

갑상선절제술 후 경부불편감의 경감을 위한 조기 경부운동의 효과 분석: 무작위 전향적 연구

성균관대학교 의과대학 삼성서울병원 이비인후-두경부외과학교실¹, 단국대학교 의과대학 이비인후-두경부외과학교실²

장전엽¹, 장영수¹, 김은혜¹, 문정환², 손영익¹

Early Neck Exercises to Reduce Post-Thyroidectomy Syndrome after Uncomplicated Thyroid Surgery: A Prospective Randomized Study

Jeon Yeob Jang¹, Young-Soo Chang¹, Eun Hye Kim¹, Jeong Hwan Moon² and Young-Ik Son¹

Department of Otorhinolaryngology-Head and Neck Surgery, Sungkyunkwan University School of Medicine, Samsung Medical Center¹, Seoul, Department of Otorhinolaryngology-Head and Neck Surgery, Dankook University College of Medicine, Cheonan², Korea

Background and Objectives: To evaluate the efficacy and safety of early neck exercises to reduce post-thyroidectomy symptoms and syndromes for patients undergoing thyroid surgery. **Materials and Methods:** One hundred patients who had undergone thyroid surgery were randomly assigned 1 : 1 to control (delayed exercise, initiating at postoperative 2 weeks) or early exercise group (initiating at postoperative 1 day). Questionnaire survey (voice, globus sense, neck discomfort, swallowing difficulty) and objective measurement (surgical wound adhesion, range of neck motion and scar scale) were performed at 2 weeks and 3 months postoperatively. **Results:** Compared to control, early exercise significantly decreased the degree of neck discomfort at 2 weeks after thyroid surgery ($p=0.037$) while other subjective symptoms including voice change, globus sense, and swallowing difficulty were not significantly different between the two groups. The degree of surgical wound adhesion was significantly decreased ($p<0.001$) and the range of motion was improved in early exercise group ($p=0.010$). In addition, the objective scores of Vancouver Scar Scale (VSS) were decreased in early exercise group compared to those of control group ($p=0.020$). **Conclusion:** Early neck exercises are safe and effective to reduce postoperative neck discomfort, wound adhesion, or hypertrophy of scar and to improve the range of motion in patients undergoing thyroid surgery.

Key Words: Neck exercise, Thyroid surgery, Post-thyroidectomy syndrome, Post-operative neck discomfort

서 론

갑상선암의 발생률은 전 세계적으로 증가 추세에 있으며 갑상선절제술의 빈도 또한 증가하고 있다. 우리나라의 경우에도 갑상선암 발생이 최근 매우 증가하고

있으며 90% 이상이 병리학적으로 갑상선유두암으로 진단되고 있다.¹⁾ 갑상선유두암은 대부분 질병의 진행 속도가 느리고 환자의 생존에 미치는 영향이 크지 않으나 때로는 공격적인 성향을 보이는 경우가 있어 재발 및 전신 전이를 일으키기도 하며, 드물게는 미분화 갑상선암으로 변이를 일으키기도 한다.²⁾ 적절한 범위

Received November 19, 2013 / Revised January 5, 2014 / Accepted January 8, 2014

Correspondence: Young-Ik Son, MD, PhD, Department of Otorhinolaryngology-Head and Neck Surgery, Samsung Medical Center, Sungkyunkwan University School of Medicine, 50 Irwon-dong, Gangnam-gu, Seoul 135-710, Korea
Tel: 82-2-3410-3579, Fax: 82-2-3410-3879, E-mail: yison@skku.edu.

Copyright © 2014, the Korean Thyroid Association. All rights reserved.

© This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>), which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

의 수술적 절제, 갑상선 호르몬제제의 복용, 방사성요오드 치료 등이 갑상선유두암의 기본적 치료전략으로서, 우리나라의 경우 갑상선유두암으로 수술을 시행 받은 환자의 5년 생존율은 99%에 달하고 있다.¹⁾ 이와 같이 발생 빈도는 높지만 유두암으로 인한 사망률은 매우 낮기 때문에 수술적 치료를 받고 난 이후 삶의 질에 대한 관리가 중요하다고 할 수 있다.

