

신경과 근육의 전기자극치료

(Electrical Stimulation Treatment of Nerve and Muscle)

智山看護專門大學 物理治療科

이 현 옥

I. 緒 論

1780年 Galvani가 전기의 影響으로 인한 개구리 다리 근육의 收縮을 관찰한 이래로 現在에 이르기까지 低周波는 크게 두가지 目的으로 사용되고 있다. 低周波의 重要性은 첫째 未梢 運動神經 疾患 및 損傷의 전기진단이며 둘째 疾病이나 損傷의 치료에 있어 전기적 근육운동의 형태인 痲痺筋이나 弱症筋의 刺戟을 위한 方法으로 使用되 되고 있다. "이" 1) 에 의하면 電氣治療器具 이용환자 1,085名中 低周波 자극 치료기 (E.S.T) 사용 환자수는 362名으로 全體患者의 33.4%로, 초음파 治療器(Ultrasonic) 使用患者 50% 다음으로 많이 활용되고 있는 실정이다. 低周波 治療器는 초기에는 주로 治療的 目的을 위해 사용했으나 器具의 向上은 治療효과보다 오히려 患者의 불쾌감을 輕減시켜 주는 방향으로 제작되었다. 대부분의 저주파 발생기는 筋 弛緩이나 마비의 모든 경우에 단계적인 收縮, 弛緩을 얻기 위해 정규적으로 서어지(surge)되고 다양한 周波數 및 通電時間(duration)이 조절되며 또한 電流의 세기와 전압을 조절할 수 있게 만들어지고 있다. 근래에 대부분의 低周波 발생기는 어떤 周波數든 쉽게 발생할 수 있는 직각파형(rectangular impulse)을 가지고 있고 이 器具는 治療士가 개개 임펄스(impulse)의 通電時間을 선택해야 하며 또한 1-100/sec에 걸쳐 다양한 周波數도 刺戟하고자 하는 근육에 적합하도록 조절해야 한다. 周波數가 조절되면 이러한 전류는 한쪽 방향으로 흐르는 반복되는 強縮전류가 된다. 器具가 단순화되고 있어 조작하기가 쉬운것은 사실이나 저주파에 대한 기본 이론과 신경과 근육에 대한 이해 없이는 정확한 기구 조작이나 치료적 효과는 기대하기 어렵다. 신경이나 근육에 대한 刺戟은 되도록이면 疼痛이 적게 충분한 刺戟이 되도록 해야 한다.

II. 직류 및 저주파 전류

1. 신경과 근 자극을 위한 전류

근 수축을 일으키기 위하여 전류는 일정한 強度 이상이어야 하고 또한 어느 정도 이상의 通電時間을 가져야 한다. 2-5) 通電時間이 감소되면 強度의 증가 없이는 수축을 일으킬 수 없다. 時值(chronaxie)는 基電流(Rheobase) 두 배의 強度로 전류를 가했을 때 역치(Threshold) 반응을 일으키는데 필요한 통전시간이다. 이러한 요소외에도 刺戟하고자 하는 특정한 근육이나 신경의 흥분상태가 고려되어야 한다. 이것은 효과적인 반응을 얻기 위하여 刺戟強度가 筋肉의 상태에 적합하도록 조절되어야함을 意味한다. 또한 個個 임펄스의 모양이 고려되어야 한다. 갑자기 最大強度에까지 도달해서 천천히 내려가는 刺戟이 理想的이다. 직각파형은 임펄스의 通電時間이 적절하면 아주 만족할 만하다. 變性筋刺戟에 있어서도 마찬가지로 強度(intensity), 通電時間(duration), 파형(wave form), 주파수(frequency) 등이 고려되어야 한다. 임펄스의 通電時間은 時值에 符合해야 한다. 5,6) 파형은 갑자기 올라가는 電流보다 서서히 올라가는 것이 理想的이고 주파수는 5-10/sec이 적절하다.

2. 직류 (Constant Direct Current)

직류란 電流의 크기와 흐르는 方向이 일정한 電流로 現在는 患者治療를 위해 거의 使用되지 않는다. 電流의 強度가 충분히 변하는 電流는 運動神經을 刺戟하여 그것이 지배하는 筋肉에 수축을 일으킨다. 運動神經이 변성된 경우는 筋纖維가 적절한 電流에 의해 직접 刺戟된다. 양쪽 경우에 다 斷續電流(Intermittent Current)가 使用된다. 直流가 刺戟으로 有效하려면 斷續되어야 하고 아래 4가지 사항이 考慮되어야 한다.

① 通電時間

0.01~3,000ms의 範圍를 갖고 있으며 一般的으로 많이 活用되고 通電時間은 0.01, 0.03, 0.3, 1, 3, 10, 30, 100, 300, 1000, 3000ms이다. 10ms보다 긴 通電時間은 길다고 하며 10ms보다 짧은 것은 짧다고 한다.

