5.1、1回呼吸時間測定法と1分間呼吸数との相関係数は $R = 0.90$ (95%信頼区間0.83 - 0.93)(図5) Bland-Altman法による誤差平均と標準偏差は0.5 ± 2.6、一致誤差範囲は±5.0(図6)であった。

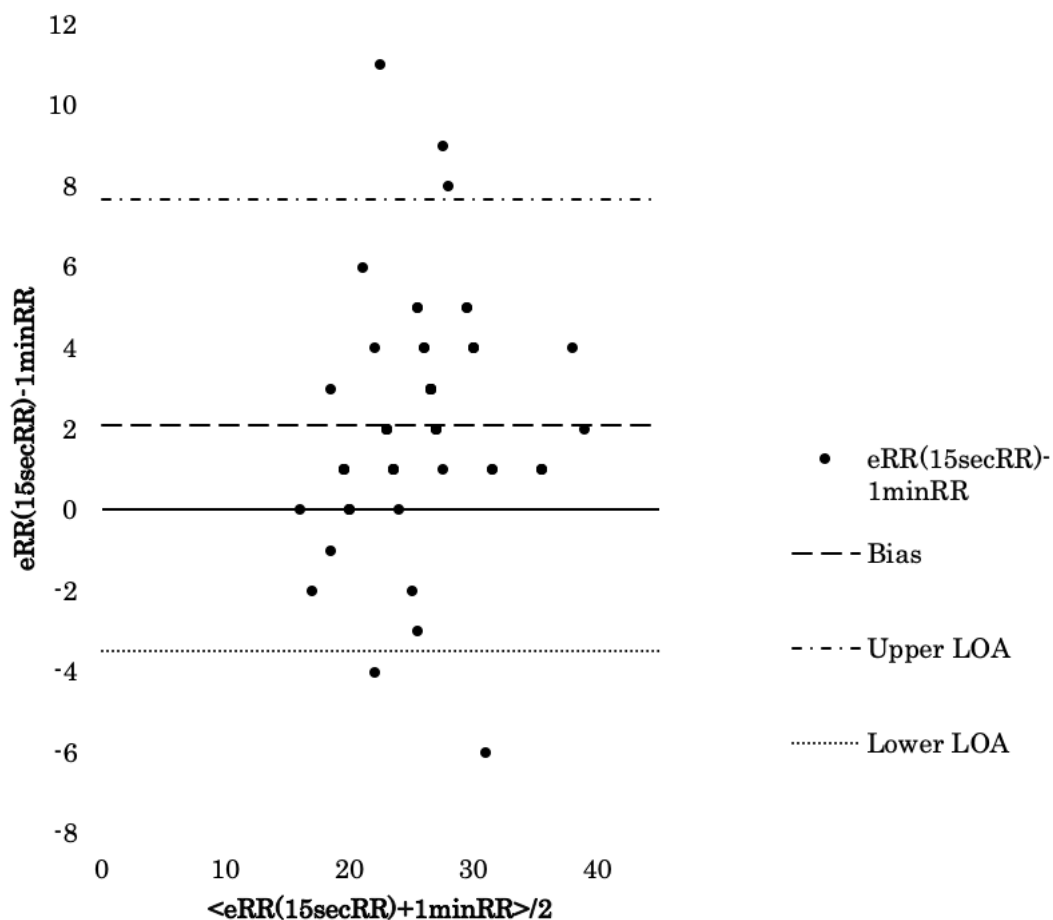
図 5. 15 秒間の呼吸数を 4 倍する方法と 1 分間呼吸数との散布図(研究 4)



1minRR: one-minute respiratory rate (gold standard):1 分間呼吸数

eRR(15secRR): 15 秒間の呼吸数を 4 倍する方法にて予想した呼吸数

図 6. 15 秒間の呼吸数を 4 倍する方法と 1 分間呼吸数との Bland-Altman 分布(研究 4)



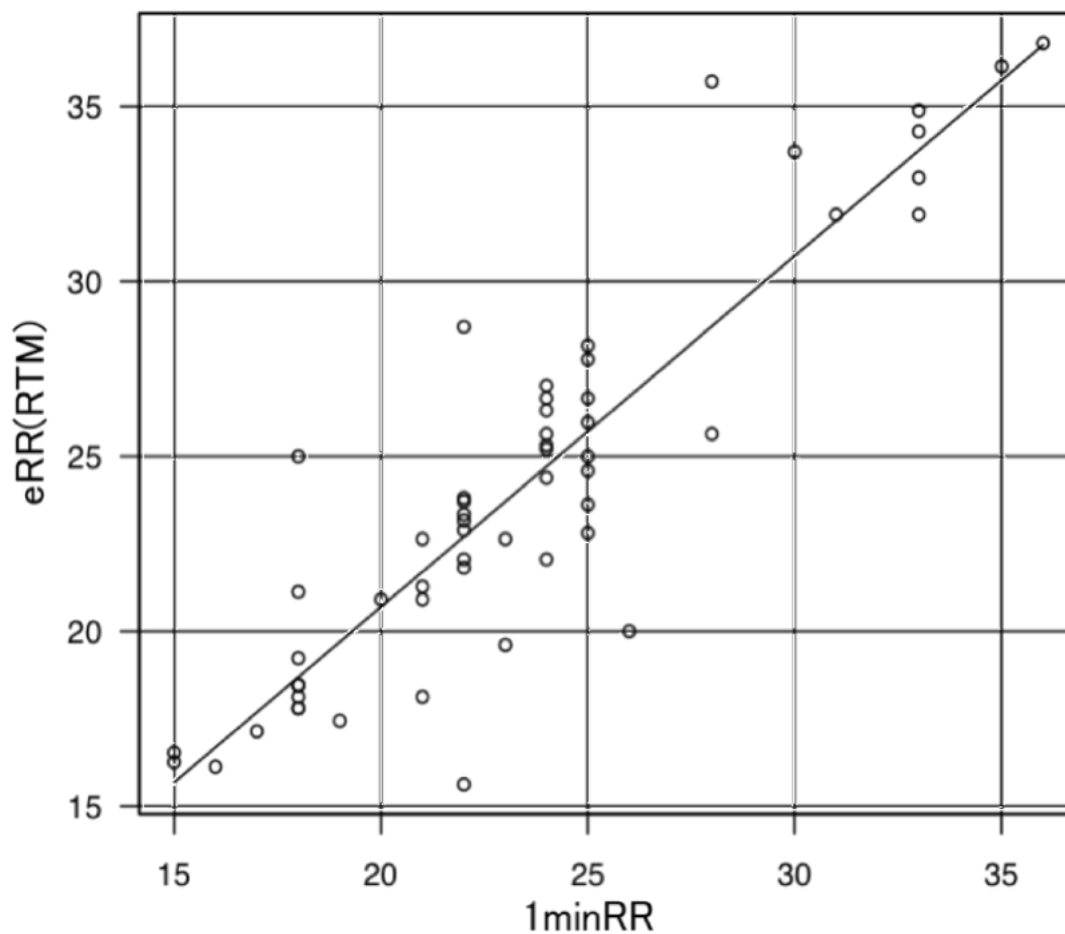
1minRR: one-minute respiratory rate (gold standard):1 分間呼吸数

eRR(15secRR): 15 秒間の呼吸数を 4 倍する方法にて予想した呼吸数

Upper and lower LOA: Upper and lower limit of agreement

15 秒間の呼吸数を 4 倍する方法と 1 分間呼吸数との相関係数は $R = 0.83$ (95%信頼区間 0.83 - 0.93) (図 7) Bland-Altman 法による誤差平均と標準偏差は -2.1 ± 2.9 、一致誤差範囲は ± 5.6 (図 8)であった。

