

두개천골치료가 자율신경계에 미치는 영향

대구보건대학 물리치료과

대구보건대학 물리치료과*

대구대학교 대학원 재활과학과 물리치료전공**

서현규·김병곤*·정연우**

The Effect that CST gets to autonomic nerve system

Department of Physical Therapy Daegu Health Collage

Department of Physical Therapy Daegu Health Collage*

Major in Physical Therapy, Dept. of Rehabilitation Science, Graduate School,
Daegu university**

Seo, Hyun-Kyu, P.T., M.S. · Kim, Byoung-Gon, P.T., M.S.*

Jung, Yeon-Woo, P.T., M.S.**

ABSTRACT

We have studied the effect and application of CST which is the function and disease of the autonomic nerve system based on recovery of flexibility of the autonomic nerve. CST purpose to keep sustenance of human body by recovering joints have limitation of mobility and controlling autonomic nerve system by diminution tense of the sympathetic nerve. CST makes well flowing of CSF by pressure the fourth ventricle of the brain or relaxation of soft tissues of the base of a cranial bone.

There is no result of studies about CST in Korea yet. It will bring a benefit if it prove the effect of CST in countries depend on drugs way high such as Korea. It needs positive approach and definite research for the improvement.

1. 서론

두개천골치료는 1930년대에 Osteopathic 의학에 처음으로 소개되었으며 교육은 1940년대부터 시작되었다. 두개천골 도수교정을 처음으로 시작한 William Sutherland는 오랫동안 두개골의 해부학을 연구하였으며 증상이 없는 정상인의 두개골 운동성과 다양한 증상을 보이는 환자의 두개골 운동성에 대해 임상적 측면에서 관찰하였다(Mcpartland J. 1996).

자세균형과 화학적 항상성(Chemical homeostasis)을 유지하기 위해 뇌로부터 끊임 없이 분출되는 임펄스는 각 세포로 하여금 뇌 전체의 율동적 패턴을 증가시킨다. 이러한 율동적 패턴은 맨 눈으로는 볼 수 없으나 뇌척수액을 움직이기에 충분하며 이를 통해 섬세한 두개골 움직이는 기전이 된다(Frymann 1971). 뇌척수액과 두개골의 기전을 전체적으로 움직이는 것은 무엇인가에 대한 전통적인 견해는 뇌척수액 생산, 뇌 고유의 운동성, 신경계 그리고 순환계와 관련되는 단순한 개념들을 포함한다. 자기공명 속도영상(magnetic resonance velocity imaging)을 사용하여 뇌의 운동성과 뇌척수액의 순환을 증명하였다(Feinberg & Mark 1987).

두개천골장애와 관련된 여러 질환들 그리

고 두개천골치료를 통해 성공적으로 치료될 수 있는 질환들의 목록으로는 급성전염성 질환, 국소감염, 급성 좌상과 염좌, 만성통증 문제, 내과질환(소화성 궤양, 궤사성 장, 빈맥, 천식 등), 자율신경계 문제, 류머티즘성 관절염, 정서장애, 두개천골장애현상으로 인한 척추측만증, 시각장애, 이명 또는 재발되는 중이염과 같은 청각증상에 호전되는 것을 관찰하였다(Upledger J, Verdevoogd J. 1983). 두개천골 치료의 긍정적 치료 효과로서 자율신경계의 유연성의 회복을 말한다. 자율신경계의 유연성이란 스트레스와 외부 자극에 효과적인 반응을 보이는 자율신경계의 능력 향상을 표현하는데 사용하는 용어이다. 자율신경계는 인체의 항상성 활동의 매우 중요한 임무를 맡고 있기 때문에 자율신경계의 유연성이 회복될 때 많은 항상성 기전이 더욱 효과적으로 활동하게 된다(Upledger J, Verdevoogd J. 1983).

현대문명의 급격한 발전으로 세계가 산업화되어 감에 따라, 이로 인해 발생하는 여러 가지 문제들이 있으며, 이와 같은 문제들은 건강과도 깊은 관계가 있다(전산초, 1971년). 현대과학의 발전은 인간생활에 많은 영향을 끼쳤고 그에 따른 생활의 다양화 내지 복잡화는 인간의 건강을 심각하게 위협하고 있는 것이다(최영희, 1971). 현대를 살아

가고 있는 인간은 누구나 생활과정을 통해 유형무형의 스트레스를 받고 있으며, 평형과 건강상태를 유지하기 위해 적응하게 되고 생활사건은 정신 생리적 반응을 일으킴으로써 여러 가지 질병의 원인이 된다 (Brown, G. W. 1981). 그러나 스트레스가 질병을 일으킨다 할지라도 스트레스원에만 노출되는 것이 질병발생에 대한 충분한 설명이 될 수 없음을 고려할 때 중요한 영향요인 중의 하나로 대처방법을 들 수 있다(Bell, J. M. 1977).

인간의 정신 생리적 항상성을 유지하는 자율신경계의 조절 기능 장애로 보고 있는데, 항상성을 이루면 적응상태로, 비조절 상태는 스트레스 반응으로 보고 있다. 높은 업무 스트레스는 반복적으로 심혈관계 질환에 대한 위험이 증가되는 것과 관련된다. 이러한 관련성은 직장의 업무와 관련된 스트레스로부터 자율신경계 반응에 의해 혈압에 나쁜 영향을 미친다고 하였다(Bosma 등, 1998; Vrijkotte 등, 2000).

정상적인 뇌기능을 유지하고 있는 사람의 두개강 내압은 뇌실질, 뇌척수액, 뇌동맥혈 및 뇌정맥혈 등의 양적 균형에 의해서 잘 유지되고 있다. 두개강 내용물 중에서 뇌실질은 전체의 80%를 차지하고 있으나 체적 변동은 비교적 작은 편이며 체적변동이 가장 큰 것은 두개강내 혈류량의 변동에 의하여 흔히 일어난다(Shapiro 1975).

자율신경계가 인체에 미치는 영향은 방대하며 그 치료방법도 다양하게 보고되어져 있다. 두개천골치료가 자율신경계에 미치는 영향을 이해하기 위해 우리는 자율신

경계에 대한 이해, 자율신경계 기능 장애로 인한 질환, 두개천골치료법의 원리를 이해하여 두개천골치료법이 자율신경계의 유연성 회복에 미치는 영향에 대해 기술하고자 한다.

II. 본 론

1. 자율신경계에 대한 고찰

자율신경계는 내장, 혈관 및 각종 선 등에 분포하여 이들 기관들의 기능을 일상생활에 필요한 정도로 무의식 혹은 반사적으로 조절해주고 있어 일명 식물신경계라고도 불리며 교감 및 부교감신경으로 구분되며 원심성 자율신호는 교감신경계와 부교감신경계 두 가지의 주된 하위신경계를 통하여 신체의 여러 장기로 전달된다(노민희 등 2001).

자율신경계는 주로 척수, 뇌간 그리고 시상하부에 존재하는 중추에 의하여 활성화된다. 또한 대뇌피질의 영역들, 특히 변연 피질은 하부중추에 신경충동을 전도하여 자율신경조절에 영향을 준다.

자율신경계는 또한 내장반사의 방법으로 기능을 수행한다. 말하자면, 자율신경절, 척수, 뇌간, 또는 시상하부에 들어간 감각신호가 내장기관으로 적절한 반사반응을 유발시켜서 이들의 기능을 조절하게 한다.

이 시스템은 혈압, 위장관 운동과 분비, 방광 비우기, 발한 체온 그리고 다른 많은 활동을 조절한다. 이중 가장 뚜렷한 특징 중의 하나는 내장기능을 변화시키는 것이다 (Guyton; Hall 2002).

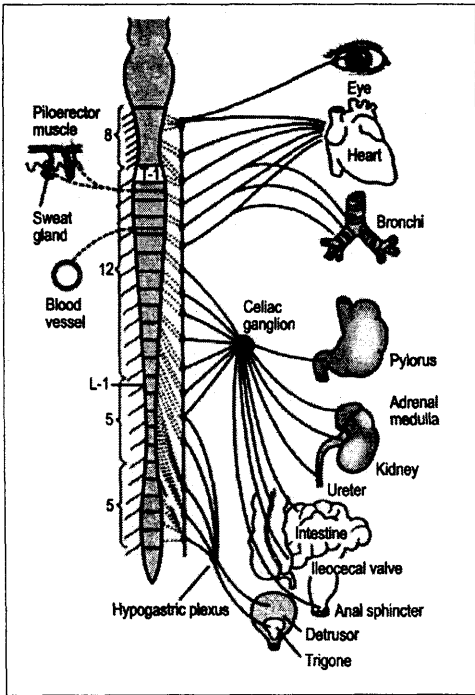


그림 1. 교감신경계. 점선은 혈관, 한선, 그리고 거상근에 분포하기 위해 회백지 내에서 척수신경으로 되돌아가는 신경절후 교감신경 섬유를 나타낸다.

1) 교감신경계의 생리해부

교감신경계의 말초영역의 일반적 구조를 나타내고 있는데, 척추의 양측에 있는 두개의 척추옆 교감신경절사슬과 두개의 척추전 신경절(보강 celiac)과 하복(hypogastric), 그리고 신경절에서 각각의 내장기관으로 뻗는 신경 섬유들이 포함되어 있다. 교감신경섬유는 첫 번째 흉수절(T-1)과 두 번째 요수절(L-2) 사이의 척수에서 기원하고 교감신경절을 통과하여 최종적으로 조직이나 기관으로 간다(그림 1).

2) 부교감신경계의 생리해부

부교감신경섬유가 뇌신경 III, VII, IX, X

그리고 II, III 척수신경을 통하여 중추신경계로부터 나온다. 부교감신경섬유의 75%가 미주신경섬유인데, 이 신경섬유가 전흉복부를 통과한다. 미주신경은 심장, 폐, 식도, 위, 소장의 전체, 결장의 전반부, 간, 담낭, 췌장, 그리고 수뇨관의 상부에 부교감 신경섬유를 공급한다. 동안신경의 부교감신경섬유는 눈의 동공활약근과 모양체근으로 간다. 안면신경의 섬유는 누선, 코샘, 그리고 악하선으로 가고 설인신경의 섬유는 이하선으로 간다. 천수 부교감신경섬유들은 골반신경에서 모여서 척수의 S-2, S-3 레벨에서 천수총을 떠나서 하행결장, 직장, 방광, 수뇨관의 하부로 이들의 말초신경을 분포시킨다. 이

천수 부교감신경 그룹은 외부 생식기로 신경 신호를 보내어 발기를 유발시키기도 한다(그림 2).