갑상선절제술 후 삶의 질을 훼손할 수 있는 중요한 합병증으로는 반회후두신경 손상으로 인한 성대마비,³⁾ 부갑상선기능저하증으로 인한 저칼슘혈증이 있으나⁴⁾ 숙련된 술자에 의한 집도 시에 그 빈도는 높지 않다. 하지만 여러 연구에서 밝혀진 바와 같이 수술 시 중요 구조물의 손상이 없었음에도 불구하고 적지 않은 환자 군에서 갑상선 수술 후 증후군으로 불리는 술후 경부 압박감, 막연한 불편감, 연하불편감 및 인후이물감과 주관적 발성장애 등을 호소하고 있으며 그 외 수술로 인한 경부 유착 또는 보기 흉한 절개 상흔 또한 삶의 질을 훼손하는 이유가 되고 있다.⁵⁻⁸⁾

수술 후 수술 부위 운동을 통한 조기 재활은 정형외과 영역을 중심으로 그 중요성이 널리 알려져 있으며, 유방암 수술 이후 어깨관절의 운동제한과 팔의 부종을 방지하기 위한 목적 등으로도 적극적으로 권장되고 있다.^{9,10)} 갑상선절제술 후에 목 운동의 효과는 이전 연구에서 술후 경부 불편감을 줄이는데 도움이 된다고 발표된바 있으나¹¹⁾ 아직까지 큰 관심을 받지 못하고 있다고 생각된다. 또한, 술후 경부신전운동의 적절한 시작 시기와 그에 따른 부작용에 대하여는 아직까지 알

려진 바가 없는 실정이다. 이에 따라 본 연구에서는 갑상선절제술 후 경부 신전운동의 시작시기에 따른 효과와 안전성을 무작위 전향적 연구를 통하여 비교, 분석하고자 하였다.

대상 및 방법

2010년 10월부터 2011년 9월까지 삼성서울병원에서 갑상선절제술을 시행 받은 환자를 대상으로 전향적 연구를 시행하였다. 연구 개시 전 삼성서울병원 연구윤리위원회(Institutional Review Board of Samsung Medical Center, Seoul, Korea)의 심사를 통과하였으며, 대상환자는 연구에 참여하기 전에 그에 대한 설명을 듣고 동의서에 서약하였다. 갑상선절제술을 받은 환자 중에서 측경부 림프절절제술을 받은 경우, 상후두신경 또는 반회후두신경 손상, 전신적 상태가 좋지 않은 경우, 다른 악성종양이 동반되어있는 경우, 수술 전 성대질환이 진단된 경우, 재수술인 경우, 경부에 방사선 조사를 받은 경우, 켈로이드(keloid) 체질인 경우는 대상환자에서 제외하였다. 모든 수술은 1명의 숙련된 집도의에 의해 시행되었으며 수술 범위는 2009년 개정된 미국 갑상선학회 권고안¹²⁾에 기준하여 시행되었다. 수술 부위의 봉합은 광경근(platysma muscle)층, 피하지방층 및 피하층(subdermal layer) 봉합 후 피부봉합테이프(Steri-Strip, 3M Health Care, St. Paul, MN, USA)를 사용하였으며 술후 2주째 테이프를 제거하였다.

대상환자는 연구개시 전에 제작된 임상지침(clinical

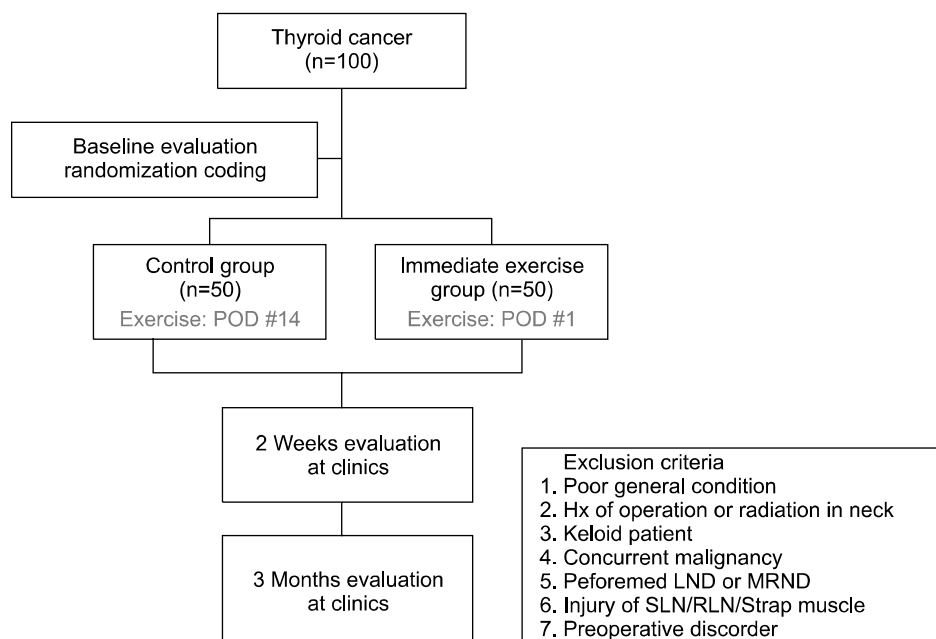


Fig. 1. Clinical pathway. LND: lateral neck dissection, MRND: modified radical neck dissection, POD: postoperative day, RLN: recurrent laryngeal nerve, SLN: superior laryngeal nerve.

