

우리는 자신의 직업을 스스로 좋게 만들수 있는 여지가 충분히 있다. 이는 우리 스스로가 만족스럽고 보람찬 업무의 수행과 자기 개발의 노력에 의해 이루어지는 것이며, 또한 우리는 직업의 특수성에 의해 무한한 가능성도 함께 가질 수 있을 것이다. 우리 모두 노력하고 전진하며 좀더 나은 방향으로의 모색에 합심한다면 우리의 직업은 확실히 보장받게 되고 그에따라 사회적인 평가도 자연히 나아지리라 생각된다.

〈서울 남부지부장〉

## “Biofeedback in Rehabilitation”

ADDRESS REPRINT REQUESTS TO; J.V. Basmajian, MD  
McMaster university Chedoke -McMaster Hospital Box 2000; station  
A. Hamilton, ON Canada L8N3 Z5

김 광 수 역  
한양대병원 재활의학과

- A Review of principles and practices
- John V. Basmajian, MD
- 재활의학과, McMaster 대학, Chedoke -McMaster 재활센터(Canada 의 Hamilton에 있는)

### ABSTRACT (초록)

Basmajian JV: Biofeedback in rehabilitation: review of principles & practices.  
Arch phys Med Rehabil 62: 469-475 page,  
1981 발행

현대의 biofeedback 은 환자와 치료사에게 확실한 생리적 결과를 즉시로 나타내게 하는 전자 장비를 사용하는 기술이고 그것은 환자에게 표시된 signal(보통 시각적인 and/or 의 음향)을 조직함으로 무의식적인 결과를 조절해 주는 것이다. 운동근육 motor단위의 좋은 조종에 대한 진단적 EMG와 biofeedback 은 임상적 EMG biofeedback에 귀착됐다. 재활에 있어서 그것은 upper motor neuron lesions의 치료에 확실한 위치를 알게한다. 특히 환자의 경련성 근육의 이완을 유도하고 근육을 재훈련함에 있어서 확실한 위치를 알게한다. Cerebral palsy와 musculoskeletal disturbances, 덧붙여 feedback transducers(electrogoniometers, pressure-sensitive와 position-sensing devices)에 있어서는 광범위하게 사용되고 있다. 경련성 torticollis는 특히 EMG feedback을 포함한 치료의 실천방법에 대해 특히 적합하다는 것을 증명하고 있다.

국어 순화주의자들이 “biofeed back”이란 단어를 싫어함에도 불구하고, 10년전에 조여된 이래로 확고하게 구축되어지게 되었다. 오늘날 그것을 널리 그

리고 선동적력적인 개념으로 표현된다. 그것은 내적 생리적 결과를 즉시적이고 지속적인 전자(electronic) 표시로 주어져 있다(meters, banks of lights, various auditing devices를 이용하여). 인간은 자발적으로 인식되지 않는 결과를 조정하도록 배울수 있다. 그것이 지금 실용되어 지는데 biofeedback 은 분리과학보다는 과학적인 기술이다. 그러나 기본 개념은 medicine-행동의학(behavioral medicine)에 있어서 확실한 혁명의 시작을 자극하고 있다. Behavioral 의학은 behavioral 기술의 사용을 주장한다. 특히 자기통제(biofeedback을 함께함)에 있어서 단순한 비만(obesity)으로부터 심각한 심장혈관문제에 있어 순환적 긴장에 의한 두통에 이르기까지 순환장애의 무리의 치료에 대해서도 behavioral 기술의 사용을 주장한다. 의사들이 본 복합증상들의 반이상을 이것들이 설명한 이래로, 다음 수십년내에 behavioral 의학이 환자들을 다룸에 있어서 중심적으로 사용하게 될 것이라는 것이 쉽게 예견되어진다. 정도변화를 요하는 육체적 결함이 있는 환자들은 또한 그것이 성숙기가 될 때 behavioral 의학의 일반적인 이익을 받을 것이다. 그러나 이항목은 “myo-feedback”, “EMG feedback”, “neuromyometry”, “sensory intogration”, “audiovisual neuromuscular re-education,”과 나의 명명법에 대해 거부된 처음시도인 “artificial proprioception”과 같이 민감한 physiatrists에 의해 회피적으로 참조된 biofeedback에 대한 것이다. 지금 묘사된 그 단어는 그 기원이 꽤 오래됐고 잡다하다.

“biofeedback”은 Biofeedback 연구회, 캘리포니아의 산타모니카의 작은사회 formation과 함께 1969년에 처음 나타났다. 그때 연구그룹들(그들 대부분이 서로 겨우 알았으나 그들은 그들 연구의 공통 주제로서 인식하고 있었다) 생리학적 feedback 체