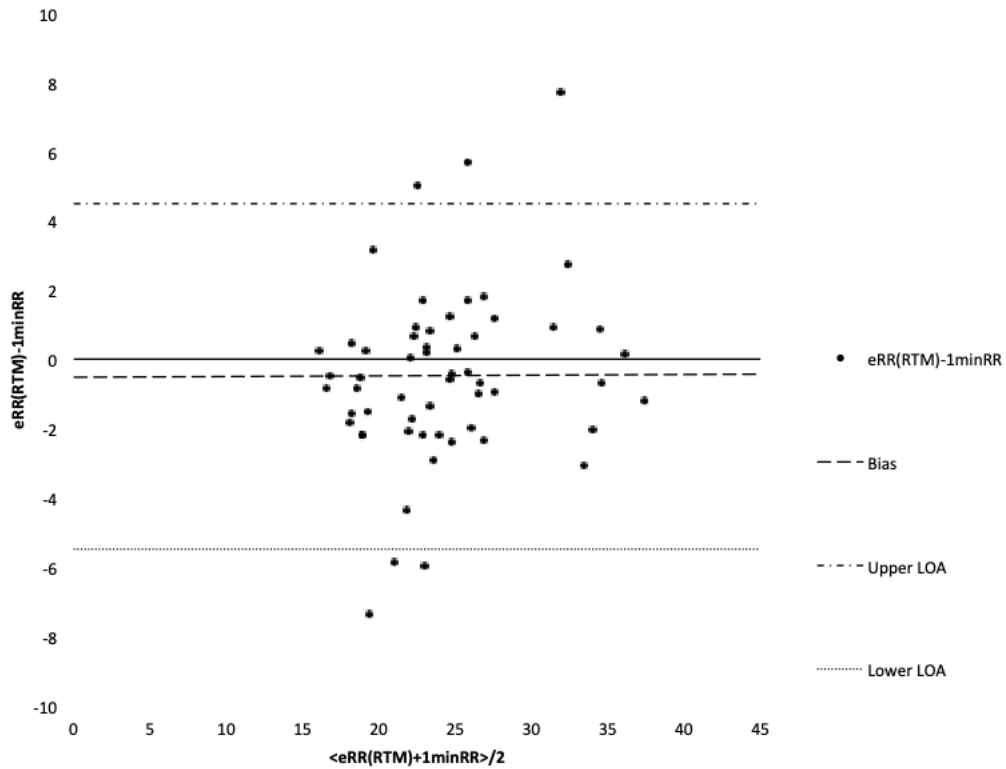
図 7. 1 回呼吸時間測定法と 1 分間呼吸数との散布図 (研究 4)



1minRR: one-minute respiratory rate (gold standard):1 分間呼吸数

eRR(RTM):1 回呼吸時間測定法にて予想した呼吸数

図 8. 1 回呼吸時間測定法と 1 分間呼吸数との Bland-Altman 分布 (研究 4)



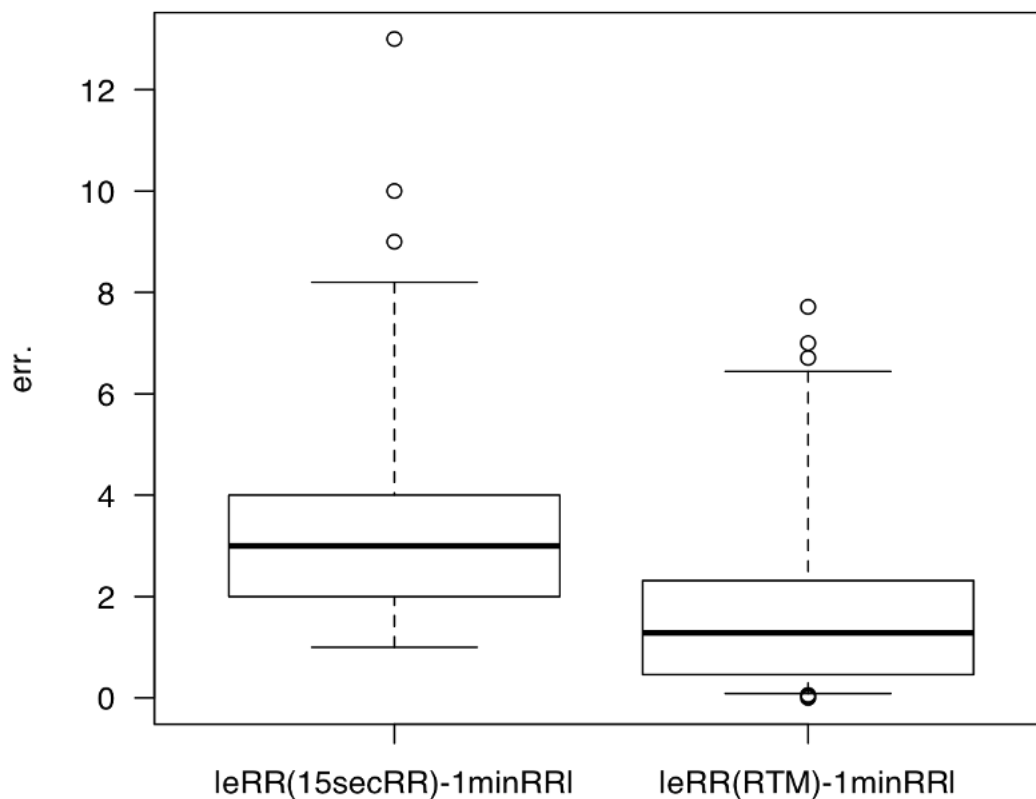
1minRR: one-minute respiratory rate (gold standard):1 分間呼吸数

eRR(RTM):1 回呼吸時間測定法にて予想した呼吸数

Upper and lower LOA: Upper and lower limit of agreement

1 回呼吸時間測定法と 1 分間呼吸数の差の平均 ± 標準偏差は 1.9 ± 1.8 、15 秒間の呼吸数を 4 倍する方法と 1 分間呼吸数との差の平均 ± 標準偏差は 2.7 ± 2.2 であった。それぞれの差の検定では、15 秒間の呼吸数を 4 倍する方法と 1 分間呼吸数との差が 1 回呼吸時間測定法と 1 分間呼吸数の差と比較して有意に大きかった。 $(p < 0.001, \text{図 } 9)$

図 9. 1 回呼吸時間測定法、および 15 秒間の呼吸数を 4 倍する方法と 1 分間呼吸数との差の絶対値の平均値の比較 (研究 4)



err.: absolute difference: 差の絶対値

1minRR: one-minute respiratory rate (gold standard):1 分間呼吸数

eRR(15secRR): 15 秒間の呼吸数を 4 倍する方法にて予想した呼吸数

eRR(RTM):1 回呼吸時間測定法にて予想した呼吸数

箱の中心線は中央値、箱の上下はそれぞれ一分位三分位を示す。上下のヒゲは 5 - 95% 範囲。○は外れ値を示す。

考察

本研究は臨床で使用されている呼吸数測定 of 簡便法と 1 分間呼吸数との一致性を検証した。本研究では、15 秒間の呼吸数を 4 倍する簡便法は、真の値である 1 分間呼吸数よりも多く概算される傾向が見られた。先行研究でも、30 秒間の呼吸数を 2 倍する方法で同様の傾向が指摘されている⁸³。この傾向には、2 つの要因が想定される。1 つは短時間の測定結果を 4 倍するため、1 回の誤差も 4 倍することである。2 つ目は、呼吸数測定において、任意の一定期間の最初、最後に発生しうる、1 サイクルに満たない呼吸を 1 回と数えていることである。一回の呼吸サイクルに満たない場合の処理についてコンセンサスが無いため、任意に設定した短時間の測定の開始と終わりの最大 2 回分を実際のより多く数え、これを 4 倍することで実際の回数よりも過剰に概算してしまうことが考えられる。

本研究では、1 回呼吸時間測定というさらに短時間で呼吸数を概算する簡便法についても検証した。1 回呼吸時間測定の最大のメリットはさらに短時間で測定できることである。また、呼吸数測定のマルチタスクをシングルタスクにする観点でアドバンテージがある。これは、呼吸数測定が患者の呼吸運動に伴うわずかな動きを注視しながら、同時に時間経過にも注意を向けるというマルチタスクを測定者に要求することを言う。一方、1 回呼吸時間測定ではストップウォッチを用いて 1 回の呼吸サイクルの時間のみに注意を向けることができ、シングルタスクとなっている。しかし、1 回呼吸時間測定では、1 分間の呼吸数を概算するための計算が暗算では困難な割り算を要する点がデメリットである。1 回呼吸時間測定の実際の使用方法として、1 回の呼吸時間が 3 秒以下であれば、20 回以上の呼吸数をしていると判断するといった判断指標としての使用が想定できる。1 回呼吸時間測定は規則的な呼吸を前提に考案しているが、異常呼吸として知られる、Cheyne-Stokes 呼吸、周期呼吸、失調呼吸、無呼吸 Biot's 呼吸、gaspings 呼吸といった不規則な呼吸の測定には適用できないであろう。

呼吸数は、たとえ 1 分間の時間をかけて精密に測定しても、その値には偶然誤差が含まれ^{67,72-74}、常に一定の値を示すものではない⁷⁵⁻⁷⁷。過度に厳密な呼吸数測定を求めめるのではなく、状況に応じた評価手法を検討することは、評価の不足を問題視されている呼吸数観察の現状を改善できる可能性がある。実臨床にそぐわない厳密な呼吸数測定を求めて未測定を助長するよりも、多様な臨床現場に応じた呼吸数測定法の検討を重ね、急変予測として優れた臨床指標である呼吸数データを有効に活用するスクリーニングツールの開発には一考の余地がある。

