

レーザー距離計を用いた簡便な Functional reach test の開発

佐藤 衛¹⁾, 川口 徹²⁾

1) 社会福祉法人青森社会福祉振興団まるめるナースステーション西多賀

2) 青森県立保健大学大学院健康科学研究科

抄 録

〔目的〕 簡便に測定できるレーザー距離計を用いた Functional reach test (以下, レーザー距離計法) の信頼性・妥当性を検討すること。

〔方法〕 健常成人67名を対象とした。レーザー距離計法は, 直立位で肩関節を90°屈曲した開始肢位にて壁までの距離を測定したのち, 前方に手を伸ばした終了肢位にて再度距離を測定し, 前者から後者を差し引いて測定値とした。壁までの距離を 2 m, 3 m, 4 m とし, 各 3 回ずつ測定した。基準尺度として, 最初に Functional reach test が提唱された方法に近い計測機器法, 既存の方法として指示棒を用いた指示棒法を各 2 回ずつ測定した。3 方法の信頼性は級内相関係数を用いて検討した。レーザー距離計法と基準尺度との関連の強さを示す基準関連妥当性を Pearson の積率相関係数を用いて検討した。3 方法の測定値の差は反復測定の分散分析および事後検定として Shaffer 法を用いて検討した。

〔結果〕 レーザー距離計法の級内相関係数は0.86であり, 計測機器法の0.89に比べやや低かったが, 指示棒法の0.79と比べて高かった。レーザー距離計法と計測機器法とは0.71と有意な強い正の相関があり, 基準関連妥当性が高かった。レーザー距離計法は計測機器法および指示棒法に比べ有意に短かった。

〔結語〕 レーザー距離計法は, 信頼性および妥当性が高く, 姿勢の安定化に寄与する要因を排除して測定できる尺度であった。また, レーザー距離計法は場所を選ばずに測定できることから病棟や訪問業務での再現が可能であると考えられた。

《キーワード》 Functional reach test, レーザー距離計, 転倒予防, 動的バランス能力

I. はじめに

本邦において, 介護が必要となった主な原因のうち, 骨折・転倒は要支援者, 重度の要介護者が上位を占めている¹⁾。障害の発生予防および重症化予防の点において, 高齢者の転倒を予防することは重要である。転倒の危険因子として, 動作を伴う場合の姿勢保持能力である動的バランス能力の低下が挙げられる。したがって, 動的バランス能力を評価し, 治療アプローチを行うことは転倒予防のために重要である。

Functional reach test (以下, FRT) は, 本邦では介護予防の分野など広く用いられている尺度である。FRT は, Duncan ら²⁾ が開発した動的バランスの評価指標であり, 簡便な手順で測定できるという特徴をもつ。FRT の原法は, 対象者の肩峰の高さに合わせて壁にものさしを水平に固定し, 直立位で肩関

節を90°屈曲した開始肢位からできるだけ前方に手を伸ばした終了肢位までの中手指節間関節の移動距離を測定するというものである。原法では, ものさしを設置するスペースが必要であることに加え, 対象者に合わせてものさしの高さを調整しなければならないという煩雑性があり, それに代わる方法が用いられている。

FRT の測定には, マルチスケールを用いた方法³⁾, ホワイトボードを用いた方法⁴⁾, 専用の測定器を用いた方法⁵⁾などが臨床的に用いられている。しかし, FRT の測定に用いる機器は構造が強固で重い物や持ち運びが困難な物が多いことから, FRT を測定する場所が制限されやすい。森尾ら⁶⁾ は, 持ち運びがしやすい指示棒を用いた FRT の測定方法 (以下, 指示棒法) を考案している。指示棒法は, 最大長に伸ばした指示棒の先端が壁に接する位置に立ち, できるだけ前方に手を伸ばす際に指示棒を短縮させるというものである。測定に用いる機器が指示棒とメジャーのみでよく, 病棟や訪問業務など場所を問わずに実施できるとされている。しかし, 指示棒法と原法とは強い相関関係にあるとする報告⁶⁾と中等度の相関関係であるとする報告⁷⁾が混在しており, 指示棒の基準関連妥当性の見解が研究者によって異なる。

連絡先 佐藤 衛 (E-mail: m-sato.pt@outlook.jp)
社会福祉法人青森社会福祉振興団まるめるナースステーション西多賀
〒982-0812 宮城県仙台市太白区上野山1丁目8-27ソレイユ207号