pathway)에 따라서 무작위로 두 군으로 나누어졌다(Fig. 1). 대상자의 수는 Cohen의 표본 수 산출 공식¹³⁾에 의해 유의수준 0.05, 효과의 크기 0.6, 검정력 0.8로 했을 때, 집단별 요구되는 대상자 수는 37명이었으나, 대상자의 탈락률을 고려하여 각 군당 50명으로 정하였다. 첫 번째 군은 수술 후 2주 후부터 경부운동을 시작하도록 교육하였으며, 두 번째 군은 수술 후 1일 후부터 경부운동을 시작하도록 교육하였다. 경부운동의 방법과 범위는 이전 Takamura 등¹¹⁾에 의해 게재된 논문을 참고하여 한글로 제작하였다(Fig. 2). 구체적으로 대상환자는 목과 어깨를 이완하고 좌우로의 회전 운동 및 기울임 운동을 시행한 후 어깨관절의 운동을 시행하도록 교육받았다.¹¹⁾ 경부운동의 한 동작을 10회씩 반복한 후 8가지의 서로 다른 동작을 순차적으로 시행하

도록 하였으며 이와 같은 일련의 동작을 마치는 것을 1회로 간주하였을 때 하루 10회 이상의 경부운동을 시행하도록 교육받았다.¹¹⁾ 대상환자는 맹검된(blinded) 연구담당자에 의해 술전, 술후 2주와 3개월이 경과한 후 주관적 지표에 대해 설문을 하고 수술 부위 유착, 경부운동범위 및 상처에 대한 객관적 평가를 받았다. 주관적 지표는 음성장애, 인후 이물감, 경부 불편감, 삼킴장애에 대해서 이전의 문헌⁵⁾을 참고하여 작성한 12개의 문항에 대해서 불편감의 정도에 따라 0-3점으로 표시하도록 하였다(Table 1). 객관적 지표는 술후 유착과 경부운동 범위에 대해서 맹검된 연구담당자가 정도에 따라 0-3점으로 기록하도록 하였고, 상처에 대한 평가는 Vancouver Scar Scale (VSS)¹⁴⁾ (Table 2)에 따라서 평가하도록 하였다. 구체적으로 유착의 정도는 삼킴

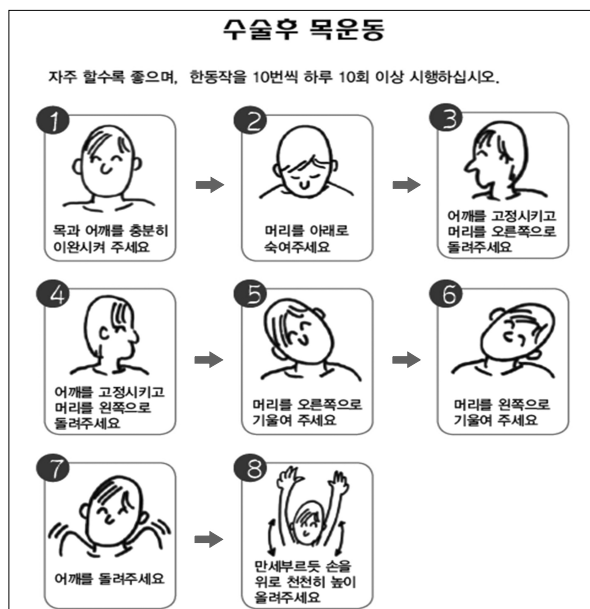


Fig. 2. Korean version of neck exercise protocols.

