

表5 酸素飽和度-酸素分圧換算表¹¹

SpO ₂ (%)	PaO ₂ (Torr)
85	50
86	51
87	53
88	55
89	57
90	59
91	61
92	64
93	67
94	71
95	76
96	82
97	91

c. その他

呼吸困難指数 (dyspnea index, \dot{V}_E/MVV) : 運動時の分時換気量と安静時の最大自発換気量の比であり、運動時の換気予備能を指数化したものである。

6) 経皮的酸素飽和度 (SpO₂)、パルスオキシメータを使った歩行試験

- パルスオキシメータによってSpO₂を測定し、動脈血酸素化の指標とする。換算表を表5に示した(pH7.4, 37℃)¹¹。
- 非監視下で自由歩行による全身持久力トレーニングを予定する場合、コースとなる平地や坂道での低酸素血症の有無の評価は重要である。
- 使用に当たっては、精度に影響を与える次のような要因を考慮する必要がある: 末梢循環障害、不整脈、動脈血pH、発光ダイオードの劣化、体動、光量が大きいあるいは周期性をもつ外部光など。

7) 握力

握力は簡易に測定でき、全身の筋力を反映する指標であることが示されている。

D 運動アセスメント : 行うことが望ましい評価

1) 6分間歩行試験 (6MWT : Six-Minute Walk Test)

6MWTの主な検査目的は「患者が6分間でできるだ

け長く歩ける距離を測定すること」である。必要であれば、立ち止まること、壁にもたれかかって休むことも可能である。

- 6MWTは、 $\dot{V}O_2$ peakを決定したり、運動制限因子を解明するためのものではない。日常生活における機能障害の重症度を評価することに適している。
- 6MWTから得られる6MWD (6分間歩行距離) は、QOLや罹患率、死亡率と関係することが示されている。
- これまで12分間、10分間、6分間、2分間など、さまざまな方法が用いられてきたが、6分間歩行試験が簡便性、患者への負担度、日常生活での活動性の評価において最も優れている。
- 米国胸部医学会 (ATS: American Thoracic Society) は「ATSステートメント: 6分間歩行試験のガイドライン」を発表した¹²。これにより、各施設での実施方法が統一され、検査法としての精度が向上し、呼吸リハビリテーション評価技術の発展が期待される (資料編76頁参照)。
- 資料編に簡略化した試験方法 (ATSステートメント (2002) に基づく) を記載した (76頁)。一部にわが国の実情を考慮したコメントを加えた。

2) シャトル・ウォーキング試験 (SWT : Shuttle Walking Test)

- 最大歩行距離、あるいは運動時間を運動能力評価の指標とする。
- Singhらによって開発された試験¹³で、9 mの間隔をCDからの発信音に合わせて、往復歩行し、1分後ごとに速度を増加させる漸増負荷試験である。
- 本法は6MWTよりも $\dot{V}O_2$ peakとの相関が高く、また再現性も良好であることが報告されている。予測式より、運動強度の処方用いることができる¹⁴⁻¹⁶。
- 資料編に簡略化した試験方法を記載した (81頁)。

3) 栄養評価¹⁷

- 問診: 最近6か月の体重の変化、呼吸困難の程度、喫煙やアルコールなど嗜好品。3日間の食事内容から摂取カロリー、食事回数、栄養のバランス。買い物、食事の支度をするのは誰かなどを問診する。消化器系の手術歴、糖尿病、心疾患などの合併症の有無もチェックする。
- 身体計測: 体重、%IBW、BMIが簡便な指標となる。

⑧生化学的検査：安定期のCOPD患者では、血清アルブミンによる蛋白代謝異常の検出感度は低く、プレアルブミン、レチノール結合蛋白など (rapid turnover proteins) や血漿アミノ酸分析 (蛋白・筋肉代謝の指標) が有用である。

⑨筋重量を反映する除脂肪体重 (fat-free mass: FFM) が運動耐容能と運動療法の効果を規定する因子とされる¹⁸。可能であれば体成分分析を行うことが望ましい。

