

◎原 著◎

ハイフローセラピー施行中の呼吸不全患者における 移動式ハイフローシステムを用いた長距離歩行訓練の臨床的効果

恒石鉄兵¹⁾・相川政紀²⁾・酒井勇輝²⁾・川井隆広²⁾
林 康之²⁾・橋本教正²⁾・西村尚志²⁾・宮崎博子³⁾

キーワード：ハイフローセラピー，移動式，リハビリテーション，呼吸不全

要 旨

呼吸不全患者に対して換気補助効果が示されているハイフローセラピー（high flow therapy：HFT）は、電源コードやガス配管のために移動の制限を受けるため、リハビリテーションにおいてその有効性を十分に発揮できていない可能性がある。今回我々は長距離移動が可能な移動式ハイフローシステム（mobile high flow therapy system：mHFT）を作成し、呼吸不全患者7例のリハビリテーションに用いた。初回歩行距離は最低でも18m確保されて有害事象もなかった。また、過去にmHFTを使用せずに、HFTから通常酸素療法に移行後に歩行訓練を開始した34例と比較した。mHFT群ではHFT導入から歩行訓練開始までの期間が有意に短く、初回訓練時の歩行距離が長い傾向がみられた。

mHFTは呼吸不全患者の離床にとって有用である可能性があり、さらに症例数を増やして、前向きを検討が必要である。

I. はじめに

臥床期間が長くなる傾向がある重症呼吸不全患者は、単純な運動機能の廃用だけでなく集中治療室関連筋力低下（intensive care unit-acquired weakness：ICU-AW）の高リスク群であると考えられ^{1,2)}、人工呼吸器からの離脱遅延、死亡率増加などにつながる事が知られている^{3,4)}。さらに、急性呼吸促迫症候群（acute respiratory distress syndrome：ARDS）生存者において運動機能障害は5年間のフォローを経ても健常者と同レベルまで改善してはいないという報告もなされており⁵⁾、一度低下した身体機能は急性期だけでなく慢性期においても患者の健康状態に大きく影響し続けるということになる。

健常人においても臥床5日目にはすでに骨格筋の減少が起ころうと言われており⁶⁾、全身状態の悪い急性呼吸不全患者においては、機能維持の観点からも極力早期離床を進めることが望まれる。実際に、挿管管理中の患者に対して72時間以内にリハビリテーション介入を開始することで離床の進行が早くなり、退院時点での歩行可能距離が大幅に改善しただけでなく、せん妄の罹病期間をも短縮させたことを示したランダム化比較試験結果も報告されている⁷⁾。

呼吸不全患者に対して広く使用されるハイフローセラピー（high flow therapy：HFT）は死腔の洗い出し効果、PaCO₂減少、呼吸仕事量軽減などの効果があり⁸⁾、重症の慢性閉塞性肺疾患（chronic obstructive pulmonary disease：COPD）患者においてリハビリテーション時にHFTを用いることで運動継続時間が延長し、また呼吸困難・疲労感が改善するということが示されている⁹⁾。そうしたことをふまえ、呼吸不全患者に対して離床早期から効果的にHFTを使用することで他の

1) 元 京都桂病院 呼吸器センター・呼吸器内科

現 京都市立病院 集中治療科

2) 京都桂病院 呼吸器センター・呼吸器内科

3) 同 リハビリテーション科

[受付日：2018年10月22日 採択日：2019年5月21日]

酸素療法よりも大きな運動負荷が可能となり、離床促進、ひいては短期から長期の予後を改善すると考えられる。ところが、HFTは電源コード、酸素・空気配管のために移動の制限を受けるのが問題であり、これまでの報告でも病室内3mの伝い歩きやHFTのホースを最大限伸ばしての8m歩行に留まってきた¹⁰⁾。リハビリテーションの際の適応に適している酸素投与方法であるにもかかわらず、十分に活かしていないのが現状である。

