

물리치료를 받은 선천성 근성 사경 환자의 최종 종괴 지름 예측 모형 개발



The Journal Korean Society of Physical Therapy

- 이인희, 신아미, 이경호, 박희준, 김윤년
- 계명대학교 의과대학 의료정보학교실

Development of the Last Mass Diameter Prediction Model for Congenital Muscular Torticollis Infants Provided Physical Therapy

In-Hee Lee, PT, MS; A-Mi Shin, RN, MSc; Gyeong-Ho Lee, BSc; Hee-Joon Park, PhD; Yoon-Nyun Kim, MD

Dept. of Medical Informatics, School of Medicine, Keimyung University

Purpose: The pathophysiology of congenital muscular torticollis (CMT) is that the sternocleidomastoid (SCM) is shortened on the involved side by fibrosis, leading to an ipsilateral tilt and contralateral rotation of the face and chin. The aim of this study was to examine the effect of physical therapy and develop a mass diameter prediction model for infants with CMT.

Methods: Fifty six patients were diagnosed with CMT between April 2003 and December 2008. Infants with neurological complications, and spasmodic and ocular torticollis were excluded. Physical therapy was applied to those masses in the SCM muscles of those infants after checking their physical findings and the diameter of the mass with ultrasonography. Their physical findings and mass diameter was reevaluated when their neck tilt was under 5°.

Results: The mean age when physical therapy was started was 35 days. After a mean 90 days of treatment, the subjects showed improvement in the neck tilt. Subjects whose neck tilted above 15° showed significant improvement in neck tilt decreased their mass diameter ($p < 0.01$). Facial symmetric infants showed a shorter recovery duration than the facial asymmetric infants ($p < 0.05$). A mass decreasing model based on the diameter of the mass, facial symmetry or not and the physical therapy start day after birth was developed by linear regression.

Conclusion: Physical therapy is an effective treatment for CMT. The change in the diameter of the mass on the SCM muscles after treatment can be predicted.

Keywords: Congenital muscular torticollis, Diameter of mass, Prediction model

논문접수일: 2009년 3월 20일

수정접수일: 2009년 5월 17일

게재승인일: 2009년 5월 29일

교신저자: 이인희, yiinhee@hanmail.net

1. 서론

선천성 근성 사경은 흉쇄유양돌기근의 단축이나 섬유성 구축으로 인해 머리가 환측으로 돌아가고 턱은 반대쪽으로 돌아가는 경부의 회전 및 굴곡 변형으로¹ 그 원인에 따라 선천성 사경과 후천성 사경으로 나누어진다. 대부분 환자의 부모에 의해 조기 발견되고, 발견 시 종괴의 지름은 대략 7~30mm의 직경을 나타내며 90.1%에서 사두증을 동반한다.^{2,3} 일반적으로 선천성

근성 사경은 흉쇄유양돌기근 내에서 종괴가 발견되거나, 흉쇄유양돌기근의 단축이나 섬유화가 나타나게 되어, 경부의 가동범위가 제한되며 이차적으로 두개골의 안면부와 후두면의 비대칭이 나타날 수 있다.⁴ 이로 인해 선천성 근성 사경의 정확한 진단과 치료는 매우 중요하다.

선천성 근성 사경의 진단은 경부 가동범위, 흉쇄유양돌기근의 두께, 종괴축진여부와 안면부와 후두부의 대칭 여부를 측정하는 이학적 검사법을 통해 이루어진다. 초음파 검사는 비침투