Tel: 022-302-5848 Fax: 022-302-5981
(2021年4月19日受付: 2021年7月7日受理)

レーザー距離計は、建築や地学などの分野で用いられ、レーザー光を照射し対象物との距離を瞬時に測定できる機器である。我々はレーザー距離計を用い、簡便に実施できるFRTの測定方法（以下、レーザー距離計法）を考案した。レーザー距離計法は、指示棒法と同様に場所を問わずにFRTを測定できることが特徴である。本研究では、レーザー距離計法の信頼性および既存のFRTの方法との妥当性について検討することを目的とした。

II. 対象と方法

1. 対象

健康成人67名（男性20名，女性47名，平均身長

163.1±10.2 cm）を対象とした。対象者の平均年齢は43.6±11.6歳（21-67歳）であり，年齢階級別人数は21-29歳が9名，30-39歳が12名，40-49歳が24名，50-59歳が18名，60-69歳が3名であった。

本研究は青森県立保健大学研究倫理委員会の承認を得て実施した（承認番号1824）。

2. 測定方法

我々が考案したレーザー距離計法，基準尺度としてマルチスケールを用いた方法³⁾（以下，計測機器法），既存のFRTの方法として指示棒法を測定した。

1) レーザー距離計法（図1A）

レーザー距離計法では，Tajima社製レーザー距離

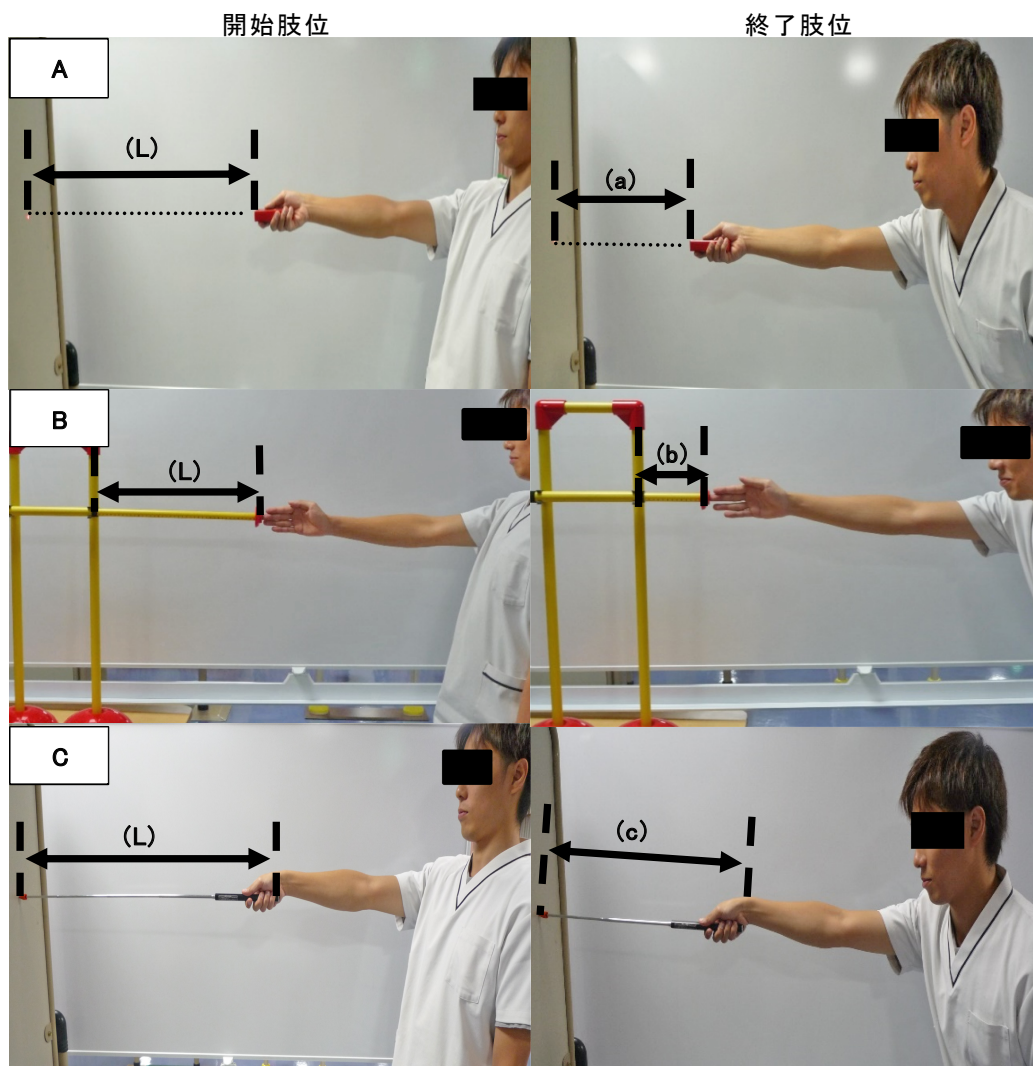


図1. FRTの測定方法

A: レーザー距離計法

.....レーザー光（不可視）

(L): 開始肢位における壁までの距離 (a): 終了肢位における壁までの距離

測定値 = (L) - (a)

B: 計測機器法

(L): 開始肢位のスライディングバーの長さ (b): 終了肢位のスライディングバーの長さ

測定値 = (L) - (b)

C: 指示棒法

(L): 指示棒の最大長 (c): 短縮させた指示棒の長さ

測定値 = (L) - (c)



図2. Tajima社製のレーザー距離計

バランス検査の道具として使用するため軽量 (50 g) であること、また、レーザー距離計法を転倒リスクのある高齢者に適用することから、操作が簡単である Tajima 社製のものを採用した。中央の ON ボタンを一度押すと照射物までの距離を測定できる。もう一度 ON ボタンを押すと再度レーザー光が照射され、もう一度押すと再度距離を測定することができる。

計 F02 (LKT-F02R) (図2) を使用した。レーザー距離計は数多く存在するが、バランス検査の道具として用いるため、軽量 (50 g) であること、今後、転倒リスクの高い高齢者に適用することを想定し、操作が簡便であることを選定基準とした。