本研究において我々は、HFT使用中の患者が早期から十分な歩行訓練を実施することを可能とすべく、コードレスかつ配管不要で長距離移動が可能なHFTシステムを作成し、呼吸不全患者の早期リハビリテーションに用い、その離床促進効果について検討した。

Ⅱ. 対 象

当院にて2017年12月から2018年6月の期間において呼吸不全に対してHFTを導入された患者のうち、立位達成時点でHFTを離脱できなかった7例を今回開発したHFTシステム使用下歩行訓練の対象とした。HFT施行下に立位での足踏みが可能な状態まで到達していない患者は必然的に除外された。また比較対照として、2016年12月から2018年4月の期間において当院でHFTを使用して治療を行った呼吸不全患者で、立位まで到達した時点でHFTから離脱できず、通常の酸素マスクや経鼻カニューラなどに移行するのを待ってから歩行訓練を開始した者のうち、診療録で検索可能であった34症例を用いた。

Ⅲ. 方 法

1. mHFTシステム

空気配管が不要のHFT機種であるAIRVO™2 (Fisher & Paykel Healthcare、ニュージーランド)と、携帯型バッテリーである多用途AC電源供給装置MPS200PS-JP (パシフィックメディコ、日本)、そして500Lの酸素ポンペを接続し、それらを架台に乗せて、コードレスかつ配管不要で長距離移動が可能なHFTシステムを作成し、移動式ハイフローシステム (mobile high flow therapy system : mHFT) と命名した (Fig.1)。総重量は約45.7kgとなった。総ガス流量をF (L/分) とすると必要な純酸素流量 (L/分) は $F(FiO_2 - 0.21) / 0.79$ と計算できる。そこで今回実際用いたmHFT設定のう

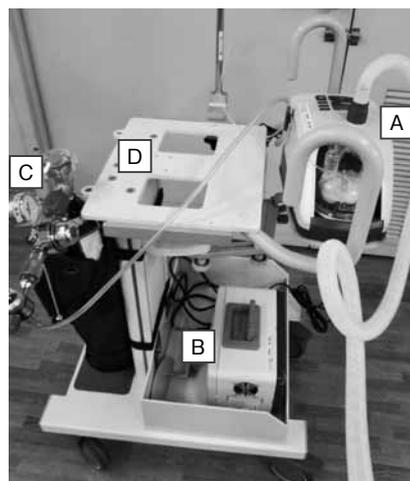


Fig.1 Mobile high-flow therapy (mHFT) system

Our mHFT system consists of 4 parts : AIRVO™2 (A), battery (MPS200PS-JP) (B), 500L medical oxygen cylinder (C), and a mobile cart (D). The total weight is approximately 45.7kg.

ちで流量30L/分、 FiO_2 0.4の場合、必要純酸素流量が最小の7.2L/分となる。また、流量50L/分、 FiO_2 0.7の場合、必要純酸素流量は最大の31.0L/分となる。500L酸素ポンペを使用した場合でmHFT連続使用可能時間はそれぞれ69.4分、16.1分となる。この点に配慮し、酸素残量計をこまめに確認しながら歩行訓練を実施した。

2. 歩行訓練の方法

対象患者に対してmHFT使用下に長距離歩行訓練を実施し、その効果と安全面について、mHFTを用いない離床方法との比較を交えて検討した。歩行訓練は病棟の廊下で医師、看護師立会いのもと理学療法士により実施した (Fig.2)。

本研究は実臨床でmHFTを施行した呼吸不全患者に関する後ろ向き研究であり、事前に明確なリハビリテーション・プロトコルは設定できていなかった。mHFTを使用した歩行訓練の開始基準は、立位足踏み訓練まで到達し、なおかつ主治医の判断でHFTからの離脱ができないとされた場合とした。訓練中は、自覚症状 (修正Borgスケール4を超えて呼吸困難症状が強い)、低酸素血症 (SpO_2 90%未満)、頻脈 (脈拍>140/分) の3点に注目し、いずれかの項目に抵触した場合は歩行を中止し、異常値が改善するまで座位で休憩をした。訓練時のmHFTは流量、 FiO_2 を安静時と同様の設定で開始し、歩行訓練中に目標 $SpO_2 < 90\%$ の場合、呼吸数 ≥ 30 /分となる場合、患者の呼吸困難が増強して訓練で休