Table 2. Vancouver Scar Scale

Parameter	Descriptor	Points
Pigmentation	Normal	0
	Hypopigmentation	1
	Hyperpigmentation	2
Vascularity	Normal	0
	Pink	1
	Red	2
	Purple	3
Pliability	Normal	0
	Supple	1
	Yielding	2
	Firm	3
	Banding	4
	Contracture	5
Height	Normal (flat)	0
	>0 and <2 mm	1
	≥2 mm and <5 mm	2
	≥5 mm	3
Total score		13

Table 1. Items used to assess postoperative symptoms after thyroidectomy

주관적 증상	설문
음성장애	<ul style="list-style-type: none"> - 수술 전과 비교하여 목소리가 달라졌다. - 신 목소리가 난다. - 높은 음의 소리를 내거나 고음영역의 노래 부르기가 어려워졌다. - 큰 소리를 내거나 시끄러운 곳에서 대화하기가 힘들다.
인후 이물감	<ul style="list-style-type: none"> - 말할 때 힘이 들거나 말을 할수록 목에 통증을 느낀다.
경부 불편감	<ul style="list-style-type: none"> - 목 속에 무엇인가 막고 있거나 붙어 있는 듯한 이물감이 있다. - 수술부위가 조여 들거나 놀리는 듯한 느낌이 든다. - 목 앞쪽 수술 부위의 감각이 저하되거나 변화되어 불편하다. - 피부봉합 부위가 미용적으로 곱지 않아 신경 쓰인다.
삼킴장애	<ul style="list-style-type: none"> - 음식물을 삼킬 때 힘이 들거나 노력이 필요하다. - 음식물을 삼킬 때 수술 부위에 통증이 있다. - 음식물을 삼킬 때 사래기침이 난다.

운동 시에 수술 부위 피부의 유착 정도를 맹검된 1인의 연구담당자가 평가하도록 하였고 유착이 없는 경우에 0점, 경도 1점, 중등도 2점, 중증 3점으로 정하였다. 경부운동범위는 목의 신전운동의 범위 제한이 없는 경우에 0점, 경한 운동의 제한이 있는 경우 1점, 중등도 2점, 신전운동이 거의 불가능할 정도의 운동제한이 있는 경우 3점으로 하였다. VSS는 기존의 문헌을 참고하여 색소 침착의 정도(pigmentation), 혈관증식의 정도(vascularity), 상처의 유연성(pliability), 상처의 두께(height)에 대한 각각의 점수의 총합을 비교하였다(Table 2).¹⁴⁾

최종적으로 100명의 환자가 연구에 참여하였으며 (대조군 50명, 조기 경부신전운동 시행군 50명) 모든 환자가 수술 후 2주와 3개월이 경과한 이후 주관적 설문문을 작성하고 객관적 평가를 받았다. 수술 후 2주와 3개월 경과 후 상기 기술한 주관적 지표 및 객관적 지표를 통계적으로 비교, 분석하였다. 통계처리는 SPSS 20.0 프로그램(SPSS Inc., Chicago, IL, USA)을 이용하여 chi square test, independent t-test, Mann-Whitney U test를 시행하였고, 유의 수준은 $p < 0.05$ 로 하였다.

나이는 51.8세였으며, 양 군 간 성별, 나이, 수술 범위, 수술 시간 및 수술 소견 등에서 유의한 차이는 없었다(Table 3). 수술 후에 분석한 주관적 불편감 중 음성장애, 인후이물감, 삼킴장애는 양 군 간의 유의한 차이가 없었다(Fig. 3). 경부 불편감의 경우 조기에 경부운동을 시작한 환자군에서 수술 후 2주째 불편감의 정도가 유의하게 적었다(Fig. 3). 하지만 수술 후 3개월 경과 후에는 양 군 간 유의한 차이는 없었다.

수술 후 분석한 객관적 지표 중 수술 부위 유착과 경부운동범위의 정도가 조기에 경부운동을 시작한 군에서 수술 후 2주째 유의하게 호전된 양상을 보였다(Fig. 4). 하지만 수술 3개월 경과 후에는 양 군간 유의한 차이는 없었다. VSS를 이용하여 상처 부위 평가를 하였을 때, 조기에 경부운동을 시행한 환자군이 대조군에 비해서 수술 부위 상처 형성의 정도에 유의한 호전이 있었다(Fig. 5). 조기에 경부운동을 실시한 환자를 포함한 모든 환자군에서 수술 후 출혈이나 상처 파열(wound disruption) 등 수술 부위 상처와 관련된 부작용은 발생하지 않았다.

