

침과 자석의 전자기적 특성을 이용한 세포막 전해질 흐름 연구

이영주, 박민용
연세대학교 공과대학 전기전자공학과

Cellmembrane Electrolyte Flow Research Using Electromagnetic Characteristics of Needle and Magnet

Y.J Lee, M. Park
Department of Electrical and Electronic Engineering,
Yonsei University

ABSTRACT

In this paper, the electrolyte flow treatment is suggested using together with needle and magnet. On account of Lorentz force law, we can not only induce the circulation of body fluids at specific hurt but also apply on the treatment of cell membrane voltage control controlling the electrolyte flow. If electric field is added to human body fluid, electrolyte and then magnetic field is taken by magnet, we can induce local region flow through needle, global region flow with artificial electrical field and magnetic field. Electrolyte flow is excellent treatment in clinical treatment.

I. 서 론

중국은 자석을 제일 일찍 발견한 나라이며 또 자석을 병의 치료에 응용한 제일 빠른 나라이다. 2천년 훨씬 전부터 자석을 달아서 마시는 약으로 쓰여졌다.

기원전 2세기경에 회랍 의사는 설사약으로 사용하기 시작하였으며 기원 5세기경에는 회랍의사가 자석으로 사지의 관절병과 경련을 치료하였으며 11세기경에는 아랍 의사가 자석을 가지고 비병, 간병, 몸이 붓는 것, 대머리를 치료하였다. 또 16세기에는 스위스의 의사가 자석을 사용하여 각종 탈출증, 몸이 붓는 것, 황달 등의 병증을 치료하였고 18세기가 되어서는 오스트리아, 프랑스의 의사가 쇠파술 및 각종 병증과 자력의 관계를 연구하기 시작하였다. 그리고 서기 1815년에는 파리에 자석치료학회가 설립되었다. 서기 1798년에는 이탈리아의 의사가 금속전인기를 처음으로 만들어 전기를 통전시켜 각종 통증을 치료하기 시작한 것이 세계 최초의 자석치료기구가 된 것이다. 소련에서는 2차 대전중에 자석고약을 사용하여 상처로 인한 통증을 치료하였다. 종전 후 일본에서는 각종 자석치료기구를 제조하기 시작하였고 1950년대에 이르러서는 자석의 급주, 은주를 체표에 첨부하여 치료법을 개발하였다.

자석에 의한 치료효과는 다음과 같다. 부어오르는 것을 가라앉힌다(소종), 각종 통증을 멎게 한다(지통), 염증을 없애준다(소염), 설사를 멎게 한다(지사), 가려

움증을 그치게 한다(지양), 혈압을 내려준다(혈압강하), 흥분된 것을 가라앉힌다. (진정)등에 일정한 효과가 있다.[1]

II. 본 론

피뢰침의 원리는 다음과 같다. 그림 1과 같이 구름은 음전하로 대전되어 있다. 지구는 거대한 도체인데 피뢰침은 도체 위에서 뾰족하게 튀어나와 있다. 또한 전하가 잘 통과할 수 있는 도체를 이용해서 만들어졌다. 대전된 음전하에 의해서 피뢰침은 그림 2와 같이 양전하로 대전된다.

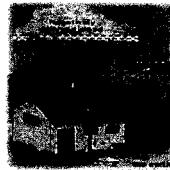


그림 1. 피뢰침의 전하분포

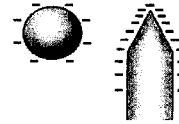


그림 2 기하학적 구조에 따른 전하분포

전하의 분포가 다르게 분포되어 있다. 구의 경우는 균등하게 분포되어 있지만 뾰족한 물체의 경우에는 전하가 뾰족한 부분에 더 많이 분포되어 있다. 뾰족한 경우에는 전기력선이 뾰족한 지점으로 몰리게 된다. 음전하의 구름은 집위의 피뢰침에 양전하에 유도한다. 왜냐하면 피뢰침의 뾰족한 모양 때문에 전기력선이 피뢰침에 보다 더 잘 수렴하게 된다. 즉 피뢰침의 뾰족한 특성상 지붕보다는 피뢰침에 양전하의 수를 더 많이 분포하도록 한다.

