

질식분만과 관련한 항문직장생리의 변화

— 음부신경의 기능저하를 중심으로 —

전국대학교 의과대학 의과학교실 및 산부인과학교실*

성 무 경 · 김 수 념* · 김 종 석

= Abstract =

Changes of Anorectal Physiology Associated with Vaginal Delivery — About pudendal neuropathy —

Moo Kyung Seong, M.D., Soo Nyung Kim, M.D.* and Jong Suk Kim, M.D.

Department of Surgery and OB & GY*, College of Medicine, Kon-Kuk University

Background: Vaginal delivery is known to be associated with anal incontinence by mechanical injury of sphincter or damage to the innervation of sphincter. Between such injuries, the latter one has been so far underestimated, and so its precise mechanism is not proved yet.

Methods: 45 women delivered were studied by electrophysiologic test: PNTML (pudendal nerve terminal motor latency) and AME (anal mucosal electrosensitivity). The investigations were done 1~2 days after delivery and their relation to various factors such as induced labor, instrumental delivery, duration of first and second stage labor, episiotomy, perineal laceration, parity, age and body weight, head circumference of neonate were analyzed statistically.

Results: Among factors analyzed, Body weight of neonate and duration of second stage labor were proved to be independent determining factors of both prolonging PNTML and elevating the threshold of AME. In addition, age and parity of subjects were another significant factors of elevating the threshold of AME.

Conclusion: Both body weight of neonate and duration of second stage labor are significant vaginal delivery-associated factors affecting the function of pudendal nerve independently. And these facts have us infer that the mechanism of those neuropathy is stretching injury of the nerve, because such factors are inevitably bound to protracted dilatation and loading of the pelvic floor.

Key Words: Vaginal delivery, Pudendal neuropathy

서 론

여성에 있어서의 질식분만에 항문괄약근에 대해 직

*본 논문은 1995년도 전국의과학연구소 연구비지원에 의한 것임.

접적으로 기계적 손상을 일으키거나 혹은 직접적인 손상이 아니라도 그에 이르는 신경의 손상을 통한 이차적인 기능저하를 초래할 수 있는 과정이다. 기계적 손상은 조산과정에서 회음부절개가 정례화되고 특히나 출산전 검사로 어느 정도라도 난산이 예상되는 경우 제왕절개에 의한 분만이 선호되는 추세에 따라 그 빈

도가 많이 감소하기는 하였으나 그럼에도 불구하고 3도 혹은 4도의 회음부과열에 의한 전중부 항문괄약근 손상은 여전히 가능한 사건이고 이것의 봉합 및 치유가 불완전하게 될 경우에는 변실금의 증상이 뒤따르게 되어 있다. 그러나 문제는 전자의 기계적 손상에 의한 과정은 대개 가시적인 것이어서 조산전후로 바로 대처할 수 있는 여지가 있지만 후자의 신경손상에 의한 이차적 과정은 그 기전이 뚜렷하지 않은 만큼 발현양상도 잠재적이어서 간과되어 버리기가 쉽다는 점이다.

변실금은 원래 그 원인으로 보아 크게 외인성과 특발성으로 나누기도 하지만 이 특발성의 것이 남자보다는 주로 여자에 많고 여자에 있어서도 난산에 해당하는 질식분만의 과거력이 있는 경우에 흔한 까닭에 이러한 특발성을 질식분만과 관련된 신경손상과 연관지어 생각하는게 일반적이기는 하다. 그러나 그럼에도 불구하고 구체적 인과관계의 해석은, 질식분만의 과정 중에서도 어떤 과정이 구체적으로 신경손상에 관련이 되는지와 그러한 신경손상의 병리적 기전에 대한 정확한 규명이 없이 일반적인 신경손상의 기전을 바탕으로 그러한 개연성이 있을 것이란 추정적 수준에 머물고 있는 것이 현실이다. 이러한 점에서 저자들은 분만전후로 변수가 될 수 있는 각 과정들을 분만후의 음부신경의 기능저하 정도와 비교분석하여 질식분만의 어떤 부분이 어떤 기전으로 음부신경의 기능저하와 관련되게 되는가를 추정해 보고자 하였다.