息を要した場合には、原則 $SpO_2 \geq 90\%$ を目安に FiO_2 を上げるのに加え、流量を 10L/分ずつ増量して訓練を継続した。流量は 60L/分、また患者が許容できる限界の流量を上限とした。また、それらの調整を行ったうえでも $SpO_2 < 90\%$ となる場合や、呼吸困難が強い場合、あらゆる原因で歩行動作が困難となった場合および、医師が継続困難な状態と判断した場合は中止とした。歩行訓練終了後には安静時の設定に戻した。初回セッションで mHFT 使用下に歩行が可能であれば有効例であ



Fig. 2 Training with the mHFT system in the ward

A patient (P) with respiratory failure practices walking with the mHFT system in the ward, accompanied by a physical therapist (PT), nurse (N) and physician (not shown).

るとして、2回目のセッション以降も訓練継続とした。全例でパルスオキシメーターを用い、 SpO_2 と脈拍数をモニタリングした。また、不整脈など心疾患がある患者には心電図モニターも装着した。酸素ボンベの残量を常に確認し、歩行訓練中の酸素切れの防止に努めた。mHFT 併用歩行訓練の終了基準としては、HFT を離脱した場合、およびその他医師が判断した場合とした。

3. 評価項目

全ての項目は診療録の記載から後ろ向きに評価した。まず歩行訓練時に mHFT を使用した 7 症例の評価項目を示す。立位・歩行訓練開始前の項目としては、治療開始時点における年齢、性別、呼吸不全の原因疾患、HFT 開始前の Sequential organ failure assessment score (SOFA score)、HFT 開始前の $PaCO_2$ 、同じく P/F 比、HFT の初期設定流量と FiO_2 とした (Table 1)。立位・歩行訓練の結果としては HFT の開始から初回の立位訓練までの日数、HFT 開始から初回の歩行訓練 (mHFT 使用) までの日数、初回の立位訓練から初回の歩行訓練までの日数、mHFT の初期設定流量および FiO_2 、mHFT 使用下に初回歩行訓練をした際の歩行距離、mHFT 使用下に歩行訓練をした際の最長歩行距離 (歩行距離はいずれも各訓練日の歩行距離の合計とした) (Table 2a)、さらに HFT の使用日数、入院日数、HFT 開始から退院までの日数、初回の立位訓練から退院までの日数、初回の歩行訓練から退院までの日数、

Table 1 Patient characteristics in the mHFT group

Case	Age	Sex	Etiology	Pre-HFT SOFA score	Pre-HFT $PaCO_2$ (Torr)	Pre-HFT P/F	Initial HFT flow (L/min)	Initial HFT FiO_2
1	86	M	Pneumonia	6	31.7	96.4	30	0.6
2	70	M	Pneumonia	4	36.4	134	40	0.35
3	79	M	Pneumonia ARDS	2	40.3	180	30	0.5
4	73	M	Pneumonia COPD exacerbation	3	57.3	210	30	0.5
5	73	F	Heart failure (After AVR+TAP)	13	35.4	178	35	0.5
6	56	F	Asthma attack (Postextubation)	1	46.5	310	30	0.3
7	78	M	Pneumonia Drug induced lung injury	2	35.6	126	30	0.6

Seven patients underwent rehabilitation with the mHFT system (mHFT group) from December, 2017 to June, 2018. SOFA : sequential organ failure assessment, $PaCO_2$: partial pressure of arterial carbon dioxide, P/F : PaO_2/FiO_2 ratio, AVR : aortic valve replacement, TAP : tricuspid annuloplasty.