이때 구름의 전하가 방전되면서 제일먼저 피뢰침의 꼭대기를 치게되고 전하는 피뢰침을 타고 지구라는 거대한 도체로 흘러가게 된다. 이러한 피뢰침의 원리가 침에도 그대로 적용되어진다. 건조한 겨울에 사람의 인체에는 정전기 현상이 많이 나타나게 된다. 이것은 인체의 표면에 전하들로 대전되어 있다가 주위에 물체나 사람과 접촉했을 경우 두 사람간 또는 물체간에 대

전된 전하량의 차이에 의해서 전위가 발생하는데 가까이 접근하는 순간, 공기의 저항을 뚫고 방전되어 진다. 이것은 우리 인체는 도체로서 앞에서 본 구름과 같이 전하로 대전되어진다는 것을 알 수 있다.[2]

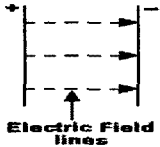


그림 3. 평행판의 전기력선 분포

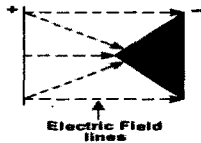


그림 4. 뾰족점에서의 전기력선 분포

피부임피던스 모델에서 보았듯이 임피던스 양단간에는 전위차가 발생한다(그림 5).[3] 인체의 표면에 분포되어 있는 전하분포에 의해서 전위가 발생한다. 인체표면의 전위는 구름에 대전된 전하로 볼 수 있고, 지구라는 거대한 도체는 피부내부로, 피뢰침은 침에 해당된다.

침을 삽입하게 되면 침의 뾰족한 특징에 의해서 인체의 표면보다 전하의 밀도가 높다.

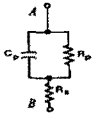


그림 5 등가모델

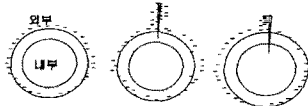


그림 6. 대전된 전하의 분포

그림 6(b)과 같이 침의 상부는 음으로 끝은 양으로 전위차를 유발하게 된다. 위의 모형을 입체적으로 나타내면 그림 7과 같이 나타낼 수 있다. 전하의 흐름에서 바라본다면 표면의 음전하가 침으로 이동하게 된다(그림 7(a)). 전하는 침이라는 도체를 타고 피부 안으로 흐른다(그림 7(b)). 피부내부에서는 상대적으로 양전하가 침으로 이동하는 것과 동일한 현상이 나타난다(그림 7(c)).

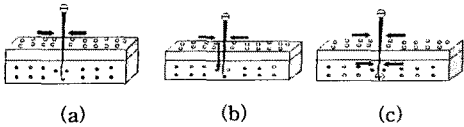


그림 7. 전하의 흐름

피부의 내부와 외부에는 그림 8과 같이 전하의 흐름이 발생한다.

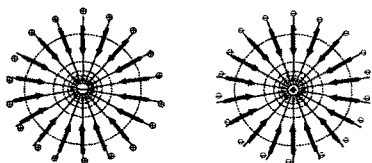


그림 8. 피부 내·외부 전하의 이동

로렌츠의 힘은 전하가 전기장과 자기장에서 받는 힘을 말한다. 로렌츠의 힘의 법칙은 다음 식(1)과 같이 정의된다.

$$\vec{F} = -q\vec{E} + q\vec{v} \times \vec{B} \quad (1)$$

양전하가 자기장에 수직으로 운동하고 있을 경우 오른손 법칙에 의해서 손바닥의 방향으로 힘이 발생하게 된다.[4]

III. 연구대상

전해질 용액속에서 점전하를 걸어주게 되면 전기력선의 방향은 다음과 같이 중심으로 모이게 된다(그림 9). 이때 자기장의 방향을 지면에 수직으로 전기력선에 수직으로 가해주면 로렌츠 힘의 법칙에 의해서 시계방향으로 전해질 용액이 회전을 하게 된다.

