

肺切除術後早期の運動負荷の指標について

染矢富士子 清水美和子* 前田 真一**

要 旨

肺切除術後早期の運動量の指標を知るために、肺癌患者28名（平均年齢63歳）を対象にパルスオキシメーターを使用し評価した。その結果、術後、息切れのため歩行のできない状態では、安静時および座位、立位で心拍数、呼吸数が術前より増加する傾向がみられた。また、歩行が200m以上連続して可能な状態に回復すると、動作中の心拍数、呼吸数は術前と変わらなくなったが、%SpO₂は92.0%となり、術前（96.8%）と比較して有意に低下した。また、術後に自覚的運動強度である Borg スケールが3以上になると、%SpO₂が91.0~94.4%と低下したが、心拍数や呼吸数には有意な増加は認められなかった。このように、自覚的運動強度は%SpO₂と対応し、肺切除術後早期においても負荷量の決定に有用であると考えられた。

KEY WORDS

lung cancer, volume capacity, exercise capacity, oxygen saturation, dyspnea

はじめに

肺切除術後の肺機能は、肺活量の減少とそれに伴う1回換気量の減少が認められる¹⁾。この状態で特に合併症がなければ、術翌日より運動耐容能に対する早期運動負荷訓練として、基本動作訓練を施行するが、その負荷量の基準は明確にされていない。一般的には心拍数や自覚症状を観察して運動負荷量を決定しているが、肺機能が急激に低下している肺切除術直後については、その妥当性はまだ示されていない。

そこで今回、肺切除術を施行された症例を対象に、動作中の自覚的運動強度とパルスオキシメーターを用いた測定を行い、術後早期に運動負荷の指標となる評価方法を検討することを試みた。

対 象

対象は、当施設で平成12年4月から9月に肺癌のため肺切除術を施行された症例で、術前後に特に合併症もなく経過した28名（男性14名、女性14名）全例である。なお評価に際しその目的と施行内容を患者に十分に説明し、同意を得てから行った。対象のプロフィールは、年齢63±13歳（平均±SE）、身長

162±9 cm、体重58.2±13.1kgであった。術式は片側肺切除術10名、区域切除術7名、1葉切除術7名、葉切除術2名、肺全摘術2名であった。

方 法

評価は、酸素飽和度（以下%SpO₂）と心拍数については、パルスオキシメーター（オニック Model 9500、ノン社製）を使用し、動作開始および終了時の測定値が最大に変化した値をデータとして採用した。呼吸数は5回当たりの所用時間測定し、1分間あたりに換算した。また術後の自覚的運動強度を知るため、各動作終了時に自覚的運動強度の一つである Borg スケール（10段階²⁾）を併し点数化した。

運動負荷項目としては、寝返り、起き上がり、座位、立ち上がり、歩行、階段昇降の7種類の動作を設定した。内容は、寝返りは術創と反対側への臥位、端座位は10分間、歩行は平地歩行5分間、階段昇降は20段の昇降である。複数の動作については1つの動作終了後、各測定値が安静と同程度まで回復してから次の動作に移行した。

以上の測定は、術前後の入院中に経時的に行-

金沢大学医学部保健学科作業療法学専攻

* 金沢大学大学院医学系研究科保健学専攻

** 金沢大学医学部附属病院理学療法部

なお、明らかに過負荷となる動作については実施しなかった。術後の測定の開始時期は酸素マスクがはずれ room air で自発呼吸をしている状態になった時とした。また測定時の症例は、Hugh-Jones の息切れ分類をさらに細分化した溝呂木の類³⁾に従って分類した。なお、術前は全症例において息切れ分類 1 の正常の状態であった。さらに、対象症例は術後 2～3 週間で息切れ分類 2 の平地歩行が普通にできる状態になると退院するため、測定はその入院期間に施行した。

統計処理は、各動作後の %SpO₂、心拍数、呼吸数を息切れ分類または Borg スケール間で比較するために一元配置分散分析を行なった。また、統計的に有意だったものについては、術前値と比較するために post hoc として Scheffe の F 手法を用いた。有意水準は危険率 5% とした。

結 果

側臥位、起き上がり、端座位、立ち上がりの 4 動作では、息切れ分類 5- (ベッドから起きると息切れがする) において、安静時も含めて心拍数、呼吸数が増加する傾向がみられたが、術前と比較して統計的有意差は認められなかった (図 1, 2, 3)。それ以外の息切れ分類間においても立ち上がり動作までは %SpO₂、心拍数、呼吸数のいずれにも有意差は認めなかった。また、術前であっても、運動負荷が歩行、階段昇降と強くなると心拍数と呼吸数は増加しているが、この増加の程度は階段昇降が可能となる分類 3+ 以上 (休みなしで 200m 以上歩ける) での値と差がなかった。ところが、%SpO₂ は分類 3+ で歩行や階段昇降をさせると低下する傾向があり、特に歩行では術前に 96.8% であったものが 92.0% と統計的に有意な低下を認めた。この %SpO₂ の低下は、息切れが分類上軽度になるに従いみられなくなった。

