

편마비 환자의 보행기전

(The Mechanics of Walking in Hemiplegia)

경희의료원 재활의학과

허분희, 황환익

목 차

- I. 서론
- II. 본론
- III. 결론
- 참고문헌

I. 서론

Stroke 에 수반되는 편마비 환자의 걸는 능력을 평가하고 발달시키기 위하여서는 정상보행의 역학적인 요소와 편마비 환자의 여러가지 기전의 변화를 잘 아는 것이 필요하다 하겠다.

본 논고의 목적은 병적인 보행자와 정상보행의 특징을 확정 짓고 그것의 관계를 논하기 위함이다.

II. 본론

여러가지 형태의 근육반응은 정상활동에 따른 기능적인 요구를 능률적이고 명온하게 만족시킨다고 한다. 따라서 근육의 힘과 협동작용, 근육 상호간의 조화도 동작하는데 필요한 만큼 변화하게 되는데 그것은 자기고 유수용감각(proprioceptive feedback)에 의해 지배되는 뇌피질 운동조절의 기능에 의하여 정상적인 근육동작이 선택적으로 일어나게 된다.

편마비에 있어서 살펴보면, 중추 운동신경계 및 감각신경계가 손상을 받음으로써 일어나는데 뇌손상의 위치 및 범위는 환자가 생활하는데 중요한 척도가 되는 보행의 능력을 결정짓게 된다. 손상된 후 남아있는 선택적인 조절(selective control), 강직, 근육반응 패턴은 매우 다양한 양상을 보이며, 패턴운동은 굴곡근

및 신전근이 있는데 이것은 본래의 고정된 협동작용(synergie)에 속한다고 하겠다. 그러나 협동근은 withdrawal 과 thrust reflex 에서 보는 것과 같은 것으로서 이러한 반사(reflex)는 감각자극으로서 일어나는 불수의적(involyuntary)반응이다. 반면 편마비 환자에 있어서는 어떤 동작을 하고자 원할 때 원래의 패턴반응에 의하여 시작되는 것으로서 이것은 엄연한 수의적(voluntary)행동이라 할 수 있다.

이와같은 협동작용은 패턴운동에도 관여하고 근육반응 및 감각반응도 자극을 받은 만큼만 반응한다고 하겠다

편마비 환자들 중에서 많은 환자들은 패턴운동을 통하여 마비된 쪽의 세세한 조절을 할 수 있는가 하면, 심하게 마비된 환자는 기능적으로 사용할 수 없는 반사동작(reflex activity)만 가지고 있다. 대부분의 반사는 신전 동작은 잘 안되고 굴곡패턴이 지배하는 것이 많다. 상지에서 굴곡패턴은 평상시 팔의 위치에서 비롯되며 상지의 기능적인 회복은 어렵고 느리며 여러가지로 잘 규정 짓기가 어렵다. 하지에 있어서 본래의 패턴은 두드러지게 나타나나 의외로 뇌피질의 작용은 적다고 하겠다.

환자가 걸는데 있어서 대부분의 환자들은 두드러진 패턴에 의해서 가능한한 걸는 형태를 취하게 되는데, 그들은 서기 위하여 extensor 패턴을 일으키고 발자국을 떼기 위하여 flexor 패턴을 사용하게 된다. 이러한 패턴반응과 선택적인 조절로서 세련된 정상걸음에는 도달할 수 없지만 어느 정도 안전한 방법을 마련하기 위해 이용될 수 있다. 또한 지나치게 강한 패턴은 기능을 방해하고, 약하고 불완전한 패턴은 기능적 요구를 충족시키기엔 부적당할 것이다. 그러므로 이러한 결점의 성질을 이해하고 패턴동작의 사용가능과 제한에 따라 치료 윤곽을 설정할 수 있다.

(1) 보행분석 (Analysis of gait)

한마디로 걷는다는 것은 자기 몸을 넘어지지 않도록 유지하며 앞으로 넘어지는 것을 계속하는 것이다 표현 될 수 있다 그러나 오직 비틀거리거나 보기싫은 걸음은 정상걸음이라고 볼 수 없다

그러면 정상보행이란 무엇인가.