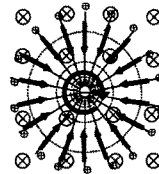


그림 9. 전해질의 흐름

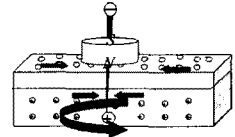


그림 10. 3차원 모델

이러한 원리는 사람의 인체에 그대로 적용될 수 있다. 다음과 같이 손에 침을 가하고 자기장을 걸어주게 되면, 그림 10과 같이 모델화 된다.

전기침을 이용하면 그림 11와 같이 침 양쪽의 전위차를 발생시킬 수 있다.

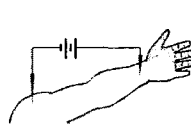


그림 11. 전기침

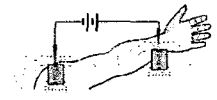


그림 12. 전기침과 자기장

양쪽의 침에 동일한 자기장을 가해주면(그림 12), 그림 13(b)과 같은 흐름이 발생한다. 전기쌍극자를 전해질 용액에 발생시키고 균일한 자기장을 지면방향으로 가해주면 그림 13와 같이 로렌츠의 힘에 양전하에서는 반시계방향으로 음전하에서는 시계방향으로 회전하게 된다.

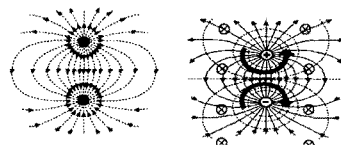


그림 13. 전해질의 흐름

전기장이 가해지면 물체는 그림 15과 같이 분극현상이 일어나게 된다. 분극이 된 손에 자기장을 가하게

되면 유전체에 해당하는 전해질에 흐름을 발생시킨다. 로렌츠 힘의 법칙에 의해서 자기장속에서 전하가 움직일 때 전하에 수직인 힘이 발생한다.

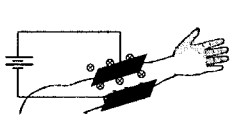


그림 14 분극이 된 손에 자기장을 가했을 경우

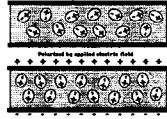


그림 15. 유전체의 분극

IV. 실험방법

생체실험은 위험부담이 크므로 전해질 용액을 이용해서 간접실험을 하였다. 실험 용액은 전해질 용액(유한락스, 포카리스웨터)이다. 사용전압은 13V이다 동일하다. 어항에 전해질 용액을 채우고 유리구슬을 채워서 인체의 피부상태를 모델화 하였다(유리구슬은 세포에 해당된다). 점전하는 은젓가락(자기장에 영향을 받지 않는다.)을 사용하였다. 넓은 범위의 전해질 흐름을 유발하기 위해 평행판(구리판)에 전압을 인가하였다. 교번자장은 전동기축에 자석을 수평으로 부착시킨 다음 회전시켰다.

V. 실험 결과

1. 자석의 모양별 전해질의 흐름유도 양태

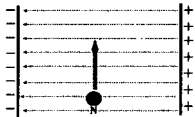
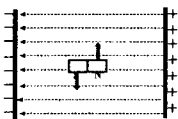


그림 16. 점자기를 가했을 때 전해질의 움직임

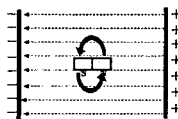


그림 17. 일방향 막대자석을 가했을 때 전해질의 움직임

한쪽면에 N극과 S극이 같이 있는 경우는 S극에서는 아래로 N극에 대해서는 위쪽으로 작용한다(그림 18(a)).



(a)



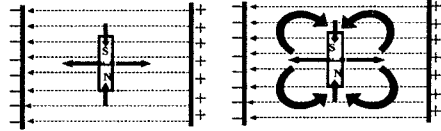
(b)

그림 18. 양극 자석을 가했을 때 전해질의 움직임

그런데 주위의 전해질은 흐름에 의해서 생긴 빈 공간을 메워 주어야 하므로 그림 18(b)와 같은 원형의 흐름이 생겨나게 된다.

그림 19(b)와 같이 양쪽으로 8자 모양을 띄게 된다.

이 8자 고리의 흐름은 우선 순위가 없이 서로 뒤엉키면서 모양을 유지한다.