대상 및 방법

1995년 10월부터 1996년 4월까지 전국대학교 민중병원 산부인과에서의 질식분만에 중에서 과거력상 항문부의 외상이나 수술 혹은 당뇨병이나 신경계통의 질환이 없으면서 본 연구의 취지에 동의하는 45예를 대상으로 하였다. 각 대상예에서 분만후 1일 혹은 2일째에 음부신경의 기능을 평가하기 위하여 음부신경 말단운동전도시간(PNTML; pudendal nerve terminal motor latency)과 항문점막의 전기감작역치(AME; anal mucosal electrosensitivity)를 측정하였다. 이에 영향을 줄 수 있는 요인으로는 대상예의 나이, 출산횟수, 출산한 신생아의 머리둘레, 체중, 그리고 분만과정에서의 유도분만과 기계분만의 여부, 1기와 2기 분만의 진행시간, 회음부절개의 방식, 회음

부열창에 의한 항문괄약근 손상의 유무 등을 들었다.

음부신경 말단운동전도시간은 St. Mark 전극(Dantec™)을 고무장갑을 낀 우측인지에 부착시킨 후 Kiff와 Swash⁶⁾에 의해서 기술된 대로 대상자를 좌측와위를 취하게 하고 항문을 통하여, 말단부 전극에서 좌골추(ischial spine) 부근의 음부신경을 자극하고 근위부전극에서 항문외괄약근의 수축을 감지하는 방식으로 근전도측정장치(Nicolet Viking II™)의 운동신경 전도측정기능(motor nerve conduction study) 기능을 이용하여 측정하되 자극전류는 0.1 msec 유지(duration), 최대 55 volt로 1초 간격으로 3회 측정하여 동일한 운동과형이 형성되는 것을 확인하고 그 중 가장 큰 진폭(amplitude)을 보이는 것의 전도시간을

