

◎原 著◎

山形県における在宅人工呼吸療法の現状と課題
—在宅医療での臨床工学技士の役割—吉岡 淳¹⁾・村上正泰²⁾・中根正樹³⁾・川前金幸⁴⁾

キーワード：在宅人工呼吸器，実態調査，臨床工学技士，保守管理

要 旨

本研究の目的は、「在宅人工呼吸器装着患者の実態調査」を実施して山形県における在宅人工呼吸器（home mechanical ventilator：HMV）を使用した在宅人工呼吸療法の現状を把握し、今後解決すべき問題点を明らかにすることである。その結果、山形県内における在宅人工呼吸療法の特徴として、① HMV 装着患者が年々増加している、② 高齢者の割合が高い、③ 基礎疾患として慢性閉塞性肺疾患などの呼吸器疾患の比率が高い、④ 非侵襲的陽圧換気（non-invasive positive pressure ventilation：NPPV）が主流、⑤ 臨床工学技士が HMV の保守管理を行っている施設が少ない、などの点が挙げられた。訪問診療・往診の実施体制については、負担の重さやマンパワー不足、連携の不十分さなどが指摘された。HMV 関連のトラブル事象や、HMV 装着患者が抱える在宅療養における不安や悩みも多いため、臨床工学技士による HMV の保守管理体制の見直し、地域包括ケアシステムの構築、多職種連携による在宅医療の推進が不可欠である。

I. はじめに

慢性閉塞性肺疾患（chronic obstructive pulmonary disease：COPD）、筋萎縮性側索硬化症（amyotrophic lateral sclerosis：ALS）や筋ジストロフィーなどの重篤な呼吸障害に対しては、在宅酸素療法（home oxygen therapy：HOT）や在宅人工呼吸器（home mechanical ventilator：HMV）による治療が行われている¹⁾。これらを使用している患者は家族への負担やトラブル時の対応など、医療施設側との円滑な連携体制が確保できているか不安を感じ、また、介護している家族は経済的不安などを抱えている²⁾。

そこで、山形県内における HMV の使用状況の現状を把握し、医療提供上の課題を明らかにするため、山

形県内の医療機関など（病院、診療所、医療・福祉施設）、在宅医療機器製造販売業者、患者本人および家族介護者を対象に在宅人工呼吸療法の実態調査を行った。そして、臨床工学技士の在宅医療における役割について検討した。

II. 対 象

山形県内で HMV を取り扱う全ての在宅医療機器製造販売業者 6 社（帝人在宅医療、フィリップス・レスピロニクス、フクダライフテック南東北、COVIDIEN、IMI、東機質）から、事前に山形県内の HMV 貸出先の医療機関などの施設名の聞き取り調査を行ったうえで、HMV を導入している医療機関など 78 施設および同意の得られた医療機関などから調査票が配布された COPD、ALS、筋ジストロフィーなどに罹患して HMV を使用している 307 名を対象とした。

今回は、睡眠時無呼吸症候群（sleep apnea syndrome：SAS）での持続気道陽圧（continuous positive airway

1) 山形大学医学部附属病院 臨床工学部

2) 山形大学大学院医学系研究科 医療政策学講座

3) 山形大学医学部附属病院 高度集中治療センター

4) 山形大学医学部 麻酔科学講座

[受付日：2015 年 11 月 19 日 採択日：2016 年 4 月 6 日]

pressure : CPAP) 療法は対象から外した。

Ⅲ. 方 法

「医療機関など向け」「在宅医療機器製造販売業者向け」「患者本人および家族介護者向け」の3種類の実態調査票を作成し、平成25年11月25日～12月20日の約1ヶ月間で、「本研究の趣旨」「調査の協力依頼書」「在宅人工呼吸器装着患者の実態調査票」「返信用封筒」を配布し、同意が得られた者に対して、在宅人工呼吸療法の実態調査を実施した。

1. 医療機関など向け HMV の調査

過去5年間の山形県内の装着患者数の推移、平成25年12月1日現在での患者の罹患情報〔形態（入院、通院、訪問診療）、性別、年齢、人工呼吸器のタイプ（気管切開、非侵襲的陽圧換気療法〈noninvasive positive pressure ventilation : NPPV〉）、人工呼吸器の装着時間（24時間未満、24時間）、地域、人工呼吸器のモード、基礎疾患〕、装着患者への訪問診療・往診状況（訪問診療・往診状況の有無、1か月あたりの訪問診療・往診状況回数、対応している医師数）、保守管理体制〔選定者、選定理由、保守点検期間、点検者、人工呼吸回路の交換時期、交換者、加温加湿タイプ（加温加湿器、人工鼻）〕、使用中のトラブル事象（選択回答：複数可）、災害時の安全対策への取り組み（選択回答：複数可）、装着患者への支援策（順位回答）などを明らかにすることを目的に実施した。