Table 2a Patient outcomes in the mHFT group

Case	From HFT initiation to the first standing training (d)	From HFT initiation to the first gait training (d)	From the first standing to initial gait training (d)	Initial mHFT flow (L/min)	Initial mHFT FiO ₂	Initial walk distance (m)	Longest walk distance (m)
1	2	3	1	50	0.7	42	150
2	10	11	1	40 ~ 60	0.4 ~ 0.6	150	300
3	1	2	1	40	0.65	100	240
4	0	0	0	30	0.4	100	100
5	0	3	3	30 ~ 40	0.4 ~ 0.5	18	18
6	0	1	1	30	0.4 ~ 0.5	50	200
7	4	5	1	30	0.4	120	160

Continued on Table 2b.

Table 2b Patient outcomes in the mHFT group

Case	Duration of HFT (d)	Hospital stay (d)	From HFT initiation to discharge (d)	From the first standing to discharge (d)	From the first gait to discharge (d)	Disposition	Predischarge FIM score	Initiation of HOT	28-day survival
1	16	44	43	41	40	Home	57	4 ~ 7L/min (Oxymizer)	Survive
2	13	39	38	28	27	Home	126	-	Survive
3	26	52	48	47	46	Home	107	2 ~ 6L/min (Nasal cannula)	Survive
4	5	16	10	10	10	Home	113	-	Survive
5	5	60	23	23	20	Home	90	-	Survive
6	6	17	15	15	14	Home	126	-	Survive
7	10	25	22	18	17	Home	117	-	Survive

Continued from Table 2a.

FIM : functional independence measure.

退院時の状況（自宅、転院、死亡）、新規の在宅酸素療法（home oxygen therapy : HOT）導入の有無、退院時の機能的自立度評価法（functional independence measure : FIM）、入院後28日時点での生存状況とした（Table 2b）。ここで用いたFIMは、日常生活に必要とされる能力を18項目に分け、各7点満点で評価するもので、126点を満点として合計点が高いほど日常生活における自立性が保たれているということの意味する。

Table 3においては、mHFTを使用せず、HFTを離脱してから歩行訓練を施行した症例と、mHFTを使用した7例との比較を示した。評価項目はTable 1およびTable 2と同様であるが、Table 3における最長歩行距離は両群ともに入院全期間中での最長歩行距離であり、Table 2aにおけるmHFT群の最長歩行距離がmHFT使用下であったのとは異なり、HFT離脱後の

歩行距離も含む。

4. 統計学的解析

解析にはJMP® 14 (SAS Institute Inc.、米国)を用い、パラメトリックデータは平均値±SDで表記し、2群間の比較はt検定、ノンパラメトリックデータは中央値（四分位範囲）で表記し、2群間の比較はWilcoxon検定、そして名義尺度に相当する2群間のデータ比較にはX²検定を使用した。統計学的有意水準は5%と設定した。

本研究はmHFT使用下の長距離歩行訓練実施症例の離床促進効果と予後を検討した単施設後ろ向き研究である。各患者にはmHFT使用下歩行訓練の開始前に口頭でその内容を説明し、承諾を得てから実施した。本研究は京都桂病院倫理・臨床研究審査委員会で審査され承認を受けた（承認番号599）。