結論

15 秒間の呼吸数を 4 倍する簡便法、1 回呼吸時間測定法ともに 1 分間呼吸数と高い相関を認めた。1 回呼吸時間測定法は 15 秒間の呼吸数を 4 倍する簡便法よりも迅速に測定できるにも関わらず、誤差範囲が少なく、1 分間呼吸数との相関は大きかった。15 秒間の呼吸数を 4 倍する簡便法よりも、1 回呼吸時間測定法は、1 分間呼吸数との差の絶対値は有意に少なかった。

VII. 研究 5

表題: 臨床現場における呼吸数測定簡便法と 1 分間呼吸数との一致性の研究

目的

研究 4 において、実験的な環境下での測定者の違いによる 15 秒間の呼吸数を 4 倍する簡便法と 1 回呼吸時間測定法それぞれの 1 分間呼吸数との一致性を検証し、両簡便法は 1 分間呼吸数へ高い一致性を示した。

本研究の目的は患者を対象として、二つの簡便法である 15 秒間の呼吸数を 4 倍する簡便法と 1 回呼吸時間測定法を同時に実施し、それぞれの 1 分間呼吸数との一致性を比較することである。

方法

セッティング: 本研究は 2018 年 8 月から同年 10 月の間に岩国市立美和病院外来にて実施した横断研究である。

対象: 20 歳以上の受診患者の中で、新規の主訴が無く、文書での同意説明の上、研究参加への同意の得られたものを測定対象とした。即時対応が必要な主訴及び病状を有した急病者、定期受診でない患者、初診患者は対象から除外した。

測定: 対象者の定期外来受診時にバイタル測定(体温、血圧、脈拍、呼吸数)を行った。バイタル測定は 5 分以上座位にて安静を保った後に、そのまま座位にて、体温、血圧、脈拍の測定を行った。呼吸数は同時に 2 人の外来看護師が 15 秒間の呼吸数を 4 倍する簡便法と 1 回呼吸時間測定法を、1 人の医師が 1 分間呼吸数の測定を行なった。測定者は事前に十分にトレーニングを行い、それぞれ測定方法は固定し、同一の担当者が、同時に測定が可能にのみ実施した。1 分間呼吸数の測定は WHO ガイドラインに則り、1 分間の測定をストップウォッチ(Tanita TD-392, Tokyo, Japan)にて行なった。測定の開始が被験者から分からないよう、その他のバイタルサインの測定と連続して閉眼状態を維持してもらい、測定者の目視により、被験者の胸郭、肩、腹部の何かの部位の吸気の持ち上がりを観察した。性別、年齢と合わせて、疾患、内服薬の基礎情報をカルテレビューにて取得した。

解析: 3 つの測定法それぞれの平均、標準偏差および、15 秒間の呼吸数を 4 倍する方法と 1 分間呼吸数、1 回呼吸時間測定法と 1 分間呼吸数、それぞれの相関 (*Pearson's product moment*)、*Bland-Altman* 分布、標準平方二乗平均誤差を算出した。また、15 秒間の呼吸数を 4 倍する方法と 1 分間呼吸数との差と 1 回呼吸時間測定法と 1 分間呼吸数との差、およびこれらの差の絶対値をそれぞれ *paired t* 検定にて比較した。 p 値は 0.05 未満を統計学的有意とした。

図 10. 各呼吸数測定方法の模式図 (研究 5)

図 10

図10-a

RTM : Respiratory Time Measurement: 1回呼吸時間測定法

eRR(RTM): estimated respiratory rate by RTM: 1回呼吸時間測定法にて予想した呼吸数

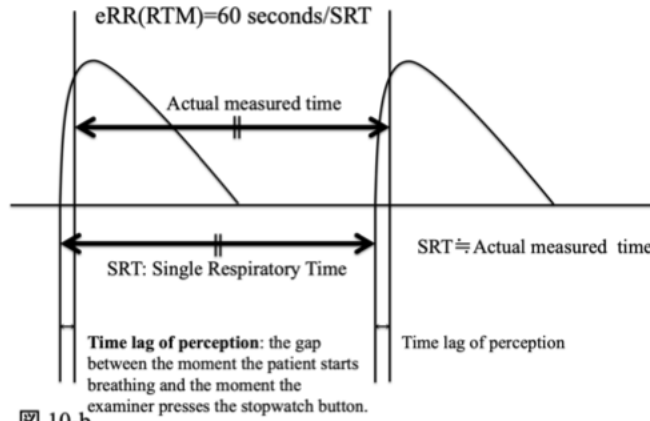


図 10-b

15secRR: 15 seconds period quadruple respiratory rate: 15秒間の呼吸数を4倍する方法

eRR(15secRR): estimated respiratory rate by 15secRR: 15秒間の呼吸数を4倍する方法にて予想した呼吸数

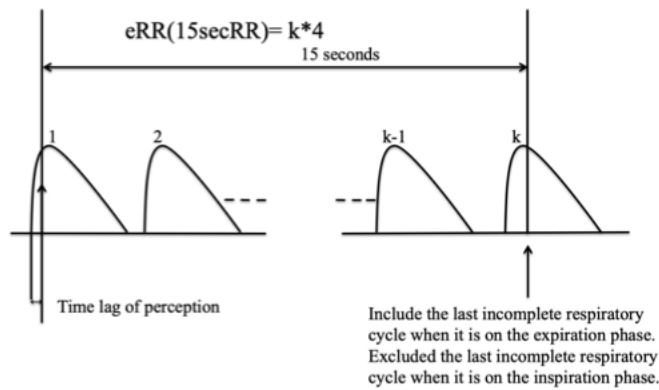
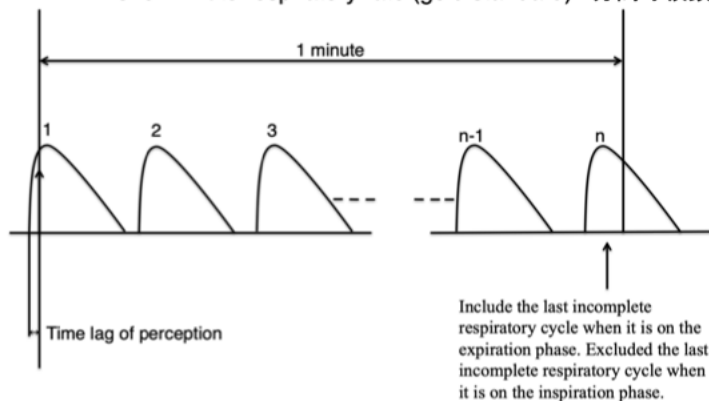