적인 방법으로 선천성 근성 사경 진단 시 종괴의 지름을 측정하기 위해 흔히 이용된다.^{5,6}

선천성 근성 사경의 치료 방법에는 물리치료, 보틀리눔 주사요법, 수술 치료 등이 있지만 물리치료가 가장 보편적인 치료 방법이다. 물리치료의 주된 목표는 안면부와 후두부의 비대칭 및 경부 가동범위 제한을 예방하고 자세를 교정하는 것이다. 임상에서 가장 많이 사용되는 물리치료법은 수기신장법이지만 수기 신장에 실패한 아동들에게 자세와 발달을 이용한 물리치료는 아동 96%에서 만족할 만한 효과가 있었으며 통증이나 저항을 거의 유발하지 않는다는 것으로 나타났다고 하였다.^{7,8} 환자의 환측 흉쇄유양돌기근에 신장운동과 같은 물리치료를 1세 미만에 조기 적용하면 약 95%의 환자에서 경부 가동범위가 정상화되고 이러한 물리치료에 반응하지 않는 환아에 대해 보틀리눔 독소 주사나 수술적 치료를 적용할 수 있지만 수술적 치료는 아직 논란의 여지가 있다. 보틀리눔 독소 주사나 수술 치료의 긍정적인 효과에 대한 보고들^{9,10}이 있으나 환자의 부모들은 흉터 같은 미용적인 요소나 약물 치료에 대한 거부감등으로 선호되지 않는다.

선천성 근성 사경은 대부분 부모에 의해 조기 발견되어 부모의 높은 관심 속에서 치료가 이루어지지만 선천성 근성 사경 환자의 특성을 고려한 사경 물리치료 체계는 확립되지 않은 실정이다. 사경의 출현은 흉쇄유양돌기근을 섬유화하고 목의 비대칭을 지속시킬 수 있기 때문에, 사경의 원인에 대한 치료가 매우 중요하다. 물리치료사와 환자의 부모는 사경의 원인인 흉쇄유양돌기근내 종괴가 치료되는 정도에 대해 의문을 가져왔지만, 선천성 근성 사경 환자의 종괴가 치료되는 정도에 관한 임상경로 연구는 거의 없는 실정이며, 물리치료를 시행한 후 종괴 크기를 예측할 수 있는 모형을 제시한 선행 연구 또한, 아직 없는 실정이다.

이에 본 연구에서는 임상에서 가장 많이 사용하는 수기신장법과 자세와 발달을 이용한 물리치료를 선천성 근성 사경 환아에게 적용하여 치료시작 시기, 이학적 특성 등을 분석하고 물리치료 종료 시 잔여 종괴 지름을 예측할 수 있는 모형을 개발하여 선천성 근성 사경 환아 치료의 기초자료를 제공하고자 시도되었다.

II. 연구방법

1. 연구대상

2003년 4월부터 2008년 12월까지 대구의 D대학병원을 내원하여 한 명의 재활의학과 전문의에 의해 이학적 검사와 X-선 및 초음파 검사를 통해 선천성 근성 사경을 진단받고 부모로부터

연구에 대한 동의를 받은 56명의 환아를 대상으로 하였다. 대상 환아 중 신경학적 질환, 경추의 선천성 기형, 연속성 사경 및 안성 사경(Ocular torticollis) 환아는 제외되었다.

2. 실험 방법

선천성 근성 사경 환아가 최초로 내원 시 목 기울기 정도를 측정하고, 안면부와 후두부의 대칭 여부를 관찰하였다. 환아의 목 기울기는 정도에 따라 5°이상~15°미만, 15°이상으로 구분하였으며, 안면부와 후두부의 대칭 여부는 한 명의 재활의학 전문의가 외견상 확인한 비대칭이 나타날 경우에만 비대칭으로 판정하였다.

선천성 근성 사경 환자의 흉쇄유양돌기근 내 종괴의 크기는 진단방사선학 전문의가 초음파 (ACUSON SEQUOIA 512, SIEMENS, 미국)의 15L8W 탐침으로 60MHz의 주파수를 사용하여 측정하였다. 초음파를 이용한 종괴 크기 측정은 물리치료를 시작하기 전과 물리치료 종료 후 2번 실시하였다.

