

## The Use of Sustained Maximum Inspiration (SMI) to Improve Respiratory Function in Spinal Cord Injury

Chureemas G,  
Kovindha A.

Rehabilitation Medicine Division, Faculty of Medicine, Chiang Mai University, Chiang Mai 50002.

Chureemas G, Kovindha A. The use of sustained maximum inspiration (SMI) to improve respiratory function in spinal cord injury. J Thai Rehabil 1992;2(1): 20-25.

**Abstract :** Sustained maximum inspiration (SMI) using incentive spirometer to improve respiratory function during early spinal cord injury was used at Maharaj Nakorn Chiang Mai Hospital. There were 21 patients, 12 quadriplegics and 9 paraplegics, included in this study. Each patient performed SMI 20 times a day for 6 weeks. Vital capacity (Vc) was measured before, during, and after 6 weeks to determine whether SMI was beneficial. Improvement of SMI performance was seen in all patients and Vc was also significantly increased after SMI therapy regardless of different neurological impairment and improvement. Thus, SMI therapy is an effective method to improve respiratory function and to prevent complication for spinal cord injury patients. Decreasing in SMI performance is also an indicator for early detection of respiratory complication.

**บทคัดย่อ** ผู้ป่วยบาดเจ็บไขสันหลังในระยะต้นที่มารับการรักษาที่โรงพยาบาลมหาราชนครเชียงใหม่จำนวน 21 ราย เป็นผู้ป่วยอัมพาตแขนขา (quadriplegia) 12 ราย และผู้ป่วยอัมพาตครึ่งท่อน (paraplegia) 9 ราย ผู้ป่วยเหล่านี้ได้รับการฝึกเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของการหายใจโดยอาศัยหลักการ sustained maximum inspiration (SMI) คือ การหายใจเข้าลึก ๆ ซ้ำ ๆ และไม่ขาดช่วง 20 ครั้งต่อวันผ่านเครื่อง incentive spirometer เป็นเวลาทั้งสิ้น 6 สัปดาห์ จากการประเมินค่าความจุปอด (vital capacity) ก่อนและหลังการฝึกพบว่า ค่าความจุปอดของผู้ป่วยทุกรายเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ทั้งนี้ไม่ขึ้นกับระดับความรุนแรงของการเป็นอัมพาตหรืออาการทางระบบประสาทที่ดีขึ้นในระหว่างการฝึก นั่นคือการฝึกการหายใจด้วยวิธี SMI นี้สามารถเพิ่มประสิทธิภาพการหายใจของผู้ป่วยบาดเจ็บไขสันหลังในระยะต้นได้ อีกทั้งช่วยลดโอกาสที่จะเกิดโรคแทรกซ้อนของระบบทางเดินหายใจ

### บทนำ

ส่วนหนึ่งของผู้ป่วยที่รอดชีวิตภายหลังได้รับอุบัติเหตุต้องกลายเป็นผู้พิการหรือเป็นอัมพาต จากการศึกษาที่โรงพยาบาลมหาราชนครเชียงใหม่พบว่า ในปีหนึ่งมีผู้ป่วยอัมพาตเนื่องจากไขสันหลังได้รับบาดเจ็บเฉลี่ย 50 รายต่อปี และ

13% ที่มารับการรักษาเสียชีวิตในระยะต้น คือภายใน 6 สัปดาห์แรกภายหลังได้รับบาดเจ็บ ซึ่งส่วนใหญ่เกิดจากการที่ระบบการหายใจล้มเหลวและการติดเชื้อ<sup>(1)</sup> ในต่างประเทศได้มีการศึกษาเพื่อค้นหาวิธีป้องกันโรคแทรกซ้อนดังกล่าว โดยใช้เครื่องช่วยหายใจด้วยการทำ intermittent positive