図 10-c

1minRR : one-minute respiratory rate (gold standard): 1分間呼吸数



結果

表 7 被験者の基本情報

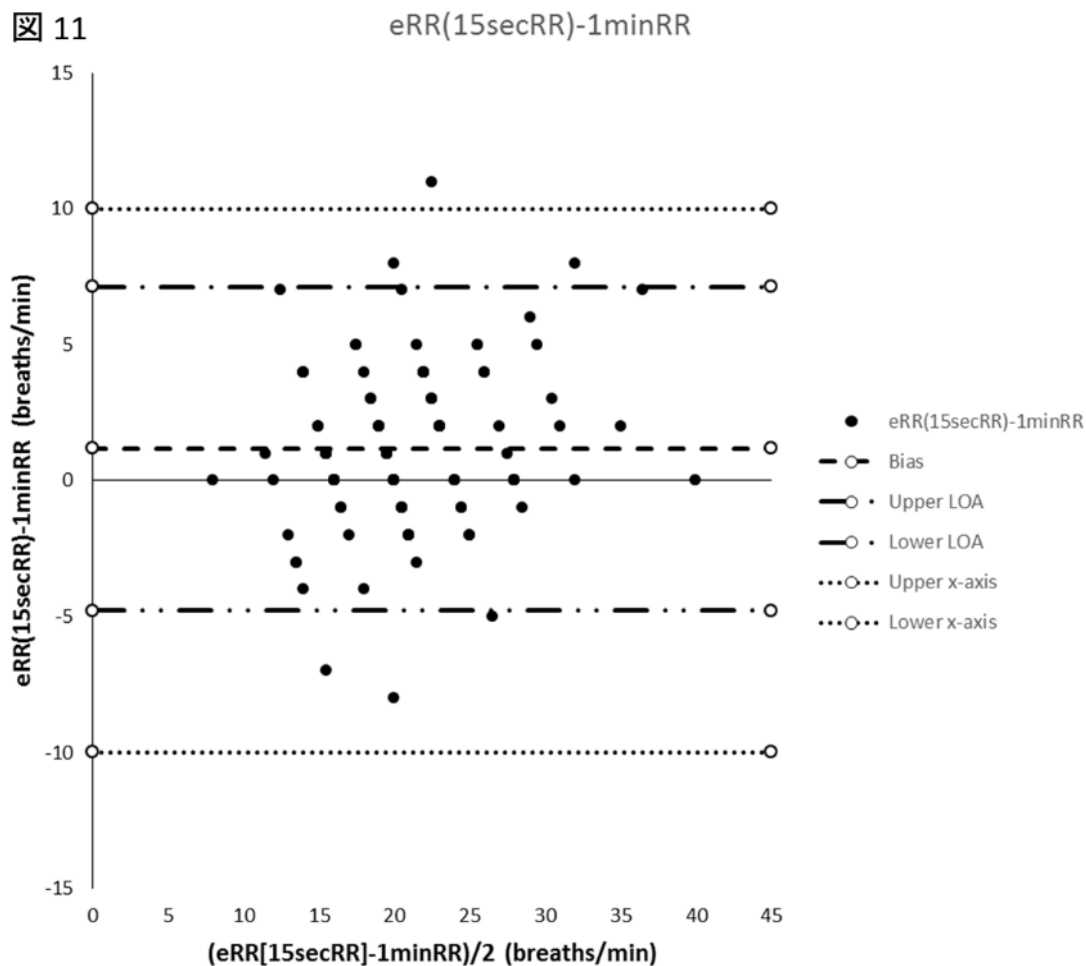
測定者 107 名(男性 36%) 年齢(平均 ± 標準偏差)(81.3 ± 16.7 年)、
1 分間呼吸数、体温、収縮期血圧、拡張期血圧、脈拍、酸素飽和度それぞれの平均
± 標準偏差は 20.4 ± 5.6 breath per minutes, 37.0 ± 0.8 degree Celsius, 130.1 ±
24.6mmHg, 72.1 ± 14.1mmHg, 83.2 ± 12.8beat per minutes, 96.0 ± 2.6%。
15 秒間の呼吸数を 4 倍する方法、1 回呼吸時間測定法それぞれの平均±標準偏差
は 21.4 ± 6.5, 19.1 ± 5.7 breath per minutes。

表 7. 対象者の背景 (研究 5)

n	106
女性, n (%)	66 (63.5)
年齢, mean (SD)	81.3 (16.7)
体温, mean (SD)	37.0 (0.8)
心拍数, mean (SD)	83.2 (12.8)
収縮期血圧, mean (SD)	130.2 (24.6)
拡張期血圧, mean (SD)	72.1 (14.1)
酸素飽和度, mean (SD)	96.0 (2.6)
1分間呼吸数, mean (SD)	20.4 (5.6)
1回呼吸時間測定法による呼吸数, mean (SD)	19.3 (5.7)
15秒4倍法による呼吸数, mean (SD)	21.4 (6.5)

15 秒間の呼吸数を 4 倍する方法と 1 分間呼吸数との相関係数は $R = 0.81$ (95%CI: 0.74 – 0.87) *Bland-Altman* 法による誤差平均と標準偏差は -1.1 ± 3.1 (図 11)、一致誤差範囲は ± 6.1 。標準平方二乗平均誤差は 15.0%であった。

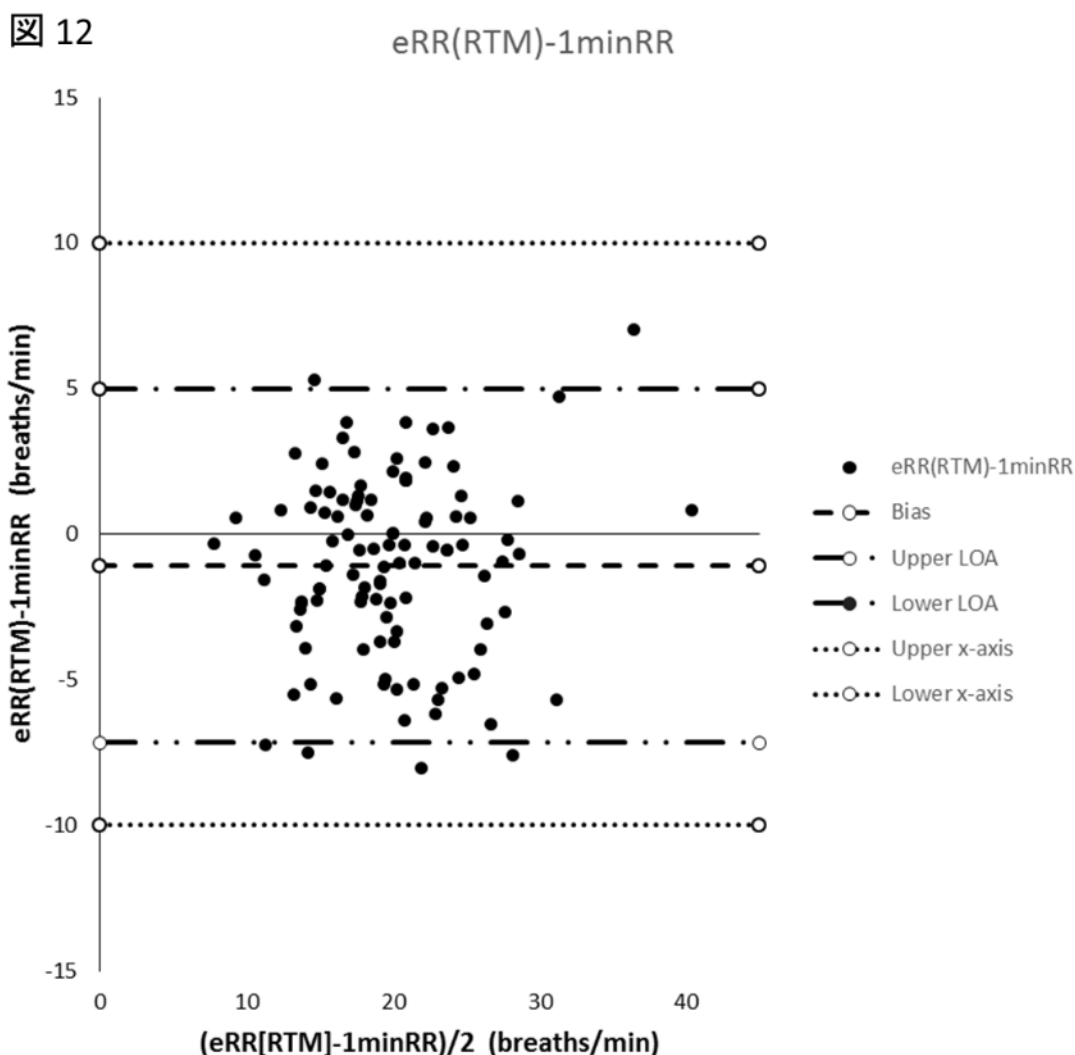
図 11. 15 秒間の呼吸数を 4 倍する方法と 1 分間呼吸数との Bland-Altman 分布 (研究 5)



1minRR: one-minute respiratory rate (gold standard):1 分間呼吸数
 eRR(15secRR): 15 秒間の呼吸数を 4 倍する方法にて予想した呼吸数
 Upper and lower LOA: Upper and lower limit of agreement

1 回呼吸時間測定法と 1 分間呼吸数との相関係数は $R = 0.85$ (95%CI: 0.79 - 0.90) *Bland-Altman* 法による誤差平均と標準偏差は 1.2 ± 3.0 (図 12)、一致誤差範囲は ± 5.9 。標準平方二乗平均誤差は 16.9%であった。

図 12. 1 回呼吸時間測定法と 1 分間呼吸数との Bland-Altman 分布 (研究 5)