⑩基礎代謝エネルギー消費量 (basal energy expenditure: BEE) の算出には、Harris-Benedictの式が用いられる。

$$\text{男性} = 66 + 13.7 \times \text{体重 (kg)} + 5 \times \text{身長 (cm)} - 6.8 \times \text{年齢 (歳)}$$

$$\text{女性} = 66.5 + 9.6 \times \text{体重 (kg)} + 1.7 \times \text{身長 (cm)} - 4.7 \times \text{年齢 (歳)}$$

⑪目標エネルギー需要量：体重を増加させるためには、安静時エネルギー消費量 (resting energy expenditure: REE = 1.2 × BEE) を算出し、REEの1.5~1.7倍を基本として目標を設定する。

4) ADL評価

⑫面接で、どのようなADL動作が必要とされているのか、患者の希望などの患者・家族のニーズを把握する。疾患の重症度や病型だけでなく、精神面 (精神状態、リハビリテーションへの意欲など)、社会面 (個人の習慣、家族構成、家族関係、居住環境など) を把握することはトレーニングをする上で重要となる。

⑬千住ら¹⁹、後藤ら²⁰のADLの評価法を始め、種々の評価表が提案されている (「自立を促すためのADLトレーニング」54頁および資料編109~111頁参照)。

⑭近年、機能的活動に重点を置いたPulmonary Functional Status Scale (PFSS: 肺機能状態尺度)²¹ やPulmonary Functional Status and Dyspnea Questionnaire (PFSDQ: 肺機能状態・呼吸困難質問票)²² が示されている。

E 運動アセスメント

：可能であれば行う評価

1) 検査室での運動負荷試験

⑮トレッドミル、または自転車エルゴメータによる症

表6 トレッドミル法：負荷方法

時間 (分)	A群		B群	
	速度 (km/h)	傾斜 (%)	速度 (km/h)	傾斜 (%)
1	1	0	1	0
2	2	0	1.5	0
3	3	0	2	0
4	3	5	2.5	0
5	3	4	3	0
6	4	8	3	4
7	4	12	3	8
8	5	12	3	12

被験者を呼吸困難度 (F-H-J分類) によりA群 (I~III度) とB群 (IV~V度) の2群に分類し、負荷強度の異なるプロトコルが用いられる。

候限界性運動負荷試験がある。

a. 漸増運動負荷試験

⑯トレッドミル、または自転車エルゴメータを用いて徐々に負荷を増やしていき、最大の運動能力を測定する検査方法である。運動の中止は症候限界性となることが多い。

⑰呼吸器疾患患者では、運動中止の原因の多くは呼吸困難であり、予測最大心拍数 (220 - 年齢) に至る症例は少ない。

⑱最大運動時の酸素摂取量 $\dot{V}O_2$ は運動耐容能そのものを表していると考えられている。最大酸素摂取量は性別、年齢、身長、体重により異なるため予測式に基づく%値で評価する方法が一般的である。

⑲負荷方法は日本呼吸器学会COPDガイドラインに準ずる (表6)²³。

⑳自転車エルゴメータ法では、A群は、0Wから10Wずつ負荷を上げ、B群では、0Wから5Wずつ負荷を上げる。

㉑運動時呼吸困難評価の指標としては修正BorgスケールやVASを用いる。

㉒修正Borgスケールに基づく定量的な呼吸困難指標には、BSS (Borg Scale Slope: 呼吸困難の感受性)、TLD (Threshold Load of Dyspnea: 呼吸困難を自覚する運動量閾値)、BLD (Breakpoint Load of Dyspnea: 自覚的 $\dot{V}O_2$ peak) も提案されている²⁴ (65頁症例参照)。