② 임펄스의 頻度

이것은 時間당 impulse 의 數이다. 이것은 주로 그들 사이의 間隔에 의존하고 부분적으로는 impulse 의 通電時間에 의해 決定된다. 즉 間隔이 길면 波數는 적어진다. 긴 通電時間을 가진 임펄스를 使用할 때는 30/min 이 보통이고 짧은 通電時間을 가진 임펄스를 使用할때, 전기반응검사서는 위와 비슷한 頻度를 使用하나, 治療目的을 위해서는 50-100/sec 가 一般的이다. 變性筋을 刺戟하기 위해 使用되는 긴 通電時間의 임펄스는 斷續電流(Interrupted Direct Current) 또는 변조된 直流(Modified D.C)로 명명된다. 짧은 通電時間의 임펄스는 정상 神經支配를 받는 筋肉의 刺戟을 위해 使用되며 이는 감응전류의 한가지 형태로 분류된다.

③ 파형(Wave Form)

전류의 세기가 갑자기 올라가고 내려가는 임펄스는 直角波形이고 사다리꼴 삼각파 톱니파형처럼 변화가 천천히 전행할 수도 있다(그림 1). 적각의 경우 중요한 요소는 電流가 最大強度에 도달하는데 요구되는 時間이다. 이것이 神經이나 筋肉의 刺戟을 위해 使用될 때 反應을 일으키는데 관계하게 된다. 세기에 있어 점차적으로 올라가는 波形은 "Selective" 임펄스로 명명된다.

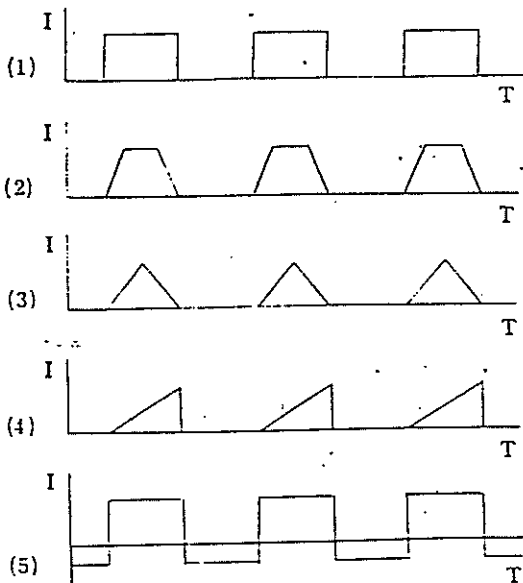


그림 1. 직류의 변조

- (1) rectangular, (2) trapezoidal, (3) triangular,
- (4) saw-tooth, (5) depolarised.

④ Depolarization

임펄스 사이에서 낮은 세기의 전류가 반대 방향

으로 흐른다(그림 1-5). 이 전류는 直流는 아니지만 그 治療的 効果는 連續直流와 같고 화학적 維用이 감소된다.

3. 단속정류(Interrupted Direct Current)

단속정류는 物理治療 분야에서 두가지 目的으로 使用되고 있다.

① 強時곡선(S-D Curve)作成時

이것은 電氣反應검사사의 한 方法이며 특히 임펄스의 通電時間이 정확해야 한다. 일반적으로 100, 30, 10, 3, 1, 0.3, 0.1, 0.03, 0.01ms가 使用된다. 이 임펄스는 波形에 있어 적각波形이다.

② 變性筋의 刺戟

一般적으로 100, 300, 600ms 의 긴 通電時間이 요구된다. 임펄스는 반복 使用되고 적각 임펄스비에 Selective 임펄스가 이용되며 一般적으로 삼각파가 使用되고 depolarization 도 가능하다.

③ 단속정류의 發生

直流에 開閉裝置를 해서 發生할 수 있으나 서투른 方法이고 정확한 timing 이 不可能하다. 그러나 특정한 다른 方法이 없을때는 이 方法을 使用한다. 一般적으로 3 극진공관이나 혹은 transistor 를 利用하여 단속정류를 發生하고 電流의 週期나 그들 사이의 間隔을 C-R timing 에 의해 調節된다. 現代 低周波 發生器에 의해 發生되는 임펄스는 주로 depolarised type 이며 더 이상의 變調는 다른 波形的 電流를 發生하게 된다.

4. 감응전류(Faradic Current)

"Faradism"이란 용어는 유도코일의 形態인 faradic 코일에 의해 發生되는 電流를 나타내는데 使用한 말이다. Faradic 코일에 의해 發生된 電流는 불규칙한 교류(AC)였고 각 사이클은 낮은 강도 긴 通電時間의 부분과 높은 強度 짧은 通電時間의 두 부분으로 구성되어 있다. 周波數의 보통 50C/sec 이고 뒤부분의 通電時間은 약 1ms 로 刺戟으로 利用되는 것이다(그림 2).

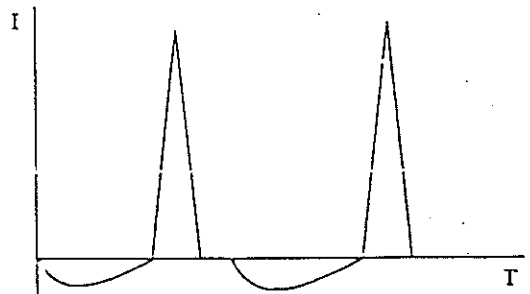


그림 2. 원형의 감응전류(Original Faradic Current)

Smart Bristow 파라딕 코일은 가장 最近에 開發된 파라딕 코일의 다른 形態의 하나로 發生되는 電流은 위의 것과 약간의 차이가 있다(그림 3).