1minRR: one-minute respiratory rate (gold standard):1 分間呼吸数

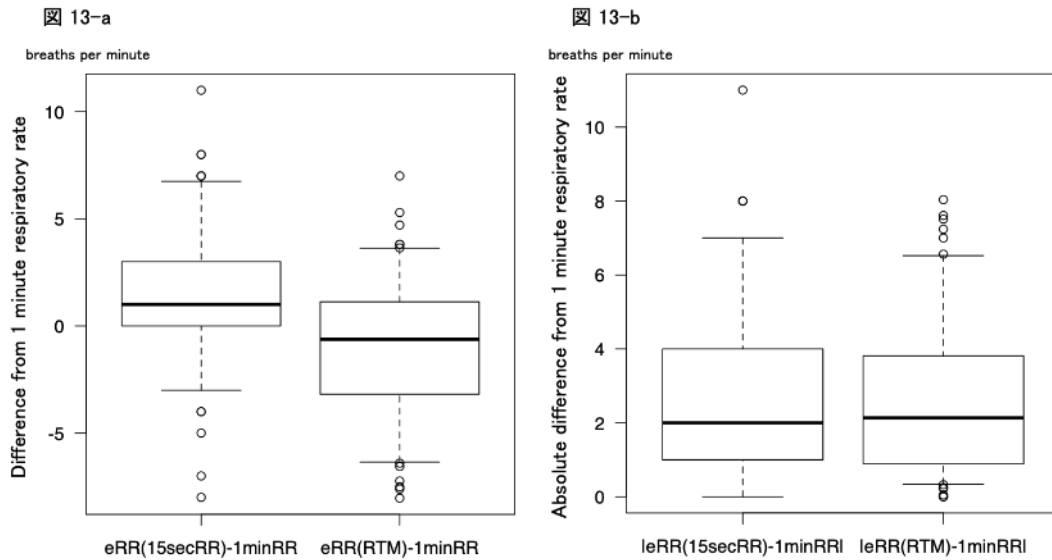
eRR(RTM):1 回呼吸時間測定法にて予想した呼吸数

Upper and lower LOA: Upper and lower limit of agreement

15 秒間の呼吸数を 4 倍する方法と 1 分間呼吸数との差の平均±標準偏差は、 0.95 ± 3.78 、差の絶対値の平均±標準偏差 2.54 ± 2.95 であった。1 回呼吸時間測定法と 1 分間呼吸数の差の平均±標準偏差は -1.09 ± 3.11 、差の絶対値の平均±標準偏差は 2.57 ± 2.05 であった。それぞれの差の検定結果では差の絶対値には有意差は認められなかった(図 13-b, $p = 0.47$)が、差には統計学的に有意な差を認めた。(図 13-a, $p < 0.001$)

図 13. 15 秒 4 倍法と 1 分間呼吸数との差と 1 回呼吸時間測定法と 1 分間呼吸数との差、およびこれらの差の絶対値の paired *t* 検定

図 13



1minRR: one-minute respiratory rate (gold standard):1 分間呼吸数

eRR(15secRR): 15 秒間の呼吸数を 4 倍する方法にて予想した呼吸数

eRR(RTM):1 回呼吸時間測定法にて予想した呼吸数

箱の中心線は中央値、箱の上下はそれぞれ一分位三分位を示す。上下のヒゲは 5 - 95% 範囲。○は外れ値を示す。

考察

本研究は外来臨床の場で15秒間の呼吸数を4倍する方法と1回呼吸時間測定法の1分間呼吸数への一致性を検討した研究である。両簡便法ともに本研究の条件下では、1分間呼吸数への一致性に統計学的に有意な差は認められなかったが、15秒間の呼吸数を4倍する方法は1分間呼吸数よりもやや高い値を示す傾向があり、一方で1回呼吸時間測定法は1分間呼吸数よりもやや低い値を示す傾向が観察された。

1回呼吸時間測定法の最大のメリットは迅速さである。先行研究でも呼吸の間隔から呼吸数を概算する方法が検討されている。Karlenらは独自のアプリを作成し、4サイクルの呼吸間隔から1分間呼吸数を予測する方法が、最小労力で最も精度が高くなることを報告している⁷⁸。この研究での4回呼吸時間測定での概算呼吸数と1分間呼吸数との標準平方二乗平均誤差は $5.5 \pm 1.1\%$ であり、本研究での1回呼吸時間測定法の約1/3程度である。同研究は麻酔下、人工呼吸下の小児を対象に行われた結果であり、直接の誤差を本研究とは比較できないが、短時間の呼吸間隔の測定から呼吸数を概算する方法では、短時間で簡便に呼吸数を観察できるため呼吸数測定を行う測定者の作業負担を軽減することが期待できる。一方、研究4の結果と同様に15秒間の呼吸数を4倍する方法は、実測値よりも過大評価してしまう傾向が観察された。

呼吸数は患者の急変を予測する上で優れた指標である^{11,70,79}。防ぎ得る急変死を減らすために、呼吸数の測定の実施が推奨されている^{5,80}。一方で、呼吸数は状況や時間によって刻々と変化するため、労力と技術を要する1分間呼吸数を全ての患者に行うことは現実的ではない。この観点において、対照的な特性を持つ15秒間の呼吸数を4倍する簡便法と1回呼吸時間測定法の複合的な利用は、精度の高い測定を要する患者を選別するためのスクリーニングツールとして、検討の余地がある。

結論

15秒間の呼吸数を4倍する簡便法は真の呼吸数に対して高い相関を持つものの、過大評価となりがちである。1呼吸の間隔から呼吸数を概算する簡便法は15秒間の呼吸数を4倍する簡便法よりも1分間呼吸数との差が少ないが、過小評価となりやすい。

VIII. おわりに

VIII-1. 課題と展望

課題

本論文では、呼吸数を過疎地域の医療現場で活用していくことを上位の目的として5つの研究を実施した。

まず、本論文の終章として5つの研究におけるそれぞれの課題・展望を述べる。併せて、研究全体を通して今後、呼吸数に関する研究を進めていく上での課題点を挙げる。

研究1では外来受診高齢者を対象に安静時呼吸数と年齢との関連について検証した。性別、喫煙歴、基礎疾患、内服薬の呼吸数に影響を及ぼしうる要因を調整した上で年齢との関連の解析を行ない、年齢が呼吸数に対して独立した要因である可能性が示唆された。これは、呼吸数を評価する際に、60歳から90歳代の高齢者を同一の基準範囲で評価することへ疑問を提示する根拠となり得る。今後、高齢者の呼吸数評価のためのレファランスとなる基準範囲を作成するためには、さらに大きな集団のデータ及び、疾患ごとの検証が必要であろう。しかし、高齢者の評価において、他疾患並存、多剤内服、個人間のバリエーションと複数因子が同時に関わっている実態をどのように考慮するかは重要な課題である。

研究2では呼吸間隔の不規則性が基礎疾患によって異なる可能性が示唆された。高齢者において、パーキンソン病の有無が安静時の不規則な呼吸間隔に関連していることは、先行研究と矛盾しない。パーキンソン病を含め、特定の基礎疾患の有無が呼吸間隔の変動性に影響を与える可能性は呼吸数変動の研究において注意すべき基礎情報となり得る。さらなる課題として、パーキンソン病が呼吸間隔の不規則性に影響を与えるメカニズムとして考えられる自律神経系およびレボドパ製剤の影響の定量的な検証が挙げられる。また、医療用モニターや人工呼吸器は呼吸間隔が一定であることを前提として呼吸数を算出するアルゴリズムを使用している⁸¹。このため、不規則な安静時呼吸数を示す高齢者では医療用モニターによる呼吸数表示に差が生じる可能性がある。呼吸数変動が、CPAPの適合性に強く関連していることが報告されており⁸²、呼吸間隔の不規則性と基礎疾患の関連についてさらなる研究が必要である。

研究3では無医地区を抱える医療圏の病院勤務看護師の呼吸数測定頻度に影響を与える要因を評価した。この結果は、呼吸数測定を医療現場において普及させ

ていく上での基礎情報となり得る。一方で、本研究の結果では、抽出された要因が呼吸数測定頻度を上昇させるのかの検証できていない。本研究の結果を元に、呼吸数測定を促進する取り組みについて考えていきたい。

研究4、研究5から呼吸数測定の2つの簡便法の1分間呼吸数への一致性について二つの異なるセッティングにおいて検証を行い、それぞれの簡便法の特性に関する知見を得ることができた。この結果は臨床上使用されている簡便法を解釈する一助となり得る。今後の課題として、簡便法の扱いが挙げられる。救急外来や急変の可能性が十分想定される状況下ではルーチンでの30秒以上もしくは1分間呼吸数測定が望ましいと考えられるが、一般外来や呼吸器、循環器の慢性疾患患者において常に1分間の呼吸数を測定すべきなのか検討されていない。また、救急医療の現場であっても災害トリアージの現場や重症患者の初期評価に1分間の呼吸数測定は現実的ではなく、短時間の測定やスクリーニングツールの開発が望まれる。

慢性期の外来診療における全患者に常に呼吸数を測定し続けることは、過剰な作業負担を助長しかねない。過度に精密な測定方法を強要して不履行を助長するのではなく、多様な臨床現場で活用できる呼吸数評価の方略の検討には一考の余地がある。