선천성 근성 사경 환자의 물리치료는 사경 치료 경력이 5년 이상인 치료사 3인이 흉쇄유양돌기근의 최대 신장을 위한 수기신장법과 아동의 발달에 따라 목 정위 반사(Neck righting reaction) 등을 이용한 자세와 발달을 이용한 물리치료를 주 2회 실시하였다. 환자의 물리치료사가 적용한 같은 방법으로 부모가 가정운동 프로그램을 적용하도록 하였다. 환자의 가정 물리치료는 환자의 부모만 참여하도록 하여 이미 육아 경험이 있는 조부모나 친척의 영향을 최소화 하였다. 치료는 환아 목 기울기가 5° 이하이면서 환자의 활동 중 더 이상 비대칭적인 모습이 나타나지 않을 때 종료하였다.

3. 자료분석

본 연구의 자료 분석을 위해 윈도우용 SAS version 9.1 통계프로그램을 이용하여 대상 환자의 일반적 특성은 빈도와 백분율을 구하였고, 일반적 특성에 따른 치료 소요 시간과 종괴 지름의 변화의 차이는 독립적 t검정으로 분석하였다. 선천성 근성 사경 환자의 물리치료 종료 시 잔여 종괴 지름 예측모형은 다중회귀 분석을 활용해 개발하였다.

III. 결과

1. 대상 환아들의 일반적인 특성

선천성 근성 사경 진단을 받고 물리치료를 받은 환아는 남아가 51%, 여아가 48%이었고, 이 유아들이 물리치료를 시작한 평균 연령은 21~166(35.3±28.5)일이었다. 치료소요 기간은 20

~180(90.7±37.9)일이었다. 목기울기는 15° 이상이 55.4%, 안면부 비대칭인 경우가 62.5%, 후두부 비대칭인 경우가 75%인 것으로 나타났다(Table 1).

Table 1. General characteristics (N=56)

Categories		N(%)
Sex	Male	29(51.8)
	Female	27(48.2)
Age(day)		21~166
Treatment duration(day)		20~180
Degree of neck tilt before treatment	5° ~ 15°	25(44.6)
	Above 15°	31(55.4)
Face	Symmetry	21(37.5)
	Asymmetry	35(62.5)
Occipital	Symmetry	14(25.0)
	Asymmetry	42(75.0)

2. 일반적 특성에 따른 치료소요 기간 및 종괴 지름 변화

선천성 근성 사경 환자의 목 기울기 차이, 안면부 대칭 여부, 후두부 대칭 여부에 따라 치료 소요 기간 및 종괴 지름의 변화에 차이가 있는지 여부를 분석한 결과는 Table 2와 같다. 목 기울기가 5°~15°인 환자의 평균 치료 소요기간은 86.28±44.20일로 목 기울기가 15°이상인 환자의 평균 치료 소요기간 94.32±32.34일보다 치료 소요기간이 짧았지만 통계적으로 유의한 차이는 없었다. 반면 목 기울기가 5°~15°인 환자는 목 기울기가 15° 이상인 환자보다 종괴의 감소 정도가 더 적은 것으로 나타났고 이는 통계적으로도 유의하였다(p<0.05).

안면부 대칭 환자들의 치료 소요 기간은 77.48±37.75일, 비대칭 환자들은 98.65±36.28일로 안면부가 대칭인 환자들의 치료 소요 기간이 더 짧은 것으로 나타났고 이는 통계적으로도 유의하였다(p<0.05). 안면부 대칭인 경우 종괴는 평균 5.57±2.25mm 줄어드는 것으로 나타났고, 비대칭인 경우 평균 6.8±

2.71mm 줄어드는 것으로 나타나 안면부가 비대칭인 경우 종괴가 더 많이 줄어드는 것으로 나타났지만, 통계적으로 유의한 차이는 없었다.

후두부 대칭 환자들의 치료 소요기간은 평균 74.00±26.16일, 비대칭 환자들은 평균 96.31±39.83일로 비대칭 환자의 치료기간이 더 긴 것으로 나타났지만 통계적으로 유의한 차이는 없었다. 후두부 대칭 여부에 따른 종괴크기 변화는 대칭인 경우 평균 5.71±30mm, 비대칭인 경우 6.55±2.44mm 줄어드는 것으로 나타났다. 후두부가 비대칭인 경우 종괴가 더 많이 줄어드는 것으로 나타났지만, 통계적으로 유의한 차이는 없었다.