Table 3 Comparison of outcomes of the non-mHFT group and mHFT group

	Non-mHFT group	mHFT group	p
Number of patients	34	7	
Age	78.1 ± 10.5	76.2 ± 6.4	0.29
	27 (79.4)	5 (71.4)	0.64
Pneumonia	12 (35.3)	5 (71.4)	0.08
Interstitial lung disease	4 (11.4)	1 (14.3)	0.85
Empyema	1 (2.9)	0	0.65
Lung cancer	2 (5.7)	0	0.51
COPD exacerbation	4 (11.4)	1 (14.3)	0.85
Asthma attack	0	1 (14.3)	0.03 *
ARDS	4 (11.4)	1 (14.3)	0.85
Sepsis	2 (5.9)	0	0.51
Heart failure	8 (22.9)	0	0.15
After cardiovascular surgery	9 (25.7)	1 (14.3)	0.49
Pre-HFT SOFA score	3 [2 ~ 6]	3 [2 ~ 6]	0.66
Initial HFT flow (L/min)	37.5 [30 ~ 40]	30 [30 ~ 35]	0.06
Initial HFT FiO ₂ (%)	0.5 [0.4 ~ 0.6]	0.5 [0.4 ~ 0.6]	0.97
From HFT initiation to the first standing training (d)	5 [1.8 ~ 8]	1 [0 ~ 4]	0.06
From first standing to initial gait training (d)	2 [1 ~ 7]	1 [1 ~ 1]	0.09
From HFT initiation to the first gait training (d)	7 [4 ~ 12]	3 [1.3 ~ 4.5]	0.03 *
Patients achieving gait training	27 (79.4)	7 (100)	0.19
Increased mixed gas or pure oxygen flow during initial gait training	10 (29.4)	3 (42.9)	0.73
Initial walk distance (m)	36 [20 ~ 80]	100 [42 ~ 120]	0.07
Longest walk distance (m)	240 [120 ~ 600]	400 [120 ~ 1,428]	0.28
Duration of HFT (d)	6 [4 ~ 10.3]	10 [5 ~ 16]	0.27
Hospital stay (d)	31.5 [21 ~ 75]	39 [17 ~ 52]	0.53
From admission to HFT initiation (d)	4 [1.75 ~ 9]	3 [1 ~ 6]	0.71
From HFT initiation to discharge (d)	29 [19 ~ 69.3]	23 [15 ~ 43]	0.51
From the first standing to discharge (d)	24 [14 ~ 57.3]	23 [15 ~ 41]	0.68
From the first gait to discharge (d)	23 [11 ~ 52]	20 [14 ~ 40]	0.75
Disposition			
Home or nursing home	17 (50.0)	7 (100)	0.01 *
Transfer	10 (29.4)	0	0.1
Death	7 (20.6)	0	0.19
Predischarge FIM score ^a	111 [85 ~ 123]	113 [90 ~ 126]	0.72
Initiation of HOT ^a	7 (41.2)	2 (28.6)	0.31
28-day mortality	2 (5.9)	0	0.51

The non-mHFT group consisted of 34 patients who underwent rehabilitation with only traditional HFT from December, 2016 to April, 2018.

Results are expressed as number (percentage in the group) or median [IQR] or mean ± SD. *p < 0.05.

^a Among patients discharged to home or nursing home.

IV. 結 果

1. mHFT 群の患者特性

mHFT を使用した7例は、年齢構成は56～86歳で、5例が男性であった。原因疾患としては、肺炎を契機とした、あるいは肺炎を合併した症例が5例と大半を占めた。弁置換術後の心不全症例ではHFT開始前のSOFA scoreが13点と、とくに重症度が高かった。

COPD急性増悪と喘息発作の2例ではII型呼吸不全がみられた (Table 1)。

2. mHFT 使用例の歩行訓練結果

症例2ではHFT開始から立位までの日数が10日、HFT開始から歩行開始までの日数が11日と目立って長期間を要した。しかし、この症例では初回歩行距離

150m、退院までの最長歩行距離 300m と、歩行距離という点に関しては7例中で最大となった。また、初回歩行距離は症例5で最短となり、18mであった (Table 2a)。

mHFT を用いた初回歩行訓練時に要した流量は 30 ~ 60L/分 で、うち2例は訓練中の SpO₂ 低下および呼吸困難増強に対してガスの総流量を上げて対処をした。初回歩行訓練時の FiO₂ 0.4 ~ 0.7 で、訓練中に FiO₂ の増量を要したものが3例であった。初回歩行距離は最低でも 18m は確保され、4例では 100m を超えて最長で 150m に達した。mHFT 使用下の最長歩行距離は、1例を除いて 100m を超え、最長で 300m に達する例があった。HFT 使用期間は 5 ~ 26 日間で、1例を除けば 1 ~ 2 週間前後であった。半数以上が 1 カ月以上の入院期間を要したが、全例が自宅退院となった。FIM score 126 点と完全に日常生活が自立した状態で退院した症例が 2 例あり、新規の HOT 導入は 2 例のみで、28 日生存率は 100% であった (Table 2b)。また、mHFT は過去に報告がない方法であり、その有害事象として想定しうるものとしては、訓練中の酸素ボンベ切れやバッテリー切れ、その他装置の問題で適切に患者に対してガスが供給されないというケースあるいはカテーテルやチューブ類の抜去事故、訓練中の転倒、意識消失、治療を要する循環動態異常などがあった。しかし、mHFT 群においていずれの有害事象も起こらなかった。