3) 교감신경과 부교감신경 자극의 흥분성 그리고 억제성 작용

부교감신경 또는 교감신경을 자극하여 유발되는 신체의 여러 가지 내장기능에 대한 영향을 나열하고 있다. 교감신경충동은 어떤 기관에서는 흥분성 효과를 그러나 다른 기관에서는 억제성 효과를 야기한다는 것이다. 마찬가지로 부교감신경 자극은 어떤 기관에서는 흥분을 그러나 다른 기관에서는 억제를 야기한다. 또한 교감신경 자극이 특정한 기관을 흥분시킬 때, 부교감신경 자극

은 간혹 그것을 억제함으로써, 두 시스템이 경우에 따라서는 서로 상반되게 작용한다. 대부분의 기관들은 두 시스템 중 어느 하나에 의하여 우세하게 조절된다.

교감 또는 부교감신경 자극이 특정한 기관의 흥분을 야기할지 억제를 야기할 것인지를 설명하기 위하여 사용할 수 있는 일반론은 없다. 그러므로 교감과 부교감신경 기능을 이해하기 위하여, 각 기관에 대한 이들 두 신경계의 모든 별개의 기능을 학습하여야만 한다(표 1).

4) 교감신경계와 부교감신경계에 의한 개개 기관의 자극과 집단 자극

교감신경계는 흔히 집단 방출에 의하여

그림 2. 부교감신경계

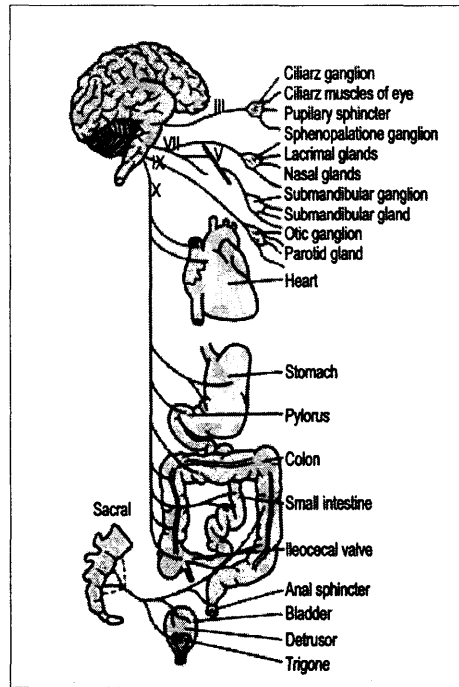


표 1. 신체기관들에 대한 자율신경계의 효과

	기관	교감신경작용	부교감신경작용
눈	동공 모양체근	확대 이완	수축 수축
선	누선, 이하선, 악하선, 설하선, 비강선 한선	혈관수축으로 인한 분비저하 분비증가	분비증가
심장	심근 관상동맥(주로 국소적 대사인자에 의하여)	수축력 증가 확대(β 수용기), 수축(α 수용기)	수축력 감소
폐	기관지 근육 기관지 분비 기관지 동맥	이완(기관지 확장) 수축	수축(기관지수축) 분비증가 이완
위장관	위장관벽의 근육 팔약근 위장선	연동운동저하 수축 혈관의 수축으로 분비감소	연동운동증가 이완 분비 증가
간		당원질을 포도당으로의 전환 붕 괴	
담낭		이완	수축
방광	방광벽수축근 방광팔약근	이완 수축	이완
음경과 음핵의 발기조직			이완, 발기 원인
사정		정관, 정낭 및 전립선의 평활근 수축	
전신동맥			
피부의 동맥		수축	
복부의 동맥		수축(α 수용기),이완(β 수용기)	
근육의 동맥		수축	
입모근(텅세움근)		수축	
부신		홍분	
피질		epinephrine과	
수질		norepinephrine유리	

반응한다. 많은 예에서 교감신경계는 거의 모든 부분들이 거의 완전한 하나의 단위로 서 동시에 방출하는데, 이것은 집단 방출이

라는 현상이다. 이것은 흔히 놀람 또는 두려움 또는 심한 통증에 의하여 시상하부가 활성화될 때 일어난다. 그 결과는 놀람 또는 스

트레스 반응이라고 불리는 전신의 광범위한 반응이다.

또 다른 경우에는, 주로 척수가 관여된 반사들에 반응하여 교감신경계의 일부분에서만 활성화가 일어나기도 한다. 이들 중 가장 중요한 것들로는 다음과 같은 것들이 있다. 첫째, 열 조절 과정에서 교감신경계는 교감신경이 분포하는 다른 기관에는 영향을 주지 않으면서 발한과 피부의 혈류를 조절한다. 둘째, 일부 동물에선 근육활동 시에 교감신경계의 다른 부분을 제외하고 골격근의 혈관확장을 일으키는 교감신경성 콜린성 섬유들만 독립적으로 자극을 받는다. 셋째, 많은 국소반사들에는 교감신경 내에서 중추로 주행하여 교감신경절과 척수에 이르는 감각성 구심 섬유들이 관여하는데 아주 국소적인 반사 반응들을 일으킨다. 넷째, 위, 장관 기능을 조절하는 많은 교감신경성 반사들은 개별적인데, 때로는 척수에 들어가지도 않고 장에서 단지 교감신경절, 주로 척추전방의 교감신경절로 갔다가 다시 교감신경을 통해서 장으로 되돌아와 운동과 분비활동을 조절하는 신경경로에 의해 작동된다.

(1) 부교감신경계는 주로 특정한 국소 반응을 야기한다.

교감신경계가 집단 방출반응이 흔한 것과는 반대로 부교감신경계의 조절기능은 훨씬 특정한 듯하다. 예를 들면 부교감신경 심혈관 반사는 주로 오로지 심장에만 작용하여 심박동을 올리거나 내리거나 한다. 마찬가지로 다른 부교감신경 반사는 주로 구강선에서 분비를 야기하지만 다른 예에서는

위선에서 주로 분비를 한다. 마지막으로 직장 비우기 반사는 대부분의 다른 장부위에 영향을 주지 않는다.

그러나 가까운 연관을 지닌 부교감신경성 기능들 사이에 공조가 일어나는 경우도 흔하다. 예를 들어, 침 분비는 위액 분비와 무관하게 일어날 수도 있지만, 이들 둘은 또한 함께 일어나는 경우도 흔하며, 췌액 분비가 동시에 일어나는 경우도 흔하다.

(2) 교감신경계의 놀람 또는 스트레스 반응

교감신경계의 많은 부위가 동시에 방출할 때 즉, 집단 방출 시에, 이것은 여러 가지 방법으로 신체의 활동을 증가시키고 왕성한 근육활동을 수행한다. 이들을 요약하면, 동맥압의 증가, 활동 중인 근육에 혈류를 증가시키고, 동시에 위, 장관, 신장에서는 감소시키고, 전신 세포 대사율의 증가, 혈당농도가 증가, 간과 근육에서 해당 작용의 증가, 근력의 증가, 정신활동의 증가, 혈액응고율의 상승을 들 수 있다.

이들 작용의 합은 다른 어떤 방법보다도 더 강력한 신체 활동을 수행하게 한다. 이것은 주로 교감신경계를 흥분시키는 정신 또는 육체적 스트레스이기 때문에, 교감신경계의 목적은 스트레스 상태에서 신체에 가외의 활성을 제공하는 것이라고 흔히 말한다. 이것은 교감신경성 스트레스 반응이라고 불린다.

(3) 자율신경계의 연수, 교 그리고 중뇌 조절
뇌간의 망상조직, 연수, 뇌교, 중뇌 단일로
의 경로뿐만 아니라, 여러 특정 핵에 있는 많

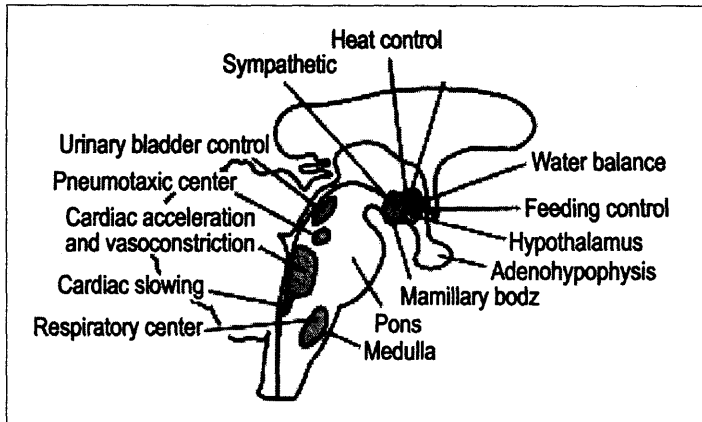


그림 3. 뇌간의 시상하부에 있는 자율신경 조절 영역

은 신경영역들은 동맥압, 심박동, 위장관내의 선의 분비, 위, 장관의 연동운동, 그리고 방광의 수축정도와 같은 서로 다른 자율신경성 기능을 조절한다(그림 3).

뇌간에서 조절되는 가장 중요한 요소는 동맥압, 심박동을, 그리고 호흡률이다. 실제로 뇌간을 중뇌 위에서 절단하면 동맥압이 이전과 같이 유지된다. 반대로 연수 바로 밑에서 절단하면 동맥압이 수 시간에서 수일 동안 반 이하로 떨어진다. 뇌간의 심혈관계 조절 중추는 연수와 뇌교의 호흡조절 중추와 밀접한 관련을 맺고 있다. 비록 이것이 자율신경기능으로 여겨지지 않더라도 그것은 신체의 불수의적 기능의 하나이다.

(4) 고위영역에 의한 뇌간 자율신경 중추의 조절

시상하부와 대뇌에서의 신호는 거의 모든 뇌간 자율 신경 중추의 활동에 영향을 줄 수 있다. 예를 들면 시상하부의 적절한 영역을

자극하면 연수 심혈관 조절 중추를 활성화 시켜서 동맥압을 정상보다 2배 이상 증가시킨다. 마찬가지로 다른 시상하부 중추는 체온, 타액분비 그리고 위, 장관활동 또는 방광 비우기를 조절 할 수 있다. 그러므로 얼마간은 뇌간의 자율신경중추는 뇌의 고위레벨에서 시동된 활동을 조절하기 위한 중계역으로서 작용한다.

5) 시상하부

시상하부는 자율신경계의 최고중추로 여러 개의 신경핵이 무리를 지어 있는 것으로 주요기능은 자율신경계의 조절중추일 뿐만 아니라 정서반응과 행동조절, 체온조절, 수분의 균형과 갈증조절, 수면과 각성주기의 조절, 그리고 내분비계의 기능 조절 등으로 요약할 수 있다.