2. 在宅医療機器製造販売業者向け HMV の調査

過去5年間の山形県内の装着患者数の推移、平成25年12月1日現在での患者の地域・性別・年齢別患者数、機種、保守管理体制（メンテナンス期間、人工呼吸回路の使用期限、訪問回数、故障、劣化、交換部品）、使用中のトラブル事例（選択回答：複数可）などを明らかにすることを目的に実施した。

3. 患者本人および家族介護者向け調査

記入者（患者本人、患者家族）、療養場所（自宅、自宅以外）、地域、受診医療機関、同居者の有無、療養歴、性別、年齢、胃瘻（あり、なし）、疾患名などの基本情報、通院の有無、通院回数、通院での利用交通機関、実際に受けている訪問診療・訪問看護の利用回数や急変時

の往診状況、人工呼吸器のタイプ（気管切開、NPPV）、人工呼吸器の装着時間（24時間未満、24時間）、人工呼吸器のモード、加温加湿のタイプ（加温加湿器、人工鼻）、使用している人工呼吸回路の種類（使い捨て回路、再利用回路）、人工呼吸回路の交換時期、HMVについての評価（操作性、大きさ、電源容量、性能、騒音）、使用中に抱える不安や悩み（順位回答）、トラブル事象（選択回答：複数可）、災害時の安全対策への取り組み（選択回答）、医療的ケアの教育、装着患者への支援策（順位回答）などを明らかにすることを目的に実施した。

Ⅳ. 倫理的配慮

調査の実施にあたっては、調査対象者に対し調査協力の可否は自由意志であり、協力しなくても不利益は生じないこと、回収されたデータは本研究以外の目的には使用しないこと、個人が特定されることはないことを文書や口頭で説明した。また、調査依頼の文書により調査の趣旨を説明し、質問紙調査については同意が得られる場合に回答を返信するよう依頼した。なお、本研究は、山形大学医学部倫理委員会において審査、承認を受けた後に実施した。

Ⅴ. 結 果

医療機関など45施設（大学、国公立、公的病院16施設、民間病院9施設、診療所19施設、医療・福祉施設1施設）、在宅医療機器製造販売業者6社、患者本人および家族介護者96名（患者本人24人、患者家族72人）から回答を得た。回答率は医療機関などで57.7%、在宅医療機器製造販売業者100%、患者本人および家族介護者31.3%であった。

患者本人および家族介護者向け調査より、回答者の9割以上のHMV装着患者には同居者がおり、療養歴は1年から5年が37人（63.8%）と最も多く、療養歴が最短で3ヶ月から最長は33年であった。疾患別にみると心不全、COPD（肺気腫、慢性気管支炎）、ALS、筋ジストロフィー症、拡張型心筋症、肺結核後遺症、肺がん、糖尿病、心臓弁膜症、心筋梗塞、狭心症、肺炎、骨形成不全症、肺線維症、小頭症、うっ血性心不全、アーノルドキアリ奇形、神経線維腫症、脳出血後遺症、頸髄損傷、脳腫瘍などがあつた。また、HMV装着患者のうち11.5%が人工的水分栄養補給法（artificial

hydration and nutrition : AHN) を行うために胃瘻を造設しており、15.6%の患者は通院ができない状況であった。

なお、県内で稼働している HMV は 15 機種と多数の機種が混在していた。

1. 山形県内における HMV の現状について

1) 過去 5 年間 (平成 20 年度～平成 24 年度) の装着患者数の推移 (Table 1)

山形県内の装着患者は年々増加傾向を示し、平成 23

年度からは循環器疾患への HMV の導入が増加していた。人工呼吸器のタイプを見ると、NPPV が年々増加していた。

2) 平成 25 年 12 月 1 日現在の装着患者の状況 (Table 2)

平成 25 年 12 月 1 日現在の山形県内の装着患者数は 354 人で、このうち循環器疾患は 120 人と前年度の 2 倍に増加していた。人工呼吸器のタイプは 76.0% が NPPV であった。男女比では男性が 64% と多く、年齢を見ると 61 歳を超える高齢者の割合は 65.0% と高かった。処方時間は 24 時間未満での使用が 259 人 (73.2%)

Table 1 The transition of home-ventilated patients over the past five years

	FY2008	FY2009	FY2010	FY2011	FY2012
Number of home-ventilated patients	200	217	233	280	311
(Underlying diseases)					
Nervous system diseases	85	85	89	87	87
Respiratory diseases	115	132	144	150	166
Circulatory diseases	0	0	0	43	58
(Mechanical ventilators-type)					
Tracheostomy	82	84	82	82	87
NPPV	118	133	151	198	224