pressure breathing (IPPB) ทำให้สามารถป้องกันการอุดตันของเสมหะในหลอดลม และป้องกันไม่ให้ถุงลมแฟบ (atelectasis) เป็นต้น ผู้ป่วยที่ปอดอักเสบต้องการการรักษาที่จับใจด้วยการให้ยาปฏิชีวนะ ยาขยายหลอดลม ยาละลายเสมหะ รวมถึงการทำกายภาพบำบัด เช่น การจัดท่าเพื่อถ่ายเทเสมหะ การเคาะปอด การไอ และการฝึกการหายใจที่ถูกต้องและมีประสิทธิภาพ(2) ส่วนผู้ที่มักกล้ามเนื้อกระบังลม (diaphragm) และกล้ามเนื้อระหว่างซี่โครง (intercostals) เป็นอัมพาต หรือมีการหายใจไม่เพียงพอต้องอาศัยเครื่องช่วยหายใจ การเจาะคอใส่ท่อช่วยหายใจ และการให้ออกซิเจน ในรายเช่นนี้มักเกิดโรคแทรกซ้อนได้ง่าย(2-4) และมักเสียชีวิตถ้าไม่ได้รับการบำบัดรักษาที่ถูกต้องและทันที่(4-6)

ส่วนใหญ่ผู้ป่วยบาดเจ็บไขสันหลังที่รอดชีวิตจากอุบัติเหตุในบ้านเรามักมีอัมพาตของไขสันหลังในระดับที่ต่ำกว่า C4 ลงมา(1) และมีเพียงกล้ามเนื้อกระบังลมที่ยังทำงานได้ ประสิทธิภาพของการหายใจจึงลดน้อยลงได้แก่ ความจุของปอด (vital capacity, Vc), maximum breathing capacity (MBC) และ total lung capacity (TLC) เป็นต้น(7-10) จึงมีการแนะนำการหายใจโดยใช้กล้ามเนื้ออื่นช่วยเช่น sternocleidomastoid และ scalmi ซึ่งเป็นกล้ามเนื้อที่ทำให้ทรวงอกส่วนบนขยายตัวเวลาหายใจเข้าเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพในการหายใจ(11) หรือการหายใจแบบกบ (glossopharyngeal breathing) ที่ใช้กล้ามเนื้อภายในช่องปาก คอ (pharynx) และหลอดลม (larynx) ทำให้สามารถหายใจเข้าได้มากขึ้น(12) หรือการใช้ mouth-nose mask เพื่อฝึกกล้ามเนื้อที่ใช้หายใจ(13) นอกจากนี้ยังมีการศึกษาพบว่า การทำ sustained maximum inspiration (SMI) ร่วมกับ arm ergometry สามารถเพิ่มประสิทธิภาพของการหายใจในผู้ป่วยบาดเจ็บไขสันหลังเรื้อรังที่เป็นมานานแล้วได้(14) แต่ก็มียารายงานการศึกษาที่พบว่า arm ergometer training ไม่ได้เพิ่มความจุปอดภายหลังการฝึก(15) ฉะนั้น SMI น่าจะเป็นวิธีการฝึกที่เพิ่มความจุปอด และสอดคล้องกับความเชื่อที่ว่า วิธีการนี้สามารถทดแทนธรรมชาติของมนุษย์ที่มีการหายใจเข้าลึก ๆ หรือการถอนหายใจ

(sigh reflex) 6-9 ครั้งต่อชั่วโมง(16) ที่อาจลดน้อยลงหรือไม่มีเมื่อเป็นอัมพาต(17) จากหลักการนี้ เราจึงคาดว่า SMI น่าจะเป็นวิธีการที่ใช้เพิ่มประสิทธิภาพการหายใจของผู้ป่วยบาดเจ็บไขสันหลังในระยะต้นได้เช่นกัน

## วิธีการศึกษา

### กลุ่มประชากรที่ศึกษา

- ผู้ป่วยบาดเจ็บไขสันหลังที่มารับการรักษาที่โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ภายใน 6 เดือนแรกภายหลังได้รับบาดเจ็บ ผู้ป่วยเหล่านี้ต้องเข้าใจขั้นตอนและให้ความร่วมมือในการฝึก อีกทั้งไม่มีโรคแทรกซ้อนในระบบทางเดินหายใจก่อนการศึกษาคั้งนี้

- ผู้ป่วยต้องมีอัตราหายใจไม่เกิน 25 ครั้งต่อนาที และมีความจุปอด (vital capacity, Vc) ก่อนฝึกอย่างน้อย 800 มล.