결 과

대상환자는 남성이 28명, 여성이 78명이었고 평균

고 찰

본 연구에서는 갑상선 수술을 시행 받은 환자를 대

Table 3. Clinical characteristics of the patients

	Immediate group	Delayed group	p value
Gender			0.656
Male/Female	13/37	15/35	
Age (year)			0.059
Mean (range)	54.71 (29–64)	48.95 (31–63)	
Exercise compliance			0.106
Good	26	30	
Modest	24	17	
Poor	0	3	
RAI treatment (n)			0.300
Yes	21	16	
No	29	34	
Pathological ETS			0.640
Present	11	13	
Absent	39	37	
Extent of surgery			0.224
TT + ACND	12	9	
TT	11	10	
Hemi + ACND	3	0	
Hemi	24	31	
Operation time (minutes)			0.397
Mean (range)	70.38 (33–125)	73.90 (31–116)	

ACND: anterior compartment neck dissection, ETS: extrathyroidal extension, Hemi: hemithyroidectomy, RAI: radioactive iodine treatment, TT: total thyroidectomy

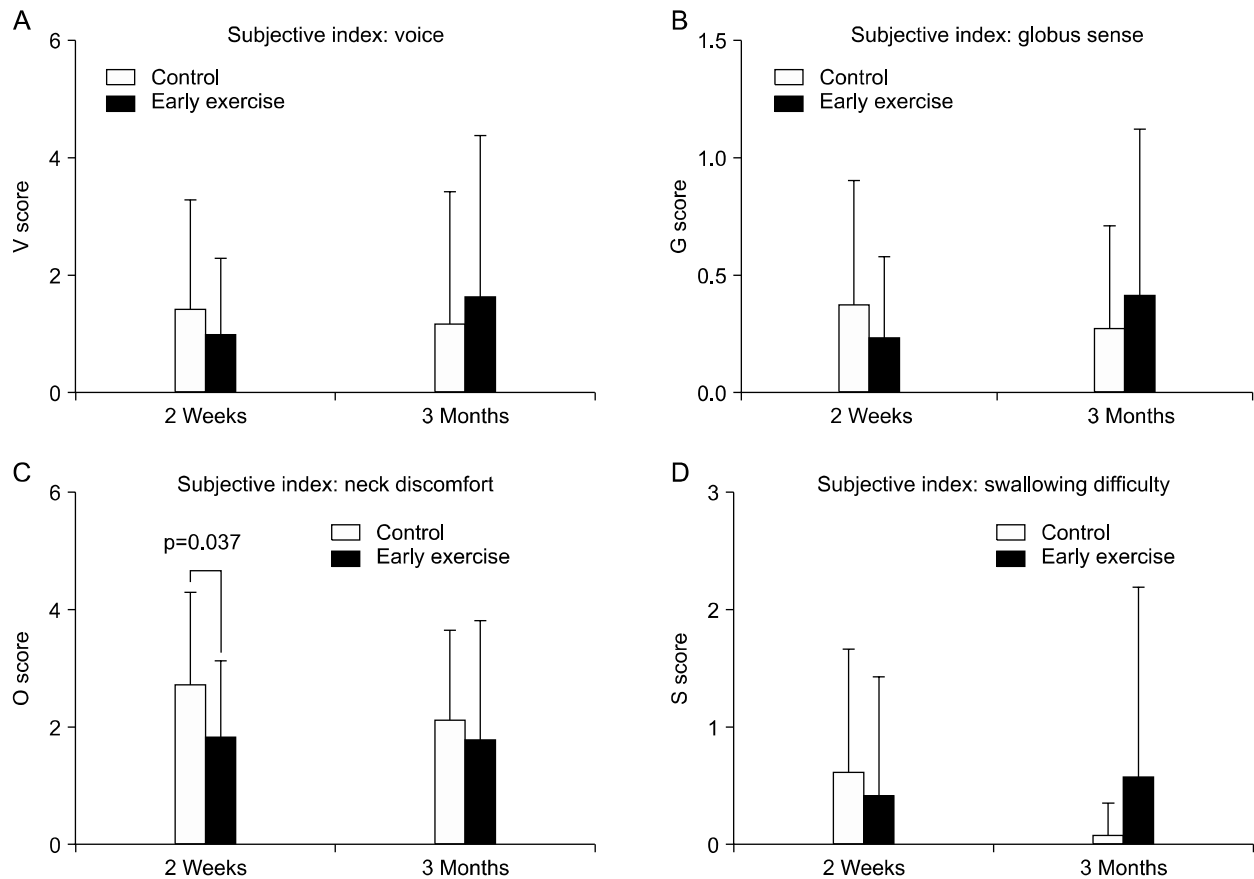


Fig. 3. Comparison of subjective indices between control and early exercise groups at post-operative 2 weeks and 3 months. Statistical significance was set at $p < 0.05$.