次に呼吸数全般に関する諸般の問題として三つの課題を挙げる。

第一に、用語の統一が挙げられる。日本語では呼吸数以外の表記は見られないが、英語圏での表記では、呼吸数の表記に respiratory rate, respiratory frequency, breathing frequency, breathing rate, respiration rate, respiration frequency、同じ意味としていくつかの用語が使用されている。MESH term としては respiratory rate のみ登録されている。呼吸数の定義を考慮すると、呼吸数測定は respiration という生物の生命維持に必須の異化反応としてのガス交換プロセスを観察しているのではなく、有効なガス交換か否かによらず、呼吸動作の回数を観察しているため、呼吸の動作を表す breathing が近い。また rate, frequency 共に”単位時間あたりの”という意味を有しているが、rate は”速度”の意味合いを内包し、量を表す単位を持つものに使用される。一方で、frequency は回数という次元を持たないものに使用される。このため、breathing frequency が呼吸数の定義に即した表現と考えられる。学術誌によっては respiratory rate の使用をせずに、breathing frequency に統一しているものもある。しかし、breathing は医学用語としては使用されず、breathing frequency は MESH term としては登録されていない。

第二に、呼吸数測定方法自体にも厳密な定義は未だ存在していない。呼吸数の測定方法について、歴史的背景から gold standard となっているのは、WHO による小児の細菌性肺炎対策において作成されたガイドラインである⁴²。これらの研究は医療資

源や人的資源に制限のある途上国のセッティングにおいて、新生児を含む小児を対象として行われた研究であり、呼吸数測定の測定者として母親やコミュニティーワーカーを含めた非医療者も想定されている。このため、精密医療機器の精度を評価するためのゴールドスタンダードとして、このガイドラインが適切なのかは疑問が残る。しかしそれ以降の呼吸数に関する研究は、WHO のガイドラインを呼吸数測定のゴールドスタンダードとして設計されている。呼吸数の測定時間については、WHO がこのガイドライン作成のために委託した 2 つの研究^{46,83} が元となり、30 秒以上をかけて測定すべきことが明示されている。しかし、30 秒か 1 分かについてコンセンサスはついていない。本論文でも取り挙げた 15 秒間の呼吸数は、1 分間の呼吸数測定に比較し一定以上の差が観察されることは本研究での報告を含め 2019 年までに 3 本の論文がある^{35,84,85}。一方で、小児の呼吸数測定においては、1 分間の測定は 30 秒間の測定よりも測定の失敗率が上昇することが指摘されている⁸³。測定の観察方法についても、一般的に 1 分間の呼吸動作(胸郭や腹部の動き、聴診下での呼吸音の)回数とされているが、厳密には自律神経系のバランスによって変わりうる腹式呼吸、胸式呼吸を区別するのか否か、それに関連して臥位、座位のどちらの体位とするのか、開閉眼を区別するのか決まっていない。小児、特に新生児の呼吸数測定においては、聴診器を使用することで測定の失敗が減ったという報告があるが⁸⁶、一般的には、呼吸数を測定していることは、被験者に知らせずに行うべきとされており、成人でも聴診器を使うべきか検討されていない。さらに、本研究でも言及しているが、1 分間の呼吸数測定を呼吸周期のどのタイミングから測定を行い、測定期間終了時に吸気の始まった呼吸を数えるのか否かについて、厳密な測定方法についての定義が存在しない。

第三の課題として、測定の自動化に関連する課題がある。呼吸数以外のバイタルサインである体温、脈拍、血圧には、機械による自動測定が普及している。このため、呼吸数測定だけが、未だに測定者による一定時間の集中を要し、直接患者の様子を観察しなければ測定できない。さらに、呼吸数測定は、一定時間を測定するための時計と患者の呼吸運動の二つ同時に注意を向けるというダブルタスクであり、測定に技術を要する。この特有の作業負担は、酸素飽和度の測定の方が呼吸数測定よりも普及している要因の一つとしてしばしば説明される⁸⁸。一方、呼吸数測定に特有の作業負担は、測定者と患者との間の直接的関わりを増やし、測定者に患者の General appearance(直感的重症感)という付加的な情報を与える良い面も指摘されている⁸⁷。作業負担の問題に対して、様々な呼吸数測定を補助する医療機器が考案されている。最も簡単な初期のものは、WHO 主導で開発されている 1 分間および 30 秒間を測定して音を鳴らすタイマー(Acute respiratory infection timer: ARI timer)であり^{42,89}、呼吸数測定のダブルタスクをシングルタスクにすることができる。さらに作業負担を軽減するために、様々なタイプのウェアラブルデバイスが開発され、実用化され

始めている^{65-67,69,90}。機械技術の発展による医療への恩恵は計り知れない。近い将来、呼吸数測定もいずれは自動で行われる可能性は高く、望ましい発展であろう。しかし、臨床での使用においてはウェアラブルデバイスに限らず測定機器の精度に一定の限界も報告されている^{68,89}。新技術の臨床応用のための精度の課題を解決して行くためには、呼吸数測定に関する原則的な方法の統一、標準化が必須である。

Ⅷ-2.まとめ

本研究の最終的な目標は、過疎地域の医療現場において呼吸数を活用し、ひいては呼吸数の活用を通して、医療アウトカムを改善することである。

この目標に対して、本論文で実施した5つの研究は基礎的な段階に過ぎず、道半ばと言わざるを得ない。今後、呼吸数が持つ臨床情報を医療の現場でも活用していくためには、さらなる研究が必要である。

本研究における、今後の展望として以下の5つを掲げる。

1. 高齢者における安静時呼吸数および、頻呼吸の基準値を探索する。
2. 呼吸間隔変動と自律神経および自律神経系に異常をきたす疾患との関連の検討を進める。
3. 過疎地域の医療現場において呼吸数測定を推奨する啓蒙的介入を行い、医療者の呼吸数測定の行動変容の効果を評価する。
4. 1分間呼吸数測定に先行する呼吸数測定の簡便法によるスクリーニングの可能性について検討を行う。
5. 呼吸数測定の普及による疾患および予後のアウトカムの変化を観察・評価する。

侵襲や特別な医療機器を要せずに測定することができる呼吸数を地域の現場の中で活用していくことは医療の質向上に繋がることが期待できる。さらなる研究を続けていきたい。

IX. 謝辞

研究について指導・協力・支援していただいた 自治医科大学地域医療学センター地域医療学部門、山口県立総合医療センター、下関市立豊田中央病院、萩市立国民健康保険見島診療所、岩国市立美和病院、岩国市立錦中央病院、周防大島町立大島病院、周防大島町立東和病院の上記医療施設の医療スタッフ、および事務職員の方々、研究に協力していただいた患者さん方、そのご家族の方々に深い感謝の意を表する。

本論文の研究において、開示すべき利益相反に該当する事項は存在しない。

X. 参考文献

1. Barrett Kim E, Barman, Susan M, Boitano, Scott Brooks H. *Ganong's Review of Medical Physiology*. 24th ed. MC Graw Hill; 2012. 619.
2. Chourpiliadis C, Bhardwaj A. Physiology, Respiratory Rate. In: *StatPearls*. Treasure Island: StatPearls Publishing; 2020.
3. Gravelyn TR, Weg JG. Respiratory rate as an indicator of acute respiratory dysfunction. *JAMA*. 1980;244(10):1123–1125.
4. McFadden JP, Price RC, Eastwood HD, Briggs RS. Raised respiratory rate in elderly patients: a valuable physical sign. *Br Med J*. 1982;284(6316):626–627.
5. NICE. Center for Clinical Practice at NICE. Acutely ill patients in hospital: recognition of and response to acute illness in adult in hospital. *National Institute for Health and Clinical Excellence*. London; 2007.
6. Kellett J, Sebat F. Make vital signs great again – A call for action. *Eur J Intern Med*. 2017;45:13–19.
7. Singer M, Deutschman CS, Seymour CW, Shankar–Hari M, Annane D, Bauer M, Bellomo R, Bernard GR, Chiche JD, Coopersmith CM, Hotchkiss RS, Levy MM, Marshall JC, Martin GS, Opal SM, Rubenfeld GD, van der Poll T, Vincent JL, Angus DC. The Third International Consensus Definitions for Sepsis and Septic Shock (Sepsis–3). *JAMA*. 2016;315(8):801–810.
8. Subbe CP, Slater A, Menon D, Gemmell L. Validation of physiological scoring systems in the accident and emergency department. *Emerg Med J*. 2006;23(11):841–845.
9. Knaus WA, Draper EA, Wagner DP, Zimmerman JE. APACHE II: a severity of disease classification system. *Crit Care Med*. 1985;13(10):818–829.
10. British Thoracic Society Standards of Care Committee. BTS Guidelines for the Management of Community Acquired Pneumonia in Adults. *Thorax*. 2001;56 Suppl 4(Suppl 4):IV1–IV64.
11. Fieselmann JF, Hendryx MS, Helms CM, Wakefield DS. Respiratory rate predicts cardiopulmonary arrest for internal medicine inpatients. *J Gen Intern Med*. 1993;8(7):354–360.
12. Barthel P, Wensel R, Bauer A, Müller A, Wolf P, Ulm K, Huster KM, Francis DP, Malik M, Schmidt G. Respiratory rate predicts outcome after acute myocardial infarction: a prospective cohort study. *Eur Heart J*. 2013;34(22):1644–1650.