### อุปกรณ์ที่ใช้

- Incentive spirometer ยี่ห้อ Voldyne เพื่อใช้ในการฝึกทำ SMI

- Haloscale spirometer เพื่อใช้วัดความจุปอด

### วิธีการ

- ให้ผู้ป่วยอยู่ในท่านอนหงายตลอดการฝึกและในขณะที่วัดค่าความจุปอด เพราะเป็นท่าที่กล้ามเนื้อกระบังลมสามารถหดตัวและทำงานได้ดี(18,19) อีกทั้งผู้ป่วยในระยะต้นนี้มักต้องอยู่ในท่านอน เนื่องจากกระดูกสันหลังหักเคลื่อนและในขณะนั้นได้รับการรักษาด้วยการทำ skull traction หรือ postural reduction

- วัดความจุปอด (Vc) และจำนวนอากาศที่ถูกหายใจเข้าออกในขณะปกติ (tidal volume, Vt) ก่อนเริ่มการฝึกทำ SMI

- ตั้งเป้าหมายของการหายใจในขณะที่ฝึกให้ผู้ป่วยทราบ โดยเลื่อนเครื่องหมายที่ชี้แสดงไปยังเป้าหมายซึ่งบอกปริมาตรของการหายใจเข้าบนเครื่อง incentive spirometer ซึ่งผู้ป่วยเห็นได้ในขณะฝึก เป้าหมายที่กำหนดจะเท่ากับ 2 เท่าของค่า Vt(16)

- แนะนำให้ผู้ป่วยทราบวิธีการหายใจเข้าที่ต้องการ คือ การหายใจเข้าลึก ๆ ซ้ำ ๆ และให้ต่อเนื่องกัน ผ่านทาง mouth piece โดยพยายามให้ลูกกลอยของเครื่องเคลื่อนตัวขึ้นไปจนถึงเป้าหมายที่ตั้งไว้ ทั้งนี้ผู้ป่วยต้องปิดปากที่คาด mouth piece ให้สนิทในขณะที่หายใจเข้า<sup>(16)</sup>

- หายใจผ่านเครื่องเช่นนี้ 5 ครั้งต่อคาบ (ช่วงห่างของแต่ละครั้งประมาณ 1 นาที) วันละ 4 คาบ รวม 20 ครั้งต่อวัน<sup>(16)</sup> และทำติดต่อกันเป็นเวลา 6 สัปดาห์

- บันทึกปริมาตรของการหายใจเข้าด้วยวิธี SMI ผ่านเครื่อง และวัดค่า Vc เมื่อทำครบ 6 สัปดาห์

### การประเมินผล

- เปรียบเทียบค่า Vc ก่อนเริ่มฝึกและหลังครบการฝึก จากนั้นประเมินว่าค่าที่ได้มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติหรือไม่ และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของค่า Vc ที่เพิ่มขึ้นในแต่ละกลุ่ม เช่น ระหว่างกลุ่มผู้ป่วยอัมพาตที่มีระดับแตกต่างกัน และระหว่างกลุ่มที่อาการอัมพาตดีขึ้นและกลุ่มที่อาการคงเดิมในระหว่างการฝึก โดยอาศัย non-parametric tests