제를 토론하기 위해 모였다. 특히 psychotherapy에 있어서 토론하기 위해 모였다. 편리를 위해서 “biological feedback”을 “biofeedback”으로 줄였다. 그러므로 사회에서는 그 주제가 나온뒤에 새 명칭을 그것에 부여했다. 그 공동의 주제는 1960년대의 인간능력을 통해서 physiologic activities가 전자적 진단 고안기에 의해 monitor 되었을 때 무의식적인 생리학적 활동을 정상적으로 변경시키는 논증으로 확대 성장되었다. 생리학적인 활동의 수준을 나타내고 있는 전자적 signals을 증가시키거나, 감소시킴에 대한 집중에 의해서 사람들은 어떤 방법으로도 비정상적으로 느껴지거나 감각되어지는 몸에서 많은 과정을 변경시킬 수 있다. 1960년대말까지 처음에 오직 과학적 호기심에 있었던 이 human power는 그것의 가장 빠른 실제적 적용의 일례를 보여주고 있었다. 세가지 주요한 과학적 출처는 현대의 biofeedback인 broodstream을 형성하는데 함께했다. (1) electromyography (EMG); (2) electroencephalography (EEG); (3) cardiovascular research by psycho-physiologists. 2번째 3번째 부류가 중요한 반면에 회복에 대한 그들의 영향은 한정되어왔다. 그 첫번째 부류는 diagnostic 과 research EMG로부터 야기되었다. 일찍부터 임상적 EMG는 myoelectric signals에 대한 즉각적인 feedback으로부터 야기된 상당한 도움을 준다는 것을 알고 있었다. EMG의 초기단계에서도 우리는 the sound of motor unit potentials를 가끔 환자의 도움을 보양하기 위해서 그리고 수축에 대한 바람직한 강화로 변화시키기 위해서 사용했다. 어느누구도 이현상에 이점을 붙이려고 생각지 않았다. 확실히 그것은 강렬한 치료기구로서 사용되지 않았다. 오직 Nims와 Marinacci와 Horan이 각각 1956년 1960년 초에 몸의 약화된 부분에 대해 힘을 증대시키고 잃어버린 limbs에 대해 대응하기 위해 결손된 몸의 정상적인 근육에 있어 강한 조절을 훈련시키기 위해서 feedback signals을 사용할 수 있는 가능성을 탐구하고 있었다. 이것은 결국 biofeedback처럼 의외가 쉽지는 않은 “single motor unit training” 그리고 “artificial proprioception”이라 불리게 되었다. 우리의 관심은 두배로 되었으며 첫째 몸의 모든부분에 있어서 motor 조절의 정상적 체계를 정의하고 결정하는 것이고 또 신경학적인 또는 정형학적인 신체장애 환자를 훈련하기 위해 개량된 고안기와 방법을 발전시키는 것이다. 1960년대 초까지 우리는 전자적으로 작동되어지는 인공수축에 대한 사용과 발전을 위한 범 세계적 운동의 일부분에 있었고 과학적 이해에 대한 요구가 주요한 중요점이었다. 이 연구의 중간부분에서 우리는 우리의 주체가 환자근육의 보이지 않고 느껴지지 않는 수축으로부터 생기는 EMG signals의 즉각적인 시각적 음향적 feedback에 공급되어질 때, 그들(환자)이 근육 motor 단위의 미세한 단위를 포함하는 정교한 tricks를 수행하도록 배울 수 있다. 각 motor unit가 single moto-

neuron에 의해 공급받기 때문에 분명하게 우리는 척수에 개개의 motor cells에 대한 의식적인 조절에 대해 훈련이 있어야 한다. 그래서 대부분의 신경학자에 의해 불가능하다는 것이 숙고되어졌다. 우리의 피실험자가 주변세포들의 완전히 활동이 정지된동안 정교한 tricks를 통해서 single cell에 넣을 수 있다는 것이 그만큼 중요하다. 그들은 target motor unit가 “in isolation”에 작동하는 동안에 한 근육에 (또는 전체 수축에까지) 모든 근육세포를 의식적으로 이완시켰다. 인간들이 주변의 적극적인 억제 또는 정지로 single motor nerve cells을 “fire”에 걸리게 할 수 있을뿐 아니라 그들은 firing의 비율에 따라서 신중한 변화를 줄 수도 있다. 대부분의 사람들은 그들이 EMG에 의해 그들의 근육으로부터 청각적 또는 시각적 신호를 받는다면 이것을 할 수 있다. 수의골격근에 특별한 fine-wire electrodes의 이식에 따라서 피실험자는 오직 일반적 지시가 주어지는 것이 필요하다. 피실험자는 모니터에 나타난 motor unit 전위를 보거나 듣는 동안에 근육에 대한 수축이 이루어지도록 요청받았다. 15분이 이르기까지 시간은 운동과 상태의 범위에 대한 여러기관의 종합반응에 피실험자가 익숙하도록 하기에 충분하다. 피실험자들은 그들의 미미한 노력에 대한 활성기와 cathode-ray tube의 감응에 놀란다. 그리고 그들은 어려움없이 내부의 몸의 인식이 새로운 형태로 이것들을 받아들인다. 피실험자가 EMG에 대한 지식을 가지는 것은 불필요하며 일반적인 설명을 받은 후에 그들은 단지 EMG의 분명한 감응에 그들의 주의를 집중시키는 것이 필요하다. 고무격려와 안내로서 대부분의 순진한 피술자들조차도 이내 모니터에 의해 제공되어지는 감각기초위에 근육의 활동성에 대한 다양한 수준을 유지하는 것이 가능하다. 정말로 대부분의 처치자들은 부드러운 수축을 포함해서 수행하는데 apparatus를 통해서 유일하게 그들(환자)을 안다. Orientation 기간에 따라서 피술자들은 많은 시간동안 연속적인 테스트를 해낼 수 있다. 많은 피술자들은 그때 그들의 시험의 초기단계에서 보여지는 어떤 특별한 기술을 확장시키도록 훈련 받을 수 있다 (예를 들어 single unit의 특별히 좋은 조절이나 조종능력 등). 결국 가장 훌륭한 수행자들은 시각적이고, 음향적인 feedback의 양쪽이나 한쪽의 부재중에서 명확한 motor-unit 전위의 활동을 유지하는 그들의 능력을 시험받을 수 있다. 그것은 모니터들이 피술자가 일찍 공급된 인공적인 “proprioception” (내부의 몸의 인식) 없이 충분히 알고 있는 unit를 취소하거나 유지하도록 시도하는 동안 멈추어질 수 있다. 열 사람에게 한사람은 몇시간 내에 이기술을 익힐 수 있다. “hold” position에 있어서 상승작용적 근육에 대해 일어나는 문제나 사지의 운동중에 근육에 일어나는 문제는 이전에 알려져 있지 않았다. activity의 수준은 지금 개인주의적으로 나타나며 synergist의 active inhibition은 이미 잘 확립된 근본적인 작동에 있어서의 오직 motor unit에 대한 훈련후에만 배워진