가장 힘들이지 않는 패턴으로, 골반, 몸통, 하지에서 근육운동 및 모든 관절운동의 작은 운동까지 포함 된 통합된 활동이라고 말할 수 있다.

다시 말하면, 발을 떼어놓는 동안 3가지 기본적인 과제가 있는데,

앞으로의 진행 ; 한 발로 서있는 동안 한 발이 앞으로 나온다.

한 발로의 균형 ; 한 발을 swing 하는 동안 다른 발이 교대로 선다.

다리의 길이를 맞춤 ; 다리를 앞으로 움직일 때 높이와 대각선상의 거리의 차이를 맞춤다.

먼저 두 과제는 걸는데 필수조건이나 다리길이 맞춤은 다만 정상이동의 평탄함을 위함이다.

(2) 한발로의 균형 (Single limb balance)

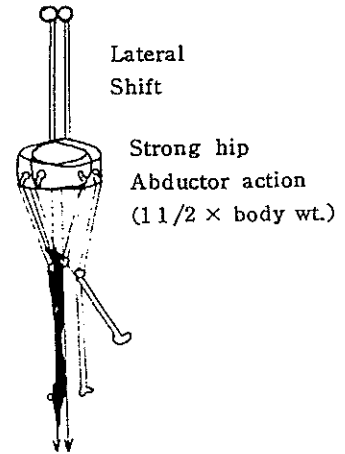
치료사가 환자의 균형문제를 평가할 때 가끔 못보고 지나칠 만큼 어려울 때가 있다. 걸기에 필요한 한 다리로 똑바로 바른 자세를 유지해야 되는 것은 물론이지만, 이따금 어떤 stroke 환자는 central balancing mechanism에 결함이 나타난다. 빈번한 예로 똑바로 서지 못하는 것(주로 오른손잡이의 왼쪽 마비)은 뇌의 nondominant hemisphere의 손상으로 일어나는 환자의 body image의 결함에 관계가 있다. 정상적인 사람은 자기 몸 부분의 무게와 위치를 인식하고, 자기 지체를 정돈하고, 새로 일어난 자세가 취한 만큼 지지체를 위한 몸의 중심에 머리와 몸통이 정돈된다

Body image는 손상되지 않고 운동만 손상된 환자는 자발적으로 불안정한 자세를 없애고 지지에 노력하므로 넘어지는 것을 방지할 수 있다

그러나 body image가 손상된 환자는 마비된 쪽을 인식하지 못하고 지지를 시도조차 할 수 없고 무게까지도 느낄 수 없다 그러므로 마비된 쪽으로 넘어지는 것은 당연한 일이고 또한 마비된 쪽을 흉측히 깨달을 때 까지는 비록 그쪽을 약간 조절할 수 있더라도 걸을 수 있는 단계가 아닌 것이라 하겠다

이 시기에는 보행훈련이 이익이 될 수 없고 신체를 인식시키는 자극의 기술로서 보조보행기구와 보조기를 사용할 수 있고 또한 환자로 하여금 어떤 형태(주로 사람그림)를 그리게 하므로써 body image를 바꾸는데 효과가 있다 임상적 경험에서 figure drawing 진전효과는 기능적인 진전과 같이 나타난다고 한다

정상인에 있어서 한 쪽 다리로 서기 위한 두 가지 반응이 있다. (그림 1)



(그림 1) Single limb balance

한 발로 섰을 때 정상반응은 지지하는 쪽으로 1 인치 가량 몸통이 이동한다.

고관절 내전근육의 강한 수축은 지지하지 않는 쪽으로 고관절이 떨어지는 것을 방지한다.

첫째는 몸통을 지지하는 발 쪽으로 가까이 center of gravity를 옆으로 옮기는 것이고, 둘째는 고관절 내전근육이 골반을 고정하기 위하여 힘있게 수축하는 것이다. 그러나 편마비 환자는 body image와 proprioception의 결핍의 결과로서 고관절과 몸통의 근육 반응의 무능함과 필요한 만큼 이동해야 한다는 충분한 감각인식이 결여되었다.

환자의 걸기 위한 능력을 갖기 위해서는 적절한 균형을 훈련이나 사연적인 신경학적 회복 또는 보행보조기구의 사용 등으로 기대해야 하겠다.