(1) 시상하부의 기능

중추신경계의 모든 수준에서 수행되는 통

합기능은 체성인 것과 자율성인 것이 긴밀하게 연락되어 있지만 고등동물 일수록 시상하부가 체성통합을 하는 것은 적어진다. 시상하부는 주로 자율신경계통의 통합중추이지만 체성계통의 운동도 수반하는 차원이 높은 중추라 할 수 있다.

① 체온조절

전시상하부의 온도를 높이면 열방출 반응, 즉 발한, 혈관확장, 혈떡거림 등이 나타난다. 또한 열생산의 기전, 즉 입모, 혈관수축, 떨림 등은 후시상하부의 흥분에 의해 일어난다. 즉 전시상하부에는 온열중추가 있고 후시상하부에는 한냉 중추가 있다.

② 섭식조절

고양이의 시상하부의 복내측핵을 파괴하면 다식증(polyphagia)이 되어 비만이 되고 반대로 양측의 복외측핵을 파괴하면 먹지 않는다. 또한 이 부위를 자극하면 많이 먹는다. 이것으로 보아 외측 시상하부를 공복중추(hunger center)라 하고 내측시상하부를 포만중추(satiety center)라 한다. 양자는 대뇌피질 변연엽으로 흥분충동을 보내고 있는 한편 서로 상대방을 억제하여 상반적으로 작용한다.

이들 2개의 중추를 섭식중추(feeding center)라 한다. 이들 중추에 대한 유효자극에 대해서는 포도당, 인슐린, 유리지방산 등을 들 수 있다.

③ 음료수조절(Water intake control)

외측시상하부를 파괴하면 물을 마시지 않

게 된다. 또한 이 부위에 고장성 식염수를 주입하면 다량의 물을 마시게 된다. 시상하부에 삼투압 수용기가 있어 혈액의 삼투압이 높아지면 갈증이 생겨 물을 마시고 싶은 욕망이 일어난다. 그래서 이 부위를 음료수중추(drinking center)

④ 정서의 발현

자기의 신체적 또는 사회적 존재가 위협받는 것과 같은 외부조건 변화에 의해 급격히 일어나는 내적 감정 상태를 정서(emotion)라고 한다. 공포, 분노, 기쁨, 슬픔, 놀라움, 애정, 증오 등이 있다. 정서의 기본적인 행동을 정서행동이라고 한다.

본능행동도 이와 비슷한 것이지만 본능의 경우는 주로 내부적 조건의 변화가 자극이 되는 것이다. 예를 들면 섭식행동이나 음수행동은 체내의 혈당치나 삼투압의 변화가 자극으로 되어 식욕이나 갈증이 일어나 행동으로 옮기는 것이다. 정서는 동시에 신체적 표출 또는 행동을 수반한다. 예를 들면 표정이 변화하여 웃기도 울기도 한다. 동시에 자율계통에도 여러 가지 변화가 일어난다. 또는 분노해서 공격행동이 일어나고 공포로부터 도피하는 행동을 하게 된다. 그 외에 분노한 증후로 동공산대, 심박수 증가, 발한, 혈압상승, 타액분비, 입모 등의 교감신경 자극증상을 나타낸다. 분노가 일어나는 때는 후시상하부 복측핵이 완전해야만 한다. 이런 것으로 미루어 시상하부의 핵군은 정상상태에서는 전뇌의 억제를 받고 있지만 이것이 없으면 분노를 일으키는 기전은 없어지는 것으로 생각된다.

섭식, 음수, 정서행동 등의 간단한 행동은 시상하부에서 통합되고 있지만 더욱 복잡한 본능행동, 예를 들면 음식물이나 물을 찾아 다니거나 암놈을 구하는 행동에는 대뇌피질 변연계통이 필요하다.

⑤ 시상하부호르몬에 의한 뇌하수체 기능 조절

시각상행이나 실방핵에서 오는 신경섬유는 뇌하수체 후엽으로 내려가 그 말단에서 호르몬을 직접 혈액 중에 분비하는데 이것을 신경분비라 한다.

또한 시상하부의 다른 신경섬유는 뇌하수체 문맥을 경유해서 뇌하수체전엽의 내분비를 조절하고 있다. 이들 신경은 뇌하수체 문맥의 혈액 중에 각 전엽호르몬의 분비를 촉진하는 방출호르몬(releasing hormone)이나 억제호르몬(inhibiting hormone)을 분비하고 있다.

⑥ 대뇌피질과의 관계

대뇌피질 변연엽과 시상하부와는 위치적으로도 가깝고 기능적으로도 밀접한 관계가 있는 것으로 양자를 합해서 대뇌변연계통이라고 한다.

· 식욕, 성욕 등의 본능에 따르는 섭식행동이나 성행동은 단순한 정서행동이 아니고 변연계통으로 해서 통합되는 것이다. 시상하부는 대뇌피질에서 주로 억제자극을 받지만 역으로 시상하부로부터의 상행성 활성화계통이 대뇌피질에 투사되고 특히 변연엽을 활성화하고 있다.

이 시상하부 투사 계통의 일부는 중뇌로

내려갔다가 시상으로 상행해 광범성 시상투사계통에 접속해 대뇌피질의 모든 영역을 활성화 하고 있다.

이와 같은 시상하부 투사계통은 후각, 통각, 내장감각 등 판별성이 낮은 원시감각의 자극에 의해 흥분한다.

⑦ 생체리듬의 조절

많은 기관의 기능에는 일정한 주기성이 인정된다. 예를 들면 체온, 혈청(glucose)수준, 산호성 백혈구의 수 등이다. 이들 주기는 24 시간이다.

수면, 각성 리듬은 이것의 좋은 예이다. 특히 이들 리듬의 유지에는 시상하부의 정상적인 기능이 필요하다(한국해부생리교수협의회 2000).

2. 두개천골치료(CRANIOSACRAL TECHNIQUE)에 대한 이해

1) 두개천골치료에 대한 이론

(1) 자동압력조절 이론(pressurestat model)

뇌실(ventricle)의 맥락총(choroid plexus)에서 뇌척수액의 생산 속도가 지주막체(arachnoid body)를 통해서 정맥순환계로 흡수되는 뇌척수액 속도보다 빠르다는 것이다. 지주막체(arachnoid body)는 두개내 정맥동 시스템(intracranial venous sinus system)에 집중적으로 분포하며, 대부분의 뇌척수액은 시상정맥동(sagittal venous sinus)을 통해 흡수된다.

뇌척수액의 생산 속도가 흡수 속도보다 두 배나 빠르다고 가정하면, 뇌척수액이 한

동안 생산될 때 뇌척수액의 양은 곧 최대치 한계(upper threshold)에 닿게 될 것이다. 그리고 뇌척수액의 양이 최대치 한계에 도달했을 때 척수액의 생산은 곧 우리 몸속의 항상성 기전(homeostatic mechanism)에 의해 중단될 것이다. 뇌척수액의 흡수는 뇌척수액의 생산 과정 또는 뇌척수액의 생산이 중지된 순간에도 계속 가동될 것이다. 그러므로 뇌척수액의 생산이 중단될 때부터 뇌척수액의 압력은 계속적인 뇌척수액의 흡수에 의해 서서히 감소될 것이다.

뇌척수액 압력의 최소치 한계(lower threshold)에 도달하게 될 때 뇌척수액의 생산은 다시 시작될 것이며, 뇌척수액의 압력은 서서히 두개천골계 안에서 다시 증가될 것이다. 이러한 방식으로, 뇌척수액 압력이 리드미컬하게 증가하거나 감소되는 현상이 나타나게 되며 결과적으로 반정도 닫힌 뇌척수액 시스템(semi-closed hydraulic system)의 경계 안에서 뇌의 울동적인 변화를 이루게 된다.

생체항상성 기전은 피드백 고리(feedback loop)에 의존하는, 스스로 수정하며 스스로 균형을 이루는 메카니즘이다. 생물계는 항상 변화하는 내적, 외적 환경에 순간순간 적응할 수 있는 생체항상성 기전으로 이루어져 있다. 인체에서 생체항상성 기전의 예로서는 뇌하수체(pituitary gland)에서 생산되는 갑상선 자극 호르몬(thyroid stimulation hormone)의 조절을 받고 있는 갑상선에 의한 갑상선 호르몬 생산을 들 수 있다. 뇌하수체는 혈액 속 갑상선 호르몬의 수치를 항상 측정함으로써 더 많은 갑상선 자극 호르몬을

혈류를 통해 배출해야 될지에 대한 정보를 얻는다. 혈당, 체온, 혈압, 그리고 인체에서 발생하는 수백만의 다른 활동들이 생체항상성 기전을 통해 끊임없이 조절된다(Upledger & Vredevoogd).

(2) 뇌척수액 압력 조절 기전(cerebrospinal fluid pressure control mechanism)

두개골 봉합 안에서 교원 섬유(collagen)와 탄력 섬유(elastic fibers), 또한 혈관과 신경총(nerve plexus)들을 발견한 이래로, 봉합이 신장반사를 포함하고 있다는 것은 전적으로 가능한 것으로 보인다. 봉합이 두개내액의 압력에 의해 일정한 간격으로 벌어진다면 봉합 내의신장 반사(stretch reflex)가 활성화되면서 뇌실계에 뇌척수액의 생산을 중단하라고 신호를 보낼 것이다. 두개골 봉합의 신장된 상태가 풀려서 봉합면이 서로 가까워지면 마침내 봉합면 내 기관들에 다소 압력을 가하게 되며 뇌척수액의 생산을 재개하라는 메시지가 뇌에 전달된다. 뇌척수액의 생산을 재개되면서 뇌척수액의 압력을 증가시키게 되며 봉합 내 압력은 감소된다(Upledger & Vredevoogd).

2) 뇌혈류: 뇌척수액; 그리고 뇌의 대사

(1) 뇌혈류

① 정상 뇌혈류 속도

정상 성인 뇌조직의 정상 뇌혈류는 1분당 뇌조직 100g당 평균 50-65ml로서, 전체 뇌로는 1분당 750-900ml로 안정시 전 심박출량의 15%에 해당한다.