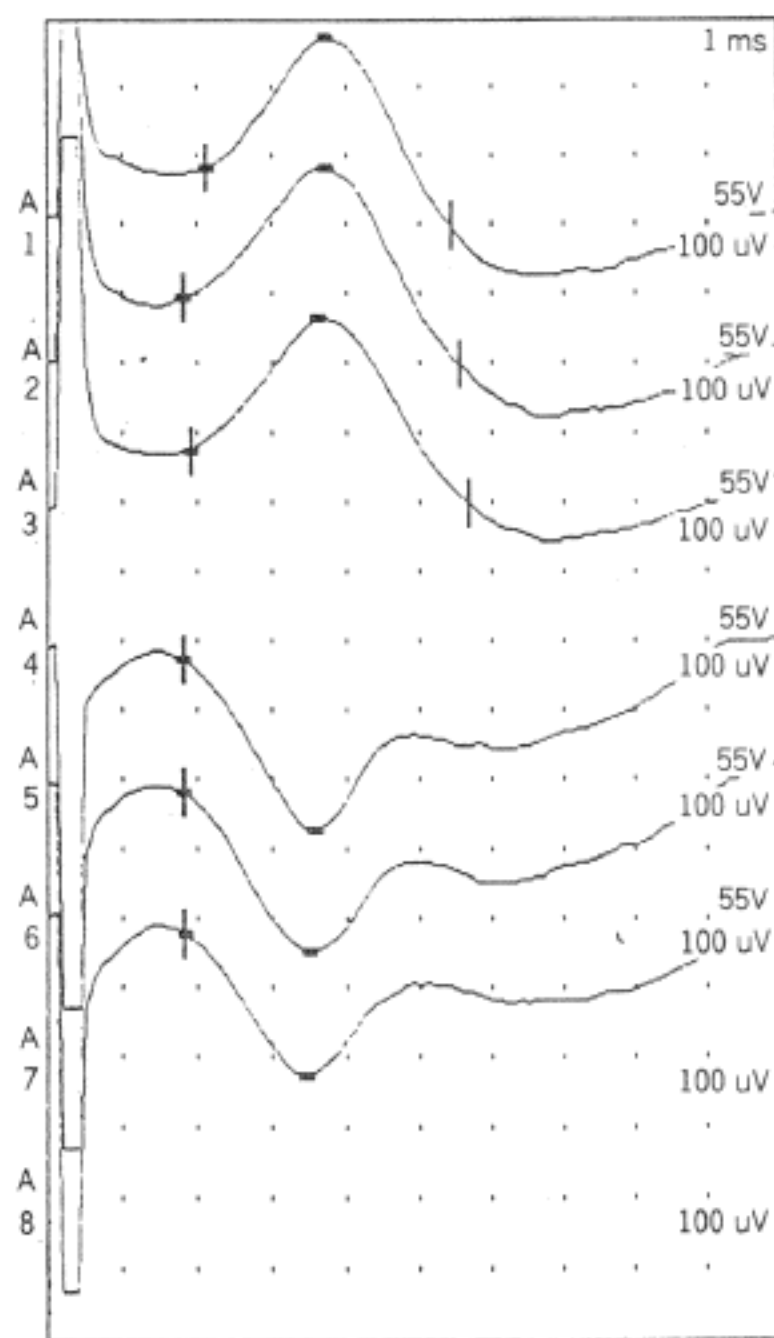


Fig. 1. Illustration of normal PNTML, 24 years old subject.

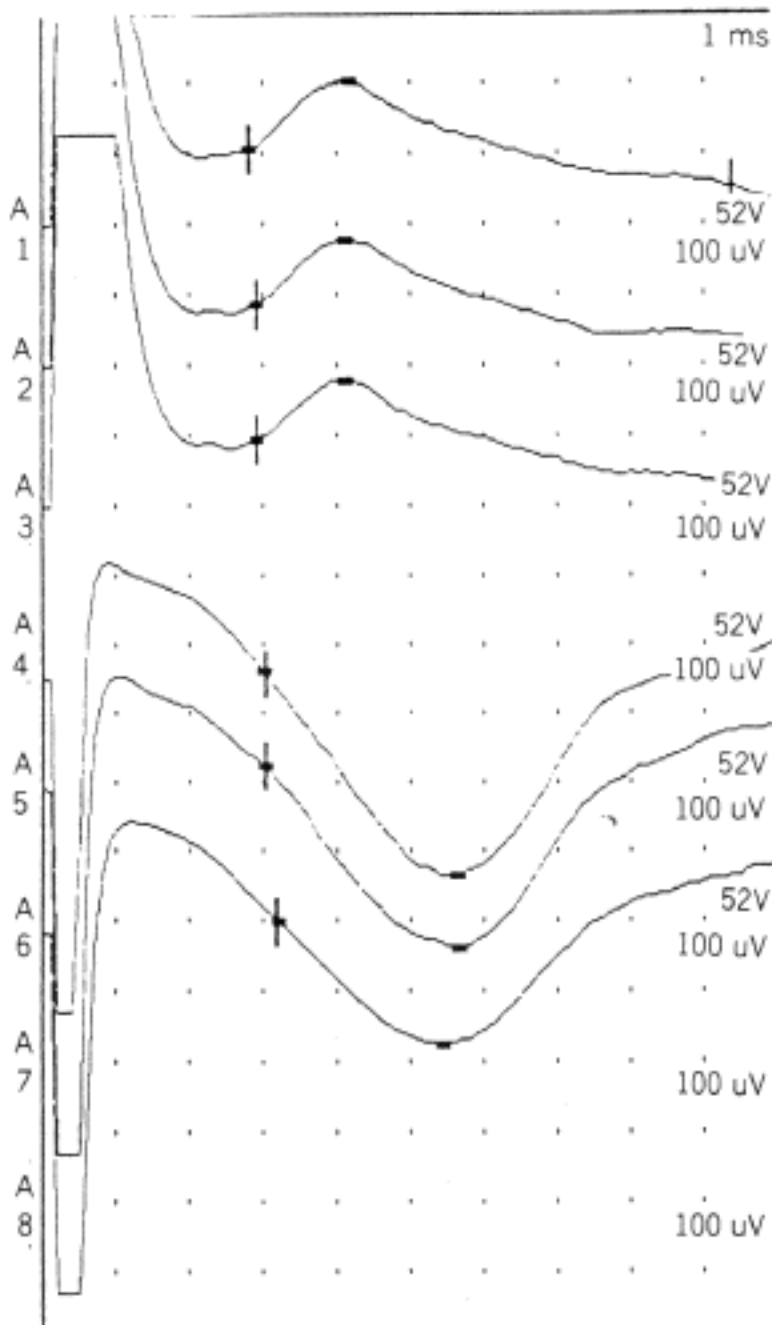


Fig. 2. Illustration of prolonged PNTML, 37 years old subject.