(3) 앞으로의 진행 (Forward progression)

Walking cycle은 stance와 swing phase로 분리되는데 편마비 환자에 있어서 각각 phase가 일어나는 여러가지 요구는 특별히 치료적인 필요를 원칙으로 하고 있다. 먼저 체중부라는 바닥에 발뒷꿈치가 닿는 것으로 시작하는데 문제는 체중을 받아 들이는 것이다. 이것은 바닥에 닿는 충격(반동)을 흡수해 버리기 위한 여러가지가 동시에 작용하고, 그 후에 일어나는 추진력도 중요하다 그 추진력은 바닥에 닿기 바로 직전에 급속히 swing한 것이라 하겠다 정상인에 있어서 신체가 평균속도 2마일로 나갈 때 swing하는 속도는 대략 시속 5마일이 된다고 한다 발뒷꿈치가 바닥에 닿는 순간 발 앞으로 나가는 것이 갑자기 중단되고 그 연속되는 동작으로 빠른 plantar flexion으로 이어진다 이때 ankle dorsiflexion 근육에 의해서 발바닥이 지면을 찰싹 때리는 것(약 10°정도)을 억제하므로 바닥에 닿는 충격의 일부를 없애준다 동시에 누웠을 tibia

가 앞으로 움직이는 원동력에 의하여 피동적으로 굴곡 된다

다시 말해서 다리가 안정을 지속하는 동안 관절은 적당히 충격을 줄이기 위하여 점진적 반응에 의하여 knee flexion 이 동반된다 두 가지 muscle group 이 이러한 동작에 관여한다

Soleus 와 posterior tibialis 은 tibia 의 전진을 억제하므로 knee flexion 의 간접적 조절을 주게 된다. 오히려 knee control 에 더 직접적인. Quadriceps 는 적게 관여한다

이때 hip flexion 은 hip extensor 의 반응으로서 억제되고, 다리가 고정되고 발바닥이 완전히 지면에 닿았을 때 몸통은 정착되어 있는 다리위로 미끄러져 넘어가게 된다. 이 마지막 순간에 ankle 은 대략 10도 정도 dorsiflexion 되고 체중은 앞발에 모이게 되고, tibia 는 hip 과 knee 를 충분히 extension 시키고 고정된 후에 thigh 와 trunk 는 피동적으로 일직선상에 오게 된다. 체중이 전방으로 계속 움직임에 따라 plantar flexor 은 능동적으로 일어난다. 이 힘은 체중보다 20% 더 큰 힘으로 바닥에 반응을 주게 된다 이 힘 후에는 반대발로 신속히 체중을 바꾸는데, 바꾸는 동안 먼저 발의 끝(toe)이 짧은 시간 동안 지면에 머무르게 되는데 이것도 역시 균형을 보조하기 위한 동작이다

그 후 빠르게 swing 을 하게 되는데 그것은 gastrocnemius 의 tension 의 반응으로 출발한다. 이러한 근육동작 효과는 체중이 forward position 과 체중부하로 부터 발을 release 하면서 ankle extension 에서 flexion 으로 새로운 방향으로 돌려진다 그 다음 단계에 도달하는 것은 knee 는 extension 되는 동안 hip 와 ankle 은 flexion 된다

지체가 다시 체중을 받기 위한 준비로서 hip 을 30° 정도 flexion, ankle 은 neutral, 그리고 knee 는 full extension 된다고 하겠다

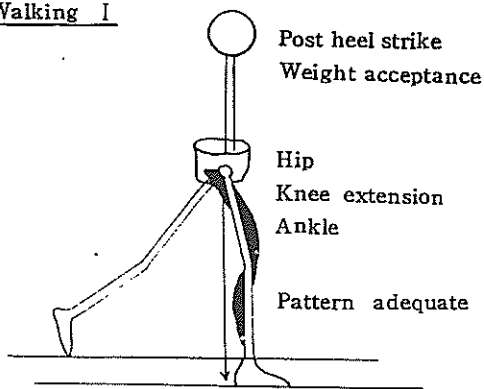
편마비 환자에 있어서는 forward progression 은 flexor 와 extensor pattern 에 의해서 기본적인 요구를 해결할 수 있다. 또한 selective control 이 가능하면 운동이 더욱더 원활할 것이다

(4) 집안신전근 패턴기능 (Mass extensor pattern function)

Mass extensor pattern 은 hip extensor, Quadriceps, Primary ankle plantar flexor 등이 동시에 일어나는 동작으로 되어 있다. tibialis posterior 와 toe flexor 는 관여하나 peroneal muscle 은 관여하지 않는다.