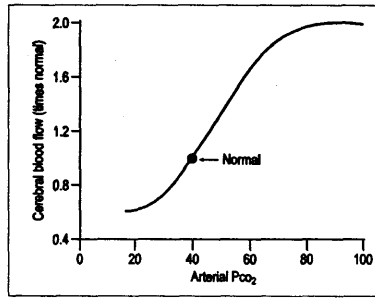


그림 4. 동맥내 이산화탄소분압과 대뇌 혈류의 관계

② 뇌혈류의 조절

신체의 다른 혈관영역과 마찬가지로, 뇌 혈류도 뇌조직대사와 크게 관련이 된다. 최소한 3개의 대사요인이 뇌혈류 조절에 강력한 효과가 있는데, 이들은 이산화탄소농도, 수소이온농도 그리고 산소농도이다.

첫 번째, 과다 이산화탄소 또는 수소이온 농도에 반응하는 뇌혈류 조절 - 뇌를 관류하는 동맥혈의 이산화탄소 농도 증가는 뇌혈류를 크게 증가시킨다. 동맥혈 내 이산화탄소 분압이 70% 증가하면 혈류는 거의 2배 증가한다. 이산화탄소가 체액에서 물과 결합하여 탄산을 형성하고 이어서 다시 분해되어 수소이온이 형성됨으로 하여 뇌혈류가 증가하는 것으로 믿어진다. 즉, 수소이온은 뇌혈관을 확장시키는데, 수소이온 농도가 증가하는 것에 비례하여 정상 혈류량의 두 배에 달할 때까지 확장된다. 뇌조직의 산성도를 증가시키고, 이어서 수소이온을 증가시키는 물질은 마찬가지로 뇌혈류를 증가시키는데 여기에 속하는 물질은 젖산, 피루빈산, 그리고 대사과정 중에 생성되는 산성물

질 등이 있다.

두 번째 뇌혈류를 조절하는 이산화탄소와 수소이온의 중요성 - 수소이온이 증가하면 신경활동이 크게 억제된다. 그러므로 수소이온농도의 증가에 의해 뇌혈류가 증가되고 곧 이어 이산화탄소와 다른 산성물질이 뇌조직으로부터 제거되어지는 것은 다행스러운 일이다. 이산화탄소의 감소는 조직에서 탄산을 감소시키고, 다른 산성물질의 제거와 더불어 수소이온농도를 정상으로 되돌린다. 그래서 이 기전은 뇌액에서 수소이온농도가 일정하게 유지되게 하여, 신경활동이 항상 정상 수준을 유지하도록 한다(그림 4).

세 번째, 뇌혈류 조절자로서의 산소부족 - 강력한 뇌활동 시기를 제외하면, 뇌조직의 산소이용은 대단히 제한된 범위내에 있다. 만약에 뇌혈류가 불충분하게 되어 요구되는 양의 산소를 뇌에 운반하지 못하는 경우, 즉 각 혈관을 확장시켜 뇌혈류가 정상으로 되돌아가도록 하여 뇌조직으로서의 산소운반이 거의 정상이 되도록 한다. 이와 같은 국소 혈류 조절기전은 관상동맥, 골격근 혈관, 그

리고 신체의 다른 혈관영역에서와 거의 똑 같다.

네 번째, 뇌혈류의 측정과 뇌혈류에 대한 대뇌활동의 영향 - 사람의 대뇌피질의 256개 구획에서 동시에 혈류를 기록하기 위한 방법이 최근에 개발되었다. 방사성 물질, 주로 방사성 제논을 경동맥에 주사하고 방사능 물질이 뇌조직을 통과할 때 피질의 각 구획에서 방사능을 기록한다. 이 기록을 위해 356개의 작은 방사성 섬광검출기가 이용되며, 방사능이 각각의 조직구획에서 일단 최고조에 도달한 후 사라지는 속도가 각 구획을 경유하는 혈류를 나타내는 지표가 된다. 이 기법을 이용하면 뇌의 각 구획의 혈류가 국소 신경활동의 변화에 반응해서 수초이내에 변화하는 것을 알 수 있다. 예를 들면 단 순히 주먹만 쥐어도 반대측 뇌의 운동피질의 혈류가 즉각 상승한다. 또한 책을 읽으면 뇌의 여러 영역에서 혈류가 증가하는데, 특히 후두피질과 측두피질의 언어영역에서 혈류가 증가한다. 이 측정법은 간질발작이 일

어나는 국소부위를 확인하기 위해서도 사용되는데, 이것은 뇌혈류가 발작 시작시 국소부위에서 빠르고 현저하게 증가하기 때문이다. 뇌혈류에 대한 국소 신경활동의 효과를 보여주는 것으로서 강한 빛을 30초간 고양이 눈에 비출 경우 후두피질의 혈류가 증가하는 것을 보여주고 있다(그림 5).

다섯 번째, 혈압이 변하였을 때 뇌혈류의 자동조절 - 뇌혈류는 혈압이 60-140mmHg 사이에 있을 때 아주 잘 자동 조절된다. 이것은 혈압이 갑자기 60mmHg 정도로 떨어지거나 140mmHg 정도로 갑자기 올라도 뇌혈류는 일정하게 유지된다는 의미이다. 고혈압이 있는 사람에게는 이 혈류 자동조절범위가 180-200mmHg의 고혈압 수준까지도 이동된다. 정상인과 고혈압환자 양쪽에서 측정된 뇌혈류가 60-180mmHg의 평균혈압 사이에서는 매우 일정한 뇌혈류를 나타내고 있으나, 혈압이 60mmHg 이하로 떨어지면 뇌혈류가 심각하게 떨어지며, 혈압이 자동조절의 상한선을 넘으면 혈류가 갑자기 증가

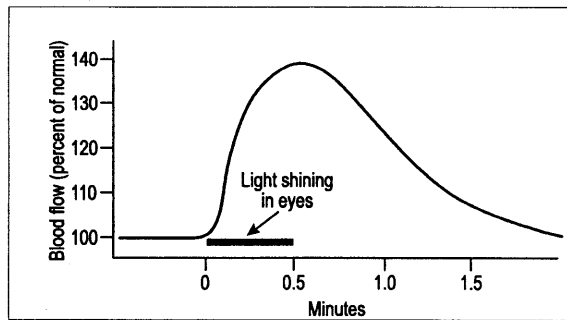


그림 5. 고양이에서 눈에 빛을 비추었을 후두부의 혈류 증가

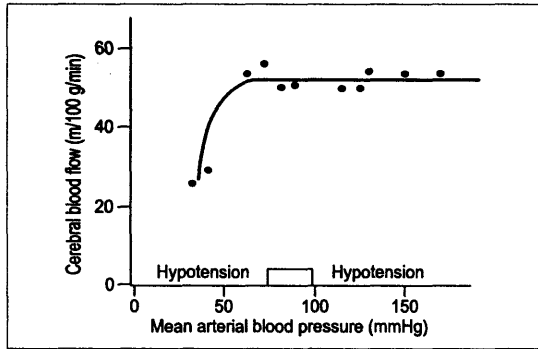


그림 6. 인간에서 평균 동맥압이 저혈압에서 정상혈압을 지나 고혈압으로 변화됨에 따라 대뇌 혈류에 미치는 영향

하여 뇌혈관을 지나치게 신장시켜, 심각한 뇌부종을 야기시킬 수도 있다는 것이다(그림 6).

③ 뇌혈류를 조절함에 있어서 교감신경계의 역할

뇌순환계는 상부 경수 교감신경절로부터 강력한 교감신경지배를 받는다. 뇌표면의 큰 표층동맥과 뇌실질을 관통하는 작은 동맥이 이 신경의 지배를 받고 있으나, 이 교감신경섬유를 절단하거나, 적당히 자극하여도 정상적으로는 뇌혈류에 큰 변화를 주지 못한다. 그러므로 이전부터 말해오기를 교감신경은 뇌혈류조절에 관여하지 않는다고 하였다. 그러나 격렬한 운동을 할 때나 또는 다른 과도한 순환 활동 상태에 있을 때 동맥혈압은 갑자기 대단히 높게 증가하는데, 이때 교감신경은 정상적으로 큰 혈관과 중간크기 혈관을 수축시켜서 보다 작은 혈관에 높은 혈압이 도달하지 않도록 막는다. 이것은 뇌

에서 혈관 출혈을 방지하는데 매우 중요하다.

2) 뇌척수액계

뇌와 척수를 둘러싸는 전체 공간의 부피는 1600~1700ml인데, 이중 약 150ml는 뇌척수액이 차지하고 나머지를 뇌와 척수가 차지하고 있다. 그림 7에서 보듯이 이 액체는 뇌실, 뇌 바깥을 둘러싸는 수조, 뇌와 척수를 둘러싸는 지주막하강에서 발견된다. 이 공간들은 모두 서로 연결되어 있으며, 이 액체의 압력은 다음에 보게 될 바와 같이 놀라운 정도로 일정하게 유지된다.

(1) 뇌척수액의 쿠션기능

뇌척수액의 주 기능은 두개강 내에서 뇌에 완충역할을 하는 것이다. 다행스럽게 뇌와 뇌척수액의 비중이 거의 같아서(단지 4%가량 다르다) 뇌가 뇌척수액에 떠 있는 상태가 된다. 그러므로 머리에 간격이 가

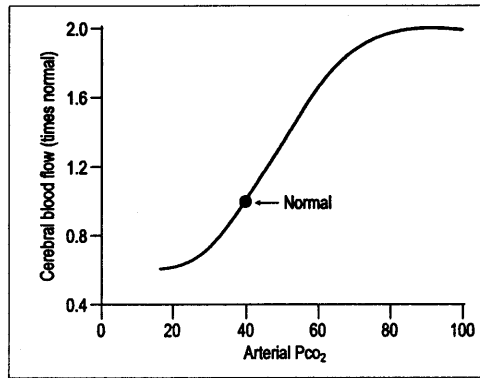


그림 7. 동맥내 이산화탄소분압과 대뇌 혈류의 관계

해저도 전체 뇌가 두개골과 동시에 움직여 서, 뇌의 일부분이 상해를 당하는 일은 드물다.

머리에 충격이 너무 심할 때 타격이 가해진 쪽의 머리부분이 상해되지 않고 반대측에 상해를 입는다. 이 현상을 “반충(contrecoup)” 이라 하는데, 이 효과의 기전은 : 타격이 가해지면 두개골이 움직일 때 가해진 쪽의 뇌척수액이 너무 압축되어서 동시에 뇌를 밀게 된다. 한편 반대측의 두개강에서는 갑작스러운 두개골의 움직임이 순간적으로 뇌에서 뇌척수액이 흘러지게 하여 순간적으로 두개강의 이 부분에 진공상태가 생긴다. 이어서 두개골이 더 이상 움직이지 않게 되었을 때, 진공부분이 갑자기 쭉그러들면서 뇌가 두개골의 내면에 부딪히게 되어 손상을 입는다. 이 효과 때문에 권투선수가 뇌에 상해를 입는 경우 전두부 대신 후두부 시각영역이 다치게 되어 종종 부분적으로 시력을 상실할 수도 있다.