3. 치료 종료 시 잔여 종괴 지름 예측모형

1) 예측 모형 적합성

물리치료를 받은 선천성 근성 사경 환자의 목기울기가 5°이하가 되었을 때 종괴의 크기감소 정도를 예측할 수 있는 모형을 만들기 위해 성별, 처음 진단 시 종괴 크기, 안면부의 대칭여부, 후두부의 대칭여부, 치료시작일, 목기울기 정도를 독립변수로, 치료 종료시 종괴 크기를 종속변수로 설정하여 단계적 다중회귀분석을 실시한 결과 종괴 크기(p<0.05), 치료시작일(p<0.05), 안면부 대칭 정도(p<0.05)가 종괴 크기에 영향을 주는 변수로 나타났다. 적합성 지수인 R²값은 0.744로 독립변수가 종속변수에 대해 74.4% 설명력을 가지는 것으로 나타났다. 추정된 최종 다중회귀모형은 다음과 같다.

$$\text{치료종료시 종괴크기} = -2.71 + 0.71 \times \text{종괴크기} - 1.29 \times \text{안면부 대칭여부} + 0.02 \times \text{치료시작일}$$

물리치료를 받은 선천성 근성 사경 환자의 치료 종료 시 종괴 크기를 추정하기 위해 만들어진 다중회귀모형에 따르면 치료 시작 시 종괴 크기는 치료 종료시 종괴 크기에 0.71mm 영향을 주고, 안면 대칭인 경우는 비대칭인 경우보다 치료 종료

Table 2. Treatment duration and change of the mass diameter according to general characteristics

			Treatment duration(day)		Change of tumor diameter(mm)	
				t		t
Neck tilt	5°~15°	(n=25)	86.28±44.20	-0.78	5.24±2.31	-3.05*
	Above 15°	(n=31)	94.32±32.34		7.23±2.50	
Face	Symmetry	(n=21)	77.48±37.75	-2.08*	5.57±2.25	-1.74
	Asymmetry	(n=35)	98.69±36.28		6.8±2.71	
Occipital	Symmetry	(n=14)	74±26.16	-1.95	5.71±3.02	-1.04
	Asymmetry	(n=42)	96.31±39.83		6.55±2.44	
Total	-	(n=56)	90.73±37.94	-	6.34±2.60	-

* p<0.05

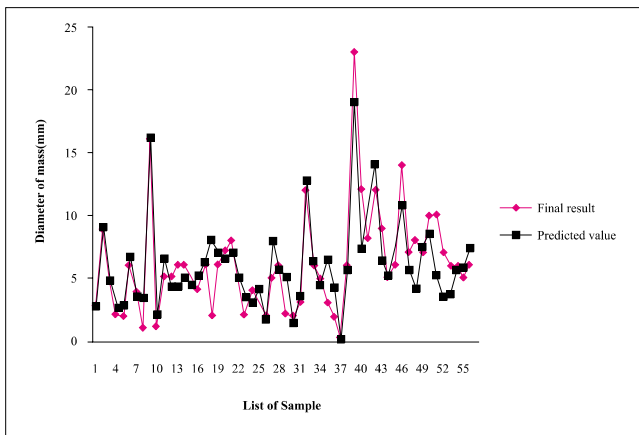


Figure 1. Comparison final result of mass diameter with predicted value.

시 종괴 크기가 1.29mm 더 줄어들며, 치료 시작일은 치료 종료 시 종괴 크기에 0.02mm 영향을 준다. 다중회귀모형의 변수들 사이에서 다중공선성의 존재 여부를 분석한 결과 고유값이 출생 후 치료 시작일 변수($\lambda=0.06$)에 대해 0에 가까운 낮은 값이 나왔지만 상태지수($\eta=7.78$)값이 30보다 낮게 나와 다중공선성은 존재하지 않는 것으로 나타났다.