### ผลการศึกษา

ในการศึกษาครั้งนี้ มีผู้ป่วยบาดเจ็บไขสันหลังจำนวน 21 ราย เป็นชาย 19 คน และหญิง 2 คน อายุเฉลี่ย 39 ปี เป็นผู้ป่วยอัมพาตแขนขา (quadriplegia) 12 ราย และอัมพาตครึ่งท่อน (paraplegia) 9 ราย ผู้ป่วยทุกราย (ยกเว้นรายที่ 10) สามารถหายใจด้วยวิธี SMI ผ่านเครื่อง incentive spirometer ได้ดีขึ้นในทุกช่วงของการฝึก (ดังตารางที่ 1) และเมื่อเทียบค่าความจุปอดก่อนและหลังการฝึกพบว่า ค่าความจุของปอดดีขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Signed-Ranks test ที่  $P = 0.001$ )

นอกจากนี้พบว่า ทั้งผู้ป่วยที่มีอัมพาตแขนขา (12 ราย) และอัมพาตครึ่งท่อน (9 ราย) สามารถหายใจได้ดีขึ้นเมื่อเทียบจากค่าความจุปอดที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ย (จาก 1079 เป็น 2075 มล.) 92.3% และ (จาก 1283 เป็น 2256 มล.) 75.9% ตามลำดับ จากค่าดังกล่าวดูเหมือนว่าผู้ป่วยที่มีอัมพาต

แขนขาสามารถเพิ่มประสิทธิภาพของการหายใจได้ดีกว่าผู้ป่วยอัมพาตครึ่งท่อน แต่เมื่อประเมินทางสถิติแล้วพบว่า ค่าเฉลี่ยของความจุปอดที่เพิ่มขึ้นของทั้ง 2 กลุ่ม ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (Mann-Whitney U test ที่  $P = 0.05$ )

เมื่อแบ่งกลุ่มผู้ป่วยออกเป็นกลุ่มที่มีอาการทางระบบประสาทดีขึ้น (มี neurological improvement 12 ราย) และกลุ่มที่มีอาการคงที่ 9 ราย พบว่าทั้ง 2 กลุ่มมีค่าเฉลี่ยของความจุปอดเพิ่มมากขึ้นภายหลังการฝึก 91.7% และ 75.9% ตามลำดับ ซึ่งเมื่อประเมินทางสถิติแล้ว ค่าเฉลี่ยของความจุปอดที่เพิ่มขึ้นของผู้ป่วยทั้ง 2 กลุ่ม ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Mann-Whitney U test ที่  $P = 0.05$ )

ในจำนวนผู้ป่วยทั้งหมด 21 รายนี้ มีเพียง 1 ราย (ผู้ป่วยรายที่ 10) ที่มีปอดอักเสบเกิดขึ้นเล็กน้อยหลังจากฝึกได้ 3 สัปดาห์ ซึ่งปริมาตรของการหายใจเข้าด้วยวิธี SMI ในช่วงนั้นก็ลดต่ำลง แต่ก็ดีขึ้นในภายหลังดังจะเห็นได้จากการเพิ่มขึ้นของปริมาตรของการหายใจเข้าผ่านเครื่อง incentive spirometer

### บทวิจารณ์

ในระยะแรกภายหลังได้รับบาดเจ็บ ถ้าผู้ป่วยไม่ได้รับการดูแล บำบัด รักษาที่ถูกต้องเหมาะสม โรคแทรกซ้อนก็จะเกิดขึ้น และอาจทำให้ถึงแก่ความตาย<sup>(2-6)</sup> เป้าหมายของการรักษาจึงอยู่ที่การทำให้ระบบการหายใจมีประสิทธิภาพ และเพียงพอกับการต้องการของร่างกาย การฝึกการหายใจนั้นมีหลายวิธี เช่น การฝึกหายใจด้วยกลัมนเนื้อกระบังลม โดยการหายใจเข้าให้ท้องป่อง และหายใจออกให้ท้องยุบ ซึ่งในขณะที่ฝึกสามารถให้แรงต้านที่บริเวณใต้ชายโครงเพื่อให้เป็น resistive exercise<sup>(20)</sup> ทำให้กล้ามเนื้อแข็งแรงขึ้น แต่ต้องระวังอย่าดัน หรือกระตุ้นจนทำให้เกิดการเกร็งของกล้ามเนื้อมากเกินไป ซึ่งจะทำให้ทรวงอกและหน้าท้องขยับไม่ได้ แต่ก็มีวิธีการหายใจอีกหลายวิธี เช่น การหายใจเข้า 2-3 ครั้งติดต่อกันแล้วจึงหายใจออก การเกร็งกล้ามเนื้อคอ