이러한 기본근육들의 알맞는 반응들이 stance 를 위하여 적응하는 동안 dorsiflexor 는 억제기능을 취해야 한다. (그림 2)

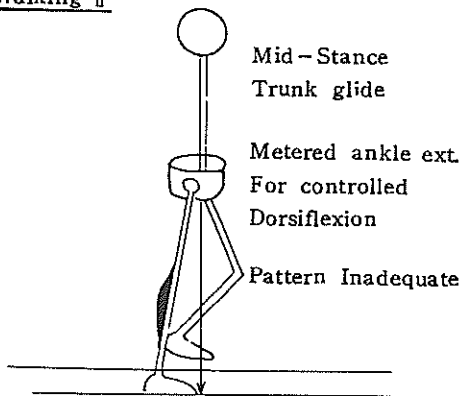
Walking I



(그림 2) stance 하는 동안 체중부하가 효과적이며 동시에 일어나는 Hip, Knee, Ankle Extension 은 mass extension pattern 에 적용될 수 있다. 또한 heel strike 에 일어나는 충격을 줄이기 위한 dorsiflexion 이 부족한 상태이다.

패턴근육반응에 의존하는 환자에게는 바닥에 닿는 충격을 없애기 위한 기전이 없거나와 soleus 와 tibia movement 도 조절할 수 없다. heel strike 하자마자 무릎은 적당히 안정시키는데 soleus 의 반응은 mid-stance 때 강하게 나타나므로 앞으로 미끄러져 넘어가는데 방해가 될 것이다. (그림 3)

Walking II

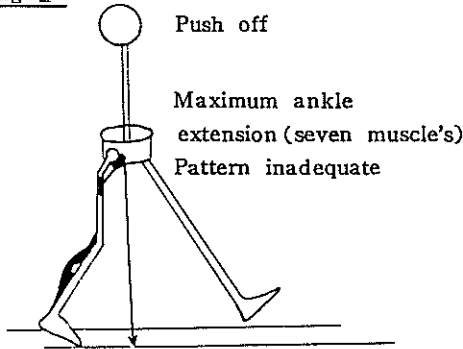


(그림 3) Heel 의 뒤쪽으로 부터 앞발로 weight 가 정상 이동하는 것은 ankle 이 점차 dorsiflexion 되는 동안 knee, hip 은 extension 을 유지하게 된다. 이와같은 control 은 본래의 패턴에 의존하는 사람에게서는 이용할 수 없다. 여기서 변하지 않는 ankle plantar flexion 반응은 trunk balance 유지에 방해가 된다.

이러한 정도 proprioception 을 가진 환자라면 ank-

le dorsiflexion의 부족을 피동적인 knee hyper-extension (만약 range가 가능하다면)으로 또는 충분한 hip extensor support가 있다면 앞으로 상체를 구부리는 것에 의하여 대응할 수 있다. 또한 dorsiflexion이 필요한 것을 정상 발을 빨리 들어 올리는 것으로 대신할 수 있다. 그러면 자연히 정상쪽의 보폭은 마비된 쪽의 보폭보다 짧게 될 것이다. patterned motion에 의존해서 만은 계속해서 앞으로 미는 힘인 추진력이 생기기는 어렵다. (그림 4)

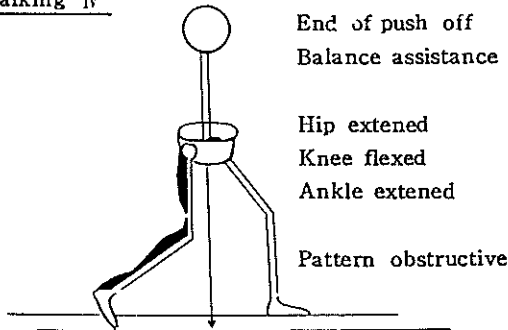
Walking III



(그림 4) Push 하는 힘을 만들기 위하여 7 개의 plantar flexor는 최고의 힘을 발휘한다. 그 반응에 있어서는 primitive pattern action은 이용될 수 없고 push-off force에도 부적합하다.