3. mHFT 使用群と非使用群の比較

当院ではこれまでに HFT を導入して立位訓練まで到達した後に mHFT を使用せずに離床を進めた症例が 34 例 (非 mHFT 群) あり、それらと今回 mHFT を使用して離床を進めた 7 例 (mHFT 群) の経過とを比較した (Table 3)。HFT 導入から立位訓練開始までの日数は、非 mHFT で 5 日 (1.8 ~ 8 日) [中央値 (四分位範囲)] に対して mHFT で 1 日 (0 ~ 4 日) であり、mHFT 群で短い傾向がみられた。同様に立位訓練開始から歩行開始までの日数は、非 mHFT 群で 2 日 (1 ~ 7 日) であったのに対し、mHFT 群で 1 日 (1 ~ 1 日) と短い傾向がみられた。HFT 開始から歩行開始までの日数で比較するとこの差はさらに明確となり、非 mHFT 群で 7 日 (4 ~ 12 日)、mHFT 群で 3 日 (1.3 ~ 4.5 日) であり、有意に mHFT 群で短くなった ($p < 0.05$)。立位訓練達成後の歩行訓練達成率は非 mHFT 群が 79.4

% であるのに対して mHFT 群では 100% であった。非 mHFT 群と mHFT 群で初回歩行訓練実施距離はそれぞれ 36m (20 ~ 80m)、100m (42 ~ 120m)、また入院期間中の最長歩行距離はそれぞれ 240m (120 ~ 600m)、400m (120 ~ 1,428m) といずれも mHFT 群で長い傾向を認めた。一方、HFT を使用した日数および入院日数に関しては非 mHFT 群と mHFT 群でそれぞれ 6 日 (4 ~ 10.3 日) vs 10 日 (5 ~ 16 日)、31.5 日 (21 ~ 75 日) vs 39 日 (17 ~ 52 日) といずれも mHFT 群のほうが長い傾向を認めた。ただ、HFT を開始してから退院までの日数は非 mHFT 群と mHFT 群でそれぞれ 29 日 (19 ~ 69.3 日) vs 23 日 (15 ~ 43 日) と、mHFT 群で若干短い傾向がみられた。歩行訓練開始から退院までの日数を比較すると非 mHFT 群と mHFT 群でそれぞれ 23 日 (11 ~ 52 日) vs 20 日 (14 ~ 40 日) と差は小さいが、若干 mHFT 群のほうが短い傾向がみられた。非 mHFT 群では転院、死亡退院という転帰を辿ったものが約半数あったのに対し、mHFT 群では全例が自宅退院となった。

4. 有害事象

有害事象に関しては非 HFT 群で 1 例のみ歩行訓練中に心肺停止状態となったものがあった。

V. 考 察

HFT にはさまざまな生理学的効果があることが知られ、同様に FiO₂ を規定できる酸素療法であるベンチュリマスクと比較して SpO₂ 上昇効果が高い点⁹⁾、そしてさらに CO₂ 排出亢進および産生低下作用を有する点⁸⁾において優れている。それらの効果により、運動負荷に伴う低酸素、高炭酸ガス血症、および過剰な換気応答による呼吸困難や換気障害などを軽減させる可能性があり、呼吸不全患者の運動耐容能の改善につながるものと考えられる。