術後の各測定値と Borg スケールの関係では、Borg スケールが 3 (適度である) 以上になると、%SpO₂ は Borg スケール 0 の 97.2% と比較して有意に低下した (図 4)。平均値は Borg スケールが 3 で 94.4%、7 (とても強い) では 91.0% にまで低下した。同時に、心拍数も増加する傾向がみられたが、統計的有意差は認めなかった。また、呼吸数には一定の傾向がみられなかった。

考 察

肺切除術後の肺機能については、1 回換気量の低下に対して呼吸数の増加による代償が行なわれることが知られている¹⁾が、この傾向がみられたのは、息切れ分類 5- の時であり、少しでも歩けるようになる分類 4+ 以上に回復すると、呼吸数は術前と変わらなくなった。この理由として、歩けるようになる頃には深い呼吸が可能となり、最大吸気量に対する 1 回換気量の割合の増加がみられる⁴⁾ことが考えられる。しかも、Borg スケール 7 と自覚的運動強度が「とても強い」運動負荷であっても、呼吸数には影響がないことから、1 回換気量は早期から回復しているようにみえる。

術後の心機能については、肺血管床の減少による右心負荷により、1 回拍出量が減少するという報告がある^{5,6)}。今回もその代償としての心拍数の増加傾向は、やはり息切れ分類 5- でよくみられたが、歩行ができるレベルでは心拍数にも回復がみられた。この説明として、術後の肺の再拡張により肺血管床が部分的に回復することが考えられるが、心予備能力による部分もあると思われる。また、分類 3+ 以上になると、運動負荷による心拍数の増加は術前と変わらなくなり、換気量と同様に心機能も回復しているようにみえる。

ところが、%SpO₂ は分類 3+ で歩行、階段昇降時によく反応して、術前にみられなかった低下を認めた。つまり、心拍数や呼吸数は、数値の上から回復がよいようにみえるが、血液の酸素化は十分ではなく、これを解消するには換気量あるいは心拍出量の更なる改善が必要であることがわかる。このことは自覚的運動強度との関係からもいえる。自覚的に息切れがひどいと感じていても、呼吸数の変化には反映しておらず、心拍数も増加する傾向はあったが、有意差はなかった。一方、自覚症状と %SpO₂ は対応しており、%SpO₂ の有意な低下を認めた。

これまでの研究で、体幹コルセットを健常者に使用させ、肺の拘束性障害を実験的に作る方法が報告されている^{4,7)}。それによると、自覚的に最大の負荷と感じる運動をさせると、コルセットのない状態では、下肢の疲労を訴えることが多いのに対して、拘束性障害モデルでは最大負荷での訴えが息切れのひどさに変わり、Borg スケールがより上昇することが示されている⁴⁾。また、拘束性障害モデルのみ、運動に伴う SpO₂ の低下も報告されている⁷⁾。今回の対象者では、%SpO₂ の低下がみられたのは、分類 3+ の状態であり、分類 2+ (階段を 3 階まで

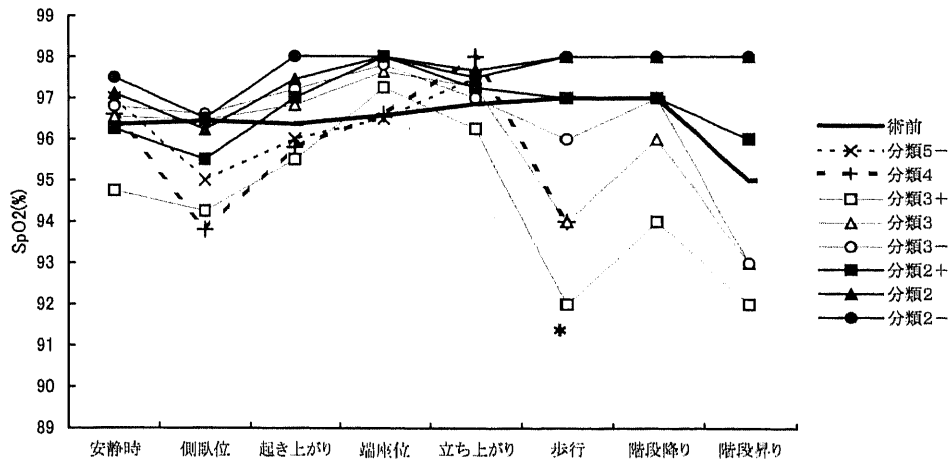


図1. 息切れ分類別各動作における%SpO₂。安静時から立ち上がりまでは術前から順にn = 15, 3, 5, 5, 12, 5, 4, 2, 2 歩行はn = 14, 0, 5, 10, 23, 9, 9, 6, 5。階段昇降はn = 14, 0, 0, 6, 21, 9, 10, 6, 6。*: P < 0.05, 術前時との比較において。