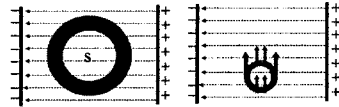


(a)

(b)

그림 19. 양극 자석을 세로로 가했을 때 전해질의 움직임

큰 링 자석일 경우는 전해질은 링을 중심으로 4등분하여 4개의 원형 흐름을 만들어 낸다. 작은 링 자석일 경우는 중앙부의 S극이 작용하는 영향력이 작아서 앞에서 본 점자장과 동일한 효과를 보이게 된다(그림 20(b)).



(a)

(b)

그림 20 링 자석을 가했을 때 전해질의 움직임

교번 자장을 가했을 때는 교번 주파수가 느린 경우에는 아래위의 약간의 흐름 변화는 있지만 주파수가 증가하면 전해질의 흐름의 변화나 떨림도 관찰 할 수가 없다.

피부내부에서는 체액(전해질 용액)의 유동성을 가지고 있기 때문에 피부의부위는 달리 전해질의 운동(흐름)을 유발하게 된다. 전해질용액의 농도, pH와 가해진 침의 전압에 따라서 흐름의 속도는 달라지더라도(느리더라도) 전체적으로는 침을 기준으로 해서 나선운동을 하게된다. 본 실험에서는 유한락스용액과 포카리스웨터용액이 빠르게 나선운동하는 것을 확인 할 수 있었다.

VI. 고찰

1. 자기장(정자장)에 의한 탈분극 효과

두 서적(책이름: 중국추나추요법, 출판사: 대한교과서, 책이름: 병에 따라 그림보고 자석 붙이는 법, 출판사: 현대침구원)[5][1]에서 알 수 있듯이 병명에 대해서 지압하는 부위와 자석을 부착하는 부위가 거의 비슷하다. 이것은 자석이 지압과 똑같은 효과를 유발하고 있다. 로렌츠 힘에 의해서 세포막에서 탈분극을 일어나게 함으로써 지압을 하는 자리에 자석을 붙이게 되면 같은 치료효과를 발휘하게 되는 것이다.

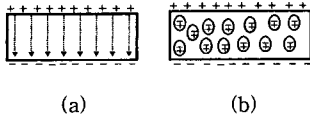


그림 21. 휴지상태의 분극

세포막의 휴지 상태에서는 세포 내부가 음전하로 외부는 양전하로 대전되어 있다. 세포막 내부와 외부에 전압이 걸리게 되면 세포막 자체가 분극이 되어진다(그림 21(b)).[6]

로렌츠 힘의 법칙에 의해서 양전하를 띤 성분은 오른쪽으로 힘을 받고 음전하를 띤 성분은 왼쪽으로 힘을 받게 된다. 만일 세포막이 단순히 구조가 균일하다면 한쪽방향으로 똑같이 힘을 받기 때문에 불균형으로 인한 세포막의 틈이 벌어지지 않지만 세포막의 구조가 복잡하기 때문에 각 부분에서 다른 힘을 받게 되면 이로 인해서 채널이 인위적으로 열리는 결과를 초래한다(그림 22).

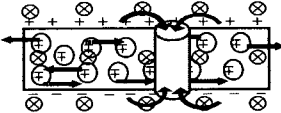


그림 22. 채널이 열리고 이온의 이동이 발생

2. 자기장(정자장)에 의한 활동전위 억제효과

도선에 전류(직류)가 흐르면 자속의 밀도 분포는 그림 24와 같다. 도선 가까이는 자속의 밀도가 밀하고 멀리 떨어질수록 자속의 밀도가 소하게 된다.