13. Baumert M, Linz D, Stone K, McEvoy RD, Cummings S, Redline S, Mehra R, Immanuel S. Mean nocturnal respiratory rate predicts cardiovascular and all-cause mortality in community-dwelling older men and women. *Eur Respir J*. 2019;54(1):1802175.
14. Nakagawa M, Hattori N, Haruta Y, Sugiyama A, Iwamoto H, Ishikawa N, Fujitaka K, Murai H, Tanaka J, Kohno N. Effect of increasing respiratory rate on airway resistance and reactance in COPD patients. *Respirology*. 2015;20(1):87–94.
15. Isler JR, Thai T, Myers MM, Fifer WP. An automated method for coding sleep states in human infants based on respiratory rate variability. *Dev Psychobiol*. 2016;58(8):1108–1115.
16. Tamaki H, Miura M, Nakamoto S, Horie T, Kanzaki S, Shimizu E, Amisaki T, Burioka N. Approximate Entropy of Respiratory Movements in Human Newborns during Different Sleep States. *Yonago Acta Med*. 2016;59(1):89–91.
17. Gravel J, Opatrny L, Gouin S. High rate of missing vital signs data at triage in a paediatric emergency department. *Paediatr Child Health*. 2006;11(4):211–215.
18. Cretikos MA, Bellomo R, Hillman K, Chen J, Finfer S, Flabouris A. Respiratory rate: the neglected vital sign. *Med J Aust*. 2008;188(11):657–659.
19. Takamura A, Matsumoto M, Ishikawa S. Rural health in Japan: past and future. *Rural Remote Health*. 2017;17(4):4521.
20. Kashima S, Inoue K, Matsumoto M, Takeuchi K. Non-physician communities in Japan: are they still disadvantaged?. *Rural Remote Health*. 2014;14(3):2907.
21. Takayama A, Nagamine T, Kotani K. Aging is independently associated with an increasing normal respiratory rate among an older adult population in a clinical setting: A cross-sectional study. *Geriatr Gerontol Int*. 2019;19(11):1179–1183.
22. Lindhardt T, Klausen HH, Christiansen C, Smith LL, Pedersen J, Andersen O. Elderly patients with community-acquired pneumonia are not treated according to current guidelines. *Dan Med J*. 2013;60(2):A4572.
23. Mehmood A, He S, Zafar W, Baig N, Sumalani F, Razzak J. How vital are the vital signs? A multi-center observational study from emergency departments of Pakistan. *BMC Emerg Med*. 2015;15 Suppl 2(Suppl 2):S10.

24. Hooker EA, O'Brien DJ, Danzl DF, Barefoot JA, Brown JE. Respiratory rates in emergency department patients. *J Emerg Med.* 1989;7(2):129–132.
25. Rodríguez–Molinero A, Narvaiza L, Ruiz J, Gálvez–Barrón C. Normal respiratory rate and peripheral blood oxygen saturation in the elderly population. *J Am Geriatr Soc.* 2013;61(12):2238–2240.
26. Rajendra Acharya U, Paul Joseph K, Kannathal N, Lim CM, Suri JS. Heart rate variability: a review. *Med Biol Eng Comput.* 2006;44(12):1031–1051.
27. Huikuri HV, Stein PK. Heart rate variability in risk stratification of cardiac patients. *Prog Cardiovasc Dis.* 2013;56(2):153–159.
28. Garrido D, Assioun JJ, Keshishyan A, Sanchez–Gonzalez MA, Goubran B. Respiratory Rate Variability as a Prognostic Factor in Hospitalized Patients Transferred to the Intensive Care Unit. *Cureus.* 2018;10(1):e2100.
29. McGillivray D. Routine vital signs not so routine: Next question? When does it matter?. *Paediatr Child Health.* 2006;11(4):209.
30. Semler MW, Stover DG, Copland AP, Hong G, Johnson MJ, Kriss MS, Otepka H, Wang L, Christman BW, Rice TW. Flash mob research: a single–day, multicenter, resident–directed study of respiratory rate. *Chest.* 2013;143(6):1740–1744.
31. Cooper S, Cant R, Sparkes L. Respiratory rate records: the repeated rate?. *J Clin Nurs.* 2014;23(9–10):1236–1238.
32. Hogan J. Why don't nurses monitor the respiratory rates of patients?. *Br J Nurs.* 2006;15(9):489–492.
33. Philip K, Richardson R, Cohen M. Staff perceptions of respiratory rate measurement in a general hospital. *Br J Nurs.* 2013;22(10):570–574.
34. Ansell H, Meyer A, Thompson S. Why don't nurses consistently take patient respiratory rates?. *Br J Nurs.* 2014;23(8):414–418.
35. Hill A, Kelly E, Horswill MS, Watson MO. The effects of awareness and count duration on adult respiratory rate measurements: An experimental study. *J Clin Nurs.* 2018;27(3–4):546–554.
36. Takayama A, Takeshima T, Nakashima Y, Yoshidomi T, Nagamine T, Kotani K. A Comparison of Methods to Count Breathing Frequency. *Respir Care.* 2019;64(5):555–563.
37. Subbe CP, Kruger M, Rutherford P, Gemmel L. Validation of a modified Early Warning Score in medical admissions. *QJM.* 2001;94(10):521–526.

38. Churpek MM, Yuen TC, Winslow C, Hall J, Edelson DP. Differences in vital signs between elderly and nonelderly patients prior to ward cardiac arrest. *Crit Care Med.* 2015;43(4):816–822.
39. Fleming S, Thompson M, Stevens R, Heneghan C, Plüddemann A, Maconochie I, Tarassenko L, Mant D. Normal ranges of heart rate and respiratory rate in children from birth to 18 years of age: a systematic review of observational studies. *Lancet.* 2011;377(9770):1011–1018.
40. West J, Luks A. *West's Respiratory Physiology THE ESSENTIALS*. 10th ed. Wolters Kluwer; 2016. 153.
41. McGee S. *McGee evidence based physical diagnosis*. 3th ed. Elsevier Saunders; 2012. 145–155.
42. World Health Organization. *Fourth Programme Report, 1988–1989: ARI Programme for Control of Acute Respiratory Infections*. Geneva, Switzerland: WHO; 1990:31
43. Rossi A, Ganassini A, Tantucci C, Grassi V. Aging and the respiratory system. *Aging (Milano).* 1996;8(3):143–161.
44. Chester JG, Rudolph JL. Vital signs in older patients: age-related changes. *J Am Med Dir Assoc.* 2011;12(5):337–343.
45. Perry S, Khovanova NA, Khovanov IA. Control of heart rate through guided high-rate breathing. *Sci Rep.* 2019;9(1):1545.
46. Simoes EA, Roark R, Berman S, Esler LL, Murphy J. Respiratory rate: measurement of variability over time and accuracy at different counting periods. *Arch Dis Child.* 1991;66(10):1199–1203.
47. Tobin MJ, Chadha TS, Jenouri G, Birch SJ, Gazeroglu HB, Sackner MA. Breathing patterns. 1. Normal subjects. *Chest.* 1983;84(2):202–205.
48. Bradley BD, Green G, Ramsay T, Seely AJ. Impact of sedation and organ failure on continuous heart and respiratory rate variability monitoring in critically ill patients: a pilot study. *Crit Care Med.* 2013;41(2):433–444.
49. Tobin MJ, Chadha TS, Jenouri G, Birch SJ, Gazeroglu HB, Sackner MA. Breathing patterns. 2. Diseased subjects. *Chest.* 1983;84(3):286–294.
50. Parkinson J. An essay on the shaking palsy. 1817. *J Neuropsychiatry Clin Neurosci.* 2002;14(2):223–222.
51. Pincus S. Approximate entropy (ApEn) as a complexity measure. *Chaos.* 1995;5(1):110–117.
52. Hoehn MM, Yahr MD. Parkinsonism: onset, progression and mortality. *Neurology.* 1967;17(5):427–442.