(2) 뇌척수액의 형성, 흐름, 그리고 흡수
 뇌척수액은 매일 약 500ml 정도 생성되며, 이 양은 전체 뇌척수액의 약 3배에 해당한다. 뇌척수액의 2/3 이상이 4개 뇌실, 특히 두 개의 측뇌실의 맥락막층에서 분비된다. 뇌실의 상의 표면(ependymal surface)과 지주막에서 소량이 분비되며, 뇌로 들어가는 혈관 주위의 뇌표면을 통하여 뇌 자체가 소량을 분비한다. 측실과 제3뇌실에서 분비된 액이 Sylvius 수도를 지나 제 4뇌실로 가고, 여기에서 소량의 액이 추가되어, 3개의 작은 출구를 통해 나가게 된다. 즉, 2개의 외측 출구인 Luschka 공이 있고, 중앙 출구인 Magendie 공이 연수의 후방, 소뇌의 바로 밑에 있는 큰 수조(cisterna magna)로 연결되며, 이곳에서 뇌 전체와 척수를 싸고 있는 지주막하강에 연결된다. 여기서 거의 대부분의 뇌척수액은 대뇌쪽으로 흘러서, 대뇌의 지주막하강에서 다수의 지주막 용모로 흐른다. 그런데 이 용모는 시상 정맥동(sagittal venous sinus)과

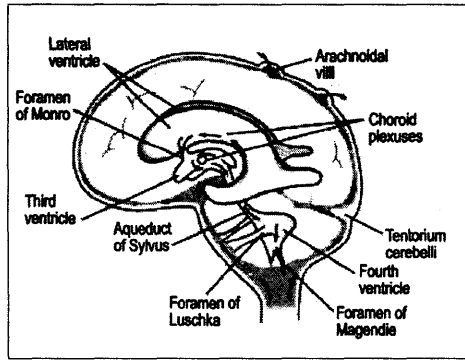


그림 8. 검은 화살표들이 측뇌실의 맥락막층에서 경막 정맥동으로 돌출되어 있는 지주막 용모에 이르는 뇌척수액의 흐름을 보여주고 있다.

다른 정맥동에 연결되므로, 뇌척수액은 결국 이들 용모를 통하여 정맥혈로 들어가게 된다(그림 8).

측뇌실의 측두엽 각(1-2) 제 3뇌실의 뒤 부분(3) 제4뇌실의 천정(4)으로 돌출되어 있다(그림 9).

① 맥락막층에 의한 분비.
맥락막층은 꽃양배추같은 모양의 혈관으로 얇은 상피세포에 싸여 있으며, 이것은 두

맥락막층에 의한 뇌척수액의 분비는 총의 바깥을 덮고 있는 상피세포를 통한 나트륨이온의 능동수송에 의해 주로 일어난다. 이

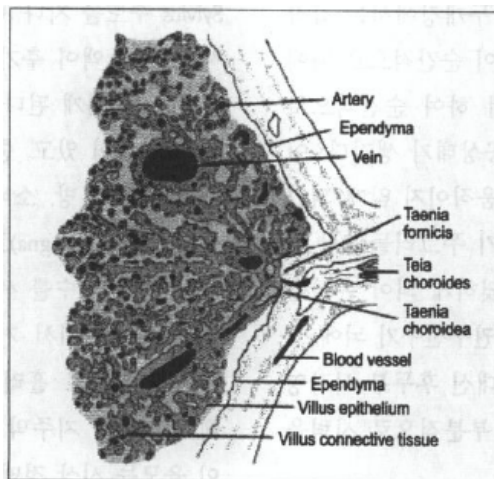


그림 9. 측뇌실에 있는 맥락막층

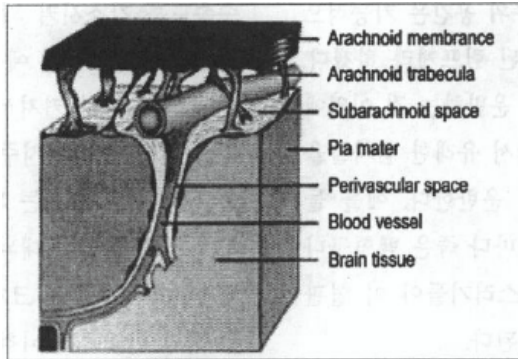


그림 10. 혈관주위 공간으로부터 지주막하강으로의 유입

어서 나트륨 이온이 다량의 염소 이온을 밖으로 당기게 된다. 왜냐하면 나트륨 이온이 양이온이므로 음이온인 염소이온을 당기기 때문이다. 이들 두 이온은 뇌척수액의 삼투압을 올리므로 막을 통하여 수분이 따라 나오게 된다. 좀 덜 중요한 운반과정에 의해 소량의 포도당이 뇌척수액으로 이동하고, 칼륨이온과 중탄산염이온은 뇌척수액에서 혈관으로 이동한다. 그러므로 결과적으로 뇌척수액은 삼투압이 혈장과 거의 비슷하고, 나트륨이온농도도 역시 비슷하며, 염소이온은 15%정도 많고, 칼륨이온은 40%정도 낮으며 포도당은 약 30%가 낮다.

② 지주막 융모를 통한 뇌척수액의 흡수

지주막 융모는 정맥동의 벽을 통하여 지주막에 돌출한 것으로 현미경 하에선 마치 손가락같이 보인다. 이들 융모의 큰 집합체를 지주막 과립이라고 하며 정맥동 내로 돌출 되어 있다. 그런데 이 융모를 덮고 있는 상피세포들을 전자현미경으로 관찰하면 세포를 관통하는 소포크기의 구멍들이 보이는

데. 이 구멍들은 (1)뇌척수액, (2)용해된 단백질 분자, (3)적혈구나 백혈구만큼 큰 입자들 까지도 비교적 자유롭게 정맥혈 쪽으로 이동할 수 있을 정도로 큰 것으로 추정된다.

③ 혈관주위 공간과 뇌척수액

뇌조직으로 들어가는 혈관은 먼저 뇌표면을 따라가다가 내부로 관통하는데 이때 뇌를 덮고있는 막인 연막도 같이 따라 들어간다. 그런데 이 연막도 혈관과 느슨하게 닿아 있어 연막과 혈관사이엔 혈관주위 공간이 생긴다. 이 혈관주위 공간은 동맥, 정맥과 소동맥, 소정맥까지는 있으나 모세혈관에 가면 없어진다(그림 10).

신체의 다른 부분들에서처럼 뇌에서도 소량의 단백질이 모세혈관에서 간질조직으로 새어나간다. 뇌조직에는 진짜 림프계가 존재하지 않으므로, 이 단백질은 주로 혈관주위 공간을 통과하고, 일부는 연막을 통하여 직접 지주막하강으로 확산된다. 이렇게 지주막하강에 도달한 단백질은 뇌척수액과 같이 흘러, 지주막 융모를 통하여 정맥으로 흡

수된다. 그러므로 혈관주위 공간은 기능적으로는 뇌를 위해 특성화된 림프계라 하겠다.

뇌척수액과 단백질을 운반하는 것 이외에 혈관주위 공간은 외부에서 유래한 입자들을 뇌에서 지주막하강으로 운반한다. 예를 들면 뇌에 감염이 있을 때마다 죽은 백혈구나 감염으로 인한 다른 부스러기들이 이 혈관주위 공간을 통해 운반된다.

(3) 뇌척수액압

뇌척수액계의 정상압력은 수평으로 누운 자세에서 평균 130mmHg (10mmHg)이며, 정상범위는 $65\sim 195\text{mmHg}$ 사이이다.

① 지주막 용모에 의한 뇌척수액압의 조절

뇌척수액압은 지주막 용모를 통한 흡수에 의하여 거의 전적으로 조절된다. 그 이유는 뇌척수액 생성속도는 항상 일정하므로 이것이 압조절의 요인이 되지 못하고, 지주막 용모가 “밸브”와 같은 기능을 하여 척수액을 정맥동으로 이동하게 하기도 하며, 이동을 못하게 하기도 한다. 정상적으로 이 밸브작용은 뇌척수액압이 정맥동의 혈압보다 약 1.5mmHg 이상 높을 때 뇌척수액이 지주막하강에서 정맥혈로 이동하게 한다. 그리고 뇌척수액압이 보다 커지면 밸브도 더 넓게 열리므로 정상 상태에서는 커다란 입자성 물질, 섬유화 또는 뇌질환으로 인해 뇌척수액으로 과다하게 새어 나온 혈장 단백질에 의해서도 때로는 막힐 수 있다.

② 뇌의 병적 조건에서 높은 뇌척수액압 큰 뇌종양이 뇌척수액의 혈액 내로의 흡

수속도를 감소시켜 뇌척수액압을 증가시키는 수가 종종 있다. 예를 들어, 천막 위에 있는 종양이 점차 커져서 뇌를 아래로 누르게 되면 뇌간 주위의 지주막하강에서 천막구멍을 통해 위로 흐르는 뇌척수액의 흐름이 심하게 장애를 받아 대뇌 지주막 용모에 의한 뇌척수액의 흡수가 크게 감소한다. 결과적으로 천막 아래쪽의 뇌척수액압이 500mmHg (37mmHg 혹은 정상의 네 배)까지 증가할 수 있다.

두개강내 출혈이나 감염 시에도 뇌척수액압이 상당히 증가될 수 있다. 이런 경우에는 뇌척수액 내에서 적혈구나 백혈구가 갑자기 증가되어 지주막 용모를 통한 흡수에 이용되는 작은 통로들이 막힐 수 있다. 때로는 이로 인해 뇌척수액압이 $400\sim 600\text{mmHg}$ (정상의 약 네 배)까지 증가된다.

어떤 아이들은 태어날 때부터 뇌척수액압이 높다. 이는 종종 지주막 용모를 통한 재흡수에 대한 저항이 비정상적으로 크기 때문인데, 지주막 용모가 너무 적어도 그럴 수 있고, 용모의 흡수성이 비정상이어도 그럴 수 있다. 이는 뒤에 수두증과 연계되어 논의될 것이다.