2) 치료 종료 시 잔여 종괴 지름 예측값의 정확성

본 연구에서 개발된 다중회귀모형의 정확성을 확인하기 위해 예측모형으로 추정된 값과 원데이터의 분포를 비교한 결과 평균이 각각 $6.05 \pm 2.03\text{mm}$, $6.09 \pm 3.48\text{mm}$ 로 큰 차이가 없었으며, 예측모형과 원데이터의 그래프 또한 Figure 1과 같이 유사한 분포로 그려짐을 확인할 수 있다. 오차에 대한 평균은 $-0.4 \pm 2.09\text{mm}$ 로 나타났으며, 오차 산점도에서도 특별한 추세가 보이지 않고 0에 가까이 분포해 있으므로 오차에 있어 문제점도 없

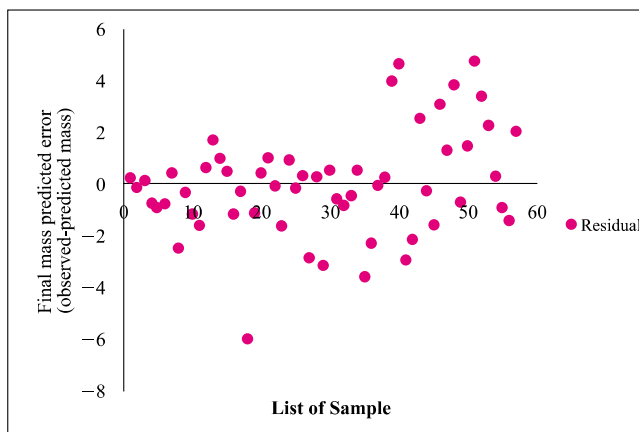


Figure 2. The difference of final observed value and predicted value.

었다(Figure 2). 따라서 물리치료를 받은 선천성 근성 사경 환자의 치료 종료 시 종괴 지름을 추정하기 위해 만들어진 다중회귀모형은 치료 종료 시 종괴 크기를 비교적 정확하게 예측할 수 있다.

IV. 고찰

선천성 근성 사경은 흉쇄유양돌기근의 섬유화로 인한 근육의 단축으로 발생하는 질환이고 생후 2주 내에 발견되는 경우가 대부분이다. 자궁 내에서 이상 위치나 출생시 외상설 등, 다양한 원인이 대두되고 있지만, 흉쇄유양돌기근의 섬유화의 원인이 어떤 것인지 명확하게 밝혀진 것은 없다.¹¹ 선천성 근성 사경을 진단받은 환자는 대부분 물리치료를 받지만 체계적인 물리치료가 이루어지지 못한 실정으로 본 연구에서는 물리치료를 받은 선천성 사경 환자의 이학적 특성을 분석하고, 이를 바탕으로 물리치료를 받은 선천성 근성 사경 환자의 종괴 크기를 예측할 수 있는 모형을 개발하였다.

52명의 선천성 근성 사경 환자에게 초음파를 적용하여 에코 양상 및 종괴 유무 및 근육결을 따라 띠를 형성하는 정도에 따라 경, 중도로 나누어 예후를 비교한 결과, 중도의 사경은 치료 기간이 7.5개월로 경도의 2.76개월보다 길어 초음파 소견이 예후를 예측하는 데 도움이 될 수 있다고 발표하였다.¹² 또한, 초음파는 비침투적인 방법으로 고해상도 실시간 정보를 주기 때문에 유용하게 사용될 수 있다. 본 연구에서는 초음파로 측정된 종괴 크기 변화를 통하여 치료 종결시 선천성 근성 사경 환자의 최종 종괴 크기를 예측하고자 하였다.