다.

한 근육에 single motor unit로부터 오는 feedback에 피시술자의 주의를 집중시키는 피술자는 single motor unit의 고립(isolation)이 완전할 때 완전한 silence점에서 그 주변 근육들이 점차적으로 이완되어지는 것을 발견한다. 그것의 특별한 자세를 유지하도록 요구되어진 사지(limbs)에 있어서의 motor unit도 여전히 active하다. "active inhibition"의 과정은 아마도 motor 훈련의 더 중요한 부분이며 1960년대와 1970년대 내내 크게 기술적인 생활기능에 대한 많은 연구가들은 세계도처에서 발표되어져왔다. 그들은 EMG biofeedback에 확고한 바탕을 주었다.

**정신생리학적 체계 ( psychophysialogic mechanisms )**

Biofeedback 훈련은 의지력에 기초하고 있을까, 또는 B.F. Skinner에 의해 실험동물에게 보여진 것과 유사한 작용조건(operant conditioninp)인가? 여러그룹으로 부터의 증거가 대조적이고 그들위원에 반영되거나 또는 EMG를 제한하는데 명백히 쓰여질 수 있는 operant conditioning에 대해 거절되어진다. 1960년대에 biofeedback에 대한 두번째 근원(source)은 동물심리학에서 operant conditioning 실험으로부터 왔다. Neal Miller (Rockefeller 대학에 있는)와 그의 동료에 의한, 토끼에 대한 심장 혈관반응의 조건이, 자율신경체계에 의해 조절되는 기능이 operant conditioning에 의해 영향받을 수 있다는 것을 보여주었다. 이에 여러 실험실은 피술자가 그들의 심장률(up or down) 혈압(up or down)과 사지에 흐르는 피흐름(up or down)을 자발적으로 변화시킬 수 있다는 것을 설명하고 있었다. 분명히 auto-nomic 신경체계는 정말 독립적이고 자유롭고 그리고 자기통제인 것은 아니었다. 자동기계장치와 semiautonormic은 더욱 실제적인 것일 것이다.

첫번째 reports를 한 몇달내에 여러 심장 혈관장애를 갖는 환자들의 연구가 실천에 옮겨졌었다.

**심장혈관의 Biofeedback**

1960년대 중반에 Elmer와 Alyce Green은 손가락끝의 피부에 고정된 thermistor로부터 그 피부온도를 monitoring하는 것으로 환자의 근육 feedback을 조사하도록 결정했다. 이 실험의 중간에 편두통을 앓고 있는 환자가 확실히 나아졌다. 이내 손가락의 혈류를 변화시키는 것이 일반화 되었다는 것이 분명하게 되었다. 편두통이 두개골 혈관에서 변경되어지는 혈류의 야릇한 체계에 의해 야기되어진다. 그래서 skin-temperature feedback는 편두통의

유용한 새로운 치료법으로 사용되었다. 그 이례도 많은 reports가 방법에 있어서의 지지와 억제 양면으로 나왔다.; 그러나 한가지는 확실하다. 혈류의 의식적인 조절이 가능하고, "혈관에 의한 두통에 영향을 준다는 사실 반면에 혈압에 대한 biofeedback의 효과를 연구하는 많은 연구자들은 실질적인 고�혈압을 갖는 임상적 환자에게까지 그들의 연구를 확장시켰다. 두 가지 형태가 사용되어졌다; (1) EMG feedback relaxation (그것의 간접효과를 위해서); (2)실제적 혈압 또는 유도법에 대해 여러 가지 단순화된 monitors에 펼쳐진 직접적인 plethysmographic, 조심성있는 reports가 지금 조절된 조건아래서 좋은 결과를 보여주고 있다. 그러나 또한 한 가지 사실이 나타나고 있다; 환자들이 일상의 상황에서 낮추어진 혈압을 유지하는데 어려움을 갖고있다. 그럼에도 불구하고 이 넓게 퍼진 장에는 매우 중요하며, 그래서 많은 임상연구자들이 biofeedback에 대한 이 특별한 적용을 깊게 연구 편여하고 있다.