㉓漸増運動負荷試験の禁忌は表7に、中止基準は表8に示した。

㉔負荷試験前後で、ウォームアップ、クールダウンを行う必要がある (36、37頁参照)。

㉕上肢持久力の評価には上肢エルゴメータなどによる評

表7 運動負荷試験の禁忌事項

絶対的禁忌	<ul style="list-style-type: none"> 慢性呼吸器疾患の急性増悪時 気管支喘息の急性発作時 安静時における高度の呼吸困難 重篤な虚血性心疾患、発症近時の心筋梗塞、最近の安静時心電図で急性の変化が示唆される場合 不安定狭心症 不安定な未治療の不整脈 重篤な大動脈弁狭窄症 未治療の心不全 急性肺血栓塞栓症、 急性心筋炎、心膜炎 解離性大動脈瘤 発熱などの急性感染症 患者の協力が得られないとき
時に禁忌となる場合	<ul style="list-style-type: none"> 中等度の心臓弁膜症 電解質異常（例えば、低カリウム血症、低マグネシウム血症など） 高度の貧血 不安定な高血圧症 頻脈または徐脈性不整脈 肥大型心筋症およびその他流出路系閉鎖症候 運動負荷によって再発する可能性のある神経一筋障害、筋一骨格系障害および関節リウマチ 高度の房室ブロック 心室性動脈瘤 未治療の代謝性疾患（例えば、糖尿病、甲状腺クリーゼ、粘液水腫） 全身性の慢性感染症

*時に禁忌となる場合とは、運動負荷によって得られる利益が運動で生じる危険性を上回る可能性のある場合である。その場合、特に安静時に無症状の例では注意しつつ、低いレベルにエンドポイントを設定して運動負荷試験をする。

価方法があるが、わが国ではあまり普及していない。

b. 定常運動負荷試験

- ① 運動耐久力 (exercise endurance capacity) の評価にはしばしば $\dot{V}O_2$ peak または最大仕事量に対する一定のレベルの運動負荷試験 (定常運動負荷試験) が用いられる。
- ② 測定項目は運動持続時間、運動終了時の呼吸困難、下肢の疲労感を測定する。
- ③ 定常運動負荷試験の負荷法に関しては報告により異なるが、漸増運動負荷試験より得られた $\dot{V}O_2$ peak または最大仕事量の 70~90% での負荷強度を設定する。

2) 筋力測定試験

- ① どれか1つの筋力測定試験は、その用いた方法に特

表8 運動負荷試験の中止基準

絶対的に中止すべき場合	<ul style="list-style-type: none"> 高度の呼吸困難の出現 重篤な喘息発作 負荷試験の進行とともに収縮期血圧がベースラインから 10 Torr 以上低下 狭心症の出現 運動失調、めまい、意識障害などの出現 チアノーゼ、顔面蒼白などの出現 心電図、収縮期血圧などのモニタリングができなくなった場合 被験者が中止を希望した場合 心室頻拍 心電図上、急性心筋梗塞が疑われる場合
中止が望ましい場合	<ul style="list-style-type: none"> ST 低下 (2 mm 以上の水平または下降型) や著明な軸偏位など、ST または QRS の変化 多源性、三連発、上室性頻脈、房室ブロック、徐脈などの不整脈の出現 疲労、息切れ、喘鳴、足のこむらがえり、跛行 胸痛の出現 過度の血圧の上昇

異的なため、単一のテストですべての筋力、筋持久力を測れるものは存在しない。

a. 呼吸筋力

- ① 呼吸筋力トレーニングの実施に際しては、呼吸筋力測定が必要である。呼吸筋力の指標には、最大吸気圧 (P_{imax})、最大呼気圧 (P_{Emax})、最大経横隔膜圧 (P_{dimax}) などがある。
- ② P_{dimax} は食道・胃バルーンで横隔膜直上の胸腔内圧、直下の腹腔内圧差を求めたもので、横隔膜の筋収縮力を示している。
- ③ P_{dimax} 測定は複雑なため臨床的には、口腔内圧計による P_{imax}、P_{Emax} を呼吸筋力の指標とすることが簡便である (資料編 83 頁参照)。

b. 上肢・下肢筋力

- ① 下肢筋力測定が可能であれば、施行することが望ましい。
- ② 一般に1回反復最大筋力 (1 repetition maximum : 1RM) 測定が用いられるが、低体力者や高齢者では 5~8RM を用いて 1RM を推定する。1RM とは 1 回しか遂行できない最大負荷試験、すなわち関節の全可動範囲で 1 回しか挙上できない最大重量を意味する。
- ③ 測定には重錘を用いるが、等尺性収縮筋力測定器 (ハンドヘルドダイナモメータ)、等速性筋力測定器