③ 뇌척수액압의 측정

뇌척수액압 측정 방법은 먼저 환자를 한쪽 옆으로 수평으로 눕게 하여 척수액압과 두개강내압이 같아지게 한다. 이어서 요추 천자용 바늘을 척수의 하단에 해당하는 요부 척추관에 찔러 넣고, 유리관을 연결하여 척수액이 이 유리관에 차오르도록 둔 뒤 더 이상 오르지 않을 때의 눈금을 읽는다. 만약

천자 바늘보다 136mm 높게 올라갔다면 그 압력은 136mmH₂O라는 것을 말해준다. 이를 수은의 비중은 13.6으로 나누면 약 10mmHg가 된다.

④ 혈뇌척수액 그리고 혈액뇌장벽

뇌척수액 성분은 신체의 다른 부위의 세포외액 성분과 같지 않다. 그리고 많은 커다란 분자들이 혈관에서 뇌척수액 또는 뇌의 간질액으로 거의 통과하지 못한다. 그러므로 혈액과 뇌척수액 사이에는 혈뇌척수액 장벽(blood-CSF barrier)이 있고, 혈액과 뇌액 사이에는 혈액뇌장벽(blood-brain barrier)이 있다. 이들 장벽은 맥락막층에 있고, 모든 뇌 실질 조직에 있는 모세혈관막에 있다. 다만 시상하부의 일부 영역들, 송과체, 그리고 맨 아래 구역(area postrema)은 예외로 여기서는 물질이 쉽게 뇌조직 공간으로 확산된다. 이렇게 쉽게 확산되는 것이 매우 중요한데, 뇌의 이 부분에 체액의 변화, 즉 삼투압, 포도당농도 등의 변화에 반응하는 감각기관이 있어서 이것에 의하여 이들 각각의 요소를 조절하기 위한 피드백 신호가 나가기 때문이다.

이들 장벽을 잘 통과하는 것은 물, 이산화탄소, 산소 그리고 알코올과 대부분의 마취제와 같은 지용성 물질이고, 투과성이 약한 것은 나트륨, 칼륨, 염소이온 등이다. 거의 투과되지 않는 것들은 혈장단백과 많은 큰 유기 분자(large organic molecules)등이다. 그러므로 종종 이 장벽 때문에 단백질 항체들 또는 비지용성 약물이 뇌척수액 또는 뇌조직에서 효과적인 농도를 유지하지 못한다.

이 장벽들의 투과성이 낮은 이유는 모세혈관의 내피세포가 서로서로 합쳐져서 치밀이음부(tight junction)을 형성하여, 이 내피세포들 사이에 거의 구멍이 없기 때문이다.

3) 뇌의 대사

다른 조직과 마찬가지로 뇌는 대사를 수행하기 위하여 산소와 영양소를 필요로 하지만 뇌대사에는 특별한 점들이 있다.

(1) 전체 대사율과 뉴런의 대사율

정상조건 하에서 신체 전대사의 약 15%를 뇌대사가 차지한다. 그런데 뇌의 질량은 전신의 약 2%에 해당하므로, 휴식 상태에서 단위 질량당 뇌의 대사는 신경계 이외 다른 조직의 평균적인 대사의 약 7.5배나 된다.

이 과잉대사의 대부분은 뉴런에서 일어나며 신경교 세포에서는 거의 일어나지 않는다. 뉴런에서 대사의 주 필요성은 막을 통한 이온의 펌프인데 주로 나트륨, 칼슘 이온을 신경원 막 밖으로, 칼륨, 염소이온을 뉴런막 안으로 운반하는 것이다. 뉴런이 활동전위를 전도할 때마다 이들 이온은 막을 통하여 반대 방향으로 움직이는데, 막 안팎의 이온 농도 차이를 적절히 회복시키기 위하여 부가적인 막 수송(membrane transport)의 요구가 증대된다. 그러므로 과도한 두뇌 활동기간 동안 신경 대사는 100~150% 정도 증가될 수 있다.

(2) 산소에 대한 뇌의 특별한 요구-혐기성 대사의 결여

신체 대부분의 조직은 산소 없이도 몇 분

에서 길게는 30분까지 지탱하는데, 이때 조직세포는 혐기성 대사, 즉 산소의 결합 없이 포도당과 당원의 부분적 분해로 에너지를 얻는다. 상당량의 포도당과 당원을 소비한 대가로 에너지를 얻는데, 여하튼 이것으로 조직 기능이 한동안 유지된다.

그러나 운이 없게도 뇌는 혐기성 대사를 할 수가 없다. 이유는 뉴런의 너무 높은 대사를 때문에 다른 신체조직보다 훨씬 더 많은 에너지가 요구되기 때문이다. 또 다른 이유는 뉴런에 당원 저장량이 매우 적어서 당원의 혐기성 분해를 많은 에너지 공급에 이용할 수 없다. 역시 산소 저장량도 매우 적어서 신경활동은 혈액에서 운반되는 그때그때의 산소에 의존한다.

이런 여러 가지 요인을 감안하면 뇌에 혈액공급이 차단되거나, 산소가 부족하게 되면 510초 이내에 무의식 상태에 빠지는 것을 이해할 수 있다.

(3) 정상의 조건에서 대부분의 뇌 에너지는 포도당에 의하여 공급된다.

정상상태에서 뇌세포에 의해 이용되는 거의 모든 에너지는 혈액에서 공급되는 포도당에 의존한다. 산소와 마찬가지로 포도당도 혈액에 의해 공급되며, 뉴런에 당원으로 저장된 포도당의 이용은 2분을 넘기지 못한다.

포도당의 뉴런막을 통한 운반은 인슐린에 의존하지 않는다. 그러므로 인슐린분비가 거의 없는 심각한 당뇨병환자에서조차도 포도당은 쉽게 뉴런으로 확산된다.

이것은 당뇨병 환자의 정신기능소실을 방

지하기 위해 다행스러운 일이다. 그러나 당뇨병 환자에서 인슐린이 과다하게 사용되었을 때, 뇌의 혈중 포도당 농도가 심하게 떨어질 수 있다. 왜냐하면 지나친 인슐린이 전신의 인슐린의 존성 세포로 포도당을 들어가 버리도록 하기 때문이다. 그래서 뉴런에 공급되는 포도당이 불충분하여 정신기능이 심하게 손상 받아 혼수에 빠지기도 하며 정신적 심리적 장애를 일으키기도 한다.

4) 두개골 봉합과 관절의 움직임

두개골 봉합 안에는 일정한 형태로 형성된 인대구조물로 형성되어 있다. 이 인대 안에는 다수의 자유신경 종말이 있다(Reitzlaff et al 1979). 인간의 두개골 봉합에 있는 연조직에 대한 세포학적 평가에서 어느 정도 반복적인 신전현상을 암시하는 굵을형태의 Sharpey's fiber가 있고 봉합의 구조상 각지 긴 듯한 모습은 굵혀 질 수 있는 힘과 전체적인 에너지를 흡수 할 수 있는 능력을 보여준다. 또한 이러한 변화들을 순응하기 위해 내측엔 교원질로 채워져 있으며 각지 긴 듯한 물려있는 두개골 봉합은 두개골 요구에 중요한 역할을 담당한다. 이러한 봉합의 움직임은 뇌조직의 뇌척수액의 생산과 재흡수의 양과 비율, 혈액의 양 그리고 동맥의 공급비율과 정맥배출 그리고 연결조직들의 점탄적 특성을 포함하는 살아있는 두개골의 수력학적 반응과 같이 다양한 요인들이 두개골 움직임에 관련되었다(Adam et al 1992). 25명으로부터 접형골과 후두골기저 관계를 X-선 검사를 통해 평가하여 Sutherland가 설명한 굴곡(Flexion), 신전(Extension), 외측 굴곡(side

banding), 염전(Torsion), 수직변위(Vertical) 그리고 외측좌상(Lateral strain)을 포함하는 분명한 구조적 기계적 변화를 보여 주었고(P. Greenman 1970), 두개골 치료법을 교육받은 의사들의 촉진(CRI)결과를 비활동적인 환자에게 기계-전기적 방법으로 측정한 결과와 비교하였다. 특수한 스트레인 게이지, 심전도, 근전도, 그리고 통합된 근전도 패턴은 각 촉진된 느낌들(부드러움, 규칙적, 울동적, 빠르고 튀는 느낌, 불규칙적)과 무작위적인 가능성을 증가하는 일치성을 보였고(Upledger & Kami 1979), 고감도 측정기를 사용하여 고양이의 두개골 내부피의 작은 증가가 두정골의 운동성을 유발시키고 시상봉합을 넓힌다는 것을 보여주었다. 두개관은 측정할 수 있을 정도로 팽창한다고 하였다(S. R. Helsey & T. Adams 1993).

봉합 기능장애는 봉합을 따라 형성되어 여러 공(foramen)을 통과하는 혈관들과 신경들의 기능을 방해한다. 영향 받는 공(foramen) 중 포함되는 것은 대천추체신경이 통과하는 파열공(foramen lacerum)이다. 이 신경은 뇌의 후두엽 혈액 공급에 강한 영향을 미친다. 또한 수직 변형에 의해 영향을 받는 것은 동안신경이 통과하는 상완와열구이다.

5) 두개천골계의 상호적 긴장막

두개천골계의 상호적 긴장막인 대뇌경막(falx cerebri), 소뇌경막(falx cerebelli) 그리고 소뇌천막(tectorium cerebelli)은 두 겹의 겹으로 조성된 두개골 경막으로 인해 형성된다. 그러므로 이중 한 경막에 유연성 변화가 발생하면 다른 경막에도 이상현상을 유발시킨다.

경막 장애는 외상적 압박 또는 두개골 관절의 유연성 변화로 인해 발생할 수 있으며 이로 인해 뇌로부터 정맥배출이 심각하게 소실될 수 있다(Upledger & Vredevoogd 1983, Kami et al 1983). 봉합에서 발생하는 주요 운동성은 반복적으로 발생하는 신전과정(쭉아지고 길어지는)과 굴곡과정(짧아지고 두터워지는)이다. 경막들은 이러한 움직임을 제한한다. 대뇌경막은 신전과정을 제한하고 소뇌천막은 굴곡과정을 제한한다. 그리고 대뇌경막과 소뇌천막이 두개골 중심에서 융합되기 때문에 상호적 긴장막이라고 한다. 두개골 치료에 있어서 가장 중요한 치료목적은 경막의 균형상태를 정상화시키는 것이라고 말한다. 간단히 말해 두개골 치료의 목적은 경막긴장에 균형을 회복시키는 것이다. 두개골 사이에 운동성 제한이나 또는 변화가 있다면 대뇌경막과 소뇌천막의 상호적 긴장막에 정상적 역동현상이 발생할 수 없다. 상호적 긴장막에 비정상적 현상이 지속된다면 정맥 배출에 이상이 발생하여 신경 잠식현상을 유발시켜 신경기능을 감소시킨다(Greenman 1989).