Table 2 The situation of home-ventilated patients

Number of home-ventilated patients		354
Underlying diseases	Nervous system diseases	90 (25.4%)
	Respiratory diseases	144 (40.7%)
	Circulatory diseases	120 (33.9%)
Mechanical ventilators-type	Tracheostomy	85 (24.0%)
	NPPV	269 (76.0%)
Region	Murayama	167 (47.2%)
	Mogami	21 (5.9%)
	Okitama	43 (12.1%)
	Shonai	123 (34.7%)
Sex	Male	225 (63.6%)
	Female	129 (36.4%)
Age	Under 15 years old	34 (9.6%)
	16 ~ 30 years old	5 (1.4%)
	31 ~ 45 years old	5 (1.4%)
	46 ~ 60 years old	80 (22.6%)
	61 ~ 75 years old	166 (46.9%)
	Over 76 years old	64 (18.1%)
Ventilation duration	Less than 24 hours	259 (73.2%)
	24 hours	95 (26.8%)
Mode	CMV	23 (9.1%)
	SIMV	25 (9.8%)
	PSV	36 (14.2%)
	S/T	69 (27.2%)
	ASV	101 (39.8%)

As of December 1, 2013.

と大半を占めていた。

3) 通院および訪問診療・往診の実施状況と24時間緊急対応 (Table 3)

①医療機関などにおける実施状況

回答が得られた45施設中20施設(44.4%)で訪問診療と往診が実施され、半数以上の25施設(55.6%)が訪問診療と往診を実施していなかった。このうち訪問診療と往診を実施していない回答者にその理由を自由記載してもらったところ、「医師不足」「外来診療、その他の活動が忙しく、訪問診療・往診を実施する余裕がないから」「在宅患者の緊急受け入れ先(連携病院)の確保ができない」という回答があった。訪問診療と往診を実施している20施設のう

ち、13施設(65.0%)が急変時の24時間往診には対応していなかった。

②患者の受診状況

1ヶ月の通院回数は1回と答えた63人(84.0%)が最も多かった。回答の得られた装着患者のうち10人(10.4%)が往診を受けていた。

4) HMVの保守管理体制 (Table 4)

回答が得られた45施設中25施設(55.6%)に臨床工学技士が配置されていた。HMVの選定者は33施設(63.5%)が医師で、臨床工学技士は10施設(19.2%)にとどまった。保守点検者は42施設(71.2%)が在宅医療機器製造販売業者であり、臨床工学技士は9施設(15.3%)のみであった。回路交換者は医療従事者であ

Table 3 The status of implementation of regular attendance to the hospital, visiting medical examination, making house calls and 24 hour emergency service

The reply from facilities : 45		
Visiting medical examination, Making house calls	Yes	20 (44.4%)
	No	25 (55.6%)
Number of doctors	1	11 (55.0%)
	2	3 (15.0%)
	3	4 (20.0%)
	4	1 (5.0%)
	5	1 (5.0%)
24 hour emergency service	Yes	7 (35.0%)
	No	13 (65.0%)
The reply from patients and their families : 96		
The number of regular attendances to the hospital in a month	1	63 (84.0%)
	2	12 (16.0%)
Transportation	Private car	47 (62.7%)
	Care taxi	25 (33.3%)
	Other	3 (4.0%)
The number of visiting medical examinations by doctors in a month	1	6 (31.6%)
	2	6 (31.6%)
	3	1 (5.3%)
	4	4 (21.1%)
	Over 5	2 (10.6%)
The number of visiting medical examinations by nurses in a month	1 ~ 5	10 (34.5%)
	6 ~ 10	7 (24.1%)
	11 ~ 20	5 (17.2%)
	21 ~ 30	4 (13.8%)
	Over 31	3 (10.3%)
Making house calls	Yes	10 (10.4%)
	No	86 (89.6%)
The number of house calls made in a year	1 ~ 5	8 (80.0%)
	6 ~ 10	1 (10.0%)
	Over 11	1 (10.0%)
Time of arrival at the scene	15 min	3 (30.0%)
	16 ~ 30 min	3 (30.0%)
	31 ~ 60 min	1 (10.0%)
	Over 60 min	3 (30.0%)

る医師、看護師、臨床工学技士が全体の約7割を占め、在宅医療機器製造販売業者による実施は少なかった。

5) HMV 使用中のトラブル事象 (Table 5, 6)

医療機関などからの使用中のトラブル事象を Table 5 に示す。トラブル事象を「経験あり」と回答した施設は 30 施設 (66.7%)、「経験なし」と回答した施設は 7 施設 (15.6%)、「不明」と回答した施設は 8 施設 (17.8%) だった。使用中のトラブル事象の内訳を見ると、「人工呼吸器の停止」「ガスが流れない」「誤動作」など、人工換気不良のトラブルは 45 施設のうち 4 施設 (8.9%) があった。