성별 분포는 Jun 등¹³의 연구에서는 남아에서 발생 비율이 더 높게 나타났다고 하였지만, 본 연구에서는 남녀 비율이 유사하게 나타났다. 이는 대구지역의 D 대학병원에 내원한 환자만을 연구 대상으로 하였기 때문인 것으로 사료된다. Lee 등¹⁴은 선천성 근성 사경을 처음으로 발견하거나 진단받은 연령은 생후 4주 이내가 약 80%로 가장 많다고 보고하였다. 본 연구에서도 치료를 시작할 때 환자의 평균연령이 35.27일로 기존 연구와 거의 유사하였다.

Park 등¹⁵은 사경의 치료법에 대하여 구체적인 언급을 않았지만 보존적인 치료를 통해 치료소요기간이 3.31 개월이 소요되었다고 보고하였다. 출생 후 7~60일에 사경 치료를 시작한 환아들에게 수기신장법과 목 정위 반응(neck righting reaction)을 이용한 자세조절 치료법을 적용하였을 경우 95~98일의 치료기간이 소요되었다고 하였다.¹⁶ Demirbilek와 Atayurt⁶는 생후 3개월 이전에 능동신장 운동과 수동신장 운동을 시작한 경우 근절단술이 필요 없었으나, 생후 3개월이 지나 물리치료 치

료를 시작한 경우 환자의 25~71%에서 흉쇄유양돌기근에 섬유성 구축이 나타나 근절단술을 실시하였다고 보고하였다. 본 연구에서는 치료소요기간이 평균 90일로서 기존의 연구들과 유사하였다. 추가적으로, 본 연구에서는 3개월이 지나 물리치료를 시작한 환아들 또한, 목기울기가 5°이하로 회복되어 흉쇄유양돌기근의 절단술을 시행하거나 보톨리눔 독소를 주사하지 않았다.

Lee¹⁶는 선천성 근성 사경 환아를 목기울기 정도에 따라 5° 이상~15°미만, 15°이상으로 나누어 수동신장과 자세와 발달을 이용한 치료를 적용한 보고에서 두 치료방법간의 치료소요기간의 차이는 없다고 하였다. 본 연구에서도 기울기 정도에 따른 치료소요기간의 차이는 없는 것으로 나타났지만, 종괴 크기는 15°이상인 환아 군에서 더 많이 감소한 것으로 나타났다.

van Vlimmeren 등¹⁶에 따르면 유아들은 가장 많은 시간을 앙와위와 복와위 자세를 유지하기 때문에 환아들에게서 두개골 비대칭이 출현하면 환아 머리 중 특정 부위만 체중부하를 하게 됨으로써 기능적인 비대칭을 지속되며, 이러한 영향은 경부 근육의 비대칭을 심화시켜 기형을 유발할 수 있다고 하였다. Canale 등¹⁸은 치료 형태와 상관없이 치료 전에 안면부 비대칭이 있으면 35~60%에서 미용적인 불만족이 있었다고 하였고, 약 19년 동안 추적 관찰 후 기능적인 비정상은 거의 없었으나 약 31%에서 미용적인 변형이 관찰되었다고 하였다. 본 연구에서는 환아 후두부에 비대칭이 출현한다면 치료 소요 기간이 더 길어지는 것으로 나타났다. 두개골 비대칭의 출현은 사두증이나 선천성 근성 사경으로 인한 이차적인 문제가 나타나고 있다는 것을 의미하고 이로 인해 선천성 근성 사경 치료에 부정적인 원인이 되는 것으로 추측된다.