**재활의학( rehabilitation medicine )**

산발적으로 발표된 주요적용은 orthostatic 저혈압을 겪고 있는 Quadriplegic 환자에게 보여지는 극적인 결과이다. 직접적 혈압 monitoring이 공급되어졌기에 이런 환자들은 충분히 고통을 극복하기 위한 "act of will(의지적 행동)"에 의해 그들의 혈압을 상승시키고, 유지시키도록 배워왔다.

**뇌파 feedback ( brain - wave feedback )**

1960년대 세번째 발전요인은, EEG기록에서 보여준 뇌파에 대한 의식적 조종을 훈련하는데 대한 심리학자들의 흥미를 자극하는 것이었다. 8에서 12 cps의 진동에서의 일파 리듬이 아주 일반적이다. 정상적인 사람의 몇 퍼센트는 이리듬을 나타내지 않고 불변이나 집중의 어려운 상태에서 증감이 나타난다. 여러 연구가들은 특히 Barbara Brown은 피술자의 감정적 상태와 일정기간의 알파리듬의 전체수 사이에 의미심장한 관계를 발견했다. 더우기 그들은 동양의 yogis가 알파파의 높은 비율을 만들어냈다는 것을 발견했다. 이내 그 경쟁은 계속되었으며 더욱 일반그룹은 "turning on with alpha(알파에 적용)"을 시작했다. 1971년까지 99개의 작은 회사들이 alpha feedback machine을 생산하고 있었다. 몇년후에 대부분 그만두었고, 그 알파 유행은 완전히 사장되었다. 오늘날 EEG biofeedback은 여러해동안 나타나지 않아왔던 것으로부터 연구실험으로 전환되어 왔다. 특별한 연구가들은 지금 조심스럽게 EEG feedback에 대해 연구하고 있으며 특히 간질환자의 발작을 치료하는데 있어서 잠재적인 유용성에 대해서 탐구하고 있다.

### 근육이완 치료 (muscle relaxation therapy)

Biofeedback stream이 확장되고 심화됨에 따라서 EMG 또는 근육의 feedback portion이 가장 직접적으로, 임상적으로 유용했다는 것이 분명하게 되었다. 그것이 적용되어 질수있고 적용되어진 두개의 영역이 있다; 일반이완치료와 재활의학 이완치료가 재활환자들에게 의미심장할 뿐 아니라 다른사람들에게도 의미심장할 수 있다. 그것은 여기에 간단히 다루어질 것이고 몇몇 권위자들에 의해 잘 쓰여질 것이다. 나의 초기의 EMG biofeedback 연구에 있어서 주요한 파생은 의심할 바 없이 이완치료가 있어온 것이고 치료에 있어서 피술자와 훈련자, 치료자는 monitor sampling electrodes (일반적으로 안면근육 또는 앞머리 부분에서 보이는)에 따라서 일반적인 신체이완의 과정을 따른다. 이 훈련은 자극적이지 않은데, 그것이 몇몇 continentsmostly한 심리학자와 정신과외사가 stress의 여러 증상을 제거하기 위해 biofeedback을 응용하는데 있어서 수많은 임상환자들을 자극 격려해왔다. Tension headache, chronic back problems과 불만이 주된 목표이다. 그리고 biofeedback 이완에 있는 그들의 management에 대한 문헌은 새로운 저널 Biofeedback과 self-regulation에서의 많은 항목에 의해서 증경되어지는 것 같이 빠른 속도로 확장되었다. 이 분야에 있어 주요한 문제는 정신신체의 의학에서의 항상 도깨비 같은 "placebo 효과"에 대한 xonfusion이다. 그럼에도 불구하고 많은 환자들은 모든 이전의 치료가 비효과적이라고 판명되었을때 실제적인 이익을 받아들여왔다. 잡지는 모든 noves 치료에 대한 비평자들에게 의해 냉소적으로 열거되었던 32%의 short-term placebo 비율보다도 두배의 장기성공률을 보도해왔다.