6) 두개골의 울동적인 임펄스(CRI : Cranial rhythmic impulse)

두개골의 울동적인 자극(CRI)은 두개천골계의 생리계의 울동적인 움직임의 활동이다. 두개천골계의 구조들은 뇌척수막 주위로 구성되어 있고 두개천골계는 신경계(가장 직접적으로는 뇌와 척수), 근골격계(가장 직접적으로는 두개골, 척추, 그리고 골반)의 기능과 밀접하게 연관되어 있고 근막은 다른 시

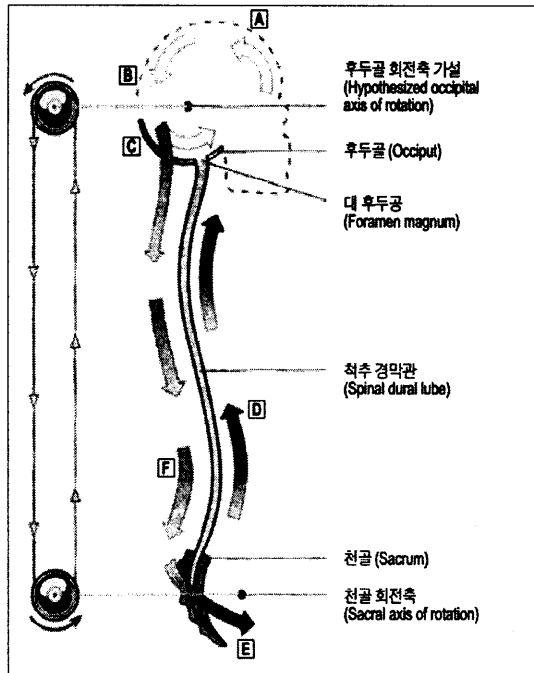


그림 11. 두개천골 움직임의 굴곡 단계 중 가설된 움직임의 방향. 두개천골 움직임의 굴곡단계. A:경좌후방으로 움직인다. B:그리고 하방으로, C:소뇌천막은 외측으로 당겨진다. D:척추경막 전면은 상방으로 움직인다. E:척추경막은 천골 둘째마디 천골관 전면에 부착되어 있다. F:척추를 굴곡시킨다.

스텝들과 관련되어 있다.

CRI는 두개골 울동적 현상의 속도와 리듬 또한 질(quality)과 진폭(amplitude)들을 통해 두개골 기전의 상태를 평가하는 직접적인 방법으로서 폭 넓게 사용된다. 속도 또는 진폭의 증가와 감소현상 그리고 불균형적이며 불규칙적인 현상은 문제가 있다는 것을 암시하며 두개골과 천골의 제한성과 관련된 구조적인 문제를 뜻한다.

무의식적인 뇌의 움직임은 상호적 긴장막, 경막 그리고 이를 통해 두개골과 천골의

움직임은 두개골의 관절(봉합)의 자유로운 움직임에 의존한다고 제시하였고 (W. G. Sutherland 1939), 서드랜드의 가설을 지지하면서 맥락총(choroid plexus)에서 생산되는 뇌척수액의 변화가 뇌의 운동성에 영향을 줄 수 있으며 CRI를 조절한다고 주장하였다(H. Magoun 1976).

아교세포(oligodendroglil cell)의 박동에 의해 뇌척수액에 영향을 미쳐 추진시킨다 하였고(C. E. Lumsden 1951), 림프혈관의 수축력이 CRI를 발생시킨다고 제시하였다

(Degenhardt & Kuchera 1996). CRI는 촉진되고 두개골을 움직이는 것은 맥락총에서 생성되는 뇌척수액, 아교세포의 박동, 피질 신경원이 생산하는 전기계, 피질산화대사, 심장박동과 박동수의 변수(Heart rate variability)등이 두개골움직임을 변화시킨다고 주장하였다(Mcpartland & Mein 1977). 만약 이러한 여러 가지 원인에 의해 두개골 운동성이 사실이라면 CRI를 조성하는 기전과 공통적인 것들은 교감신경과 부교감신경계 사이의 균형일 것이다. 다시 말해 CRI를 통한 평가에서 건강이란 교감미주신경의 균형에 의존한다. 이러한 CRI는 조직의 유동액의 움직임, 특히 전신을 통한 결합조직의 이완을 강화하고 자율신경계 반응의 유연성 복원을 위한 훌륭한 'Shotgun'(적용시 움직임은 작지만 두개골 내에서 일어나는 효과는 방대한 것을 의미) 테크닉이다. 따라서 이러한 두개골의 운동성복원은 자가면역 장애, 어린이의 자폐증 행동장애, 그리고 불안을 호전시키는데 사용한다.

7) 두개천장 치료의 원리(Principles of Craniosacral Treatment)

두개천장기법의 목표는 운동제한이 있는 관절의 움직임을 회복하고 수막의 장력 제한을 감소시키며 순환을 증진(특히 정맥계)하고 두개골의 기저부에서 대공(foramen)을 빠져 나가는 곳의 신경포착(neural entrapment)의 가능성을 감소시키고 두개리듬입펄스 활력(vitality)을 증가시키는 것이다. 이러한 기술은 두부와 경부에 국소적 효과와 전신적 효과를 나타내며 이 모든 것은 환

자의 건강수준을 증진시킨다. 이러한 목적은 모두 수막장력의 균형을 회복하므로서 이를 수 있다. 대뇌겉막과 소뇌천막의 정상적인 동적 상호장력(dynamic reciprocal tension)은 두개골과 봉합의 관계에 제한이 있거나 변화한 경우 소실된다. 수막장력의 변화는 두개골 내의 정맥동에 영향을 미치며 정맥 배출이 감소되어 전체적 두개강 내의 울혈을 일으킨다. 경막은 두개골 내측면의 골막에 바짝 부착되어 대공을 빠져나간다. 비정상적 경막장력은 신경포착이 될 수 있으며 신경계의 기능을 변화시킬 수 있다. 수막장력의 균형 회복, 정맥흐름의 증진, 신경포착의 감소 및 정상적 CRI횟수, 리듬, 진폭의 허용으로 골의 최대가동성은 회복된다(Greenman 1989).

8) 두개천골 기법

(1) CV-4 테크닉(제4뇌실 압박: Compression of the 4th ventricle)

환자의 후두골에 테크닉을 적용함으로써 스틸포인트를 발생시키는 것을 전통적으로 'CV-4테크닉'이라고 부른다. CV-4는 '제4뇌실 압박'을 뜻한다. 이 경우에 제4뇌실이라는 것은 뇌실을 말한다. 이 테크닉의 창시자인 Sutherland는 제4뇌실을 압박하면 이 뇌실 벽이나 뇌실 안에 있는 모든 생체 신경 중추에 영향을 준다고 믿었다.

후두린은 두개 내 척수액 압력 변화에 영향을 미친다. CV-4 테크닉은 이 다른 가능한 경로로 방향을 돌린다. 이로 인해 CV-4 테크닉은 뇌척수액의 움직임을 촉진하며 교환한

다. 뇌척수액 움직임의 향상은 혈행 정지에 의해 응혈 형성이 촉진되는 두개골 내 출혈 (intracranial hemorrhage)과 두개골 내 압력 변화가 혈관파괴 또는 혈액누출을 일으키는 대뇌동맥류의 경우를 제외하고는 항상 유의한 것이다.

CV-4 테크닉은 횡격막 활동과 호흡의 자율신경 조절에 영향을 준다. 그리고 교감신경계의 긴장도를 매우 현저하게 이완시키는 것으로 보인다. 이 테크닉을 스트레스가 많은 환자의 만성적 교감신경계의 과긴장 (chronic sympathetic hypertonus) 상태를 감소시키기 위해 자주 사용한다. 스틸포인트의 발생으로 인한 자율신경 기능향상은 항상 예견되는 결과이다.

인체의 모든 결합조직을 이완시키기 때문에 급성과 만성 근골격계 장애에 유의하다. 퇴행성 관절염, 대뇌울혈(cerebral congestion)과 폐울혈(pulmonary congestion), 분만조절 (regulating labor), 그리고 종속적 부종 (dependent edema) 감소에 효과적이다.

CV-4 방법은 환자를 Supine 상태에서 치료사는 환자의 머리쪽에 앉아 양쪽 팔을 테이블 위에 놓은 다음 손가락은 서로 겹쳐서 포개지게 하여 양손 무지용기(Terner eminence) 부위가 환자의 후두골 용기 외측 그리고 후두린 외각(Lateral angle of occipital squama)의 내측 부위에 놓여지도록 한 다음 두개골의 음울적 리듬이 감지 될 때까지 기다리고 이때 가하는 힘이 손힘이 아니고 전완의 굴곡근으로 수축이 이루어져야 한다. 압박을 가하는 약간의 힘을 유지하면서 두개골의 음울적 리듬이 정지될 때까지 후두골의 굴곡

과정에 저항하고 치료과정 중 환자가 땀을 흘리거나 긴 숨을 내쉬거나 또는 뚜렷한 호흡패턴이 바뀌는 현상이 나타날 수 있고 접촉된 손을 통해 따뜻한 느낌과 부드러워지는 느낌을 느끼게 한다, 이것을 스틸포인트 (still point)라 한다. 치료사는 이 스틸 포인트를 약 5번의 순환이 지날 때까지 치료과정을 유지한 다음 두개골 움직임이 다시 나타날 때까지 기다린 후 손을 땀다.

Upledger와 Vredevoogd는 강한 움직임이 양측으로 나타나는 것을 감지할 때 저항하는 힘을 중지하고 두개천골 움직임의 진폭과 대칭성을 평가하였다.

이 치료법은 훌륭하게 사용될 수 있는 이완 치료법으로서 두개골의 음률적 기능을 호전시키며 몸 전체에 림프의 흐름을 호전시킨다고 주장하였다. 이 치료 테크닉은 뇌척수액의 움직임을 호전시키고 후두골하 부위에 온도를 증가시킨다고 보고하였다.

CV-4 테크닉은 두개골 치료법 중 가장 유용한 테크닉 중 하나라고 보고하면서 두통을 해소시키고 열을 내리고, 분만과정에 도움이 되며, 충혈된 공동(sinus)과 폐에 도움이 되며 부종현상을 감소시키는데도 사용될 수 있다.