患者本人および家族介護者からのトラブル事象を Table 6 に示す。患者本人および家族介護者からの回答

には「人工呼吸器の停止」「人工換気がされない」「誤動作」などの人工換気不良を 34 人 (35.4%) が経験し、装着患者本人に深刻な影響を与える可能性のあるトラブル事象が一定程度発生していた。また、HMV の付属品として使用される加温加湿器や人工呼吸回路は 86 人 (89.6%) がトラブルを経験していた。「その他」の回答には、「コンプレッサー空気口のフィルタの目詰まり」「内蔵バッテリー不良」「気管カニューレの痰詰まり」「鼻骨部への褥瘡」などがあった。

6) HMV 使用中の不安や悩み

患者および家族介護者が抱える使用上の不安や悩みについては、1 位を 3 点、2 位を 2 点、3 位を 1 点として算出し、合計点数を比較した。「災害時の停電」(100

Table 4 The healthcare technology management of home mechanical ventilators

The reply from facilities : 45		
Clinical engineers	Yes	25 (55.6%)
	No	20 (44.4%)
HMV selector	Doctors	33 (63.5%)
	Clinical engineers	10 (19.2%)
	Manufacturers	6 (11.5%)
	Others	3 (5.8%)
Reasons for selecting	Familiarity	32 (47.8%)
	Size	12 (17.9%)
	Silent	4 (6.0%)
	Price	9 (13.4%)
	Performance	10 (14.9%)
Supply system	Rental	35 (94.6%)
	Lease	1 (2.7%)
	Hospital equipment	1 (2.7%)
Life cycle	Has been determined	3 (8.3%)
	Has not been determined	33 (91.7%)
Inspector	Doctors	5 (8.5%)
	Nurses	3 (5.1%)
	Clinical engineers	9 (15.3%)
	Manufacturers	42 (71.2%)
Inspection period (month)	One month	11 (23.4%)
	Three months	8 (17.0%)
	Six months	10 (21.3%)
	Twelve months	9 (19.1%)
	When troubles occur	9 (19.1%)
Ventilator breathing circuit replaced by :	Doctors	8 (25.0%)
	Nurses	7 (21.9%)
	Clinical engineers	8 (25.0%)
	Manufacturers	4 (12.5%)
	Patients	5 (15.6%)
Ventilator breathing circuit replacement frequency (months)	One month	18 (45.0%)
	Three months	2 (5.0%)
	Six months	6 (15.0%)
	Twelve months	2 (5.0%)
	When troubles occur	12 (30.0%)

Table 5 Problems related to home mechanical ventilators

The reply from facilities : 45

Trouble experienced	Yes	30 (66.7%)
	No	7 (15.6%)
	Unknown	8 (17.8%)
YES : 30 facilities		
Hospitals that have clinical engineers who maintain home mechanical ventilators.		8 (26.7%)
NO : 7 facilities		
Hospitals that have clinical engineers who maintain home mechanical ventilators.		1 (14.3%)
UNKNOWN : 8 facilities		
Hospitals that have clinical engineers who maintain home mechanical ventilators.		0 (0.0%)
Abnormal event contents (Multiple answers possible)	Hospitals that have clinical engineers who maintain home mechanical ventilators : 9	Hospitals that have clinical engineers who do not maintain home mechanical ventilators : 36
Ventilation stop	0 (0.0%)	3 (8.3%)
Malfunction	0 (0.0%)	1 (2.8%)
Abnormal sound	1 (11.1%)	1 (2.8%)
Electronic humidifier : Failure	1 (11.1%)	1 (2.8%)
Alarm : Failure	1 (11.1%)	3 (8.3%)
Ventilator breathing circuit : Tube breakage	5 (55.6%)	3 (8.3%)
Ventilator breathing circuit : Connection failure	6 (66.7%)	4 (11.1%)
Others : Battery failure	2 (22.2%)	0 (0.0%)
: Unknown	0 (0.0%)	8 (22.2%)

Table 6 Problems related to home mechanical ventilators

The reply from patients and their families : 96

Trouble experienced	Yes	59 (61.5%)	
	No	37 (38.5%)	
Abnormal event contents (Multiple answers possible)	Hospitals that have clinical engineers who maintain home mechanical ventilators : 35	Hospitals that have clinical engineers who do not maintain home mechanical ventilators : 40	Unknown : 21
Ventilation stop	2 (5.7%)	10 (25.0%)	13 (61.9%)
Malfunction	2 (5.7%)	5 (12.5%)	2 (9.5%)
Abnormal sound	2 (5.7%)	5 (12.5%)	5 (23.8%)
Electronic humidifier : Failure	10 (28.6%)	8 (20.0%)	8 (38.1%)
Alarm : Failure	6 (17.1%)	26 (65.0%)	19 (90.4%)
Ventilator breathing circuit : Tube breakage	20 (57.1%)	10 (25.0%)	10 (47.6%)
Ventilator breathing circuit : Connection failure	15 (42.9%)	5 (12.5%)	(0.0%)
Endotracheal tubes	3 (8.6%)	3 (7.5%)	4 (19.0%)
Others	2 (5.7%)	5 (12.5%)	3 (14.3%)