Psychosomatic ailment를 치료하는 이완훈련은 실제적으로 biofeedback 이전에 간행됐는데 Edmund Jacobson의 논문으로 반세기쯤 거슬러올라간다. 그는 이완과정으로 잘 알려진 기술을 발전시켰다. 1920년대와 1930년대에 Jacobson은 결과적으로 새 개념을 발견해왔던, stress에 관한 다양한 장애에 대한 이완치료의 임상적형태의 진정한 제안자가 되었다. 그는 근육활동의 상태를 monitore를 한 훈련기간의 오랜연속을 통해서 그는 많은 사람(환자가 아닌)을 훈련시켰다. 그때에 유용한 종합적기계에 의해 한정되었음에도 Jacobson은 근육 긴장상태에 대한 전자적 측정방법을 발전시켰고 이들 측정을 신체적, 정신적 연습을 통해서 정신적 신체이완을 용이하게 하는데 응용했다. 이 십년동안에 그는 현대의 lines에 따라 그의 인생의 업적의 원기왕성한 재생을 보아왔다. 반면 독일의 J.H. Schultz는 깊은 이완-자기발생적 훈련을 위해 (무기계 설비의) 기술을 개발했다. 내성에 의해 자기규칙의 이 방법은 Montre의사인 Wolfgang Luthe에 의해 stress 치료법

으로 대중화되어 왔다. Biofeedback 지금 환자에 의해 성취되어지는 이완의 수준을 계속적으로 monitor 하기 위해 기구적방법을 제공하고 있다. 그것으로 가정에서 일터에서나 실천할 수 있는 일상생활의 형태를 개선하는데 도움을 받아야 한다. 다른 관련된 자기-규칙 기술은 많은 사람을 위한(가능하면 placebo-response 수준으로) 실제적 이익을 주게되었다. 이 대중적 기술은 Maharishi Yogi에 의해 서구에 가져왔던 the Cultlike Transcendental Meditation을 포함한다. 그리고 그것의 서구의 내용이 Relaxation response이다(Harvard의 Herbert Benson에 의해 창간된).

### 재활의학에서의 Biofeedback

EMG biofeedback이 재활의학에 있어서 지배적인 기술임에도 불구하고 feedback 치료에 접근하는 일단의 사람들은 조용히 인식을 얻어가고 있다; limb load monitors, head-position monitors, and electro-gonimetric feedback.

### EMG feedback - 기술적 고려

#### Equipment (장비)

오늘날 시장에 있는 대부분의 biofeedback기구들은 정신치료를 위해서 고안되어졌다. 그럼에도 불구하고 그것들은 대부분의 재활 setting에서 실제적이고 그것들이 몇몇의 훌륭한 컴퓨터화한 고안품보다도 싸기 때문에 그것들은 1-channel이나 2개 channel input를 갖고있다(약 \$1,000). 그리고 각 channel마다 2개의 표면 electrodes를 갖고있다. 훌륭한 차동 증폭기와 signal의 semi-integration의 어떤 형태를 갖고있다. 그런데 미숙한 EMG signal은 전압의 승압을 하도록 가동되어지고 보통 공급된 가변시간에 따라 가동되어진다. 이 전압은 진단적 임상익에 친밀한 Output의 형태보다도 단순한 시각적, 음향적 output 기구에 작동한다. 그것들은 microvoltage meter와 digital displays와 threshold setters와 banks of lights, 그리고 click와 warbles, buzzes 등을 작동하는 sound transducers로 되어있다. 환자들은 제시되어진 signal을 "이해"하기 위해서 최소의 훈련을 바란다. 또한 출력력이 더많은 기능을 위해 보조기구에 (계산을 포함해서) 공급되어 질 수 있다.

#### Strategies (운영)

물리치료사들과 작업치료사들은 이내 EMG feedback이 그들의 숙련된 행동의 부족이라는 것을 발견한다. 주어진 임상지식과 특정한 병의 치료에 대한 능력과, 상당히 좋은 설비와 훈련과 경험으로 치료사들은 전체치료 계획으로 새로운 접근을 혼합시킨다. 아마도 초보자에게 대부분 금지된 요소들이 환자반응의 전자적 monitoring에 대해 자연적 주저함과 자기규칙에 대한 개념에 익숙해 있지 않고 특히 환자가 같

은 정보로서 즉시 조정되어 질때, 익숙해 있지않다. 치료사들은 부속의 압박감을 느끼는 사람들과 그것을 환영하는 사람으로 나누어질 수 있으며 후자는 성공하고 재활팀의 모든 멤버에 의해 고무격려 받을 것이다 : 물리의학과 재활의학에 있어서의 의사는 특히 supportive 할 것이다.

**Stroke 치료에 있어서의 EMG feedback**

1970 년대에 일단의 의학연구 그룹은 이내 이전에 “치료할 수 없는” 환자의 실제적 부분에 대한 motor 기능을 훈련하는데 있어서의 효과를 보고하기 시작했다. 기적은 만들어지지 않는다. 그러나 환자들은 잠자고 있는 상태로 놓여있고 그 상태에서 분명히 살아 남아 있는 motor pathukcy을 그 자체내에서 발전 할 수 있고 사용할 수 있다. 운동이나 posture 를 갖은 다른 장애자들은 지금 또한 치료될 수 있도록 aroving 하고 있다. Biofeedback으로 stroke 환자를 재활하는데 있어서 세 가지 주요 복합증상을 목표로 가져왔다 : (1) footdrop(경련을 갖거나 갖지 않거나) : (2) shouldor subluxation : (3) reduce hand function. 반신불수의 손의치료에 우리의 성공이 또한 팔목활 만함에도 불구하고 그것이 전세계에 넓게 적용되어졌기 때문에 여기서 footdrop에 대한 치료가 강조되었다.