대표값으로 했다. 최대진폭이 둘 이상이면 그 중 전도 시간이 짧은 쪽을 택하였다(Fig. 1, 2).

항문점막의 전기감작역치는 항문근의 EMG 측정시에 표면전극(surface electrode)으로 사용되는 항문충전식 전극(anal plug electrode, Dantec™)을 그 원위부 단면을 항문연에 일치되도록 항문관내에 위치시키고 근전도측정장치(Nicolet Viking II™)의 감각신경 전도측정기능(sensory nerve conduction study)으로 측정하였다. Roe등⁷⁾이 기술한 방법에 의거해서 자극은 100 μsec 유지(duration)의 5 Hz 전류로 하여 점차 강도를 높여가면서 대상자가 자극을 인지하는 순간을 확인하고 그때의 전류값(ampere)로 하되 같은 과정을 3초 이상의 간격을 두고 3회 반복

Table 1. Effects of subject-related factors on the function of pudendal nerve

	PNTML (R)(ms)	PNTML (L)(ms)	AME (mA)
Parity			
Primipara(n=20)	2.19±0.19	2.11±0.15	6.69±2.49
Multipara(n=25)	2.17±0.26	2.16±0.30	5.76±2.12
Age			
<28(n=18)	2.13±0.15	2.04±0.18*	5.62±2.24
≥28(n=27)	2.21±0.25	2.19±0.26	6.54±2.34

*: p<0.05

PNTML: pudendal nerve terminal motor latency

R: right side, L: left side

AME: anal mucosal electrosensitivity

하여 그 최소치를 대표값으로 했다.

통계처리는 단일변량분석은 t-검정으로, 다변량분석은 다중선형회귀분석(multiple linear regression)으로 SPSS/PC+를 이용하여 시행하되, p값이 0.05 이하일 때 유의성이 있는 것으로 하였다.

결 과

단일변량분석은 각 요인들을 평균치 내지는 그 근사치를 기준으로 하여 두 군으로 나누고 각 군에서의 PNTML과 AME를 서로 비교하되 수치로 표시되지 않는 회음부열창은 그에 의한 항문괄약근 손상의 유무로, 회음부절개는 정중식과 우외측식으로, 출산횟수는 초산과 다산으로 구분하였다. 유도분만과 기계분만의 여부는 행해진 예가 불충분하여 단일변량분석에서의 제외하였다. 분석결과로 대상예의 나이와 신생아의 체중이 좌측 PNTML에서, 2기 분만의 진행시간이 AME에서(Table 1) 각각 유의한 차이를 보였다(Table 2).

다변량분석으로 종속변수를 우측 PNTML로 했을 경우는 신생아의 체중(p=.0029)과 2기 분만의 진행시간(p=.0374)이, 좌측 PNTML로 했을 경우는 대상예의 나이(p=.0478)와 신생아의 체중(p=.0009), 2기 분만의 진행시간(p=.0271)이, 그리고 AME를 종속변수로 했을 경우는 대상예의 나이(p=.0004)와 다산여부(p=.0079), 신생아의 체중(p=.0070), 2기 분

Table 2. Effects of delivery-related factors on the function of pudendal nerve

		PNTML(R)(ms)	PNTML(L)(ms)	AME(mA)
Duration of 2nd stage labor(m)	<20(n=35)	2.17±0.23	2.12±0.26	5.69±2.21*
	≥20(n=10)	2.22±0.18	2.17±0.19	7.88±1.89
Duration of 1st stage labor(m)	>600(n=27)	2.20±0.24	2.16±0.27	6.02±2.40
	≥600(n=18)	2.16±0.19	2.10±0.19	6.40±2.23
Laceration	Present(n=4)	2.28±0.10	2.17±0.13	6.28±4.35
	Absent(n=41)	2.17±0.22	2.13±0.25	6.16±2.12
Episiotomy	RML(n=32)	2.18±0.24	2.14±0.27	6.21±2.22
	M(n=13)	2.18±0.16	2.12±0.17	6.09±2.63