ตารางที่ 1. แสดงอายุ เพศ ระดับและความรุนแรงของอัมพาต รวมถึงปริมาณของการหายใจเข้าจากการทำ SMI และค่าความจุปอดก่อนและหลังการฝึกครบ 8 สัปดาห์ ของผู้ป่วยที่ศึกษาทุกราย

รายที่ ที่	ระดับ ของ อัมพาต	Frankel's classification		ปริมาตรของ SMI (มล.)				ความจุปอด (มล.)	
		ก่อน	หลัง	ก่อน	เมื่อครบ - สัปดาห์			ก่อน	หลัง
				ทำ	2	4	6	การฝึก	
1	T4	B	C	900	1350	1550	2100	950	2300
2	C5	B	D	700	1300	1800	1900	900	1800
3	C6	C	C	900	3000	3500	4000	900	1800
4	T8	B	B	1000	1500	2500	4000	1100	2600
5	C6	A	B	1300	1500	2000	2200	900	1900
6	T1	A	A	1750	2300	2500	2600	1050	2000
7	C5	C	D	1750	2000	2400	2800	1400	2450
8	C5	A	B	1750	2000	2300	2500	1100	2350
9	T2	B	C	2200	2350	2750	2900	1600	2600
10	C6	C	C	2000	2300	2200*	2800	1450	1800
11	C6	B	C	1000	1300	1800	2500	1000	2300
12	C6	C	C	900	1400	1500	1800	1000	2300
13	T10	A	A	1600	2200	2500	2800	2000	2600
14	T5	B	C	1000	1200	1800	3500	1300	2200
15	C6	D	D	2450	2500	3500	3750	800	2400
16	T1	C	D	1750	2500	3500	4000	1100	2300
17	C7	D	D	1750	1800	2200	2400	1400	2100
18	C6	B	C	1000	2200	2750	2800	1100	1700
19	T1	A	A	1400	1600	1800	2000	1350	1800
20	T2	C	D	1300	1500	1750	2100	1100	1900
21	C5	A	B	1100	1200	1500	2600	1000	2000

\*ผู้ป่วยรายนี้ภายหลังจากฝึกได้ 3 สัปดาห์ ทำ SMI ได้ค่าลดลง ซึ่งตรวจพบว่า มีอาการปอดอักเสบเกิดขึ้นเล็กน้อย และในภายหลังอาการดีขึ้น

(scaleni และ sternocleidomastoid) และไหล่ (trapezius) เพื่อให้ทรวงอกช่วงบนและปอดขยายตัว เป็นต้น ซึ่งวิธีดังกล่าวได้มีผู้นามาใช้ประกอบการทำกายภาพบำบัด<sup>(11)</sup> แต่การฝึกดังกล่าวไม่มีการตอบสนองให้ผู้ป่วยได้ทราบถึงความสามารถของตัวเองในขณะนั้น และผู้ป่วยอาจไม่ให้ความร่วมมือ หรือไม่ตั้งใจทำ

การศึกษาครั้งนี้จึงได้นำเอาเครื่อง incentive spirometer มาใช้ และกระตุ้นให้ผู้ป่วยหายใจเข้าลึก ๆ และนาน ๆ

ที่เรียกว่า sustained maximum inspiration (SMI) มาเป็นวิธีฝึกกล้ามเนื้อที่ใช้ในการหายใจเข้า ซึ่งในขณะที่ฝึกผู้ป่วยสามารถสังเกตหรือเห็นว่าตนเองสามารถทำได้ถึงเป้าหมายหรือไม่ เป็นการ feedback ให้ผู้ป่วยทราบ<sup>(16)</sup>