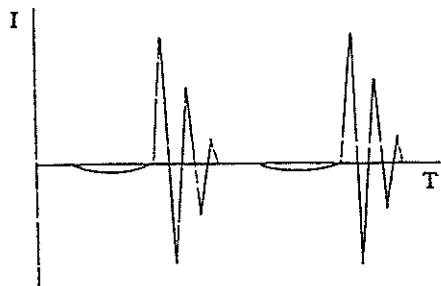


그림 3. Smart Bristow 코일에 의해 發生된 감응 전류

주파수는 1000 C/sec 이며 減衰振動으로 起電力(E MF)의 最高點과 처음 한 두개의 振動이 효과적인 刺戟이다. 이 電流도 生理的 效果面에서는 차이가 없다. 파형은 서로 다르지만, 이러한 生理的인 效果를 發生할 수 있는 필수적인 象은 0.1~1ms의 通電時間과 周波數 50~100/sec 이다.

5. 전기刺戟 治療器로부터 發生되는 感應電流

誘導交流發電器로부터 얻어진 精確한 교류를 半波整流하여 變調한 斷續直流波가 대부분이며(그림 4) 파라딕이라 명명한다. 0.1~1ms의 通電時間과 임펄스 사이의 간격이 짧은 50-100 C/sec 이다. 電流의 化學的 效果를 감소하기 위하여는 임펄스 사이 逆波形이 理想의이나 通電時間이 매우 짧다면 化學的 反應은 무시 될 수 있다.

① 變調

感應電流는 一般的으로 서어지(Surging) 시켜서 使用하며 때로는 단속시켜 使用한다. 그림 4의 ①은 변조되지 않은 전류를 나타내며 ②는 斷續전류를 나타낸다. ③은 전류가 서어지될 때 앞의 것 보다 점차 높은 강도가 發生해서 갑자기 中斷된다. ④는 파형의 變調을 나타내며 ⑤는 通電時間의 變調, ⑥은 周波數 變調을 나타내고 있다.

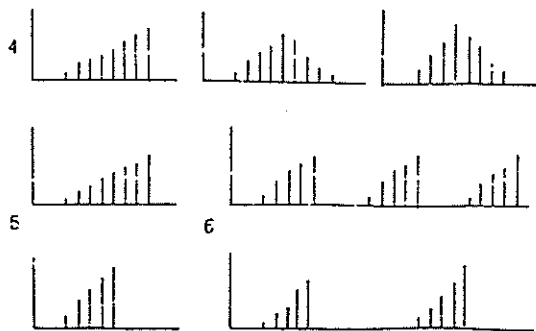
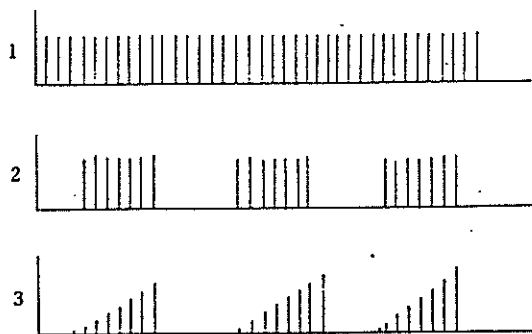


그림 4. 자극기로부터 發生된 감응전류의 形態 (1)unmodified, (2)interrupted, (3)surged, which may vary in (4) wave form, (5) duration, (6) frequency of surges.

Ⅲ. 神經과 근육의 電氣刺戟

1. 神經의 刺戟

1) 神經 임펄스

神經섬유가 안정상태에 있을때 原形質막의 밖과 안 사이에는 電位差가 있다. 바깥쪽은 陽으로 안쪽은 陰으로 帶電돼 있다. 이러한 安定상태에서 原形質막은 Na⁺을 통과시키지 않고 이러한 이온은 바깥쪽에 蓄積된다. 膜을 따라 電位差가 어느 정도 이하로 떨어지면 Na⁺을 通過시키게 된다. 만약 어떤 要素가 神經細胞膜이나 섬유의 膜을 따라 發生된 電位差를 이러한 정도 이하로 떨어뜨리면 임펄스가 發生된다. 이것이 일어난 때 Na⁺은 軸索(axon)안으로 들어가고 電位差는 더욱더 떨어진다. 이러한 過程은 안쪽이 陽 바깥쪽이 陰으로 電位의 逆轉이 일어난 때까지 계속된다. 電流는 이 活性化된 부분과 인접한 부분 사이에 發生된다. 이 電流는 活性化된 부분에 있어 電位差를 安定狀態로 회복하고 인접한 부위의 神經纖維를 活性化시킨다. 이러한 過程이 연속해서 發生되고 이러한 電位의 逆轉이 神經 임펄스의 傳導이다(그림 5).