点)、「機器の停止、誤動作や人工呼吸回路などのトラブル時の対応」(81点)、「患者本人または介護している方の容態が変化したときの対応」(66点)、「在宅医療にかかる費用」(60点)などに多くの回答者が不安を感じていた。

7) 「医療的ケア」に関する教育

HMVの医療的ケアに関する教育を「受けている」と答えた患者本人および家族介護者は僅か17人(17.7%)だった。教育を受けていない理由についての自由記載には、「病院(診療所)では教えてもらえなかった」「セミナーや講習会などが開催していることを知らなかつ

た」が大半を占めており、「体が不自由で外出ができないため」「介護のため受講する時間を取れない」などもあった。

2. HMV装着患者における医療提供体制の諸課題について

最後に全般的な意見として、装着患者における医療提供上の課題について尋ねた。「医師、看護師、ヘルパー不足」「行政、病院、在宅医師、訪問看護師、介護スタッフの情報および連携不足」といった、医療者側の人員不足や連携体制について指摘する意見も多く

見られた。

その他には、「診療報酬の改善」といった金銭面での不満や、「HMV をつけると入院を断られた」「市町村で HMV を使用している家族を把握していない」「災害時（地震、水害）に体育館などに医療機器を付けていると避難できなかった」など、行政への要望も挙がっていた。

VI. 考 察

本研究では、山形県の在宅人工呼吸療法の現状と課題を把握するため「在宅人工呼吸器装着患者の実態調査」を実施し、山形県内における HMV の装着患者情報（基礎疾患、地域、性別、年齢など）、6 年間の HMV 装着患者数の推移、訪問診療・往診、24 時間緊急対応状況、訪問看護の実施状況、保守管理体制およびトラブル事象、装着患者が抱える在宅療養における不安や悩み、医療的ケアに関する教育、装着患者における医療提供体制の諸課題などを初めて明らかにすることができた。また、山形県内の HMV を導入している医療機関などにおける臨床工学技士の配置状況や臨床工学技士による保守管理体制についても詳細に実態を把握した。これらの調査結果を踏まえたうえで、山形県内の HMV 装着患者に関する課題を解明し、保守管理における臨床工学技士の役割について、本調査の結果ならびに医療機関などや患者本人および家族介護者からの自由記載の回答を踏まえながら分析・考察する。

1. 山形県内における在宅人工呼吸療法の現状と展望

山形県内における在宅人工呼吸療法の現状としては、HMV 装着患者が年々増加している、高齢者の割合が高い、基礎疾患として COPD などの呼吸器疾患の比率が高い、人工呼吸器のタイプは NPPV が主流、循環器疾患への HMV の導入が増加しているなどの特徴が示された。

全国の HMV 装着患者数は平成 5 年では 200 人（tracheostomy positive pressure ventilation：TPPV）程度であったが、平成 10 年には 17,500 人（TPPV：2,500 人、NPPV：15,000 人）となり、平成 26 年現在は 20,800 人（TPPV：4,100 人、NPPV：16,700 人）と増加の一端をたどっている^{3,4)}。また、『在宅呼吸ケア白書』⁵⁾によると、全国の在宅で HMV を使用する難病患者の上位疾患は COPD や肺結核後遺症、肺がんといった呼

吸器疾患が多く、全体の約 8 割が挿管を必要としない NPPV での使用であるとの報告がある。山形県においても平成 25 年 12 月 1 日現在、呼吸器疾患は 144 人（40.7%）と最も多く、NPPV は 269 人（76.0%）と主流であった。しかし、近年では循環器内科を中心に適応補助換気（adaptive servo ventilation：ASV）による心不全治療として HMV が多く使用されるようになってきている。最近ではチェーンストークス呼吸や中枢性無呼吸を伴う心不全を中心とした使用経験が報告され、著明に睡眠呼吸障害を軽減するのみならず、左心機能、QOL、運動耐容能などを改善することが多く報告されている^{6,7)}。山形県でも循環器疾患での HMV 使用患者数は平成 23 年度の 43 人から現在では 120 人と約 3 倍に増加していた。このトレンドのまま循環器疾患での HMV 使用患者数の増加が続けば、今後は、循環器疾患が 2、3 年の間に呼吸器疾患を超え、山形県内における HMV 装着患者の半数以上を占めることが予想される。こうした状況を踏まえると、山形県内では HMV を新たに導入する病院、診療所は、今後さらに増加する可能性が示唆される。