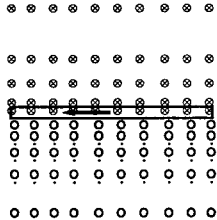


그림 23. 자기장의 밀도 분포

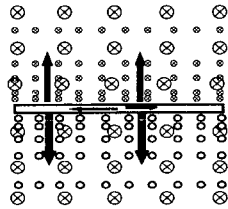


그림 24. 고정된 도선의 작용과 반작용

도선에 자기장이 가해지면 공간(해당면적)에 자속 밀도의 차이를 유발하게 된다. 렌츠의 법칙에 의해서 자속이 증가하는 것을 방해하는 힘이 발생한다. 도선은 로렌츠 법칙에 의해서 자속밀도가 소한 쪽으로 힘을 받게 된다. 도선이 자기장(정자장)속을 움직일 때 도선 내부의 양전하는 아래쪽으로 힘을 받게 된다. 양전하가 받는 힘은 자기력이므로 일반식은 다음 식과 같다.[7]

$$F_m = qu \times B \quad (2)$$

로렌츠힘의 법칙에 의해서 도선이 힘을 받았을 때 힘을 받은 방향으로 움직이지 못하고 구조물에 의해서 정지해 있게 되면 로렌츠힘은 구조물에 가해지고, 구조물은 반작용으로 도선에 힘을 같으나 반대방향으로 반작용을 한다. 반작용 효과는 도선에 의해서 생기는 자기장을 상쇄시킨다. 결국 도선에 흐르는 전류가 감소된다. 즉 외부자기장이 없을 때 도선에 흐르는 전류

와 외부자기장이 있을 때 도선에 흐르는 전하의 흐름 즉 전류가 달라지게 되는 것이다. 축색에서는 전류가 분극의 형태로 세포막전위로 이동하기 때문에 이러한 막전위의 이동을 방해하게 된다(그림 24).

결론적으로 축색에 전류가 흐르고 있는 상황에서 자석을 부착했을 경우 축색의 전류흐름을 어느 정도 방해하게 된다. 이러한 현상을 이용해서 자석을 몸에 부착하면 긴장과 흥분을 이완시켜주는 억제작용으로서의 치료효과를 볼 수 있게 되는 것이다.

VII. 결 론

침의 원리가 피뢰침과 동일한 원리에 의해서 인체에 작용하는 것을 보였다. 이때 자석을 가해주면 침 의해서 전기장이 체액에 자석을 가하면 로렌츠 법칙에 의해서 분극된 전해질 이온들이 힘을 받아서 전기장과 자기장에 수직인 방향으로 움직이게 된다.(플레밍의 왼손법칙) 이러한 전해질 흐름유도는 인체의 전해질 흐름을 인위적으로 제어 할 수 있음을 의미한다. 침에 의해서는 극부적인 흐름을 유도할 수 있지만 전기장을 인위적으로 인체에 가해주고 자기장과 함께 걸어주면 넓은 범위의 전해질 흐름이 유도가 가능하다.

전해질 흐름 유도는 전해질 용액을 이용해서 자기장과 전기장의 기하학적 모양별로 실험을 통해서 일정한 방향으로 움직임을 확인할 수 있었다. 강전해질에서는 약전해질보다는 유속의 흐름이 빠르다는 것을 알 수 있다.

동양의학에서는 경락·경혈을 중심으로 침과 자석을 이용한 치료를 하였지만 본 논문에서는 경락·경혈의 관점이 아닌 전해질 이온에 의한 신경 세포막 분극·탈분극에 초점을 두어 중국추나추요법의 지압효과를 자석의 세포막 자극효과로서 대치할 수 있음을 보였다. 탈분극이 유발(이온 채널로 이온의 흐름이 유발)되어 자석에 의한 자극효과가 나타나게 된다.

자석에 의한 진정효과는 로렌츠 힘이 신경 세포막에 가해지면 작용에 대한 반작용으로 역전류가 흐르게 됨으로써 설명되어 진다.

참고문헌

[1].이병국, 김남섭, "자석 붙이는 법", 도서출판 현대침구원, p249-p301, 1999
 [2].http://www.education.eth.net/acads/treasure_trove/lightning_rods.htm
 [3].J.Patrick Reilly "Applied Bioelectricity" p12-pp25, springer, 1992
 [4].David K. Cheng "Fundamentals of engineering electromagnetics", p196~p198 Addison Wesley 1993
 [5].변영호 역, "중국추나치료법", 대한교과서 주식회사, 1994년 7월 5일 초판발행
 [6].Jarmo Ruohonen "Transcranial Magnetic Stimulation:ModelingandNewTechniques" 1998 p5-p20
 [7].<http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/hframe.html>