본 연구는 선천성 근성 사경 환아에서 종괴 크기 감소를 진단에서부터 치료 종결 시까지 측정하였기 때문에 기준자료로서 이상적인 종적 자료를 사용하였다고 할 수 있다. 환아 개개인의 종괴 크기 감소 양상에 큰 차이가 존재한다면 뛰어난 예측정확성으로 귀결되리라 예상할 수는 없다. 본 연구에서는 물리치료를 받은 선천성 사경 환아의 이학적 특성을 고려하고 이를 바탕으로 물리치료를 받은 선천성 근성 사경 환아의 최종 종괴 크기를 예측할 수 있는 모형을 개발한 결과, 치료 시작 시 종괴 크기, 치료시작일, 안면부 대칭 여부에 따라 종괴 크기가 감소 정도가 다른 것으로 나타났으며, 선천성 근성 사경 환아의 치료 종료 시 종괴 지름을 추정하기 위해 만들어진 예측 모형은 예측 모형에서 추정된 값이 원데이터와 유사한 분포를 나타냈다. 또한, 실측치와 예측치 차이를 오차라고 했을 때, 최적의 곡선을 찾는 과정은 이 오차의 제곱의 합이 가장 적도록 하는 것이고, 곡선 적합성의 기준은 최소 제곱합에 의거했다. 이에 따라 도출된 R^2 값은 환아 개개인의 종괴 크기 감소 양상이 기준 성

장 곡선에 74.4%의 일치도를 보여주었으며 결과적으로 높은 평균치를 보여 주었다고 할 수 있다. 오차와 관련된 문제점도 발견되지 않아 치료 종료 시 종괴 크기를 비교적 정확하게 예측 할 수 있었다. 이러한 다항함수의 곡선 조각을 이어 연속으로 연결한 다항식을 이용하는 연구방법은 키를 이용하여 조산아의 정상 성장 진행을 관찰하거나, 키 성장 곡선을 통해 최종 키를 예측하거나, 성장과 발육에 적합한 수학적 모형을 개발하는 통계학자나 공학 전문가들에 의해 많이 사용되어 왔다.¹⁹ 본 연구의 임상적 의의는 다항식을 임상에서 질병 치유과정을 예측하였다는 데 있으며, 기타 질환에 적용하여 물리치료의 임상 경로를 개발하는 데 사용될 수 있을 것으로 사료된다.

하지만 본 연구는 D 대학병원에 내원한 선천성 사경 환아만을 대상으로 하여 연구 결과를 모든 선천성 근성 사경 환아에게 일반화하기에는 무리가 있을 것으로 사료되며, 보다 많은 환아를 대상으로 한 반복 연구가 실시되어야 할 것이다. 나아가 후두부나 안면부의 비대칭 정도, 경부 기형 정도, 종괴 여부 등에 대해 객관적인 등급 체계를 적용하여 좀 더 구체적이고 세분화된 예측 모형을 개발하는 연구가 진행되어야 할 것이다.

V. 결론

본 연구는 선천성 근성 사경 환아의 이학적 특성을 파악하고 이를 바탕으로 물리치료를 받은 선천성 근성 사경 환아의 치료 종료 시 종괴 지름을 예측할 수 있는 예측 모형을 개발하고자 시도되었다. 개발된 예측 모형에서 선천성 근성 사경 환아의 흉쇄유양돌기근 내 종괴 크기는 치료 시작 시 종괴의 크기, 안면 대칭 유무, 치료 시작일에 따라 감소되는 정도가 다른 것으로 나타났고, 목 기울기 정도나 후면부 비대칭 정도는 종괴의 크기에 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다. 예측 모형에서 추정된 값은 원데이터와 유사한 분포를 나타내고 오차와 관련된 문제점도 없지만 D 대학병원에 내원한 선천성 사경 환아만을 대상으로 하여 일반화하기에는 무리가 있으므로 더 많은 병원의 선천성 사경 환아를 대상으로 한 반복 연구가 이루어져야 할 것이다. 최근 특정질환의 치료 과정 및 방법을 표준화하고 한정된 의료자원의 효율성을 극대화하기 위한 임상경로 개발에 대한 연구가 많이 이루어지고 있지만, 물리치료 분야에서는 환자의 치유과정의 경로에 대한 연구가 부족한 실정이다. 본 연구의 의의는 선천성 근성 사경 환아의 치료 종료 시 종괴 지름을 예측하는 모형을 개발해 표준화를 시도하였다는 데 있다.