ส่วนการวัดผลของการฝึกนั้น ได้เลือกวัดความสามารถในการหายใจออกผ่านเครื่อง spirometer ภายหลังหายใจเข้าเต็มที่ (Vc) การวัดค่า Vc นี้เป็นวิธีหนึ่งในการวัดประสิทธิภาพการหายใจที่เป็นที่นิยมทำในขณะที่ผู้ป่วยยังมี

อาการหนัก หรือไม่อยู่ในสถานะที่จะทำการวัดประสิทธิภาพของการหายใจและปอดได้ (pulmonary function tests)(10) นอกจากนี้ค่า Vc ยังเป็นค่าที่บ่งชี้ถึงความสามารถในการหายใจเข้าและออกได้เป็นอย่างดี เพราะว่า Vc นี้แปรผันตามการหายใจเข้าด้วย(10)

จากการศึกษาครั้งนี้พบว่า ผู้ป่วยทุกรายในระยะต้นเมื่อได้ฝึกหายใจเข้าอย่างเต็มที่ด้วยวิธี SMI โดยอาศัยเครื่อง incentive spirometer สามารถหายใจเข้าได้ดีขึ้นเป็นระยะ ๆ (ตารางที่ 1) และเมื่อวัดค่า Vc พบว่า ความสามารถในการหายใจออกเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ เคยมีรายงานว่าผู้ป่วยอัมพาตแขนขาจะมีการอ่อนล้าของกล้ามเนื้อกระบังลม(21) และถ้าผู้ป่วยเหล่านี้หายใจโดยใช้แรงเพียง 40% ของที่ใช้ในการหายใจออกเต็มที่ (forced vital capacity) กล้ามเนื้อกระบังลมก็จะสามารถทำงานได้เรื่อย ๆ อย่างไม่มีการอ่อนล้า(22) ซึ่งถ้าจะเปรียบแล้ว จากการศึกษาในภายหลังการฝึกผู้ป่วยมีค่า Vc โดยเฉลี่ยมากกว่า 2000 มล. ในขณะที่ค่า Vt ของคนปกติเท่ากับ 400-500 มล. หรือเพียงแค่ 25% ของค่า Vc ที่ได้ นั่นคือ ภายหลังการฝึกและในภาวะปกติผู้ป่วยเหล่านี้จะสามารถหายใจได้เพียงพอโดยไม่มีอาการอ่อนล้าเกิดขึ้น

จากการศึกษาต่าง ๆ พบว่า ความสามารถหรือประสิทธิภาพในการหายใจของผู้ป่วยอัมพาตเนื่องจากบาดเจ็บของไขสันหลังนั้น เปลี่ยนแปลงหรือลดลงอย่างชัดเจน ทั้งนี้เป็นผลจากกล้ามเนื้อที่ใช้ในการหายใจเป็นอัมพาตหรืออ่อนแรง ซึ่งเห็นได้ชัดในระยะแรกภายหลังได้รับบาดเจ็บ(9-13,23) และจะค่อย ๆ ดีขึ้นเมื่อเวลาผ่านไป ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการฟื้นตัวของไขสันหลัง กล้ามเนื้อแข็งแรงและมีความคงทนมากขึ้นซึ่งมักเกิดจากการฝึกหรืออาจดีขึ้นเอง รวมถึงการเกร็ง (spasticity) ของกล้ามเนื้อระหว่างซี่โครงและกล้ามเนื้อหน้าท้องที่เกิดขึ้นในภายหลัง ทำให้ทรวงอกคงรูปและกระบังลมทำงานมีประสิทธิภาพดีขึ้น(10,23) แต่จากการศึกษาในนี้อาจกล่าวได้ว่า ค่าความจุปอดที่เพิ่มขึ้นเกิดขึ้นจากการฝึก ทำให้กล้ามเนื้อที่ใช้ในการหายใจมีความแข็งแรงขึ้นและคงทน เพราะผู้ป่วยส่วนใหญ่เป็นผู้ป่วย