Short leg brace 를 착용하든 안하든 많은 환자들이 Emory 대학에서 지도되었던 일련의 치료에 포함되었다. 개개의 환자를 위한 치료는 biofeedback-augmented tibialis antrior 강화와 spasticity inhibition 그리고 “threshold”인 biofeedback 기구를 사용한 gait training 으로 구성되어 있다. 일주일에 1/2 시간씩 3 번, 5 주동안 사용되어졌다. 25명의 환자들이 short leg brace 를 사용하여 biofeedback 훈련전에 치료되어 왔었다. Short leg brace 는 대부분의 경우에 있어서 확실히 효과적인 것으로 나타났다. 이들 환자중(70명) 한사람을 제외하고는 모두가 31 ~ 64 살 사이였다(다양한 연령에 분포되어 있다). Stroke 이래로 가장 짧은 기간은 3개월이었다. 그러나 대부분의 모든 환자들은 (biofeedback 치료이전에는) 여러달 그 stroke 을 갖거나 몇년동안 stroke 을 갖었다. 그래서 그들 footdrop 의 상태가 stabilized 하게 되었다. 이들 25명의 환자중 16명은 전체적으로 3에서 25 (평균 16.6)까지 기간을 착용함으로써 그들의 short leg brace 를 버릴수 있었다. 각 biofeedback 재활훈련 시간은 대강 1/2 시간 지속되었다. 남은 9 환자들은 빈약한 동기로 심각한 경련과 intercurrent illnesses 또는 실제의 불지속성(단지 3 내지 4번치료)로서의 명백한 이유때문에 때때로 조금의 호전도 보여주지 않았다. 어떤 환자들은 일상생활의 활동을 위해서 그들의 cane 을 버릴수조차 없었다. 몇몇은 그들의 다리가 오랜기간 동안에 간헐적으로 그들 short

leg brace 를 요구했다. 또다른 footdrop 을 한 14 명 환자들의 발목에 있어서 현저히 좋은 기능을 갖게 되었다. 그리고 그들은 brace 를 갖고 치료를 받지 않았다. 치료의 목적은 기능이 있어서 뚜렷한 진보를 만드는 것이었다. Biofeedback 재활훈련에 있어서 3 이후 17 의 session (기간)에서 오직 두 환자에 있어서만이 발목기능이 개선되지 않았다. 6 동안에 motion 의 범위와 강화에 있어 놀라운 진전이 알맞게 되었고 그들의 걸음걸이가 현저히 개선되었다. 환자의 연령은 분명히 biofeedback 의 효과에 직접적으로 관련이 없었다. 30 ~ 50 세 양쪽 group 의 환자들이 SLB 를 버린 환자들속에 있었다. 치료가 성공적이었던 남녀에 있어서의 비율은 stroke 환자의 일반적인 구와 같았다. 치료에 대한 실패와 성공도 footdrop 의 기간에 관련되어 있지 않은듯 했다.

실패는 최근이나 옛날에 stroke 을 받은 양쪽 환자들에게서 일어났으며 반면에 3개월에서 6년반 동안의 범위에서 footdrop 을 갖었던 환자들에 있어서 치료가 성공적 이었다. Stroke 환자에 있어서 footdrop 을 위한 biofeedback 은 확실한 가치가 있다. 특히 환자가 의자에 머물지 않고 가동을 갖는다면 확실히 가치가 있다. 특별히 극적인 결과는 년중 몇달동안 footdrop 을 위해서 SLB 착용을 억지되라도 해왔던 환자들 중에서 나타났다 : 이런 환자들을 포함하여 치료의 연속 속에서 대개 2/3는 그들의 brace 를 버리는데 성공했다.

**Neural pathways (신경통로)**

Neural pathways 는 개선이 불확실한 여기서 명시된 neuromotor 에 포함됐다. 2가지 가능성이 있는데 새로운 pathway 의 개발과(불확실성이 높음) 또는 lod persisting cerebral 의 개발이고 spinal pathway 는 보조 feedback loop 를 도입함으로써 가동되어 질 수 있다는 것이다. 후자의 설명은 아주 가능성이 있다. 말초신경의 motor act 에 대한 음향적, 시각적 반응에 의해 공급되어지는 내부의 인식은 강력한 강화 요인이 되어 나타난다. 의심할바 없이 cortical level 에서의 인식의 새로운 형태는 또한 보강되어 진다. 마비된 근육의 재활훈련에 대해 언급된것은 또한 경련성근육의 자발적 억제에 대해 분명한 사실이다. 최근에 motor learning 과 조절에 대한 과정은 주의관심을 점차적으로 받고있다. 아이들은 그 motor 조절에 있어 과활동(overactivity)이나 무질서의 높은 수준으로 태어났다. 그들이 성숙되었을 때 그 과활동성은 없어지고 그 과활동은 힘센 어른에서는 없다. 그것이 심리학적인 stress 상태에서 성인에게 다시 나타난다. 그러나 사람들은 정도변화로 그것을 금지시키도록 훈련받을 수 있다. 질병을 갖는 환자와 CNS 의 상해를 받은 환자에 있어서 정상적인 통제 pattern 이 결여되어있다. 그런데 spinal cord 에서의 motor 신경세포의 local 자극으로부터 받은