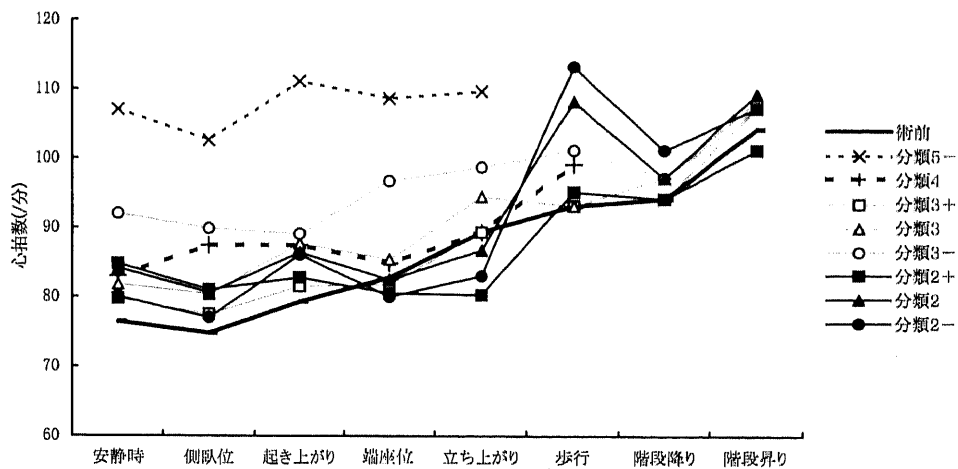


図2. 息切れ分類別各動作における心拍数。nは図1に同じ。

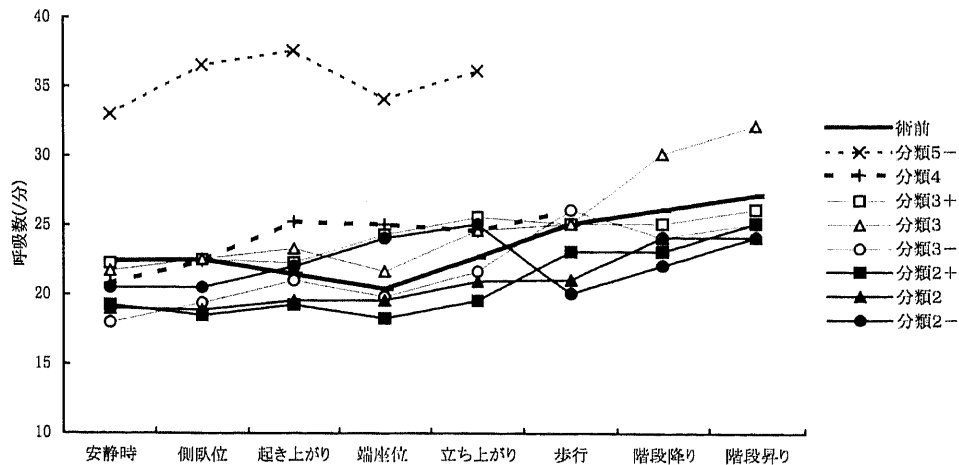


図3. 息切れ分類別各動作における呼吸数。nは図1に同じ。

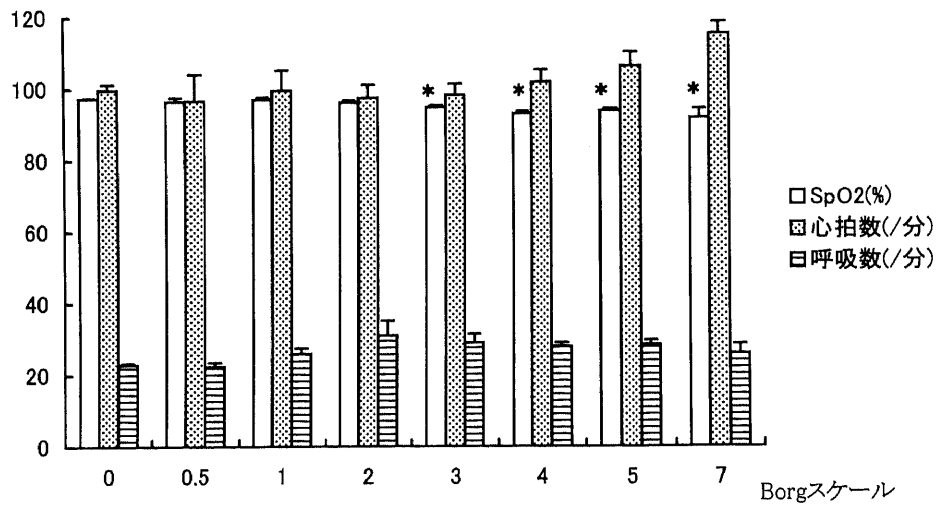


図4. Borg スケールと%SpO₂, 心拍数, 呼吸数の関係。平均値+標準誤差。Borg スケール0 から順に n =76, 7, 8, 16, 35, 20, 17, 5. *: P<0.05, Borg スケール0での値との比較において。

昇れる) になると%SpO₂の値は維持されるようになった。そこで、%SpO₂の低下は拘束性障害の実験モデルや術後の心肺機能が回復するまでといった肺活量の急激な減少後に一時的に現れる現象であると考えられる。

以上より、肺切除術後の運動負荷量の指標として、少しでも歩行が可能となれば%SpO₂の低下を観察するとよいように思われるが、%SpO₂の測定器は動作中の振動で誤動作を起こしやすく動作終了後の安静な状態でないとチェックできないこと、また動作終了直後よりも30秒程度経過した時点で最低値を示すこともあり、動作中に即応したデータが得られない問題がある。これに対して、心拍数、呼吸数、Borg スケールは動作終了時に最大値を示し、特に動作中の状態を把握するには自覚的運動強度であるBorg スケールが有用である。今回、Borg スケールと%SpO₂の対応が示されたことより、肺切除術後の回復期において、運動中の負荷量の目安として息切れの自覚症状は重要であり、特に歩行可能となる時期では自覚的に適度からきつと感じ始める負荷量が基準となると考えられた。

まとめ

肺切除術後少しでも歩行が可能な状態に回復すると、動作中の心拍数、呼吸数は変化しなくても、Borg スケールが高くなると%SpO₂が低下することが示された。自覚的運動強度は%SpO₂と共に、肺切除術後早期の運動量の指標となると考えられた。

文献

- 1) 染矢富士子 他: 肺切除術後早期における肺機能および運動耐容能の検討。リハ医学, 36: 533-536, 1999.
- 2) Borg, G.A.V.: Psychophysical bases of perceived exertion. Med. Sci. Sports exercise, 14: 377-381, 1982.
- 3) 溝呂木忠: 慢性閉塞性肺疾患の評価。臨床理学療法, 3: 3-14, 1976.
- 4) O' Donnell, D.E. et al.: Respiratory sensation during chest wall restriction and dead space loading in exercising men. J. Appl. Physiol., 88: 1859-1869, 2000.
- 5) Mlczech, J. et al.: Influence of lung resection on pulmonary circulation and lung function at rest and on exercise. Respiration, 32: 424-435, 1975.