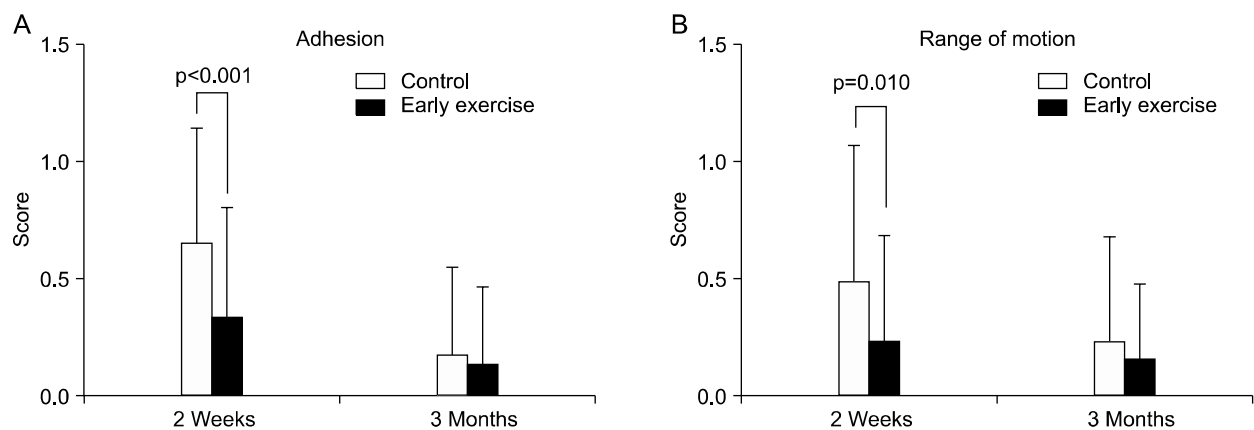


Fig. 4. Comparison of objective indices including the surgical wound adhesion (A) and the range of neck motion (B) between control and early exercise groups at post-operative 2 weeks and 3 months. Statistical significance was set at $p < 0.05$.

상으로 수술 후 경부운동의 시작 시기에 따른 효과와 안정성을 비교 분석하였다. 그 결과 수술 후 다음 날부터 경부운동을 시작한 환자군에서 수술 후 2주째 주관적인 경부불편감 또는 객관적인 경부유착, 경부운동범위의 유의한 호전을 관찰할 수 있었다. 하지만 이러한

호전이 수술 후 3개월이 경과한 이후에는 양 군 간의 차이가 없었는데 이는 이전의 발표된 연구결과와는 다른 점이라 할 수 있다. 이전의 Takamura 등¹¹⁾의 연구결과에서 경부운동을 시행한 환자군이 그렇지 않은 환자군에 비교하여 경부불편감의 호전 정도가 수술 후 1년

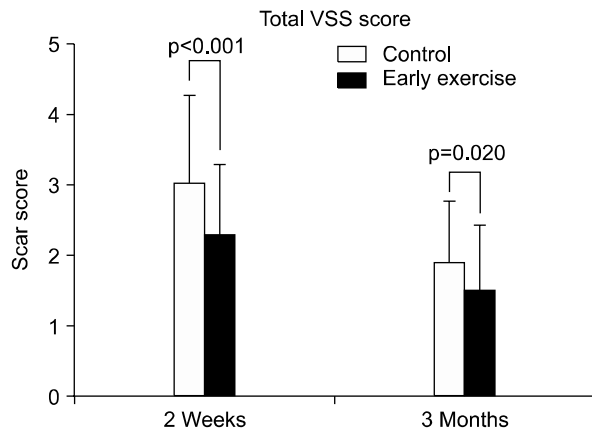


Fig. 5. Comparison of the total VSS scores between control and early exercise groups at post-operative 2 weeks and 3 months. VSS: Vancouver Scar Scale. Statistical significance was set at $p < 0.05$.

경과할 때까지 차이가 있다고 발표하였는데, 이는 조기 경부운동이 수술 후 초기의 증상 호전에만 효과가 있다는 본 연구의 결과와는 대치되는 점이다. 이는 연구설계 방법의 차이에서 기인하는 것으로 생각되는데, Takamura 등¹¹⁾은 대조군을 경부운동을 하지 않은 환자로 설정한 반면에 본 연구에서는 대조군으로 설정된 환자들도 수술 후 2주 후부터 경부운동을 적극적으로 하도록 교육을 받았기 때문이다. 따라서 수술 후 2주부터 시행한 경부운동이 이후의 주관적 불편감 해소에 도움을 주었다고 해석할 수 있겠다. 그럼에도 불구하고 초기에 경부운동을 시작함으로써 특별한 부작용 없이 수술 후 초기(2주 이내)의 불편감을 해소하는데 도움을 준다는 사실을 확인할 수 있었으며 이는 갑상선 절제술 후 환자들의 적극적인 사회생활 복귀에 도움을 줄 것으로 기대된다.