*: p<0.05

RML: right mediolateral, M: median

Table 3. Effects of neonate-related factors on the function of pudendal nerve

		PNTML(R)(ms)	PNTML(L)(ms)	AME(mA)
Body weight(kg)	<3.2(n=28)	2.21±0.23	2.20±0.25*	6.48±2.59
	≥3.2(n=17)	2.14±0.19	2.02±0.19	5.66±1.74
Head circumference(cm)	<35(n=20)	2.18±0.18	2.11±0.19	5.81±2.28
	≥35(n=25)	2.18±0.24	2.15±0.28	6.46±2.35

만의 진행시간(p=.0010)이 유의한 독립변수로 확인되었다.

고 안

변실금의 우선 항문괄약근을 포함하는 골반저근의 기능저하를 전제로 하는 것으로 그 배경원인에 따라 구분해 보면 특발성과 의인성, 그리고 출산과 관련된 것으로 나눌 수가 있다. 좀 더 구체적으로 그 병리생리적 기전으로 보자면 항문근 혹은 골반저근이 기능저하를 일으키게 하는 요인으로 근육에 대한 직접적인 기계적 손상이 있는 경우와 근육에 이르는 신경의 손상이 선행하는 경우로 나눌 수가 있다. 일반적으로 봐서 특발성은 신경손상과 관련되는 것으로 인식되어 지는 바지만 의인성이나 출산과 관련된 경우는 그 병리기전을 어느 한가지로 설명할 수 없는 것으로 되어 있다. 바꾸어 말해서 신경손상의 요인과 근육의 직접손상이라는 요인이 대개는 혼재한다는 것이고 이러한 점

은 변실금의 치료방향을 정하였는데 있어 상당한 혼선을 일으키는 원인이 되기도 한다. 실제로 질식분만과 관련되어 생기는 회음부열창이나 항문괄약근의 손상은 수술적으로 교정이 가능한 변실금의 원인들 중 대표적인 것이긴 하지만 이러한 손상을 성공적으로 봉합복구한다고 해도 상당수에서 변실금의 증상이 남아 있으며 나아가서 특별한 기계적 손상없이도 변실금의 증상이 생기는 경우도 있다는 사실에서^{2,9,13)} 신경손상에 의한 이차적인 항문괄약근 혹은 골반저근의 기능저하의 가능성을 예견할 수 있다는 것이다.

배변조절의 기전은 크게 보아 항문직장각 형성에 의한 고형변에 대한 자제(continence) 기능과 항문내압에 의한 유동변이나 가스에 대한 자제기능으로 나누어 생각할 수가 있다. 이 중 항문직장각은 치골직장근과 항문외괄약근을 포함하는 골반저근이, 항문내압은 항문괄약근중에서도 특히 내괄약근이 주로 역할을 함은 이미 잘 알려져 있는 사실이다. 신경손상에 의한 변실금이라 함은 주로 골반저근의 기능저하와 관련되게 되