- 6) Hsia, C.C.W., et al.: Hemodynamic changes after pneumonectomy in the exercising foxhound. J. Appl. Physiol., 69: 51-57, 1990.
- 7) Harty, H.R., et al.: External thoracic restriction, respiratory sensation, and ventilation during exercise in men. J. Appl. Physiol., 86: 1142-1150, 1999.

Indicators of exercise intensity soon after lung resection

Someya Fujiko, Shimizu Miwako, Maeda Shinichi

ABSTRACT

We evaluated the pre- and post-operative respiratory and cardiac responses to locomotion activity of 28 hospitalized patients (mean age; 63) with lung cancer. Before they gained ambulation post-operatively, the patients' respiratory and heart rates tended to increase at rest and after sitting or standing performance compared with the pre-operative values. When they could walk more than 200 m without rest, their respiratory and heart rates did not differ from the pre-operative values, but %SpO₂ significantly decreased to 92.0% after a five-minute walk (vs. 96.8% pre-operatively). Moreover, mean values of %SpO₂ decreased to 91.0~94.4% in terms of perceived exertion of more than 3 on the Borg Scale, whereas it was 97.2% at 0 on the Borg Scale. Neither respiratory nor heart rates showed any significant increase at any intensity of perceived exertion.

In conclusion, our findings suggest that perceived exertion similar to %SpO₂ may be useful as an indicator of locomotion training intensity soon after lung resection.