2. 臨床工学技士の配置状況と保守管理体制の課題

回答を得られた医療機関など 45 施設のうち臨床工学技士が勤務している施設が 25 施設（55.6%）あったが、実際に HMV の保守管理を臨床工学技士が実施している施設はわずか 9 施設（15.3%）と少なかった。これら 9 施設では HMV に関する業務内容である人工呼吸器の選定、保守点検の実施、人工呼吸回路交換の全てに臨床工学技士が携わっていた。公益社団法人日本臨床工学技士会が 2014 年に行った『臨床工学技士に関する実態調査施設アンケート結果報告書』⁸⁾によると、在宅医療を行っている施設が 753 施設（35.5%）で、そのうち在宅医療に臨床工学技士が携わっている施設は 311 施設（42.4%）であった。311 施設では呼吸治療、血液浄化、補助循環装置といった生命維持管理装置の保守管理がなされ、HMV の保守管理に関しては 236 施設（36.0%）で実施されていた。このことから、今回の調査結果で明らかになった山形県における臨床工学技士の HMV の保守管理への参入状況は全国的にもまだまだ低いものと考えられ、在宅医療機器の保守管理の要として、県内で積極的にその役割を果たしていくことが期待される。

保守管理体制においては、山形大学医学部附属病院臨床工学部では院内の人工呼吸器は専用の人工呼吸器テスター（校正器）を用いて保守管理を行っている。そして、人工呼吸器に使用されているセンサー類やバッテリーなどの消耗品の劣化を予測して、事前に交換することで、使用中の人工呼吸器の故障率を低下することができた⁹⁾。人工呼吸器が信頼でき正確で安全だと判断するためには、医療機器を熟知する臨床工学技士が人工呼吸器の保守に関わり、医療機器の特性を考慮した校正器を用いた点検を行うことが重要である。今後は、HMVにおいても臨床工学技士による保守管理が望まれ、専門分野である臨床工学を活用することで医療機器の不具合を低減させ、在宅患者に与えるリスクを防ぐことへ繋がるものと考えられる。

3. 在宅医療提供体制をめぐる課題

在宅医療を希望する患者と家族をサポートする医療提供体制を十分に整備するためには、医療機関、さらには訪問看護ステーション、薬局、介護サービス事業所などの多職種による連携が不可欠である。今回の実態調査結果からも、「行政、病院、在宅医師、訪問看護師、介護スタッフの情報および連携不足」「多くの医療機関や介護事業所が連携する必要がある」といった在宅医療提供体制をめぐる多職種連携体制を重視する自由記載が多く見られた。山形県では、医師をはじめとする医療従事者の業務効率化に寄与し、医療機関間の情報共有をスムーズにすることを目的にICT（information and communication technology：情報通信技術）システムを活用した医療連携などの推進を目指している¹⁰⁾。ICTシステムを活用することで、医療現場における医師不足や、医療ニーズの多様化などに対応でき、限られた医療資源の中で効率的で質の高い医療を提供することができる。例えば、在宅医療に取り組む医療機関の間でネットワークを形成し、主治医の対応を基本としながらも、「主治医＝副主治医制」などを構築することで、医療提供側の負担を軽減しながら、地域全体で連携して在宅療養者を支えることが可能となる。また、「患者について多職種間での情報交換や話し合う機会が不足している」「情報が職種毎に分散してしまうため患者情報が不十分になり適切なサービスを行うのが困難になる」など、多職種間の情報共有不足に関する回答があった。これらの課題を解決するうえ

でも、一貫した治療を行うため多職種間で診療情報の共有が必要となり、ICTを活用した医療情報ネットワークの整備は有用であろう。今後は、職種間の垣根を低くし、多職種間で患者・利用者情報を共有し、さらには他職種の業務を理解し、自己が果たすべき役割を認識できるような在宅医療提供体制を構築していく必要があるものと考ええる。患者宅への訪問機会が少ない臨床工学技士でも、ICTを利用することで多職種からの在宅患者の情報が集約され、より詳細を知ることが可能となる。そのため、在宅患者のHMVに対する意向や抱える不安、要望なども明らかになることで、HMVの選定や訪問時期、トラブルへの対応などに役立てていけるとものと考えられる。

4. HMVのトラブル事象について

当初の予想では、医療機器の安全管理に対して高い認識を有する臨床工学技士がHMVの保守管理を行っている施設は日頃の点検が徹底されているため、トラブル発生頻度が低いと想定していた。しかし実際には、「人工呼吸回路の破損」や「人工呼吸回路の接続不良」、「バッテリー不良」などのトラブル事象は臨床工学技士がHMVの保守管理を行っている施設に多い結果となった。これについては、医療機器専用の校正器や治具などを駆使した臨床工学技士の点検手技により、HMVの特性や性能までを考慮した保守点検が可能となるため⁹⁾、臨床工学技士が保守点検中に、人工呼吸回路やバッテリーなどの消耗品の劣化を的確に判断して、不良物品を積極的に発見したことが、今回では「トラブル事象件数の増加」として反映されてしまったものと考えられる。