어 있어 고행변에 대한 조절이 문제가 되는 변실금으로 나타나는데 보통이다. 이러한 변실금의 원인이 되는 신경손상은 그 손상에 이르는 기전으로 배변시에 과도한 하압이 만성적으로 있을 경우 골반저근이 반복적으로 지나친 하강으로 하게 되면서 골반저근을 조절하는 음부신경등이 신장성 손상(stretching injury)을 받게 되는 것으로 대개는 설명이 되고 있지만 이외에도 과도한 하압등에 의한 직장내압의 상승으로 혈류가 불충분해지면서 생기게 되는 허혈성 손상¹¹⁾이나 혹은 이러한 기계적 원인론과는 별개로 고령화에 따른 퇴행성변화 등도 가능한 기전으로 제시되고 있다. 신장성 손상이란 구체적으로 치골직장근을 조절하는 천골신경(sacral nerve)의 분지(branch)와 항문외괄약근을 조절하는 음부신경이 과도한 장압에 노출되면서 손상을 받게 된다는 것인데 이 이론대로라면 음부신경이, 골반저의 윗면을 따라가는 천골신경의 분지에 비해 골반저의 아랫면을 따라 주행하는 데다가 그 경로상 Alcock 통로내에서 주위 골구조에 단단히 부착(entrapment)되게 되므로 신장의 정도로 보아 좀 더 심한 손상을 받을 여지가 있다. 그러나 이러한 차이는 항문주위 근육에 대한 섬유밀도(fiber density) 측정과 같은 예민한 EMG로서는 증명할 수도 있기는 하겠지만 실제로는 항문외괄약근과 치골직장근이 한 근육단위로 운동하는게 보통이어서 임상적으로 그 차이를 인지하기는 매우 어렵다고 보겠다. 퇴행성 변화의 요소는 본 연구에서도 연령이 PNTML과 AME 검사에서 모두 유의성이 있는 음부신경 기능저하의 독립적 요인으로 나타나므로 확인은 된다고 할 것이나 대상예가 출산직후의 여성들로 연령이 20대 및 30대로 한정되었다는 점에서 퇴행성 변화의 영향에 대한 본격적인 논의는 차후로 미루어야 할 것으로 보인다.

질식분만과 관련한 항문괄약근 및 골반저근의 기능저하의 기전은 직접적인 기계적 근육손상의 경우를 제외하고는 정확히 알려져 있지 않다. 임신과 관련한 체내 내분비환경의 변화에 의해 위장관운동기능이 저하가 될 수가 있고 실제로 하부식도 내압검사나 위장관 통과시간측정 등과 같은 기능검사로 그러한 점이 증명되기도 하였으나 제왕절개에 의한 분만의 경우와 질식분만의 경우를 비교하여 전자의 경우에는 항문근의 기능저하가 증명되지 않는다는 연구¹²⁾도 있고 보면 아직 제대로 인정받기에는 논란의 여지가 있다.

분만과 관련한 항문근 기능 이상의 원인으로 가장 뚜렷하게 확인되는 것은 역시 질식분만과정에서의 기계적 손상이라고 할 수 있다. 분만중에 불가피하게 생기는 항문괄약근의 확장에 의한 신장성 근손상이나 회음체의 과열에 따른 직접적인 근손상이 그것인데 계획된 회음부절개와 봉합에 의해서 항문근 기능이상까지는 근손상은 드문 일이라는 하나 그럼에도 불구하고 약 1%에서 3도 혹은 4도 과열에 의한 항문근손상이 여전히 발생하는 것으로 되어 있고¹³⁾ 이러한 손상을 제대로 복구하지 못하거나 복구하더라도 감염이나 직장질루등으로 합병될 경우에는 변실금으로 발전할 가능성이 매우 높아지게 된다. 그러나 그러한 손상을 충분히 수술적으로 교정했음에도 변실금의 증상이 나타나는 경우가 있는 것이 현실인데 이러한 현상에 대한 설명으로 제기될 수 있는 것이 항문근에 이르는 신경의 손상이다.

분만중에 생기는 신경손상은 분만과 관련한 항문근 기능 이상의 기전중에서도 그 인과관계가 가장 불확실한 것에 해당이 된다. 이러한 점은 조산과정중에 비교적 쉽게 인지되는 기계적 손상과는 달리 신경손상의 과정은 그 잠재적 특성으로 해서 그 기전을 설명하기가 곤란한 탓이겠지만 정상분만의 초산부에서도 80%까지 음부신경의 기능저하가 증명이 된다는 보고¹⁴⁾도 있고 보면 질식분만에는 적어도 잠재적인 항문주위신경의 손상이 수반될 개연성은 분명히 있다고 보겠다. 이러한 신경손상의 기전으로 우선 고려할 수 있는 것이 분만과정에서 과도하게 질구가 확장이 될때 혹은 골반저가 지나치게 하강할 때에 받는 항문주위신경의 신장성 손상이다^{10,14)}. 조금 다른 이론으로 항문괄약근에 대한 기계적 손상이 있는 경우에 비례적으로 신경손상도 많이 증명이 된다고 하여 신경에 대한 직접적 기계적 손상이 오히려 더 문제가 된다는 주장¹¹⁾도 있지만 항문괄약근의 손상이 있을 경우 과도한 질구의 확장이나 골반저하의 하강도 수반되게 마련이어서 직접적인 기계적 신경손상을 신장성 손상과 구별하기는 어려울 것으로 판단된다. 다만 기계적 신경손상을 예견할 수 있는 감자(forcep)나 진공흡착(vacuum) 견인에 의한 기계식 분만이 제왕절개로 대체되는 추세에 따라 그 빈도가 급격히 감소하여 구체적인 통계로서 그러한 사실을 확인하기가 어려운 것이 현실이라는 하다. 또 앞서 언급한 바 있는 허혈성 손상은 지속적인