대량의 반응은 apasticity로서 묘사된 확대된 대량의 반응으로 결과를 나타낸다. 그 inhibition pattern은 cerebral cortex의 확산 센터에서의 애매한 과정으로부터 동수준이 되는듯 하다. Inhibition가 중앙적 특징이기 때문에 사람들은 brain stem center(그리고 아마도 소뇌)가 배움의 기억에 있어서 비평적으로 중요할 수 있다는 가능성을 고려해야 한다. Cerebral cortex의 미미한 영역에서 충동이 시작되고 그 충동이 이내 spinal motor cell의 일면에서 가장 용이한 길을따라 직접적으로 옮겨지는 도해를 고려하는 것은 simplistic하다.

그 motor learning 과정은 motor 활성화를 위한 "main" pathway가 전체의 대부분의 작은 영역이 됨으로 아마도 신경광을 이용하는 듯하다. 명시된 말초신경 경로를 정지하는데 성공한 stroke 환자들은 분명히 과활동적인 spinal center의 inhibition을 증가시키는 잔존된 길을 사용한다. "Override mechanism"을 사용할 때도 그들은 강력한 반사작용의 영향에서조차도 약하게 하는데 성공 되어지고 있어야 한다. 그렇지 않으면 멋대로 되버린다. 어떤 경우에 있어서는 환자들이 유용한 과활동을 inhibition하는 동안에도 한개의 근육을 움직일 수 있다. 이완 치료는 역시 분명히 커다란 감정적 억압 아래에 있는 stroke 환자를 다루는데 있어서 목격화되고 일반화된 주요한 적용을 갖는다. 기능적 개선이 일반적 biofeedback과 deep relaxation을 통해서 stroke 환자에 있어서 얻어질 수 있고 심신질병 역시 신경학적으로 완전한 환자로 나아질 수 있다.

### Upper - Limb 재활

Biofeedback에 의한 shoulder subluxation의 치료는 전술에 관련 있는듯 하고 아직도 그것은 또한 아주 다른 mechanism을 사용한다. 이 경우에 있어서 환자들은 일상의 biofeedback 기술에 의해 scapular의 elevator를 가동화 시키기 위해 훈련받는다. 정상적인 scapular posture의 회복은 어깨 접합의 교착된 mechanism인 어깨관절(glenohumeral) passive function의 효과적인 기능회복의 결과가 된다.

Sling의 사용에 의한 subluxation의 일상적 치료보다 많이 우수한 이 치료기술은 전형적인 해부학과 단순한 생체체계의 이해에 의존하고 있다. Shoulder의 capsule의 superior part가 정형적 수준의 상태에 있어서 정상 상태로 튼튼하다. 그러나 정상적인 팔을 약간 들어올리는 동안에서조차도 전체 capsule은 느슨하게 되고 그 관절의 보존은 대부분 오로지 "guardians of the shoulder"라 불리는 rotator cuff 근육에 의존한다. Hemiplegic limb에 있어서 scapular의 elevators는 가끔 아래로 처지고 cuff 근육에 의한 정상적인 reflex response을 나타내는 대상작용 없이 humerus에 대해 상대적인 차를 나타낸다: Subluxation은 피할수 없는 것

일까! glenoid cavity가 downward rotation으로부터 그것을 정상적 자세로 회복되어질 때(특히 coracohumeral ligament) shoulder joint capsule의 상당부분이 humeral head를 위로 강화되도록 힘쓴다(이것은 그 자세를 정상화 시키기 위해서 열등한 inferior angle과 coracoid process를 잡고 있는 환자의 scapular에 대한 피동적 조작에 의존증되었다). 손기능에 있어서 많은 문제가 단순히 명백한 마비는 아니다: 팔관절과 손가락의 굴근에 있어서의 일반적인 근육경련은 동등하게 무능력하다. 약한손과 forearm 근육의 neuromotor 재훈련으로 inhibition training을 조화하는 것이 논리적 접근인듯 하다.

현재의 유일한 접근인 그것이 많은 임상병원에서 철저 연구되어지고 있다. 특히 고무적인 것은 Emory 대학(1977년까지)에서의 나의 실험과 우리의 임상적 결과와 McMaster대학에서의 연구이다. 우리의 자료가 최종적인 보고할 수 있는 상태에 있지 않음에도 불구하고 "plateau period"의 시작이 지나서(시간적으로) 일반적인 upper-limb 회복에 대한 이전의 어두운 예상이 개정되어야 한다는 것을 말하는 것은 가능하다. EMG feedback을 통한 어떤 환자들에 의해 받아들여지는 진보와 그들 대부분에 있어서의 조심성 있으나 유용한 결과는 우리의 획일화된 빈약한 이전의 결과를 biofeedback augmented therapy의 시작으로 대체되어 왔다. 그러나 거기에 한가지 명확히 한계가 정의되어 있다. 좋은 조종기능은 그것이 middle cerebral artery lesion에 기인한 오래 동안의 방치 상태에 있을 때 회복할 수 없게 되어 나타난다. 이 연구가 진행되고 James Inglis, Trilok Monga에 의한 오직 단독적인 것과 Ontario주 Kingston에 있는 Queen's 대학의 다른 연구가 1~2년 내에 공포되어질 것이다. 반면 많은 임상병원들은 biofeedback-augmented 치료가 도입되었을때 upper-limb 회복에 있어서의 실제적인(placebo 효과를 지나) 향상을 실험하게 될 것이다.