53. Whited L, Graham DD. Abnormal Respirations. In: *StatPearls*. Treasure Island: StatPearls Publishing; 2020.
54. Smith JC, Ellenberger HH, Ballanyi K, Richter DW, Feldman JL. Pre-Bötzinger complex: a brainstem region that may generate respiratory rhythm in mammals. *Science*. 1991;254(5032):726–729.
55. Hibi S, Yamaguchi Y, Umeda–Kameyama Y, Iijima K, Takahashi M, Momose T, Akishita M, Ouchi Y. Respiratory dysrhythmia in dementia with Lewy bodies: a cross–sectional study. *BMJ Open*. 2013;3(9):e002870.
56. McCann H, Stevens CH, Cartwright H, Halliday GM. α –Synucleinopathy phenotypes. *Parkinsonism Relat Disord*. 2014;20 Suppl 1:S62–S67.
57. Goetz CG, Lütge W, Tanner CM. Autonomic dysfunction in Parkinson’s disease. *Neurology*. 1986;36(1):73–75.
58. Cersosimo MG, Benarroch EE. Autonomic involvement in Parkinson’s disease: pathology, pathophysiology, clinical features and possible peripheral biomarkers. *J Neurol Sci*. 2012;313(1–2):57–63.
59. Apps MC, Sheaff PC, Ingram DA, Kennard C, Empey DW. Respiration and sleep in Parkinson’s disease. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*. 1985;48(12):1240–1245.
60. Rice JE, Antic R, Thompson PD. Disordered respiration as a levodopa–induced dyskinesia in Parkinson’s disease. *Mov Disord*. 2002;17(3):524–527.
61. Lim A, Leow L, Huckabee ML, Frampton C, Anderson T. A pilot study of respiration and swallowing integration in Parkinson’s disease: “on” and “off” levodopa. *Dysphagia*. 2008;23(1):76–81.
62. KORY RC. Routine measurement of respiratory rate; an expensive tribute to tradition. *J Am Med Assoc*. 1957;165(5):448–450.
63. McBride J, Knight D, Piper J, Smith GB. Long–term effect of introducing an early warning score on respiratory rate charting on general wards. *Resuscitation*. 2005;65(1):41–44.
64. Odell M, Rechner IJ, Kapila A, Even T, Oliver D, Davies CW, Milsom L, Forster A, Rudman K. The effect of a critical care outreach service and an early warning scoring system on respiratory rate recording on the general wards. *Resuscitation*. 2007;74(3):470–475.
65. Lee PJ. Clinical evaluation of a novel respiratory rate monitor. *J Clin Monit Comput*. 2016;30(2):175–183.

66. Mort AJ, Fitzpatrick D, Wilson PM, Mellish C, Schneider A. Lightweight physiologic sensor performance during pre-hospital care delivered by ambulance clinicians. *J Clin Monit Comput.* 2016;30(1):23–32.
67. Granholm A, Pedersen NE, Lippert A, Petersen LF, Rasmussen LS. Respiratory rates measured by a standardised clinical approach, ward staff, and a wireless device. *Acta Anaesthesiol Scand.* 2016;60(10):1444–1452.
68. Breteler MJM MSc, Huizinga E, van Loon K, Leenen LPH, Dohmen DAJ, Kalkman CJ, Blokhuis TJ. Reliability of wireless monitoring using a wearable patch sensor in high-risk surgical patients at a step-down unit in the Netherlands: a clinical validation study. *BMJ Open.* 2018;8(2):e020162.
69. Hernandez-Silveira M, Ahmed K, Ang SS, Zandari F, Mehta T, Weir R, Burdett A, Toumazou C, Brett SJ. Assessment of the feasibility of an ultra-low power, wireless digital patch for the continuous ambulatory monitoring of vital signs. *BMJ Open.* 2015;5(5):e006606.
70. Gravelyn TR, Weg JG. Respiratory rate as an indicator of acute respiratory dysfunction. *JAMA.* 1980;244(10):1123–1125.
71. Bianchi W, Dugas AF, Hsieh YH, Saheed M, Hill P, Lindauer C, Terzis A, Rothman RE. Revitalizing a vital sign: improving detection of tachypnea at primary triage. *Ann Emerg Med.* 2013;61(1):37–43.
72. Philip KE, Pack E, Cambiano V, Rollmann H, Weil S, O’Beirne J. The accuracy of respiratory rate assessment by doctors in a London teaching hospital: a cross-sectional study. *J Clin Monit Comput.* 2015;29(4):455–460.
73. Lovett PB, Buchwald JM, Stürmann K, Bijur P. The vexatious vital: neither clinical measurements by nurses nor an electronic monitor provides accurate measurements of respiratory rate in triage. *Ann Emerg Med.* 2005;45(1):68–76.
74. Muro F, Mosha N, Hildenwall H, Mtei F, Harrison N, Schellenberg D, Olomi R, Reyburn H, Todd J. Variability of respiratory rate measurements in children suspected with non-severe pneumonia in north-east Tanzania. *Trop Med Int Health.* 2017;22(2):139–147.
75. Amirav I, Masumbuko CK, Hawkes MT. Poor Agreement and Imprecision of Respiratory Rate Measurements in Children in a Low-Income Setting. *Am J Respir Crit Care Med.* 2018;198(11):1462–1463.
76. Brabrand M, Hallas P, Folkestad L, Lautrup-Larsen CH, Brodersen JB. Measurement of respiratory rate by multiple raters in a clinical setting is unreliable: A cross-sectional simulation study. *J Crit Care.* 2018;44:404–406.

77. Latten GHP, Spek M, Muris JWM, Cals JWL, Stassen PM. Accuracy and interobserver-agreement of respiratory rate measurements by healthcare professionals, and its effect on the outcomes of clinical prediction/diagnostic rules. *PLoS One*. 2019;14(10):e0223155.
78. Karlen W, Gan H, Chiu M, Dunsmuir D, Zhou G, Dumont GA, Ansermino JM. Improving the accuracy and efficiency of respiratory rate measurements in children using mobile devices [published correction appears in *PLoS One*. 2015;10(2):e0118260]. *PLoS One*. 2014;9(6):e99266.
79. Ljunggren M, Castrén M, Nordberg M, Kurland L. The association between vital signs and mortality in a retrospective cohort study of an unselected emergency department population. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med*. 2016;24:21.
80. Rolfe S. The importance of respiratory rate monitoring. *Br J Nurs*. 2019;28(8):504–508.
81. Charlton PH, Bonnici T, Tarassenko L, Clifton DA, Beale R, Watkinson PJ. An assessment of algorithms to estimate respiratory rate from the electrocardiogram and photoplethysmogram. *Physiol Meas*. 2016;37(4):610–626.
82. Yamauchi M, Jacono FJ, Fujita Y, Yoshikawa M, Ohnishi Y, Nakano H, Campanaro CK, Loparo KA, Strohl KP, Kimura H. Breathing irregularity during wakefulness associates with CPAP acceptance in sleep apnea. *Sleep Breath*. 2013;17(2):845–852.
83. Gadomski AM, Khallaf N, el Ansary S, Black RE. Assessment of respiratory rate and chest indrawing in children with ARI by primary care physicians in Egypt. *Bull World Health Organ*. 1993;71(5):523–527.
84. Takayama A, Takeshima T, Nakashima Y, Yoshidomi T, Nagamine T, Kotani K. A Comparison of Methods to Count Breathing Frequency. *Respir Care*. 2019;64(5):555–563.
85. Rimbi M, Dunsmuir D, Ansermino JM, Nakitende I, Namujwiga T, Kellett J. Respiratory rates observed over 15 and 30 s compared with rates measured over 60 s: practice-based evidence from an observational study of acutely ill adult medical patients during hospital admission. *QJM*. 2019;112(7):513–517.
86. Hewson PH, Humphries SM, Robertson DM, McNamara JM, Robinson MJ. Markers of serious illness in infants under 6 months old presenting to a children's hospital. *Arch Dis Child*. 1990;65(7):750–756.

87. Prgomet M, Cardona–Morrell M, Nicholson M, Lake R, Long J, Westbrook J, Braithwaite J, Hillman K. Vital signs monitoring on general wards: clinical staff perceptions of current practices and the planned introduction of continuous monitoring technology. *Int J Qual Health Care*. 2016;28(4):515–521.
88. Elliott M, Baird J. Pulse oximetry and the enduring neglect of respiratory rate assessment: a commentary on patient surveillance. *Br J Nurs*. 2019;28(19):1256–1259.
89. Baker K, Alfvén T, Mucunguzi A, Wharton–Smith A, Dantzer E, Habte T, Matata L, Nanyumba D, Okwir M, Posada M, Sebsibe A, Nicholson J, Marasciulo M, Izadnegahdar R, Petzold M, Källander K. Performance of Four Respiratory Rate Counters to Support Community Health Workers to Detect the Symptoms of Pneumonia in Children in Low Resource Settings: A Prospective, Multicentre, Hospital–Based, Single–Blinded, Comparative Trial. *EClinicalMedicine*. 2019;12:20–30.
90. Li T, Divatia S, McKittrick J, Moss J, Hijnen NM, Becker LB. A pilot study of respiratory rate derived from a wearable biosensor compared with capnography in emergency department patients. *Open Access Emerg Med*. 2019;11:103–108.