利き手側にレーザー距離計を把持させ、肩関節を90°屈曲し、壁に向かった立位を開始肢位とした。開始肢位でレーザー距離計の測定ボタンを押し、壁までの距離を測定した。その後もう一度レーザー距離計の測定ボタンを押し、レーザー光が壁に照射されている状態で、最初の照射位置に向けてできるだけ前方に手を伸ばすよう命令した。最大限前方に伸ばした位置を終了肢位とした。終了肢位で再度レーザー距離計の測定ボタンを押し、壁までの距離を測定した。測定値の定義は開始肢位の壁までの距離から終了肢位の壁までの距離を差し引いた長さとした。

立位をとる位置から壁までの距離が測定値へ与える影響を明らかにするために、壁までの距離を2 m, 3 m, 4 mとして各3回、計9回をランダム化して実施した。立位をとる位置から壁までの最小距離を2 mとした理由は、レーザー距離計の測定可能距離の最小値が0.2 mであり、対象者の上肢長、FRTの測定値を考慮し、終了肢位での壁までの距離が0.2 m以下にならないようにしたためである。

2) 計測機器法 (図1B)

計測機器法は、molten社製マルチスケールを用いた。マルチスケールのスライディングバーの高さを被験者の肩峰の高さに設定し、肩関節を90°屈曲した立位を開始肢位とした。開始肢位から可能な限り前方に手を伸ばすよう命令し、最大限前方に伸ばした位置を終了肢位とした。測定値の定義は開始肢位と終了肢位の右中指指尖の移動距離とした。測定は2回行い、最大値を代表値とした。

3) 指示棒法 (図1C)

指示棒法は、コクヨ社製の指示棒を用い、森尾ら⁶⁾の方法に準じて測定した。最長に伸ばした指示棒を利き手で把持させ、肩関節を90°屈曲し、指示棒の先端が壁に接する位置に立位をとり、開始肢位とした。開始肢位から可能な限り前方に手を伸ばすよう命令し、最大限前方に伸ばした位置を終了肢位とした。測定値の定義は最長に伸ばした指示棒の長さから短

縮した指示棒の長さを差し引いた長さとした。測定は2回行い、最大値を代表値とした。

なお、開始肢位から体幹を前傾しながら指示棒を短縮させるため、終了肢位の指示棒は壁に対して斜めになることから、図1Cでは短縮した指示棒の長さを斜めに描画した。

3. 統計学的解析

レーザー距離計法において、立位をとる位置から壁までの距離をそれぞれ2 m, 3 m, 4 mとした際の測定値の差について反復測定分散分析を行った。また、この後の統計学的解析におけるレーザー距離計法の代表値は壁までの距離を2 mとしたときの測定値とした。