Push force의 결핍은 느린 걸음을 만들고 정상쪽의 forward rolling action과 대조를 이루면서 vertical 또는 piston 양상의 걸음걸이를 만들 것이다. 또한 이러한 패턴의 한계는 균형유지에 커다란 문제가 되므로, 양쪽 다리의 리듬은 불규칙하게 되고 과도한 반응 역시 문제만 더 가중시킨다 (그림 5).

Walking IV



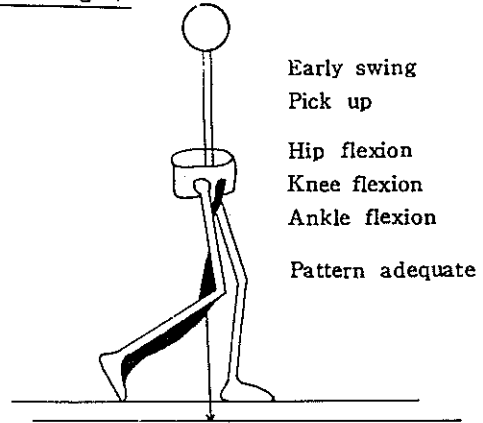
(그림 5) 정상적으로 push-off의 end에 있어서 바닥에 닿아있는 것은 체중이 다른 발로 옮겨지는 동안, toe에 의하여 지탱된다. 그러나 여기서는 patterned motion을 이용해서 flexion과 extension을 combine할 수 없다.

(5) 집단굴곡근:패턴기능 (Mass flexor pattern function)

집단굴곡패턴은 hip, knee flexor와 tibialis anterior의 동시 작용이다.

때로 엄지발가락의 extensor도 관여하나 그 이외의 다른 발가락은 제외된다. 이러한 동작의 공동 동작은 보행의 swing을 위한 준비 작용으로 step을 시작할 때 지체의 pick-up을 일으킨다(그림 6).

Walking V



(그림 6) 다리를 들어 올리는 것은 Hip, Knee, Ankle flexion이 동시에 일어나므로 flexor pattern은 적절하다고 하겠다.

여기선 별로 문제가 없었으나, 그러나 도달(reach)에는 많은 제한이 있다.

앞으로 도달은 hip와 ankle flexion을 유지한 동안 무릎을 펼 수 있는 수단을 만들지 못한 patterned motion 때문에 방해받게 된다. (그림 7)

요구되는 hip flexion은 knee extension을 열기 위해 회생되고 결국은 hip flexion의 약함으로 step이 짧아진다. 그래서 어떤 환자는 hip flexor를 이완 상태로 하지를 앞으로 보내기 위하여 상체를 뒤로 젖히는 것으로 대응할 수 있다.

심지어는 다리가 앞으로 못나가고 몸의 line까지만 가져다 놓게 된다.

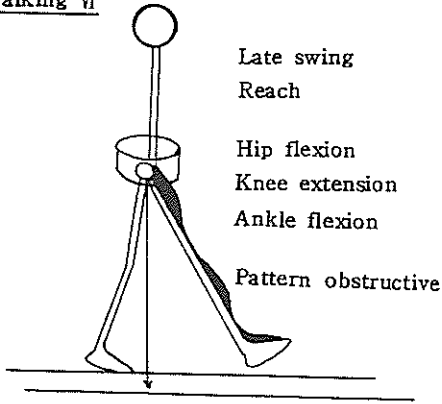
이러한 보행의 어려움은 patterned motion에 완전히 의존하는 환자에게 관련시켜서 더욱 검토되어야겠다.

만일 patterned response가 최적조건이라 하더라도 그것들은 어쩔 수 없는 절름발이의 원인이 될 것이고, 조금이라도 선택적인 조절이 있다면 적게 질릴 것이다. 결국은 패턴의 보조없이 선택적인 조절이

부족하면 기능적인 능력도 그만큼 필연적으로 약하다고 할 수 있다.