본 연구의 장점은 경부운동의 효과에 대한 평가에서 경부유착 및 운동 범위 등의 객관적 지표에 대한 평가를 동시에 실시하였다는 점인데 이는 이전의 연구에서는 평가되지 않았던 부분이었다. 그 결과 경부유착 및 운동 범위 또한 수술 후 2주째에 유의한 호전을 관찰할 수 있었는데, 이러한 객관적 지표의 호전이 최종적으로 환자의 주관적 경부 불편감의 호전에 영향을 주었다고 생각할 수 있겠다. 한편, 평가된 주관적 지표 중에서 음성장애, 인후이물감 및 삼킴장애는 경부운동의 시작 시기에 따라 유의한 차이가 관찰되지 않았는데, 이에 대해서 경부운동의 효과 및 한계를 정확히 인지하고 향후 환자교육에 참고할 필요가 있겠다.

본 연구에서 특이한 점은 초기에 경부운동을 시행한 환자들에 있어서 VSS를 통해 평가한 상처 형성의 정도

가 수술 후 2주 및 3개월째 모두에서 대조군과 비교하여 양호한 상태였다는 것이다. 일반적으로 초기에 과도한 신전운동을 시행할 경우 상처 파열의 위험이 있고 상처 형성에도 악영향을 미칠 수 있다고 생각되는데, 본 연구결과 초기에 경부운동을 시행한 환자에서 상처 파열은 한 명도 없었고 상처 형성의 정도 또한 호전된 양상이 관찰되었다. 하지만 이에 대해서는 향후 복잡한 상처 형성의 과정(염증, 증식, 리모델링)^{15,16)}에서 경부운동이 어떠한 영향을 미쳤는지에 대해서 근본적인 병태생리를 규명하는 일이 있어야 할 것으로 생각되며, 본 연구결과에서 상처 형성에 관한 결과는 조심스럽게 받아들여야 할 것으로 생각된다. 또한, 본 연구에서 사용한 VSS는 화상 상처에 대한 평가를 목적으로 개발된 도구이므로 갑상선 수술과 같은 수술 후 상처 평가에 적합한지에 대해서는 아직까지도 논란이 있으며, 이에 대해서는 수술 부위 상처 평가를 목적으로 개발된 Manchester Scar Scale 등이 더욱 적합하다는 의견도 있다.¹⁷⁾ 기존의 문헌에서 갑상선 수술 후 상처 평가에 VSS를 광범위하게 사용하고 있지만,¹⁸⁻²⁰⁾ 향후의 연구에서는 보다 세밀한 연구설계를 통한 상처 평가가 필요할 것으로 생각된다. 이와 같은 여러 논란에도 불구하고 적어도 본 연구의 대상환자는 모두 피부 봉합테이프를 수술 후 2주가 지나서 제거하였고, 목운동 시작 시기와는 무관하게 수술 후 적극적인 경부운동으로 인한 상처 파열 등은 발생하지 않았다는 점을 주목할 필요가 있으며 이를 종합해 보았을 때 초기에 경부신전운동을 시행하더라도 수술 부위 상처 형성에 악영향은 없었을 것으로 생각된다.

결론

최근 갑상선암 발생률의 증가 및 수술환자의 급격한 증가에 대한 사회적 관심이 크게 높아지고 있다. 갑상선암의 좋은 예후를 생각하였을 때, 갑상선암의 치료 및 재발 방지뿐만 아니라, 갑상선절제술 후 환자들의 초기 사회생활 복귀 및 장기적인 삶의 질에 대한 관리 또한 중요한 부분으로 생각된다. 본 연구결과 갑상선절제술 후 다음 날부터 시작하는 경부운동은 수술상처에 안전하며, 수술 부위 유착의 호전 및 목 운동 범위의 증가뿐만 아니라 주관적 경부불편감의 호전을 통한 수술 후 초기 삶의 질 개선에 기여할 것으로 기대된다.

중심 단어: 경부운동, 갑상선수술, 갑상선수술 후 증후군, 술후 경부불편감.