各測定方法の2回繰り返し測定測定値をもとに級内相関係数 (Intraclass Correlation Coefficient: 以下、ICC) (1,1) を用いて検者内信頼性を検討した。レーザー距離計法、指示棒法と計測機器法との基準関連妥当性を Pearson の積率相関係数を用いて検討した。さらに、レーザー距離計法、計測機器法および指示棒法のそれぞれの測定値の差について反復測定分散分析を行い、事後検定には Shaffer 法を用いた。統計解析には R Ver 4.0.2を用い、有意水準を両側検定で5%未満とした。

III. 結果

1. レーザー距離計法における立位をとる位置から壁までの距離の影響 (表1)

立位をとる位置から壁までの距離をそれぞれ2 m, 3 m, 4 mとし、3群間の測定値の差について反復測定分散分析を行った結果、有意差はなかった。レーザー距離計法の測定値は、立位をとる位置から壁までの距離に影響を受けないことが明らかとなった。

2. FRTの各測定方法のICCおよび標準偏差 (表2)

レーザー距離計法のICCは0.86であり、計測機器法の0.89に比べてやや低く、指示棒法の0.79に比べ高かった。

3. レーザー距離計法の基準関連妥当性 (表3)

レーザー距離計法と計測機器法とは0.71、指示棒法と計測機器法とは0.75のそれぞれ有意な正の相関があり、レーザー距離計法、指示棒法ともに計測機器法との基準関連妥当性が高かった。レーザー距離計法と指示棒法とは0.69の有意な正の相関があった。

4. FRTの各測定方法における測定値の平均値の差 (表4)

レーザー距離計法、計測機器法、指示棒法の測定値の平均値はそれぞれ、 37.5 ± 7.1 cm, 39.5 ± 7.0 cm, 42.2 ± 7.7 cmであった。3方法の測定値について反復測定分散分析および事後検定として Shaffer 法を行った結果、レーザー距離計法は計測機器法および指示棒法に比べ有意に短かった。また、計測

表1. レーザー距離計法における立位をとる位置から壁までの距離の影響

壁までの距離 (m)	平均±標準偏差 (cm)	p
2	37.5±7.1	
3	37.2±7.3	0.50
4	37.2±6.9	

反復測定分散分析

表2. 各測定方法の ICC (n=67)

測定方法	ICC
レーザー距離計法	0.86
計測機器法	0.89
指示棒法	0.79

ICC: Intraclass Correlation Coefficient

表3. 各測定方法間の相関関係

	レーザー距離計法	計測機器法	指示棒法
レーザー距離計法		0.71*	0.69*
計測機器法			0.75*
指示棒法			

Pearson の積率相関係数 (*p<0.05)

表4. 各測定方法の測定値の平均値, 最小値および最大値 (cm)

測定方法	平均±標準偏差	最小値	最大値	p
レーザー距離計法	37.5±7.1	16.8	59.5	0.004 **
計測機器法	39.5±7.0	20.0	58.5	
指示棒法	42.2±7.7	20.5	62.0	

反復測定分散分析および事後検定として Shaffer 法 (**p<0.001)

機器法は指示棒法に比べ有意に短かった。

IV. 考察

1. レーザー距離計法の測定方法および機器の特性について

本研究において、立位をとる位置から壁までの距離を 2-4 m の間で変化させてレーザー距離計法を測定したが、各測定値の平均値に差はなかったことから、立位をとる位置から壁までの距離は 2-4 m の範囲であれば測定値に影響を与えないことが示された。レーザー距離計法の測定方法の基準化を図るための手順として、レーザー光を照射した状態で前方へ手を伸ばすこと、レーザー光の照射位置を開始肢位と終了肢位で同一にするよう教示することが重要であると考えられた。

本研究で使用した Tajima 社製レーザー距離計 F02 (LKT-F02R) は、これまで FRT の測定に用いられてきた道具のなかでも安価であり、重量が 50 g とかなり軽量であるため携帯性にも優れていた。さら