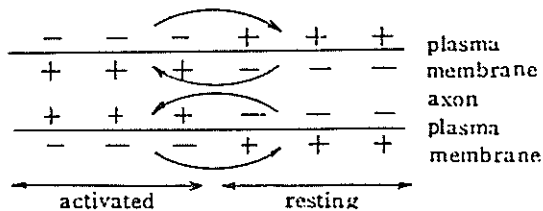


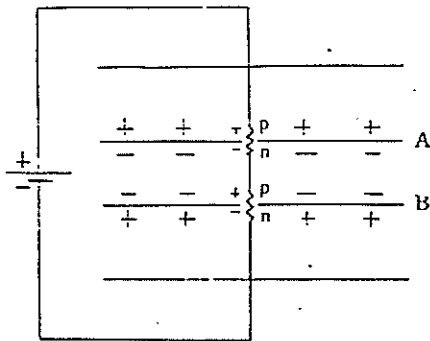
그림 5. 神經임펄스의 傳導

2) 電氣刺戟

충분한 세기의 電流가 人體에 使用될 때 神經임펄

스가 발생된다. 神經纖維의 原形質膜은 저항(R)을 形成하고 그것은 다른 조직과 並列로 놓이게 되어 電位差가 電流의 方向과 같이 原形質膜을 따라 發生된다. 그림 6에서 음극에 가까이 놓인 n으로 表示된 原形質膜의 表面은 보다 negative로 되고 양극에 가까이 놓여진 p로 表示된 부분은 보다 positive로 負荷된다. 양극에 가까운 神經의 측면에서(그림 A) 이것은 膜을 따라 安定電位를 증가시키고(過分極) 음극에 가까운 神經의 측면에서(B)는 부가되는 電荷가 安定狀態의 電荷와 反對極性이므로 電位差를 減少시킨다(低分極). 전위차가 Na^+ 을 透過할 수 있는 레벨 以下로 떨어지면 이러한 이온은 軸索으로 돌아가게 되고 神經 임펄스가 發生된다(低分極). 만약 음극이 表皮神經위에 使用된다면 도차에 가장 가까운 神經의 측면이 活性化되고

는 기전에 의해 스스로 適應現象을 일으킨다. 따라서 變化가 없는 電流는 임펄스를 發生하는데 效果의이지 못하다. 電流의 세기가 올라갈때 위에서 말한 것처럼 임펄스가 일어나며 또한 電流의 세기가 떨어질때 임펄스가 發生된다. 그러나 持續的인 세기의 電流가 흐를때 神經은 適應이 나타나고 電流로부터 發生되는 電位差는 더 이상 神經纖維를 흥분시키는데 效果가 없고 變化된 狀態에 스스로 適應해 버린다. 電流의 흐름이 멎을때 原形質膜을 따라 일어났던 電位差는 갑자기 사라지고 膜을 따라 電位의 變化가 나타난다. 양극에 가까운 神經의 側面에서(그림 6-A) 安定된 膜을 따라 電位가 증가되고 있고 그것의 갑작스런 상실은 電位差를 떨어뜨린다. 이 電位差의 떨어질 이 없이 Na^+ 을 투과할 수 있는 레벨이라면 電位差가 發生된다. 電流의 세기에 있어 떨어지는 것은 올라갈때보다 임펄스를 일으키는데 덜 效果的이며 陰極보다 陽極에 가까운 神經쪽으로 보다 큰 剌戟을 일으킨다. 神經이 適應의 性質이 있기 때문에 갑자기 올라가고 내려가는 電流가 變化가 느린 電流보다 임펄스를 일으키는데 效果的이다. 電流의 變化가 느리면 적을 이 일어난 時間的 여유가 생기며 變化가 갑작스런 電流보다 높은 強度를 要하게 된다. 變化가 매우 느린 電流는 임펄스를 發生하지 않는다.



4) 神經임펄스의 效果

신경임펄스가 神經細胞나 end organ에 發生했을때 임펄스는 軸索을 따라서 한쪽 方向으로만 進行한다. 그러나 神經纖維의 어떤 點에서 發生되면 그것은 刺戟點으로부터 양쪽 方向으로 進行한다. 갑작 神經이 刺戟될때 末梢로 進行하는 임펄스는 效果가 없고 위로 進行하는 임펄스가 대뇌의 意識부위에 到着했을때 認知된다. 만약 같은 強度의 電流를 使用하고 通電時間을 서로 다르게 하면 갑작 神經刺戟은 임펄스의 通電時間에 따라 달라지게 된다. 通電時間이 긴 임펄스는 불쾌감과 刺痛을 느끼며 通電時間이 짧아지므로 減少되며 1ms의 임펄스나 그 以下에서는 약간의 따끔따끔함이 經驗된다. 運動神經이 刺戟될때 위로 進行하는 임펄스는 처음 시남스를 通過할 수 없고 아래로 進行하는 임펄스는 神經에 의해 支配되는 筋肉을 通過 그들에 收縮을 일으킨다.

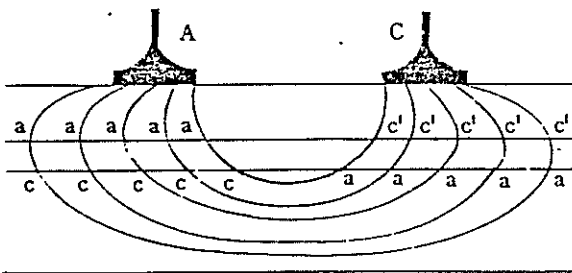


그림 6.7. 신경섬유의 전기 자극

(B) 양극이 使用된다면 神經임펄스를 發生할 수는 있으나 도차로부터 먼 神經의 側面이 活性化된다(B). 電流는 陰極內의 퍼지므로 電流의 密度는 도차로부터 가까운 곳이 먼 곳보다 密度가 높다. 結果로서 음극 쪽이 양극보다 임펄스를 일으키는데 效果的이다(CCC > ACC). 그림 7에서 C와 C'에서 임펄스가 發生할 수 있으나 電流의 흐름은 C'占에서 높기 때문에 이 點에서 收縮이 始作되고 電流의 세기가 증가됨으로써 C에서도 發生된다.