一方で、臨床工学技士が保守管理を実施している施設では、「人工呼吸器の停止」「人工換気がされない」「誤動作」などの人工換気不良によるトラブル事象は少なく、機器の特性や性能までを考慮した保守管理によりHMV装着患者本人に深刻な影響を与えるようなトラブルを未然に防いでいるという点で、臨床工学技士による保守管理体制は有用であることが示唆される。

5. 「医療的ケア」に関する教育への課題

今回の調査からは、操作やトラブルシューティングなどの何かしら「HMVの教育を受けている」と回答した患者本人および家族介護者は96人中17人（17.7%）

しかおらず、山形県内ではHMVに対する教育指導が十分にされていない現状が明らかとなった。これは、日本呼吸器学会が全国でHMVを使用している患者に対して調査した「機器に関する緊急時の対応について説明を医療機関より受けた」と答えた人60.9% (142/233人)¹¹⁾と比べても低い値だった。患者本人および家族介護者からの使用中のトラブル事象の内訳を見ても、「アラームが止まらない」との回答が39人(40.6%)と多く、何かしら操作やトラブル発生時の対処方法を理解していないことが想像された。

このような中、HMVの医療的ケアに関する教育を「受けている」と答えた患者本人および家族介護者17人のうち15人(88.2%)は、臨床工学技士がHMVの保守管理を実施している施設へ通院していた。使用中のトラブル事象の内訳からも、臨床工学技士がHMVの保守管理を実施している施設に受診している患者本人および家族介護者は、臨床工学技士が保守管理を実施していない施設に受診している患者本人および家族介護者よりも「アラームが止まらない」と回答する者が少なく、操作やトラブル発生時の対処方法を理解しているようであった。また、臨床工学技士がHMVの保守管理を実施している施設に受診している患者本人および家族介護者は、人工呼吸回路の破損や接続不良を多く発見していたことから、普段から日常点検を行っていることが推測された。操作ミスを防止し、故障などの不具合が起きた場合にも迅速な対応を取れるようになるためには、HMVの原理、構造、操作方法などを熟知した臨床工学技士がMHVに関する「医療的ケアの教育」に携わることが安全管理の面から重要であると考えられる。在宅移行前からHMVに関する教育に時間を費やし、退院後も外来時には在宅医療・介護において共有すべき情報や医療事故などの注意喚起文書などの提供を行い、通院ができない患者には、臨床工学技士が率先して患者の在宅に訪問し、在宅患者にさまざまな情報提供ができるような「教育支援システム」の構築が今後望まれる。

6. 災害時の停電などへの対応状況の課題

患者本人および家族介護者が考えるHMV使用中の不安や悩みで最も挙げられていたのが「災害時の停電」に関することであった。また、患者本人および家族介護者が考える装着患者への支援策においても「災害時

の緊急対応への体制強化」が強く望まれていた。東日本大震災以降、全国ではさまざまなHMV装着患者への支援策が打ち出されているが、山形県においては山形大学医学部内科学第三講座の加藤丈夫教授らを中心に、県、患者団体の県難病等団体連絡協議会、専門医による県難病医療等連絡協議会、県ハイヤー協会、県ハイヤー・タクシー協会の5者で、2014年に全国初となるHMVを使用する在宅難病患者に対しての支援協定が締結された¹²⁾。これにより、患者家族とタクシー会社があらかじめ移送先、移送方法などに関する契約を結び、停電を伴う震度5弱以上の地震発生時、または3時間以上続く停電時は、患者からの依頼連絡がなくても患者宅に駆け付け、自家発電機のある病院へタクシーで患者を移送することができる。人工呼吸器は停電後もしばらくバッテリー内の電気で稼働することができるが、平均で6時間程度しか持たない。そのため、HMVを使うALSなどの難病患者にとって電気は生命線であり、このような支援策は災害時のセーフティネット(安全網)になるものと考えられる。このような山形初の取り組みが全国へ広がり、普及していくことが望まれる。臨床工学技士としては、HMVの予備バッテリーを多く確保し、日頃からバッテリーの充電管理を行うことが重要となる。また、非常用発電機を所有している施設も多くあることから、発電機の機能を維持し、非常時に適切に運転させるためにも、日頃から燃料とするガソリンや軽油などの残量確認、保守管理・整備が望まれる。

Ⅵ. 結 語

山形県でのHMVにおける医療提供上の現状と課題を明らかにするため「在宅人工呼吸器装着患者の実態調査」を実施した。その結果、今回の実態調査から、山形県内におけるHMV装着患者情報、訪問診療・往診の実施状況、保守管理体制およびトラブル事象、HMV装着患者における医療提供体制の諸課題など、在宅人工呼吸療法の現状と課題を初めて明らかにすることができた。在宅人工呼吸療法はすでに山形県内において広く普及しているが、HMV関連のトラブル事象や、HMV装着患者が抱える在宅療養における不安や悩みも多く、臨床工学技士によるHMVの保守管理体制の見直し、ICTシステムのような情報共有ツールを利用した地域包括ケアシステムの構築、多職種連携による