손상을 전제로 하는 것이어서 변비환자에서 반복적으로 계속되는 하압에 의해서는 가능한 기전이겠지만 일회성에 해당하는 분만의 과정에는 적용하기가 곤란한 점이 있다. 이러한 점에서 신장정 손상이 가장 가능한 질식분만과 관련한 신경손상의 기전이 되겠는데 이것은 본 연구에서의 결과로도 증명이 되고 있다. 즉 다변량분석으로 분만과 직접 관련된 요인들 중에서는 신생아의 체중과 2기 분만의 진행 시간이 음부신경의 기능저하에 유의한 독립변수임이 확인이 되었고 신생아의 체중이 커지면 큰 체구에 의해 골반저의 과도한 확장으로 이어질 것이고 2기 분만의 진행시간이 길어지면 골반저근에 과도한 부하(loading)가 걸리는 시간이 길어지는 것이므로 결국 이 요인들에 의한 음부신경의 신장(stretching)이 음부신경의 기능저하로 귀결된다고 볼 수 있는 것이다.

음부신경의 기능에 대한 평가의 수단으로는 가장 보편적인 PNTML 측정 외에 AME나 직장항문 수축반사(RACR; rectoanal contractile reflex)의 양태를 분석한다든지³⁾ 단일섬유 근전도측정(single fiber EMG)에 의한 섬유밀도(fiber density) 분석 등의 방법을 동원할 수 있지만 각각 장단점이 있어 어느 방법이 가장 실용적이고 정확한 지를 단언하기는 어렵다. 섬유밀도측정의 방법은 기능저하의 미세한 차이를 인지해 낼 수 있는 장점이 있기는 한데 방법자체가 복잡하고 전극을 넣는 과정이 상당한 통증을 수반하는 것이어서 그 실용성은 많이 떨어진다고 본다. 항문내압측정기(anal manometer)로 하는 직장항문수축반사 분석법은 음부신경을 항문을 통하여 어렵게 확인하여 자극할 필요가 없이 직장팽윤(rectal distension)이라는 지극히 생리적인 자극을 사용하면서 동시에 발생하는 억제반사(rectoanal inhibitory reflex)로 자극이 제대로 가해진다는 것을 가시화시킬 수도 있고 또 음부신경의 운동전도와 감각전도능을 같이 확인할 수 있는 장점이 있다고 주장되어 지기는 하는데 아직 저자들의 경험으로 검증된 것은 아니다. 본 연구에서 시행된 PNTML과 AME는 각각 음부신경의 운동전도와 감각전도 기능을 보는 것으로 방법이 간단하고 특히 PNTML은 좌측과 우측을 따로 평가할 수 있다는 장점이 있다. 그러나 PNTML을 음부신경의 손상 정도에 대한 전적인 지표로 활용하기에는 문제가 있는 것이 이것으로는 손상정도가 일정수준에 이르기 전에