을 다 편다 해도 뒤꿈치가 지면에 도달하는데 방해가 있을 것이다.

Walking VI



(그림 7) 여기서도 patterned motion에 의존하고자 하는 환자에게는 유용될 수 없는 motion이다. knee가 extension하는동안 hip와 ankle은 flexion을 유지하고자 한다. 그래서 foot는 body 앞 똑바로 떨어지나 정확한 reach는 성립될 수 없다.

(6) 다리길이조정 (Limb length adjustment)

보행의 마지막 문제는 몸통과 바닥 사이의 수직 및 대각선상의 거리 차이를 조정하는 것이다. 몸통과 바닥의 기본적인 거리는 똑바로 섰을 때의 쪼그라든 다리의 길이를 말한다.

발자국이 앞에 닿는 순간 몸통과 지면의 거리가 짧아지고 정상다리 보다 앞으로 나간 다리의 길이는 한 뼘 정도 길어지게 된다. 이러한 길이의 차이는 골반의 수직 및 수평의 회전으로 인하여 생기는 것으로 바람직하다고 하겠다. 지면에 발끝(앞)이 닿는 것 보다 발뒤꿈치가 닿는 것이 보폭이 더 넓다고 하겠다. 또한 몸통이 발위로 glide할 때가 몸통은 최고 점에 놓이게 된다. 눈고 낮은 거리의 차이를 되도록이면 줄이기 위하여 무릎의 충분한 신전보다 무릎을 15도 정도 굽곡해서 지지한다. 이렇게 차이를 줄이는 목적은 step에 따라 몸통이 수직으로 옮겨지는 범위를 최소로 하고 에너지 절약에도 관계하고 진동(충격)을 피함으로써 유리 하다 하겠다. 그러나 여기서 무릎을 굽곡한 것은 midpoint of stance에서 mass extension pattern이 아니며 또한 pelvic rotation 또한 패턴으로서 이루어진 것이 아닌 것이다. 이와같은 굽곡과 신전의 혼합 운동의 무능으로 편마비 환자는 무릎

III. 결 론

전적으로 patterned muscle action에 의존한 환자들은 single limb balance, forward progression, limb length adjustment의 정상적인 요구에 응할 수 있다고 정의하였다. 또한 selective control이 유용한 환자는 효과적으로 걸을 수 있고 요구의 정도에 따라 반응을 변경할 수 있다.

Travel의 방법의 총계는 감각의 정도, selective control의 존재, 패턴반응의 적용, 감각의 정도, 치료의 효과 등으로 평가할 수 있을 것이다.

기능적 양상에서의 제한은 훈련과 보조기 및 수술에 의한 역학적인 교정, 그리고 적절한 보행보조기구의 사용 등으로 줄일 수 있다.

정상적인 요구에 응할 수 있는 환자의 가능성과 불가능을 잘 파악하는 것이 치료과정을 선정하는데 보다 더 순조로울 것이다.

Primitive pattern에 전적으로 의존하는 환자는 절름발이 걸음은 어쩔 수 없고 heel strike할 때 충격을 흡수하는 것이 부족하고 에너지 보존 운동에 많은 부족함이 있다고 하겠으나, 궁극적인 목적은 정상은 아니더라도 travel의 방법을 최고로 안전하게 달성하는데 있다.

REFERENCES

1. New York City, Amer. Phys. Ther. Ass., 1967; Principles of Lower Extremity Bracing, J. Perry and H. J. Hislop.
2. Caldwell, C. B., Wilson, D. J., and Braun, R. M. : Evaluation and Treatment of the Upper Extremity in the Hemiplegic Stroke Patient, Clin Orthop. 63, 1969.
3. KRUSEN, KOTTKE, ELLWOOD : Handbook of Physical Medicine and Rehabilitation, Second Edition. W. B. Saunders Company, 1971.
4. Rasch Burke : Kinesiology and Applied Anatomy Sixth edition LEA & FEBIGER Philadelphia, 1978.
5. Noyes, Frank R., et al. : Biomechanics of Ligament Failure. J. Bone Joint Surg., 1974.