(トルクマシーン) 等で代用することもできる。用いた測定方法を明記する必要がある。

- ③ハンドヘルドダイナモメータによる測定は、ダイナモメータによって用手的に筋の等尺性収縮を評価するものである。
- ④トルクマシーンは、等速性収縮を行える機器で、一定の角速度運動になるよう制御され、発生した筋トルクと同じ抵抗が加わるように設計されている。そのため自らの筋力が抵抗になるので安全であり、関節角度に影響を受けず最大筋力を発揮でき、トルクを筋力として定量的に評価することができる。
- ⑤他の筋力測定装置に比べて非常に高価という点が、これらの装置の欠点である。
- ⑥握力は、他の筋力測定値と比較的良好な関係を示し、簡便で労力をあまり必要としない。握力は全身の筋力を反映する指標であることが示されているが、すべての筋力を測定する際に利用するには限界がある。
- ⑦握力計を用い、立位で左右それぞれ3回ずつ測定し、その最大値を測定値とする。利き手を代表値とし、解釈に当たっては、日本人の年齢別握力標準値を参考にする。

3) 動脈血液ガス分析

- ①動脈血液ガス所見は肺でのガス交換機能をみる総合的指標であり、血液ガス測定装置のある施設では、測定を行うことが望ましい。
- ②血液ガス測定装置では、PaO₂、PaCO₂、pHが実測される。

4) 心臓超音波検査

- ①肺動脈弁口部のフロー、三尖弁逆流のフローより肺動脈圧が推定できる。
- ②特に重症の慢性呼吸器疾患では、運動療法前に肺高血圧合併の有無が評価されることが望ましい。

5) QOL評価

- ①COPD患者は呼吸困難のため、健康関連QOLが障害されるので、QOLの評価は重症度やリハビリテーションの効果判定において重要である。
- ②一般的質問票(資料編118頁)、疾患特異的質問票があるが、和訳された疾患特異的評価法には、①CRQ (Chronic Respiratory Disease Questionnaire)²⁵、②SGRQ (St. George's Respiratory Questionnaire)²⁶がある。
- ③わが国で開発されたVASを用いた簡便なQOLスケールがある²⁷⁻²⁹。

F 目標設定

- ①評価に際しては、患者と合意の上で具体的な達成目標を設定することも重要である。
- ②設定目標には数値目標も用いられるが、患者の希望や日常生活、趣味、習慣に直接関連する具体的な目標設定が望ましい。
- ③設定した目標に関する情報は、導入プログラム終了後も関わるスタッフ間で共有される必要がある³⁰。

[文献]

1. 日本呼吸管理学会/日本呼吸器学会：呼吸リハビリテーションに関するステートメント、日呼会誌、40: 537-544、2002.
2. Ries AL, Kaplan RM, Limberg TM, Prewitt LM. Effects of pulmonary rehabilitation on physiologic and psychosocial outcomes in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Ann Intern Med* 1995; 122:823-832.
3. Brooks SM. Surveillance for respiratory hazards. *ATS News* 1982; 8: 12-16.
4. Fletcher CM, The Clinical Diagnosis of Pulmonary Emphysema *Proc R Soc Med* 1952; 45:577-584.
5. Mahler DA, Weinberg DH, Wells CK, Feinstein AR. The measurement of dyspnea: contents, interobserver agreement, and physiologic correlates of two new clinical indexes. *Chest* 1984; 85: 751-758.
6. McGravin CR, Artvinli M, Naoe H. Dyspnea, disability, and distance walked: comparison of exercise performance in respiratory disease. *B.M.J.* 1978; 2: 241-243.
7. Borg GAV. A category scale with ratio properties for intermodal and interindividual comparisons. In ; Geissler HG, Petzold P ed. *Psychophysical Judgment and the Process of*