在宅医療の推進により、自宅での人工呼吸療法がより安全かつ円滑に行えるものと考えられた。

本稿の全ての著者には規定されたCOIはない。

参考文献

- 1) Storre JH, Matrosovich E, Ekkernkamp E, et al : Home mechanical ventilation for COPD : high-intensity versus target volume noninvasive ventilation. *Respir Care*. 2014 ; 59 : 1389-97.
- 2) 小谷晴子 : 現在の不安定な医療事情の中での自立在宅人工呼吸器装着者の立場. *難病と在宅ケア*. 2008 ; 14 : 19-22.
- 3) 厚生労働省特定疾患呼吸不全調査研究班 : 平成 16 年度在宅人工呼吸療法研究報告書. 東京, 厚生労働省, 2004.
- 4) 矢野経済研究所 : 2014 年版機能別 ME 機器市場の中期予測とメーカーシェア (治療機器編). 東京, 矢野経済研究所, 2014.
- 5) 社団法人日本呼吸器学会, 厚生労働省・呼吸不全に関する調査研究班 : 在宅呼吸ケア白書 2010. 日本呼吸器学会肺生理専門委員会在宅呼吸ケア白書ワーキンググループ編. 千葉, 日本呼吸器学会, 2010.
- 6) Yoshihisa A, Suzuki S, Miyata M, et al : 'A single night' beneficial effects of adaptive servo-ventilation on cardiac overload, sympathetic nervous activity, and myocardial damage in patients with chronic heart failure and sleep-disordered breathing. *Circ J*. 2012 ; 76 : 2153-8.
- 7) Koyama T, Watanabe H, Igarashi G, et al : Effect of short-duration adaptive servo-ventilation therapy on cardiac function in patients with heart failure. *Circ J*. 2012 ; 76 : 2606-13.
- 8) 公益社団法人日本臨床工学技士会統計調査委員会 : 臨床工学技士に関する実態調査施設アンケート結果報告書. 日本臨床工学技士会誌. 2014 ; 52 : 9-41.
- 9) Yoshioka J, Nakane M, Kawamae K : Healthcare Technology Management (HTM) of mechanical ventilators by clinical engineers. *J Intensive Care*. 2014 ; 2 : 27.
- 10) 山形県地域医療対策課 : 山形県 ICT を活用した医療連携等推進アクションプラン. 山形, 2013.
- 11) 一般社団法人日本呼吸器学会, 厚生労働省・呼吸不全に関する調査研究班 : 在宅呼吸ケア白書 (COPD (慢性閉塞性肺疾患) 患者アンケート調査疾患別解析). 日本呼吸器学会肺生理専門委員会在宅呼吸ケア白書 COPD 疾患別解析ワーキンググループ編. 千葉, 日本呼吸器学会, 2013.
- 12) 山形県難病医療等連絡協議会 : 停電を伴う災害時等における人工呼吸器装着在宅難病患者への支援に関する協定書. 山形, 2014.

**The current status of home respiratory therapy in Yamagata prefecture
— The role of clinical engineers in home medical treatment —**

Jun YOSHIOKA¹⁾, Masayasu MURAKAMI²⁾, Masaki NAKANE³⁾, Kaneyuki KAWAMAE²⁾

¹⁾ Department of Clinical Engineering, Yamagata University Hospital

²⁾ Department of Health Policy Science, Yamagata University Graduate School of Medical Science

³⁾ Critical Care Medical Center, Yamagata University Hospital

Corresponding author : Jun YOSHIOKA

Department of Clinical Engineering, Yamagata University Hospital
2-2-2 Idanishi, Yamagata, 990-9585, Japan

Key words : home mechanical ventilator, home-ventilated patients survey, clinical engineers,
healthcare technology management

Abstract

The aim of this study was to clarify the current status of home respiratory therapy using home mechanical ventilators in Yamagata Prefecture based on the home-ventilated patients survey. The results showed unique features of the home respiratory therapy such as : 1. The number of home-ventilated patients has increased year by year. 2. The share of elderly patients is large. 3. The share of patients with chronic respiratory disease is large. 4. Noninvasive positive pressure ventilation is main stream. 5. There aren't any hospitals that have clinical engineers who are maintaining home mechanical ventilators. Heavy burden, lack of manpower and lack of coordination has been pointed out as a problem for visiting examinations, and the making of house calls. There were many problems related to home mechanical ventilators, and patients had feelings of anxiety and distress during home mechanical ventilation. Reconstruction of the healthcare technology management of home mechanical ventilators by clinical engineers, establishment of an integrated community care system, and promotion of home medical care through specialist teams is essential.