に、測距に適さない環境である反射率が低いターゲットにおいて測距精度は±5.0 mm、測距範囲は 0.2 m-15 m であり⁸⁾、通常測定する自宅等の環境下において、レーザー距離計法を再現するには十分であるため、病棟や訪問業務などでも活用できると考えられた。これまで場所を問わずに測定できるとされていた指示棒法では、開始肢位における足部の位置の微調整や、終了肢位における指示棒の長さの測定が必要だが、レーザー距離計法ではその点が解消されており、簡便に測定することが可能であった。今後はレーザー距離計法を転倒予防に活用するため、動的バランス能力の低下した高齢者を対象として測定し、転倒リスクとの関連を明らかにしていくことが重要であると考えられた。

2. レーザー距離計法の信頼性・妥当性

レーザー距離計法の信頼性を検討した結果、ICC は 0.86 であり、本研究における計測機器法の 0.89 に比べてやや低かったが、指示棒法の 0.79 と比べて高

かった。本研究では、2回の連続測定ではあったが、Duncanら²⁾の先行研究と同様にICCが高く、信頼性が高い測定方法であると判断できた。

レーザー距離計法と計測機器法との相関関係を検討した結果、レーザー距離計法と計測機器法とは0.71、指示棒法と計測機器法とは0.75で、双方とも基準関連妥当性が高かった。森尾ら⁶⁾は、指示棒法と原法との基準関連妥当性について、0.90~0.93の強い正の相関があったと報告しているが、Demuraら⁷⁾は指示棒法と原法とは0.63~0.65の中等度の正の相関があったと報告している。本研究において、Demuraら⁷⁾の報告より基準関連妥当性が高かったが森尾ら⁶⁾の報告には及ばず、測定条件の精査・実施により精度を高めることで基準関連妥当性を高められる可能性を残した。

3. レーザー距離計法と他の測定方法との比較

本研究において、レーザー距離計法の測定値は計測機器法および指示棒法に比べ有意に短かった。Duncanら²⁾の原法では、壁にもものさしを水平に固定し、支持物に触れずにFRTを測定するのに対し、計測機器法および指示棒法では終了肢位で支持物に触れるという特徴をもつ。Holdenら⁹⁾は0.98 N以下の指先で触れるような軽微な力でも姿勢は安定し(light touch効果)、5-8 Nの力は姿勢を安定させるのに十分だと報告している。計測機器法に用いるマルスケールは、スライディングバーの摩擦抵抗が小さいものの指先で支持物に触れるため、light touch効果の影響を否定できない。また、森尾ら⁶⁾は、指示棒を短縮させる際の反力が 0.77 ± 0.15 kgf (7.5 ± 1.5 N)であったと報告しており、light touch効果以上に姿勢の安定化に影響を及ぼすことが明らかであった。さらに、Demuraら⁷⁾は、原法が指示棒法に比べ約5 cm程度有意に小さかったと報告している。レーザー距離計法は終了肢位にて支持物に触れないという点で原法と同様の特徴をもつことから、Demuraら⁷⁾の報告と同様に指示棒法に比べ小さかったと考えられた。いずれにしても、FRTを行う際に支持物に触れることが姿勢の安定に寄与し、指示棒法においてその影響がより強く現れると考えられ、指示棒法の課題が浮き彫りになった。

一方、レーザー距離計法では、終了肢位において立位をとる位置から壁までの距離を測定する際に、バランスを保持しながらレーザー距離計を操作する必要がある。終了肢位はできるだけ最大限前方に手を伸ばした姿勢であり、不安定な姿勢を保持しながら機器を操作するという二重課題になりやすく、レーザー距離計法は過小評価になることが明らかとなった。今後は、原法のように支持物に触れずに測

定できるFRTの方法とレーザー距離計法との関連を検討していく必要があると考えられた。

V. 結論

本研究において、レーザー距離計法は、立位をとる位置から壁までの距離が2-4 mの範囲では測定値の誤差が小さく、信頼性および妥当性が高い測定方法であった。また、壁などの支持物に触れないという点でレーザー距離計法は計測機器法、指示棒法と異なり、姿勢の安定化に寄与する要因を排除して測定することができると考えられた。さらに、場所を選ばず簡便に測定できるという特徴をもつため、病棟や訪問業務での再現が可能であると考えられた。