### EMG feedback의 또다른 재활적용

경련성 사경과 관련있는 조건들

경련성 사경에 있어서 biofeedback을 사용한 behavioral 기술의 성공적 이용에 대한 cleeland's의 첫번째 report가 있는 이래 상당한 수의 report들이 EMG feedback에 공헌할 수 있는 실제적 성공을 확증해 왔다. 다른 dyskinesias와 dystonias도 또한 성공적으로 치료되어 왔다.

척수장애(spinal cord injuries)

오직 몇 경우의 reports가 paraplegia에 대한 EMG biofeedback의 이용에 대해 쓰여졌다. 약한 근육의 강화와 inhibiting spasticity에 대한 약간의 성공이 그 장애가 불완전하다면(또는 불완전하다고 증명되면) 가능하다. 그 재훈련 과정은 길고 지루하다. 그러나 일반적으로 할만한 가치가 있는 노력이

라고 믿었던 Emory대학에서 수개월동안 우리는 11 환자들에게 실행했다.

**Cerebral palsy (뇌성마비)**

몸의 다른 부분에 있어서의 EMG feedback은 적용되지 않아오고 있다. 그리고 주요한 조정된 연구가 없다. 산발적인 일반적 reports, 한정된 확인과 함께 나타나왔다. 그 가장 좋은 업적은 다음 서술과 같이 position monitors와 함께 있어왔다. 힘, 자세, 그리고 관절 - angle monitors, 몇개의 전자기구들은 몸의 자세와 운동에 대해서(보통 음향적으로) 그 feedback 정보로 설명되어져 왔다. C.P환자에 있어서는 머리위치 monitor와 발의 위치와, pressure switches가 실험을 받고 있다. 그전의 기구들은 보통 시자를 발산하거나 또는 바람직한 머리위치를 갖게 하기 위해 착용기를 촉진하는 소리를 변경하는 그안에 level-detecting system이 갖추어진, helmet을 사용한다. 발압력 스위치는 대칭적 중량 연결을 촉진하는 signals을 공급하는(신발한쪽이나 양쪽에) 구두중창으로서 설치되어 있다. 그결과는 고무적이었다. 그러나 실제적 적용에 있어서는 보다 느려왔다. 여러 관절에 운동의 electrogoniometric monitoring이 점진적인 적용을 수용하고 있다. 새로

운것은 임상사들의 기록결과 보다도 electrogoniometer의 다양한 형태의 환자의 monitoring 출력이다. 그때 환자들이 그 기구의 반응을 향상시키는데 노력한다. 조절된 연구 studies가 아직도 report되지 않아오고 있지만 feedback에 대한 mode는 침부된 동기와 지도를 neural, musculotendinous와 articular 한계를 갖는 환자에게 제공되어 질 수 있다.

**Conclusions ( 결론 )**

재활의학에 있어서의 임상적 EMG biofeedback은 지금 upper motor neuron lesions의 치료에 있어서 확고한 위치를 얻어오고 있다. 특히 stroke 환자에 있어서의 경련성근육의 이완을 enducing하고 근육을 재훈련하는데 있어서 확고한 위치를 얻고있다. C.P와 musculoskeletal 장애에 있어서 침부된 feedback transducers, (electrogoniometers, pressure-sensitive, position-sensiny devices)가 널리 이용되어지고 있다. 경련성사경은 EMG feedback을 포함한 실험적 치료방법에 특히 적합하다고 증명하고 있다.

**병원 탐방**

**순천향병원 물리치료실**

4월의 봄내음을 마음껏 음미하며 순천향병원을 방문한 것은 4월 15일 점심시간이었다.

용산구 한남동에 위치한 순천향 병원은 서울의 관문인 경부고속도로가 끝나는 한남대교를 옆으로 한강변에 우뚝 솟아있다. 취재의 촉박한 시간에 쫓겨 한동안 두리번거리다 뒷쪽에 위치한 별관을 찾으니 물리치료실이라는 예쁜 풋말이 보였다. 처음이라 조금은 어색했지만 문을 열고 들어서니 세 분 선생님 모두가 다정하게 맞이주었다. 순간 생각하고는 달리 깨끗한 의모에 두툼한 안경을 쓰신 이주순 실장님께 인사를 하고 자리를 같이 했다.

순천향 병원 물리치료실은 유능하신 이 실장님의 활동으로 O-S, N-S와 신뢰있는 협조적 관계를 유지함은 물론 특히 87년 3월 1일자로 재활의학과를 신설 대규모 system로 발전하고 있다. 일일 평균 120명의 환자가 물리치료실을 이용하는데 Back pain, Fracture 환자가 주를 이루고 그밖에 많은 case 환자를 치료한다고 한다. 바쁜일과 중에도 웃