Author Contributions

Research design: Lee IH

Acquisition of data: Lee IH

Analysis and interpretation of data: Lee IH, Lee KH

Drafting of the manuscript: Lee IH, Shin AM

Administrative, technical, and material support: Park HJ

Research supervision: Kim YN

Acknowledgements

본 연구는 산업자원부 지방기술혁신사업(RTI04-01-01)의 지원으로 수행되었음.

참고문헌

1. Netter FH. The CIBA Collection of Medical Illustrations. Vol 8. Musculoskeletal system. In: Part II. Developmental Disorders, Tumors, Rheumatic diseases and Joint Replacement. Summit, NJ, Ciba-Geigy Co, 1990.
2. Blinder H, Eng GD, Gaiser JF et al. Congenital muscular torticollis: Results of conservative management with long-term follow-up in 85 cases. *Arch Phys Med Rehabil.* 1987; 68(4):222-5.
3. Hummer CD, MacEwen GD. The coexistence of torticollis and congenital dysplasia of the hip. *J Bone Joint Surg Am.* 1972;54(6):1255-6.
4. Park TK, Kim JY, Park RJ et al. Effect of myofascial release therapy on newborn and infants with congenital torticollis. *The Journal of Korea Society of Physical Therapy.* 2006; 18(5):1-11.
5. Cheng JC, Tang SP, Chen TM et al. The clinical presentation and outcome of treatment of congenital muscular torticollis in infants - A study of 1,086 cases. *J Pediatr Surg.* 2000;35(7): 1091-6.
6. Demirbilek S, Atayurt HF. Congenital muscular torticollis and sternomastoid tumor: Results of nonoperative treatment. *J Pediatr Surg.* 1999;34(4):549-51.
7. Rahlin M. TAMO therapy as a major component of physical therapy intervention for an infant with congenital muscular torticollis: A case report. *Pediatr Phys Ther.* 2005;17(3):209-18.
8. Taylor JL, Norton ES. Developmental muscular torticollis: Outcomes in young children treated by physical therapy. *Pediatr Phys Ther.* 1997;9(4):173-8.
9. Collins A, Jankovic J. Botulinum toxin injection for congenital muscular torticollis presenting in children and adults. *Neurology.* 2006;67(6):1083-5.
10. Oleszek JL, Chang N, Apkon SD et al. Botulinum toxin type A in the treatment of children with congenital muscular torticollis. *Am J Phys Med Rehabil.* 2005;84(10):813-6.
11. Kim MO, Kim SJ. Results of the conservative management in congenital muscular torticollis. *J Korean Acad Rehabil Med.* 1992;16(1):42-50.
12. Kim SJ, Park EM, Choi WK et al. The correlation between outcome and ultrasonic findings in congenital muscular torticollis. *J Korean Acad Rehabil Med.* 2001;25(4):601-8.
13. Jun JE, Rhu HK, Shim JW et al. Clinical features of congenital muscular torticollis. *Korean J pediatr.* 2007;50(3):241-7.
14. Lee YT, Chang JS, Park BM. A clinical study of congenital muscular torticollis. *J Korean Orthop assoc.* 1986;21(3):423-32.
15. Park JH, Kang SY, Kim JK. Rehabilitation of torticollis in children. *J Korean Acad Rehabil Med.* 1998;22(2):261-8.
16. Lee IH. The effect of manual stretching and positioning and developmental treatment in congenital muscular torticollis: randomized controlled trial. *Journal of the Korean Academy of University Trained Physical Therapists.* 2009; 16(1):34-41.
17. van Vlimmeren LA, Helders PJ, van Adrichem LN et al. Torticollis and plagiocephaly in infancy: therapeutic strategies. *Pediatr Rehabil.* 2006;9(1):40-6.
18. Canale ST, Griffin DW, Hubbard CN. Congenital muscular torticollis. A long-term follow-up. *J Bone Joint Surg Am.* 1982;64(6):810-6.
19. An HS, Lee SJ. Construction of a reference stature growth curve using spline function and prediction of a final stature in Korean. *Korean J Othod.* 2007;37(1):16-28.