利益相反

本研究において記載するべき利益相反はない。

文献

- 1) 厚生労働省 (2016) 「平成28年度国民生活基礎調査」 (<https://www.mhlw.go.jp/toukei/saikin/hw/k-tyosa/k-tyosa16/dl/05.pdf>, 2020年8月27日)
- 2) Duncan PW., Weiner DK., Chandler J., et al.: Functional reach: a new clinical measure of balance. *J Gerontol.* 1990; 45(6): M192-M197.
- 3) 田中勇治, 宮坂智哉, 小池和子, 他: 姿勢安定度評価指標を用いた健常中高年者の立位姿勢の安定性および足趾屈筋筋力の関連性. 植草学園大学研究紀要. 2012; 4: 145-150.
- 4) 対馬 均, 対馬栄輝, 対馬 圭, 他: ファンクショナルリーチの値は加齢によってどう変化するか. 弘前大学医学部保健学科紀要. 2006; 5: 165-172.
- 5) 高崎恭輔: Functional Reach Testにおける動作戦略の検討—高齢者と大学生による動作戦略パターンの比較. 総合リハビリテーション. 2011; 39(11): 1081-1088.
- 6) 森尾裕志, 大森圭貢, 井澤和夫, 他: 指示棒を用いた Functional Reach Test の開発. 総合リハビリテーション. 2007; 35(5): 487-493.
- 7) Demura S., Yamada T.: Simple and easy assessment of falling risk in the elderly by functional reach test using elastic stick. *Tohoku J Exp Med.* 2007; 213(2): 105-111.
- 8) 株式会社 TJM デザイン (2020) 「レーザー距離計タジマ F02レッド」 (<https://jpn.tajimatool.co.jp/product/4975364048646>, 2021年4月5日)
- 9) Holden M., Ventura J., Lackner JR.: Stabilization of posture by precision contact of the index finger. *J Vestib Res.* 1994; 4(4): 285-301.

Development of a new measuring method using laser range finder for functional reach test

Mamoru Sato¹⁾ and Tohru Kawaguchi²⁾

1) Department of Rehabilitation, Marumero Home Visit Nursing Station Nishitaga

2) Aomori University of Health and Welfare, Graduate School of Health Sciences

..... (Received April 19, 2021; Accepted July 7, 2021).....

ABSTRACT

[Objective] The functional reach test has been developed to evaluate dynamic balance in the elderly. The aim of this study was to evaluate the validity and reliability of a new measuring method using laser range finder for functional reach test.

[Methods] The functional reach distance was measured in three ways, namely, the laser range finder method (LRF), the measuring instrument method (MI), and the telescoping rod method (TR) for 67 subjects. When the LRF method was performed, subjects were asked to stand for 2 m, 3 m, or 4 m from a wall. The association between the LRF, MI, and TR methods was tested using Pearson's correlation coefficient. Inter-observer reliability was evaluated using the intraclass correlation coefficient. Repeated measures analysis of variance (rANOVA) was used to analyze the averages of the reach distances from each measurement method.

[Results] The intraclass correlation for the LRF method was 0.86, that of the MI method was 0.89, and that of the TR method was 0.79. The LRF method and TR method were both strongly associated with the MI method, in wherein the reach distance using the MI method strongly correlated with the distances measured using the LRF and TR methods ($r=0.71$, $r=0.75$ respectively). The reach distance using the LRF method was significantly shorter than those of two methods, and that of the TR method was longest of the three methods.

[Conclusions] The LRF method has good validity and reliability; thus, the LRF method could be performed for rehabilitation in the wards or during home visits.

Aomori J. Health Welfare, 3(2); 35-40: 2021

Key words: Functional reach test, laser distance measure, fall prevention, dynamic balance

Corresponding author

Mamoru Sato (E-mail: m-sato.pt@outlook.jp)

Department of Rehabilitation, Marumero Home Visit Nursing Station Nishitaga

#207 Soleil, 1-8-27 Kaminoyama, Taihaku-ku, Sendai city, Miyagi, 982-0812, JAPAN

Tel: 022-302-5848 Fax: 022-302-5981

Originally published in Aomori Journal of Health and Welfare (https://auhw.repo.nii.ac.jp/?action=repository_opensearch&index_id=279) This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work, first published in Aomori Journal of Health and Welfare, is properly cited. The complete bibliographic information, a link to the original publication on https://auhw.repo.nii.ac.jp/?action=repository_opensearch&index_id=279, as well as this copyright and license must be included.