ในระยะแรก (น้อยกว่า 6 สัปดาห์หลังอุบัติเหตุ) ยังไม่มีอาการเกร็งของกล้ามเนื้อหน้าท้องและทรวงอก และยังพบว่า ระหว่างผู้ที่มีอาการทางระบบประสาทดีขึ้นเองและที่อาการคงเดิมตลอดการฝึก หรือระหว่างผู้ที่มีระดับของอัมพาตต่างกันนั้น ความสามารถในการหายใจที่ดีขึ้นนั้นไม่แตกต่างกัน ฉะนั้นการหายใจที่ดีขึ้นจึงน่าจะเป็นเพราะกล้ามเนื้อกระบังลม และกล้ามเนื้อคอและไหล่ที่ช่วยในการหายใจทำงานได้ดีขึ้นภายหลังได้รับการฝึกด้วยวิธี SMI นี้ ในกรณีที่ไม่มีการใช้เครื่อง incentive spirometer ชนิดนี้ใช้อาจใช้อุปกรณ์ชนิดอื่นที่อาศัยหลักการที่คล้ายคลึงกัน เช่น two water bottles(14)

ในแง่ของการลดโอกาสเกิดโทรแทรกซ้อนนั้น ในการศึกษาครั้งนี้มีผู้ป่วยเพียงรายเดียวที่มีปอดอักเสบเกิดขึ้นในขณะที่ฝึก และทราบได้จากค่าที่ลดลงของปริมาตรการหายใจเข้าผ่านเครื่อง incentive spirometer(16) ซึ่งต่อมาอาการก็ดีขึ้นภายหลังการรักษา นอกจากนี้ไม่มีผู้ป่วยรายใดในจำนวนนี้ที่มีประสิทธิภาพของการหายใจและปอดลดลงจนต้องใช้เครื่องช่วยหายใจ ดังเช่นในอดีตที่พบว่า ผู้ป่วยที่มีเฉพาะกล้ามเนื้อกระบังลมที่ใช้ในการหายใจมักมีโรคแทรกซ้อนของปอด ต้องถูกเจาะคอ อาศัยเครื่องช่วยหายใจหรือถึงแก่ความตาย(4,5)

กล่าวโดยสรุป การฝึกการหายใจด้วยวิธี SMI โดยอาศัยเครื่อง incentive spirometer นี้เป็นวิธีการที่ง่าย และเหมาะสมสำหรับผู้ป่วยบาดเจ็บไขสันหลังในระยะต้นสามารถเพิ่มประสิทธิภาพของระบบหายใจ ลดโอกาสเกิดโรคแทรกซ้อน หลีกเลี่ยงการถูกเจาะคอและใช้เครื่องช่วยหายใจ นอกจากนี้ยังเป็นเครื่องช่วยป้องกัน อาจมีความผิดปกติของการหายใจหรือปอดเกิดขึ้นถ้าปริมาตรการหายใจเข้าด้วยวิธี SMI ลดลง

### คำขอบคุณ

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่พยาบาลตึกเวชศาสตร์ฟื้นฟู และตึกออร์โธพีดีย์ 2 ที่ให้ความร่วมมือในการทำ SMI ให้กับผู้ป่วย และคุณจินดาชัย เมื่อนอินทร์ ที่ช่วยพิมพ์ต้นฉบับนี้