今回我々は HFT 使用下に立位訓練まで達成したものの、通常の酸素療法への移行が困難であった呼吸不全患者に注目し、彼らに対して mHFT を用いて従来不可能であった HFT 下の長距離歩行訓練を実施した。

今回実施した mHFT による歩行訓練においては有害事象もなく、従来の離床方法と比較して迅速に離床が進む傾向があり、自宅退院へつなぎやすい可能性が示された。とくに HFT を開始してから歩行訓練開始ま

での日数においては mHFT 使用で有意に短縮できた。ただ、2 群間における重症度のばらつきや、離床方針の差が影響している可能性は大いにあり、今後さらなる検討を重ねる必要がある。

mHFT 群では HFT の使用期間が長くなる傾向がみられた。これに関しては mHFT 群では HFT を施行しながら効率的に歩行訓練を進めることができるため、HFT 離脱を急ぐ必要がなくなったことが理由の 1 つとして考えられた。しかし、HFT 導入から退院までの期間は mHFT 群のほうで短くなる傾向がみられたので、やはり効率的な歩行訓練が離床を促進し、早期退院を実現することにつながったと考えることができる。

また、歩行訓練時の適切な流量は不明であるが、運動耐容能の改善効果が、死腔の洗い出し効果による CO₂ 排出亢進および産生低下作用に起因すると考えると、訓練中の呼吸困難の度合い、呼吸数の増加を指標として 60L/分程度まで流量を上げることは有用であると考えられる。これは、HFT 中の呼吸数減少効果は流量 60L/分辺りでプラトーに達するとされることから推定したもので、死腔という限られた volume を有する構造に対する洗い出しが天井効果を有することがその理由と考えられている¹¹⁾。その他、HFT による SpO₂ 改善効果も運動耐容能改善に寄与している可能性はあり、その点に関して言えば HFT の気道内圧上昇およびインピーダンストモグラフィを用いて推定した呼気終末肺容積が少なくとも 100L/分までは線形に増加する¹¹⁾ことを考えると、60L/分以上の流量も理論上は有益な可能性はある^{8, 11)}が、現在 HFT に使用可能な機器では 60L/分が上限となっている。いずれにせよ、訓練時の適切な設定についてはさらなる議論の余地がある。

mHFT 群で入院期間が長くなる傾向がみられたことについては今回の検討では解釈が困難であり、さらなる症例の蓄積、および原因疾患別の検討の追加が必要であろうと考えている。

また、今後の mHFT 普及のためには担当医付き添いなしで、理学療法士を中心として安全に実施可能とするような訓練時のプロトコルの作成が必要であると考える、現在各職種と協議を行っている。

VI. 結 語

HFT を実施しながら長距離歩行訓練を可能とする mHFT システムについて実臨床で使用し、その効果を

検証した。mHFT を使用することで実際に HFT の開始から歩行訓練の開始までの時間が短縮され、より早期に離床が進められた。mHFT を用いた歩行訓練による有害事象はみられなかった。症例数を増やして前向き比較試験を行い、mHFT の有効性について統計学的有意差をもって明確に示していくことが望まれる。