3) 適應現象(accommodation) (4,5,7)

電流가 같은 세기로 흐를때 神經은 잘 알려지지 않

2. 正常神經 支配筋肉의 刺戟

刺戟이 運動神經에 적용될때 그것이 刺戟의 거리는 짧아져 그 神經이 支配하는 모든 筋肉에 임펄스가 지나가고 그들에 收縮을 일으킨다. 最大반응은 運動點(motor point)刺戟으로 얻어질 수 있다. (2,3,5) 運動點은 主神經이 筋肉內로 들어가는 다른 筋肉에 刺戟

깊게 떨어지지 않는 점이다.

1) 收縮의 형태

단 하나의 刺激이 加해질 때 興奮은 同時に 많은 運動단위를 通過하게 되고 하나의 연속 (brisk contraction)을 일으키게 되며 즉시 弛緩하게 된다. 적은 刺激을 가지고 일련의 刺激을 가할때 (즉 1초에 1회 자극) 兩難된 筋 收縮을 일으킬 수 있으며 興奮사이에는 완전히 弛緩할 時間이 있다. 刺激빈도의 증가는 弛緩時間을 짧게 하고 頻度가 20회를 超過하면 收縮사이 완전히 弛緩할 時間이 없어 不完全한 強縮現像 (partial tetany)이 나타난다. 頻度가 초당 60회를 超過하면 완전한 強縮現像이 나타난다.

2) 收縮의 強度

이것은 活性化된 運動단위의 數 使用되는 電流의 세기 그리고 기타 아래 사항에 의해 좌우된다.

3) 電流變化의 比

세기가 갑자기 변하는 電流가 正常筋肉을 刺激하는데 천천히 변하는 電流보다 效果的이다. 後者は 神經의 適應이 일어날 時間이 있기 때문이다. rectangular impulse 처럼 (그림 1) 電流의 세기가 갑자기 올라가는 것은 適應이 일어날 時間이 없고 筋收縮이 發生된다. 삼각波 波니波形처럼 (그림 1) 서서히 올라가는 電流는 약간의 適應이 있고 갑자기 올라가는 電流보다 筋收縮을 일으키기 위하여 많은 電流를 要하게 된다. 電流 변화의 比가 느리던 느릴수록 筋收縮을 위해 必要한 電流의 세기는 높아지고 매우 천천히 올라가고 내려가는 電流는 筋收縮을 일으키지 않는다.

4) 通電時間

서로 다른 通電時間에 대한 刺激效果를 檢査하기 위하여 직각과형 (Rectangular impulse)을 가진 斷續平流 (IDC)가 使用되고 0.01, 0.03, 0.1, 0.3, 1, 3, 10, 30, 100ms의 通電時間을 가진 impulse가 利用된다. 긴 通電時間 즉 一般적으로 10-1ms 혹은 1-0.1ms 사이의 刺激은 筋收縮을 일으키기 위하여 모든 通電時間에 같은 強度의 電流를 必要로 한다. 짧은 通電時間의 興奮은 電流가 흐르는 時間이 짧으면 짧을수록 神經興奮을 發生하기 위해 必要한 電流의 세기는 커진다. 反面 긴 通電時間의 impulse는 電流가 흐르는 時間에 따라서 얻어진 反應에 影響을 미치지 않는다. 이것은 神經의 適應現狀 때문이고 이 適應現狀은 電流의 흐름이 完成되기 前에 일어나므로 단지 刺激의 처음部分만이 刺激으로 有效하다. 刺激의 각 通電時間에 따른 電流의 세기를 대수도표에 나타낼 수 있는데 그 그래프를 強度時間곡선 (S-D Curve)이라 한다.⁸⁾ 正常적으로 神經支配를 받는 筋肉의 強度時間곡선은 그림 8-A와 같다. 이 그래프에서 基電流 (Rheobase)와

時值 (Chronaxie)를 읽을 수 있다. 基電流란 筋肉을 收縮시키는데 必要한 最小의 電流의 세기를 말하며 時值란 基電流 2배의 強度로 刺激할때 最小가시수축을 일으키는데 必要한 最小의 通電時間을 말하며 正常筋肉에서는 1ms以下이다.