References

- 1) Cho BY, Choi HS, Park YJ, Lim JA, Ahn HY, Lee EK, *et al.* Changes in the clinicopathological characteristics and outcomes of thyroid cancer in Korea over the past four decades. *Thyroid* 2013;23(7):797-804.
- 2) McLeod DS, Sawka AM, Cooper DS. Controversies in primary treatment of low-risk papillary thyroid cancer. *Lancet* 2013; 381(9871):1046-57.
- 3) Jatzko GR, Lisborg PH, Muller MG, Wette VM. Recurrent nerve palsy after thyroid operations--principal nerve identification and a literature review. *Surgery* 1994;115(2):139-44.
- 4) Kim JH, Chung MK, Son YI. Reliable early prediction for different types of post-thyroidectomy hypocalcemia. *Clin Exp Otorhinolaryngol* 2011;4(2):95-100.
- 5) Lombardi CP, Raffaelli M, De Crea C, D'Alatri L, Maccora D, Marchese MR, *et al.* Long-term outcome of functional post-thyroidectomy voice and swallowing symptoms. *Surgery* 2009;146(6):1174-81.
- 6) Lombardi CP, Raffaelli M, D'Alatri L, De Crea C, Marchese MR, Maccora D, *et al.* Video-assisted thyroidectomy significantly reduces the risk of early postthyroidectomy voice and swallowing symptoms. *World J Surg* 2008;32(5):693-700.
- 7) Pereira JA, Girvent M, Sancho JJ, Parada C, Sitges-Serra A. Prevalence of long-term upper aerodigestive symptoms after uncomplicated bilateral thyroidectomy. *Surgery* 2003;133(3): 318-22.
- 8) Stojadinovic A, Shaha AR, Orlikoff RF, Nissan A, Kornak MF, Singh B, *et al.* Prospective functional voice assessment in patients undergoing thyroid surgery. *Ann Surg* 2002;236(6): 823-32.
- 9) McKenzie DC, Kalda AL. Effect of upper extremity exercise on secondary lymphedema in breast cancer patients: a pilot study. *J Clin Oncol* 2003;21(3):463-6.
- 10) Daley AJ, Crank H, Saxton JM, Mutrie N, Coleman R, Roalfe A. Randomized trial of exercise therapy in women treated for breast cancer. *J Clin Oncol* 2007;25(13):1713-21.
- 11) Takamura Y, Miyauchi A, Tomoda C, Uruno T, Ito Y, Miya A, *et al.* Stretching exercises to reduce symptoms of postoperative neck discomfort after thyroid surgery: prospective randomized study. *World J Surg* 2005;29(6):775-9.
- 12) American Thyroid Association (ATA) Guidelines Taskforce on Thyroid Nodules and Differentiated Thyroid Cancer, Cooper DS, Doherty GM, Haugen BR, Kloos RT, Lee SL, *et al.* Revised American Thyroid Association management guidelines for patients with thyroid nodules and differentiated thyroid cancer. *Thyroid* 2009;19(11):1167-214.
- 13) Cohen J. *Statistical power analysis for the behavioral sciences*. 2nd ed: Lawrence Erlbaum Associates; 1988.
- 14) Sullivan T, Smith J, Kermode J, McIver E, Courtemanche DJ. Rating the burn scar. *J Burn Care Rehabil* 1990;11(3):256-60.
- 15) Gauglitz GG, Korting HC, Pavicic T, Ruzicka T, Jeschke MG. Hypertrophic scarring and keloids: pathomechanisms and current and emerging treatment strategies. *Mol Med* 2011; 17(1-2):113-25.
- 16) Chen MA, Davidson TM. Scar management: prevention and treatment strategies. *Curr Opin Otolaryngol Head Neck Surg* 2005;13(4):242-7.
- 17) Durani P, McGrouther DA, Ferguson MW. Current scales for assessing human scarring: a review. *J Plast Reconstr Aesthet Surg* 2009;62(6):713-20.
- 18) Choe JH, Park YL, Kim BJ, Kim MN, Rho NK, Park BS, *et al.* Prevention of thyroidectomy scar using a new 1,550-nm fractional erbium-glass laser. *Dermatol Surg* 2009;35(8):1199-205.
- 19) O'Connell DA, Diamond C, Seikaly H, Harris JR. Objective and subjective scar aesthetics in minimal access vs conventional access parathyroidectomy and thyroidectomy surgical procedures: a paired cohort study. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 2008;134(1):85-93.
- 20) Jung JY, Jeong JJ, Roh HJ, Cho SH, Chung KY, Lee WJ, *et al.* Early postoperative treatment of thyroidectomy scars using a fractional carbon dioxide laser. *Dermatol Surg* 2011;37(2): 217-23.