

# ひとりでできる呼吸機能検査

Respiratory function test that can be performed by an unassisted visually impaired student

筑波技術大学保健科学部

志村 まゆら

**キーワード：生理学実習、呼吸機能、水袋、音声体重計、実践例**

## 1. はじめに

本学の保健学科（鍼灸学および理学療法学専攻）の2年生を対象に生理学実習で呼吸機能測定を実施している（表1）。呼吸パターンの観察は音源と拡大モニターを利用して実施してきた（図1）。肺活量や1秒量はスパイロメータを使って測定するが、画面と記録用紙による確認のみであるため、点字使用の学生が主体的に参加しているとは言い難い。そこで音源・触図以外で参加できる「安価で簡単にできる換気量の測定」を点字使用の学生を中心に試みた。

## 2. 準備

紙製マウスピース（直径2cm程度の筒でもよい）、5L透明ポリ袋（肺活量が4L以下の学生）、デコシール、500mLペットボトル、約4℃の冷水（冷蔵庫で冷やす程度でもよい）、輪ゴム、トレー、音声体重計、PC（Excel）。

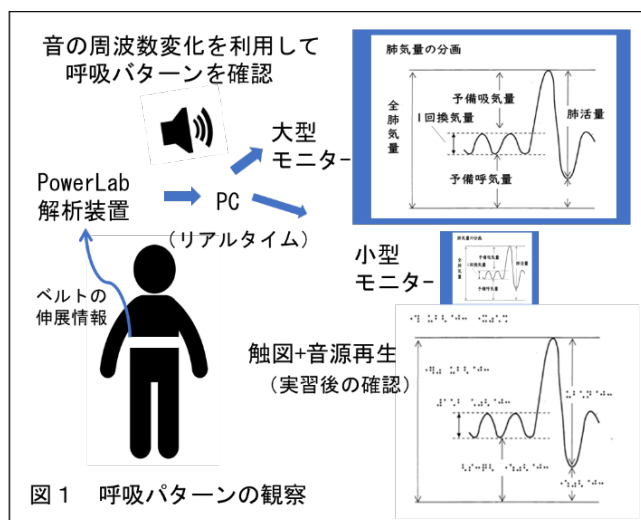
## 3. 方法

### (1) Excel 記録表の作成

身長、性別、年齢、1回換気量、肺活量、努力肺活量、1秒量を入力し、自動計算等を設定したExcel表を予め教員が作成する。予測肺活量はよく利用されている。

表1 呼吸機能の測定(実習)

- 1 呼吸パターンの観察
- 2 1回換気量の測定
- 3 肺活量の測定
- 4 予測肺活量の計算
- 5 %肺活量
- 6 努力肺活量の測定
- 7 1秒量の測定
- 8 1秒率の計算



る Baldwin の式[1]を用いた。Excel の A 列（一番左側）に項目名、B 列に数値を入力する表にすると、A 列で下向き矢印キー、行ごとに右→数字を入力するだけで表が完成する（図 2）。この方法は、Excel 操作が不得意な学生もすぐに利用できる。音声を利用する場合は Windows に組み込まれているスクリーンリーダー「ナレーター」で読めるので、有償の PC-Talker を搭載していない PC でも利用できる。視力を使う場合は 18p または 22p の表を作るか、画面拡大ができる iPad またはタッチパネルの PC モニターの Excel 表を利用し、入力後にセルの色が反転するようにしておくで見やすい。

### (2) 透明ポリ袋の準備

5L ポリ袋の開口部にマウスピースを輪ゴムで留めて中の空気を抜く。薄い袋は破れやすいので厚さ 0.05mm くらいのポリ袋がよい。

### (3) 測定開始

深呼吸を数回繰り返し、最大吸気位から呼気をゆっくりとポリ袋に集め、吐ききったところでポリ袋の入り口を握りしめて、マウスピースを外す。握りしめた部分を軸に数回ひねり（Y 軸を中心として回転させる要領）、空気で満たされた袋の上端にデコシールを 2 箇所貼る。袋の空気を抜いて伸ばした際にデコシールの位置が図 3 のようになる。デコシールは盛り上がっているのので触って位置を確認できる。

### (4) 気体の体積を水の重量に変換

袋から空気をすべて排出した後に、500mL ペットボトルに入った約 4℃の水（比重 1 になるため 1g=1mL 相当）をゆっくりと袋に入れる（図 4）。先に予測肺活量が自動計算されているので、用意すべきペットボトルの数が予め把握できる。デコシール部分まで水を



A	B
1 呼吸機能検査	
A列の項目の右側B列に数値を入れる。自動計算と書かれている部分には何も記載しない。	
2	
3 年齢	19
4 性別：女	1
5 性別：男	
6 身長（cm）	153
7 肺活量（測定 mL）	3160
8 1回換気量	640
9 女 予測肺活量（自動計算）	3039
10 男 予測肺活量（自動計算）	
11 %肺活量を計算せよ	104
12 努力肺活量（測定 mL）	
13 1秒量（測定 mL）	
14 1秒率を計算せよ	