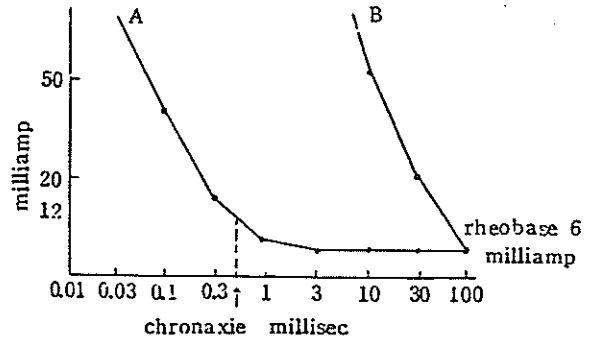


그림 8. 강시곡선

5) 刺激을 위한 pole의 使用

電流의 세기가 올라가거나 내려갈때 興奮이 發生하지만 前者가 더욱 效果적이며 神經刺激時 一般적으로 使用된다. 電流의 세기가 올라갈때 陰極이 陽極보다 效果的이므로 電流의 세기를 변하지 않으면 陰極으로 神經이나 筋肉刺激時 나타나는 反應이 陽極으로 刺激할때보다 強하게 나타난다 (도표 1 참조).

電 流 變 化	흥분시키는데 필요한 電流量
陰極閉鎖收縮 (CCC)	3.0 mA
陰極開放收縮 (COC)	6.0 mA
陽極閉鎖收縮 (ACC)	4.0 mA
陽極開放收縮 (AOC)	5.5 mA

(도표 1)

6) 刺激效果

筋肉이 無긴장성이거나 어떤 원인으로 위축되거나 隨意的 運動이 不可能할 경우 神經支配가 正常이라면 電氣刺激에 의한 동통이 없는 段階的인 收縮은 正常的인 筋肉活動과 같은 物理化學的 反應을 일으킨다. 結果로 筋肉의 生理的인 作用이 보다 빠르게 회복될 수 있다. 즉 동통이나 拮抗으로 인하여 隨意的 收縮이 不可能한 경우 筋방추기전을 통한 電氣刺激에 의하여 收縮을 促進할 수 있고 또한 變移手術後 새로운 筋肉活動을 確立할 수 있다. 또한 筋收縮은 기계적으로 血液循環을 증가시켜 정맥 및 淋巴管의 循環을 향상할 뿐만 아니라 癒着의 形成을 防止할 수 있다.

3. 變性筋의 刺激

電流로 變性筋을 刺戟할 때 筋纖維가 직접 刺戟된다. 變性筋은 짧은 通電時間의 電氣的 刺戟에 쉽게 反應하지 않으며 電流의 세기가 높고 通電時間이 適切하다면 筋收縮을 일으킬 수 있다. 個個 筋纖維가 직접 刺戟되고 最大反應은 電流가 많은 筋纖維를 通過할 때 일어난다. 그래서 一般的으로 縱方向으로 電極을 配置함으로서 즉 각각의 도자를 근부의 끝부분에 놓으므로 筋收縮을 얻을 수 있다.

① 收縮의 形態

單一收縮은 격려된 筋收縮을 일으키나 收縮과 弛緩이 갑작스럽지 못하고 완만한 收縮(Sluggish Contraction)이 일어난다. 收縮을 일으키기 위하여는 적어도 100ms의 임펄스가 適當하며 強縮을 일으킬 정도로는 반복될 수 없다.

② 收縮의 強度

이것은 刺戟되어지는 筋纖維의 數 즉 電流의 強度와 아래의 다른 요소에 의해 決定된다.

③ 電流變化의 比

適應의 性質이 神經에 비하여 현저히 적기 때문에 電流가 천천히 올라가는 것이 더욱 效果的이다. 삼각과형 혹은 톱니과형등 천천히 올라가는 임펄스는 正常 筋肉을 刺戟할 때 必要한 電流보다 적은 強度로 變性筋을 자극할 수 있다.

④ 刺戟의 通電時間

正常 筋肉과 마찬가지로 S-D Curve를 作成해 보면 그림 8-B와 같다. 電流의 세기는 通電時間이 짧아질 때마다 增加되어야 하는데 이것은 運動神經의 適應現象과 서로 다르기 때문이다. 刺戟의 모두가 效果的이며 通電時間이 길면 筋收縮의 強度는 적어진다. 筋收縮은 짧은 通電時間의 刺戟에서는 일어나지 않는다. 基電流는 正常 筋肉보다 낮고 時價는 1ms 이상으로 길다.

⑤ 刺戟을 위한 pole 使用

變성근을 刺戟할 때 陰極을 使用할 때 보다 陽極을 使用할 때 더 강한 反應을 일으킬 수 있다. 이것은 항상 일어나는 것이 아니며, 이유는 잘 알려져 있지 않으나 그러나 陽極이 效果的이라면 陽極을 활성도자로 使用한다.

⑥ 刺戟效果

筋肉은 神經支配가 없어지면 그것의 구조와 性質의 變化가 일어난다. 筋纖維의 위축이 있고 장기간 계속되면 纖維性 조직이 나타나며 興奮性 收縮性 伸張性, 彈力性을 잃어버린다. 電氣刺戟은 이러한 變化를 서지한다.

Fisher와 Ramsey⁹⁾는 원토끼를 使用하여 變성근의 g당 myosin의 69-78%가 감소함을 알았다. 그러나

1-2초의 通電時間을 가진 電流로 하루에 두번 治療 결과 變性筋의 重量과 마이오신의 減少를 防止함을 관찰했다.

Gutmann¹⁰⁾에 의한 토끼근육의 조직학적 검사는 섬유성 조직의 감소와 筋纖維의 직경이 커지고 명확한 줄무늬가 나타남을 관찰했다.