## เอกสารอ้างอิง

1. อภิชนา โฉมวิเศษ. การบาดเจ็บไขสันหลังในโรงพยาบาลมหาราช นครเชียงใหม่ : การศึกษาย้อนหลัง 5 ปี เชียงใหม่เวชสาร 2528; 24(2) : 179-85.
2. Carter RE. Respiratory aspects of spinal cord injury management. *Paraplegia* 1987; 25(3) : 262-6.
3. Hsu S, Dreibach JN, Charlifue SW, English GM. Glottic and tracheal stenosis in spinal cord injured patients. *Paraplegia* 1987; 25(3) : 136-48.
4. Gardner BP, Watt JWK, Krishman KR. The artificial ventilation of acute spinal cord damaged patients: a retrospective study of 44 patients. *Paraplegia* 1986; 24(4) : 208-20.
5. McMichan JC, Michel L, Westbrook PR. Pulmonary dysfunction following traumatic quadriplegia. *JAMA* 1980; 243 : 528-31.
6. Bellamy R, Pitts FW, Stauffer ES. Respiratory complications in traumatic quadriplegia : analysis of 20 years' experience. *J Neurosurg* 1973; 39 : 596-600.
7. Ohry A, Molho M, Rozin R. Alterations of pulmonary function in spinal cord injured patients. *Paraplegia* 1975; 13 : 101-8.
8. Forner JV. Lung volume and mechanics of breathing in tetraplegics. *Paraplegia* 1980; 18 : 258-66.
9. Bergofsky EH. Mechanism for respiratory insufficiency after cervical cord injury : a source of alveolar hypoventilation. *Am Int Med* 1964; 61(3) : 435-47.
10. Haas F, Axen K, Pineda H, Gandino D, Haas A. Temporal pulmonary function changes in cervical cord injury. *Arch Phys Med Rehabil* 1985; 66 : 139-44.
11. Lerman RM, Weiss MS. Progressive resistive exercise in weaning high quadriplegics from the ventilator. *Paraplegia* 1987; 25(2) : 130-5.
12. Dail CW, Affeldt JE, Collier CR. Clinical aspects of glosso-pharyngeal breathing : report of use by one hundred post poliomyelitic patients. *JAMA* 1955; 11 : 445-9.
13. Biering-Sorensen F, Knudsen JL, Schmidt A, Bundgaard A, Christensen I. Effect of respiratory training with a mouth-nose-mask in tetraplegics. *Paraplegia* 1991; 29(2) : 113-9.
14. Walker J, Cooney M, Norton S. Improved pulmonary function in chronic quadriplegics after pulmonary therapy and arm ergometry. *Paraplegia* 1989; 27(4) : 278-83.
15. Taylor AW, McDonell E, Brassard L. The effects of an arm ergometer training programme in wheelchair subject. *Paraplegia* 1986; 24(2) : 105-14.
16. Shapiro BA, Harrison RA, Trout CA, eds. Clinical application of respiratory care. 2nd ed. Year Book Medical Publishers, 1982.
17. McKinley AC, Auchincloss JH Jr, Gilbert R, Nicholas JJ. Pulmonary function, ventilatory control and respiratory complications in quadriplegic subjects. *Am Rev Respi Dis* 1969; 100 : 526-32.
18. Chen CF, Lien IN, Wu MC. Respiratory function in patients with spinal cord injuries : effects posture. *Paraplegia* 1990; 28(2) : 81-6.
19. Cameron GS, Scott JW, Jousse AT, Botterell EH. Diaphragmatic respiration in the quadriplegic patient and the effect of position on his vital capacity. *Ann Surg* 1955; 141(4) : 451-6.
20. Webber BA. The Brompton hospital guide to chest physiotherapy. 4th ed. Oxford : Blackwell Scientific Publications, 1980.
21. Gross D, Ladd HW, Riley EJ, Macklem PT, Grassino A. The effect of training on strength and endurance of the diaphragm in quadriplegia. *Am J Med* 1980; 68 : 27-35.
22. Roussos CS, Macklem PT. Diaphragmatic fatigue in man. *J Appl Physiol* 1977; 43(2) : 189-97.
23. Stone DJ, Keltz H. The effect of respiratory muscle dysfunction on pulmonary function : studies in patients with spinal cord injuries. *Am Rev Respi Dis* 1963; 88 : 621-9.