本稿の要旨は、第 40 回日本呼吸療法医学会学術集会（2018 年、東京）において発表した。

本稿の全ての著者には規定された COI はない。

参 考 文 献

- 1) Latronico N, Bolton CF: Critical illness polyneuropathy and myopathy: a major cause of muscle weakness and paralysis. *Lancet Neurol.* 2011; 10: 931-41.
- 2) Stevens RD, Marshall SA, Cornblath DR, et al: A framework for diagnosing and classifying intensive care unit-acquired weakness. *Crit Care Med.* 2009; 37: S299-308.
- 3) 武居哲洋: 重症患者に発症するびまん性神経筋障害: ICU-acquired weakness. *日本神経救急学会雑誌.* 2015; 27: 1-7.
- 4) Schweickert WD, Hall J: ICU-Acquired Weakness. *Chest.* 2007; 131: 1541-9.
- 5) Herridge MS, Tansey CM, Matté A, et al: Functional disability 5 years after acute respiratory distress syndrome. *N Engl J Med.* 2011; 364: 1293-304.
- 6) Wall BT, Dirks ML, Snijders T, et al: Substantial skeletal muscle loss occurs during only 5 days of disuse. *Acta Physiol.* 2014; 210: 600-11.
- 7) Schweickert WD, Pohlman MC, Pohlman AS, et al: Early physical and occupational therapy in mechanically ventilated, critically ill patients: a randomized controlled trial. *Lancet.* 2009; 373: 1874-82.
- 8) Mauri T, Turrini C, Eronia N, et al: Physiologic effects of high-flow nasal cannula in acute hypoxemic respiratory failure. *Am J Respir Crit Care Med.* 2017; 195: 1207-15.
- 9) Cirio S, Piran M, Vitacca M, et al: Effects of heated and humidified high flow gases during high-intensity constant-load exercise on severe COPD patients with respiratory limitation. *Respir Med.* 2016; 118: 128-32.
- 10) 森田三佳子, 岡本こずえ, 伊藤郁乃ほか: ネーザルハイフロー使用下よりリハビリ開始し在宅復帰した急性呼吸窮迫症候群の一症例. *日本呼吸ケア・リハビリテーション学会誌.* 2015; 25: 469-73.
- 11) Parke RL, Bloch A, McGuinness SP: Effect of very-high-flow nasal therapy on airway pressure and end-expiratory lung impedance in healthy volunteers. *Respir Care.* 2015; 60: 1397-403.

Clinical effect and safety of walk training with mobile high-flow therapy system

Teppei TSUNEISHI¹⁾, Masaki AIKAWA²⁾, Yuki SAKAI²⁾, Takahiro KAWAI²⁾, Yasuyuki HAYASHI²⁾,
Michinobu HASHIMOTO²⁾, Takashi NISHIMURA²⁾, Hiroko MIYAZAKI³⁾

¹⁾ Department of Pulmonology, Kyoto Katsura Hospital

* Present affiliation : Division of Intensive Care Medicine, Kyoto City Hospital

²⁾ Department of Pulmonology, Kyoto Katsura Hospital

³⁾ Department of Rehabilitation, Kyoto Katsura Hospital

Corresponding author : Tepei TSUNEISHI

Division of Intensive Care Medicine, Kyoto City Hospital

1-2, Mibuhigashitakada-cho, Nakagyo-ku, Kyoto-city, 604-8845, Japan

Key words : high-flow therapy, mobile system, rehabilitation, respiratory failure

Abstract

Respiratory support with high-flow therapy (HFT) has been reported by researchers worldwide. However, the walking distance with HFT is restricted by the power supply cord and air/oxygen line. HFT seems to have many advantages for rehabilitation with its respiratory support, but patients cannot utilize maximum function of the therapy. A previous case report showed that the maximum walking distance with HFT was 8m.

We assembled an AIRVO™ 2, battery (MPS200PS-JP : Pacific Medico, Tokyo, Japan), medical oxygen cylinder, and mobile cart into a mobile HFT (mHFT) system without any cords and lines plugged into wall sockets. Patients can walk longer distances with our mHFT system than with the conventional HFT system. In this report, 7 patients with respiratory failure undertook early rehabilitation using mHFT. They could walk more than 18m even at the first session with mHFT and no adverse effects were seen.

We experienced 34 patients with respiratory failure who received only traditional HFT (non-mHFT group). Because of moderate to severe respiratory failure, they could not be free from HFT when they were ready for gait training. Compared with the non-mHFT group, the 7 patients who received mHFT (mHFT group) could start gait training significantly earlier after HFT initiation and tended to walk a longer distance in the first session and be discharged earlier after beginning mHFT.

This report indicates that mHFT may show some advantages in patients with respiratory failure in terms of effective rehabilitation. Further studies are needed to confirm the advantages of mHFT.

Received October 22, 2018

Accepted May 21, 2019