前根 하나의 절단으로 부분변성이 된 근육의 動物의 실험은 筋肉의 매일 자극으로 위축의 상당량을 방지하고 근력이 증가됨을 보여주고 있다. Hoffman¹¹⁾은 근육이 활동하는 동안 마비된 그리고 마비되지 않은 운동단위에 미세한 근육내 신경에 번갈아 가면서 기계적인 刺戟을 가했다. 이 자극은 發芽作用을 증가시켰

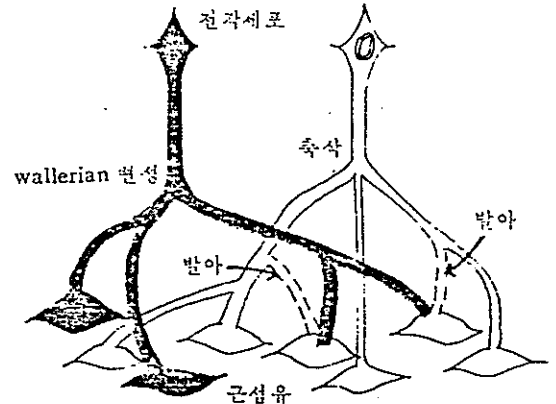


그림 9. 측부발아작용

고 바꾸어 말해 인접해 있는 정상적인 운동단위의 측부發芽作用(sprouting)으로 인하여 새로운 운동단단을 形成하는 變性筋섬유의 수가 증가되었다(그림 9 참조).

손상된 근육으로부터 원거리에서 있는 신경부위는 재생을 위해 요구되는 시간이 매우 길므로 치료없이 성공적인 재치매를 위한 가능성은 실제로 전무하다. 손상근육에 상당히 밀착한 부위라도 재발을 위해 요구되는 전체시간은 전거리보다 행해점으로 감소될 수 있다. 다음은 대부분의 연구가들에 의해 강조되고 있다.²⁾

- i. 위축은 전기자극에 의해 감소된다.
- ii. 전기치로의 최대 결과는 변성위 즉시 시작할 때 얻을 수 있다.
- iii. 장시간 한번 치료보다 단시간 자주 치료하는 것이 효과적이다.

4. 電流의 선택

- 1) 정상신경 지체근육
- 정상신경 지체근육 刺戟時는 서서히 올라가는 전류

가 아니면 波形은 크게 문제시 되지 않는다. 중요한 요소는 임펄스의 頻度이다. 이것은 50/sec 정도이며 200/sec 이상은 안된다. 이 정도로 계속 반복 刺戟 될 경우 근육이 쉬 피로함으로 一般的으로 서어저 혹은 斷졌시켜 筋肉이 이완할 수 있도록 조치한다(그림 2 참조). 또 다른 요소는 환자의 편안함 문제이다. 가장 적은 피부자극을 일으키고 원하는 효과를 얻을수 있는 전류를 선택해야 한다. 그래서 정전파는 거의 사용되지 않는다.

2) 變性筋

變性筋 刺戟時는 直角波외에도 삼각파와 톱니파형등이 사용된다. 전류의 세기가 천천히 올라가는 것은 감각 신경 刺戟이 적고 운동신경 刺戟보다 낮은 강도로 變性筋을 刺戟할 수 있으면 정상근육의 收縮을 배제할 수 있는 利占이 있다. 변성이 오래된 筋肉자극시 직각파르는 수축이 일어나지 않을때 천천히 올라가는 전류는 근 수축을 일으킬 수 있다. 임펄스의 遲延時間은 적어도 100ms 이상이 적당하며 정상근 수축 격리時 혹은 장기간 변성된 근육자극시는 300 혹은 600ms 로 증가시킨다.

5. 임상적 적용방법

환자는 편안한 자세를 취하고 자극하고자 하는 부위는 피부저항을 감소하기 위하여 미리 열을 加한다거나 피부를 깨끗이 세척한다.

1) 정상지배근육

① 운동점 刺戟法: 비활성도자는 비교적 큰 전극으로 刺戟하고자 하는 근육의 收縮이 방해되지 않는 적절한 부위에 대고 활성도자는 작 근육의 운동점을 자극하는 방법이다. 이 방법은 작 근육의 적절한 收縮을 얻을 수 있으나 동시에 많은 근육의 收縮을 일으킬수 없는 단점이 있다.

② 근군 刺戟法

두개의 도자를 고정시켜 사용하여 하나는 신경간 위에 혹은 기시부에 다른 하나는 운동점 혹은 착점부위에 둔다. 많은 근육이 동시에 수축하는 이점이 있으나 개개 근육의 적절한 수축을 얻기 어렵다.

③ 목조법

목조에서의 전류使用은 물이 조직과 완전히 밀착되어 도자와 조직사이의 방해물이 없어지고 또한 피부의 저항이 감소된다. 이 방법은 혈류를 증가시키기 위한 방법으로 적당하며, 자극이 국소화되지 않고 많은 근육이 자극되며 표피근육은 強하게 刺戟되므로 작 근육의 동질의 收縮을 얻을 수 없다. 목조법에는 bipolar bath와 monopolar bath 방법이 있다. 목조치로는 국소효과를 필요로 할때는 좋은 방법이 아니지만 flat

foot 평족 치료시 쌍극 감응 목조치로는 좋은 효과를 얻을수 있다.