는 그것을 비정상적으로 관독해 내기가 어렵다는 점이다. 이 점은 운동전도가 음부신경 내에서도 작은 직경의 축색돌기(axon)를 통하는 것이어서 어지간한 손상이 있어도 운동전도기능은 유지될 수 있으며 극단적으로 극히 일부의 섬유만 남아 있다 해도 전도기능이 정상으로 나타날 수 있다는 데서 연유하는 것으로 결과적으로 본 연구에서와 같이 뚜렷한 임상증세가 없는 상태에서의 신경손상확인 방법으로는 PNTML을 활용하기에는 무리가 있을 수 있다. 이에 반해서 AME는 감각전도를 보는 것이고 감각전도는 큰 직경의 축색돌기를 통하는 것이어서 좀 더 예민하게 음부신경의 손상을 반영해 낼 수 있는 것으로 되어 있다. 이러한 점들은 본 연구에서도 PNTML보다 AME가 그에 영향을 주는 유의한 독립변수를 보다 예민하게 찾아내고 있음이 드러나 잘 확인이 되고 있다. 그러나 AME의 경우도 이것이 음부신경의 기능저하만을 반영하는 것은 아니며 분만과정에서 신경분포가 예민하지 못한 직장의 점막이 항문관내로 밀려 내려 올 경우 AME의 저하로 판독될 수 있음은 고려해야 할 사항이다^{2,5)}.

결 론

질식분만후의 음부신경 기능저하에는 PNTML과 AME의 측정을 통한 분석으로 신생아의 체중과 2기 분만의 진행시간이 유의한 관련인자로 확인되었으며 이러한 사실에서 질식분만에는 음부신경 기능저하의 가능성이 내재하고 있고 그러한 경우 그 기전은 골반저근에 대한 과도한 확장이나 부하(loading)에서 비롯되는 신장성(stretching) 손상임을 추정할 수 있었다.

REFERENCES

- 1) Allen RE, Hosker GL, Smith ARB, Warrel DW: Pelvic floor damage and childbirth: a neurophysiological study. *Br J Obstet Gynecol* 97: 770, 1990
- 2) Cherry DA, Greenwald ML: Anal incontinence, in Beck DE, Wexner SD: *Foundamentals of anorectal surgery* 1st ed. p104, McGraw-Hill, 1992
- 3) Cornes H, Bartolo DCC, Stirrat GM: *Changes in*

- anal canal sensation after childbirth. Br J Surg* 78: 74, 191
- 4) Engel AF, Kamm MA: *The acute effect of straining of pelvic floor neurological function. Int J Colorect Dis* 9: 8, 1994
 - 5) Kamm MA, Lennard-Jones JE: *Rectal mucosal electrosensory testing-evidence for a rectal sensory neuropathy in idiopathic constipation. Dis Colon Rectum* 33: 419, 1990
 - 6) Kiff ES, Swash M: *Slow conduction in pudendal nerves in idiopathic fecal incontinence. Br J Surg* 76: 607, 1984
 - 7) Roe AM, Bartolo DCC, Mortensen NJ McC: *New method for assessment of anal sensation in various anorectal disorders. Br J Surg* 73: 310, 1986
 - 8) Sangwan YP, Collier JA, Barrett RC, et al: *Distal rectoanal excitatory reflex: A reliable index of pudendal nerve. Dis Colon Rectum* 916: 38, 1995
 - 9) Snooks SJ, Henry MM, Swash M: *Fecal incontinence due to external anal sphincter division in childbirth is associated with damage to the innervation of the pelvic floor musculature: a double pathology. Br J Obstet Gynecol* 92: 824, 1985
 - 10) Snooks ST, Setchell M, Swash M, Henry MM: *Injury to innervation of pelvic floor sphincter musculature in childbirth. Lancet* 8: 546, 1984
 - 11) Snooks SJ, Swash M, Mathers SE, Henry MM: *Effect of vaginal delivery on the pelvic floor: a 5-year follow-up. Br J Surg* 77: 1358, 1990
 - 12) Sultan AH, Kamm MA, Hudson CN, Bartran CI: *Effect of pregnancy on anal sphincter morphology and function. In J Colorect Dis* 8: 546, 1984
 - 13) Sultan AH, Kamm MA, Hudson CN, Thomas JM, Bartran CI: *Anal-sphincter disruption during vaginal delivery. N Engl J Med* 329: 1905, 1993
 - 14) Swash M, Snook SJ: *Motor nerve conduction studies of the pelvic floor innervation. In Henry MM, Swash M: Coloproctology and the pelvic floor, 2nd ed. p196, Butterworth-Heinemann, 1992*