図2 Excel表(音声対応)



図3 目印のデコシール  
（盛り上がったシールは触ってわかる）



図4 500ccボトルから袋に注水  
（冷水をシールのところまで入れる）

入れて、デコシールより上の部分を握りしめながら不要な水は袋の外にこぼす。そのため大きなトレーの上か、流し台で行う。冷水を使うと袋に触れたときに水位を判断しやすい。

#### (5) 重量の測定

水袋を持ったまま音声体重計（タニタ BC-202）で体重を測る。次いで体重のみを測定し、両者の差分を肺活量（mL）として Excel 表に記録する。1 回換気量、努力肺活量、1 秒量も同様の方法で調べる。



図5 スパイロメータによる呼吸機能の測定

### 4. 結果

#### (1) 肺活量

方法の②～⑤までの肺活量測定に約 5 分かかった。スパイロメータ（オートスパイロ AS-307 ミナト医科学）を用いた場合は 2 分であった。点字使用者 6 名および強度弱視者 3 名について、スパイロメータと水袋の測定結果を比較した（図 5）。両群の間に有意な差を認められなかった（ $p=0.187$ 、paired t-test、両側検定、図 6）。

#### (2) 努力肺活量

努力肺活量とは胸いっぱい吸い込んだ空気を、できるだけ勢いよく吐き出したときの肺活量である。肺活量に比べて、努力肺活量はスパイロメータと水袋の差が大きいケースがあった。そこでスパイロメータのみによる努力肺活量の測定を A・B・C の 3 名の学生にそれぞれ 3 回実施してもらった。平均値±標準偏差（mL）は、A：3650±198mL、B：3100±825mL、C：4522±326mL であった。標準偏差に大きな差がある B は安定した値が測定できていないようだった。

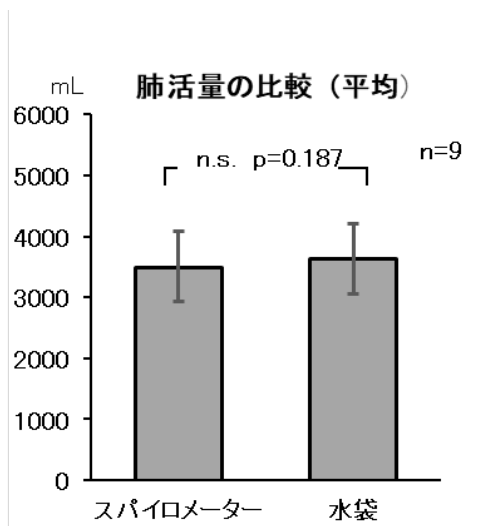


図6 水袋とスパイロメータの測定値の比較  
(Student's t-test, 有意水準  $p<0.05$ )

### 5. 成果と課題

スパイロメータを利用する通常の実習では、紙に印字された数値を弱視者が iPad 等で撮影して読み取る。その情報を点字使用の学生が聞いて記録する。これに対してポリ袋を用いた肺活量の測定は点字使用の学生がひとりで行える。さらに点字使用の教員がひとりでも指導することもできる。学生の感想として、「肺活量を手で触って実感できることが楽しい」とする回答が数人から得られた。スパイロメータとポリ袋を用いた方法の誤差は小

さいようだ（図 6）。デコシールは 1 シート 50 個 100 円程度で購入できるので、その他の材料を加えても安価である。そのため小学生や中学生の肺活量測定にも推奨したい。

努力肺活量の測定は、ポリ袋とスパイロメータの数値の比較で差の大きい学生がいたが、スパイロメータのみの測定でもばらつきが生じるので、ポリ袋の問題というわけではなさそうだ。一般は数回の練習を行ってから実施する[2]。何度も繰り返すと疲労のため値が小さくなる傾向があるので、今回の測定では練習を行っていない。

ポリ袋を使った測定法の課題のひとつは測定時間が長いことである。スパイロメータによる肺活量の測定時間を基準（2 分）にすると、ポリ袋を用いた測定は約 2.5 倍の時間を費やした。1 回換気量・肺活量・努力肺活量・1 秒量を測定して 20 分、記録に 10 分で、ひとり 30 分程度かかることになる。その後で%肺活量や 1 秒率の計算を Excel 表に書き込むと 40 分かかる。実習生が多い場合は 2 人 1 組で測定と記録作業を分担して行うのが現実的だろう。

もうひとつの課題は学生の人数が増えると準備するペットボトルの数が膨大になる点である。ペットボトルの数については、5L や 10L のコック付き瓶（図 7）を利用する改良案のアドバイスを研究発表会で鳥山由子先生からいただいた。2 人 1 組で行う際に試してみたい。



図7 コック付瓶 広口

## 参考図書

- [1] 志村まゆら（共著）、大橋敦子（監修）：生理学実習 NAVI 第 3 版．医歯薬出版株式会社、pp. 19 - pp. 23、2023. 3.
- [2] 日本呼吸器学会肺生理専門委員会（編著）：呼吸機能検査ガイドライン．メディカルビュー社、pp. 12 - pp. 18、2004. 10.