④ 압박식

이 방법은 부종이 있는 부위의 venous 나 lymphatic drainage을 증가하기 위해 사용하는 방법이다. 肢節을 들어 올리고 중력이 정맥과 임파순환을 보조하도록 도자는 주근육의 운동점에 대고 탄력성 상태로 탄탄히 감는다. 봉대는 근육이 收縮할때 肢節의 압력을 증가시킨다.

⑤ 신경전도법(Nerve Conduction)

刺戟하고자 하는 근육의 운동점이 상처나 화상 부목 혹은 부종이 심하여 刺戟이 곤란할 경우 운동신경간을 자극하는 방법으로 이것이 자극되면 이 신경이 지배하는 모든 근육이 수축을 일으키게 된다.

2) 變性筋

변성근 자극은 변형된 전류로 근섬유를 직접 자극한다. 그래서 전류는 근섬유를 통해서 흐르고 이러한 방법에는 여러가지가 있다.

① 도자하나는 근육의 기시부위에 대고 다른 하나는 근육을 차례로 자극하는 방법이다. 도자를 근육위로 움직이므로서 전류가 많은 섬유를 통해서 흐르게 된다. 이 방법은 작 근육의 적절한 수축을 얻을 수 있고 다른 근육이 자극될때 나머지 근육은 휴식을 취할수 있으나 많은 근육을 자극할때는 실제적이 못된다.

② 두개의 작은 도자를 사용 근육의 작 끝부분을 刺戟하는 方法으로 이 방법은 길게 위치한 근육을 자극할때 좋은 방법이나 근육을 격리하기가 쉽지 않다.

③ 두개의 도자를 근군의 기시부와 착점부위에 고정하고 자극하는 방법으로 많은 근섬유가 수축을 일으킨다. 또한 주위의 正常筋肉이 자극되는 수가 있는데 "selective" 임펄스를 선택함으로 방지할 수 있다.

Ⅲ. 結 論

神經이나 근육 자극시 환자의 불쾌감을 최소로 감소시키고 원하는 효과를 얻기 위하여 아래 사항에 유의해야 한다.

정상지배근육 자극시:

주로 感應電流가 使用되며 직각파형을 사용할때 통전시간은 1ms 內로 조절한다. 정상근육과 같은 단계적 수축을 얻고 근육의 피로군 감소시키기 위하여 전류는 단속 혹은 서어저시켜 사용하되 주파수는 강축을 일으킬 수 있는 50-100C/sec가 적당하다. 전극은 陰極을 活性도자로 陽極을 비활성도자로 使用한다. 도자의 배치 및 刺戟方法은 치료부의 상태나 혹은 치료 목적에 따라 운동점 자극, 근군자극, 목조법, 압박식,

신경전도법(Nerve Conduction)에서 가장 적절한 방법을 선택한다.

變性筋 刺戟時:

斷續平流를 사용하더 파형은 직각파형 혹은 서서히 올라가는 사다리꼴파형 삼각파형 톱니파형이 적절하고 때로는 화학적 효과를 감소하기 위하여 分極파형(de-polarization)을 사용할 수 있다.

어느 波形이든 通電시간은 변성근의 時値와 副應해야 하며 활성화도는 陰極을 사용하나 양극에 반응이 더 잘 나타날 때는 陽極을 활성화도로 사용한다.

근 刺戟시는 근성유를 직접 자극하며 근육의 위치 범위에 따라 사용방법중 적절한 방법을 선택한다.

자극은 변성뒤 즉시 시작하고, 매일 치료하는 것이 보다 효과적이다.

REFERENCES

1. 이재학, 오경희 : 物理治療器具 利用類에 관한 調査研究, 고려의기대 9:1 1978. p. 25~30,
2. 이재학 박찬익 : 전기치르학, 대학서림 1978.
3. Shriber WJ : A manual of Electrotherapy Lea & Febiger 1975, p. 177~200
4. Krusen, kottke, Ellwood : Handbook of Physical Medicine and Rehabilitation. Saunders 1971. p. 374~379,

5. Scott PM : Electrotherapy and Actinotherapy. Bailliere Tindall 1977, pp. 112~168
6. Bouman, Shaffer : Physiological Basis of Electrical Stimulation of Human Muscle and its Application Phys Ther Rev 37:207, 1957
7. Ligh VS : Therapeutic Electricity and Ultraviolet Radiation. Elizabeth Light Co 1972
8. Ganong WF : Review of Medical Physiology. Lange 1973, pp.18~46
9. Fisher and Ramsey The Effect of Daily Electrical Stimulation of Normal and Denervated Muscles upon Their Protein Content and upon Some of the Physiochemical Properties of Proteins. Ame. J physiol 145:583, 1946
10. Gutmann E Gutzmann L. Effect of Galvanic Exercise of Denervated and Reinnervated Muscles in Rabbits. J Neurol Neurosurg Psychiat 7:7, 1944
11. Hoffman H : Acceleration and Retardation of the Process of Axon-sprouting in Partially cl- enervated Muscles. Aust J Exp Biol Med 30: 540, 1952
12. Farmer W C : Electrophysiological Bracing in a Radial Nerve Compression Injury Physiotherapy Rev 46:8, 1966

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12