CV-4 테크닉은 횡격막 활동과 호흡의 자율적 조절에 영향을 주며 뚜렷하게 교감신경계를 이완시킨다고 믿는다(그림 12).

(2) 두개저 기저 이완(Cranial Base Release)

이 테크닉은 두개골 기저에 부착된 연부 조직들을 이완시켜 상부경추 심부 근육들을 이완시키면 머리로부터 뇌척수액의 배출과

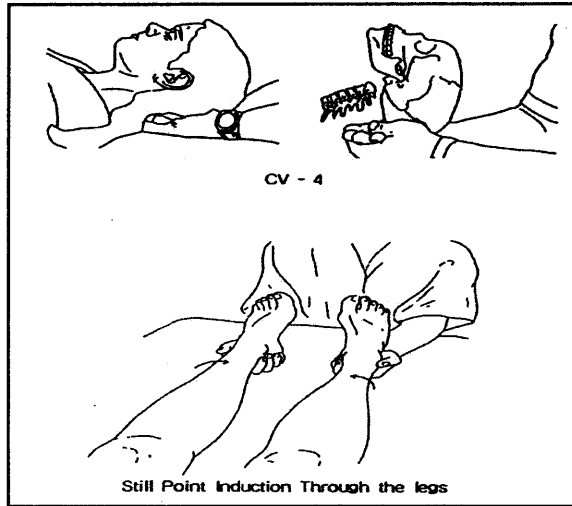


그림 12. CV-4 테크닉

정을 호전시키며 뇌척수액의 순환을 도와 두개골내 뇌척수액의 충혈현상을 감소시킨다. 이 연부조직들이 과긴장 현상이 발생하면 후두골뿐만 아니라 측두골의 운동성을 제한시킬 수 있다. 환자는 바로 누운 자세(supine)를 취하게 하고 치료사는 누워있는 환자의 테이블 머리쪽에 앉아 양쪽 팔을 테이블 위에 휴식을 취한다.

치료사의 손등은 테이블 위에 놓이게 하며 손가락들은 지붕을 향하게 하여 지렛대의 받침대처럼 환자의 후두골이 그 위에 놓이게 한다. 두개골의 후면은 치료사의 손바닥에 놓여지게 한다. 치료사의 손가락들은 후두골을 받치게 하여 지렛대의 받침대가 되도록 한다. 그리고 환자는 머리의 무게로 눌러지게 하여 가해지게 되는 압력이 주위 연부조직들이 이완되게 한다(그림 13).

9) 합병증과 금기증(Complications and Contraindications)

두개천골 치료에서의 합병증은 다행히 매우 적지만 일어나기도 한다. 전신의 기능을 조절하는 뇌간은 접형기저 접합부와 복잡한 연관을 맺고 있다. 두개천골치료 특히 접형기저 조산경향을 치료할 때 계통 기능의 신경계 조절 변화를 일으키며 악화증상을 나타낼 수 있다. 이것은 심박동률, 혈압과 호흡의 변화 및 오심, 구토, 설사 등의 소화 장기의 과민증상을 일으킬 수 있다. 이러한 악화증상은 자율신경계 조절의 변화로 나타난다. 악화 증상과 징후와 합병증이 잠재된 두 번째 부위는 두통과 어지러움, 이명이 나타나는 증후군의 영역이다. 전정계(vestibular system)의 측두골의 균형과 불균형에 매우 민감하다. 동시성이거나 비동시성으로 측두골

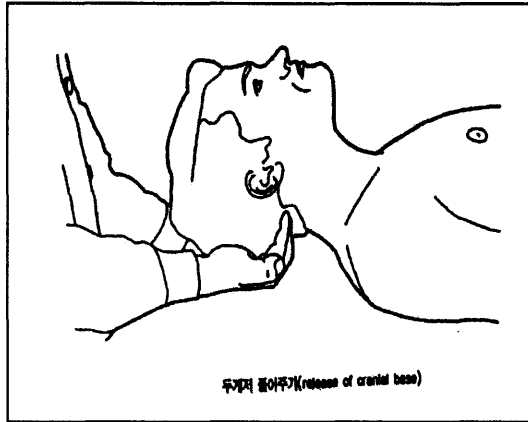


그림 13. 두개골기저 이완

흔들기를 과도하게 또는 부적절하게 적용하게 되면 어지러움, 현기증, 오심 구토와 같은 악화증상을 일으킬 수 있다. 개개인의 정신적, 정신학적 문제가 있는 환자에서 두개천골기법을 적용할 때는 주의하여야 한다 (Greenman 1989).

III. 결 론

지금까지 살펴본 바와 같이 두개천골 치료 시 뇌척수액과 뇌혈류가 증가됨에 따라 자율신경계의 유연성을 회복하여 인체의 항상성을 유지하는데 많은 연관성이 있음을 알 수 있다. 우리는 흥분과 이완의 상태를 반복하며 살아간다. 일상생활 중 스트레스가 일어날 때 교감신경은 계속적으로 활성화된다. 교감신경은 자주 누적된 스트레스를 방출할 수가 없는데 현대사회에서는 자극된 교감신경계에 의해 발생된 에너지를 방출할

수 있도록 인체가 즉각적인 활동을 할 수 있는 충분한 기회가 주어지지 않는다. 그러므로 우리가 방출하는 에너지보다 스트레스 자극에 의해 발생한 에너지가 날마다 더 많이 축적됨으로써 교감신경계의 강직성 활동의 정도가 증가된다. 이렇게 증가되는 교감신경계의 강직성은 심장 박동의 속도를 증가시키며, 혈압을 상승시키며, 위장을 경직시키고, 장을 연속시키며, 혈액의 흐름을 중요 생명 기관에서 근육으로 이동시킨다. 이러한 상태로 있게 되면, 인체는 원활하게 생존하기 어렵게 된다(Upledger & Vredevoogd). 자율신경계의 유연성이 파괴로 인하여 각종 질환이 발생하고 이러한 질환을 두개천골 치료를 통해 성공적으로 치유되고 있다고 여러 논문에서 발표하고 있다. 두개 봉합과 관절의 움직임 그리고 대뇌경, 소뇌경, 소뇌천막의 상호적 긴장막과 두개골 운동적인 임펄스 등으로 인하여 두개천골 치료를 사용했을 때 두개골의 움직임과 뇌실질의 자

극으로 인해 뇌척수액의 흐름과 횡격막 활동 그리고 자율신경계 조절에 영향을 줄 수 있다. 우리는 질환치료를 위해 전통적으로 약물치료, 수술치료, 심리치료 등이 행해졌으나 두개천골치료는 이를 상당 대체할 수 있을 것이라 미루어 짐작할 수 있다. 두개천골 치료시 뇌척수액과 뇌혈류가 증가함에 따라 자율신경계의 유연성을 회복하여 인체의 항상성을 유지하는데 많은 연관성이 있음을 알아보았으나 추후 이 연구에 대해 더욱더 과학적이고 실증적인 연구가 뒷받침되고, 다양한 치료법이 개발되고 보급되어 많은 환자들에게 시술될 수 있도록 배가의 노력이 뒤따라야 할 것이다.

참고문헌

강두희 생리학(개정4판), 신광출판사. 1992
 노민희, 인체해부학, pp. 401-407 서울: 정담
 데이비드 윌터, 응용 근신경학, 경기: 대성의
 학사 pp.500-540
 대한추나학회 학술위원회 Osteopathy 의학의
 기초 Foundations for Osteopathic Medic 서울
 : KCA PRESS pp.1019-1034.
 이병채, 카우스 이론을 이용한 생체 비선형
 동역학 시스템의 특성 해석, 연세대학교
 대학원, 박사학위 논문, 1995
 전산초, 산업사회와 간호학의 방향, 연세간
 호학논문집, 제3호, 1971.
 최영희, 내외과 간호학 임상교육에 관한 일
 연구, 이화간호학회지, 제5호, 1971.
 함용운 외 (역), 두개골치료의 이론과 실제

서울: 대학서림
 해리슨 내과학 편찬위원회 편, 내과학-2 서
 울: 정담 pp. 2530-2534
 Adams T Heisey R, Smith M, Briner B 1992.
 Parietal bone mobility in the anaesthetised cat.
 Journal of the American Osteopathic
 association 92(5) May : 599-622
 Arthur C. Guyton, M.D., John E. Hall, Ph. D.
 의학 생리학 서울: 정담 pp. 800-822,
 988-990
 Bell, J.M., Streeful life events and Coping
 Methods in mental-illness behaviors, Nursing
 Research, 26:2, 1977.
 Bosma, H., Peter, R, Siegrist, J., & Marmot,
 M.(1998). Two alternative job stress models
 and the risk of coronary heart disease. Am. J.
 Public Health 88 : 68-74
 Brown, G.W., Life events, Psychiatric disorders
 and physical illness, J. Psychosom Research,
 25:5, 1981
 Degenhardt B, Kuchera M., 1996 Update on
 ostopathic medical concepts and the lymphatic
 system. Journal of the American Osteopathic
 Association 96(2) February : 97-100
 Feinberg D, Mark A. 1987. Human brain motion
 and cerebrospinal circulation demonstrated
 with MR velocity imaging Radiology 793-799
 Frymann V 1971. A study of rhythmic motions
 of the living cranium. Journal of the american
 Osteopathic Association 70(May) : 928-945
 Greeman P. 1970 Roentgen findings in the
 craniosacral mechanism. Journal of the

- American osteopathic Association 70(1)
September : 1-12
- Greenman P. 1989 Principles of manual medicine,
Williams and Wilkins, Baltimore
- Harold Ives Magoun, D.O., Osteopathy in the
Cranial Field
- Heisey S, Adams T 1993 Role of cranial bone
mobility in cranial compliance. Neurosurgery
33(5) :869-877
- Karni Z, Upledger J, Mizrahi J et al 1983
Examining the cranial rhythm in long standing
coma and chronic neurological cases. In :
Upledger J, Verdevoogd J craniosacral
therapy. Eastland press, Seattle
- Lumsden C. 1951 Neural oligodendrocytes in
tissue culture Experimental Cell Research 2 :
103-114
- Mcpartland J. 1996 Craniosacral iatrogenesis.
Journal of Bodywork and Movement Therapies
October 1(1):2-5
- Mcpartland J, Mein E 1997 Entrainment and the
cranial rhythmic impulse. Alternative
Therapies in Health and Medicine 3(1) :40-44
- Magoun H. 1976 Osteopathy in the cranial field,
Journal Printing Co., Kirksville, MO
- Upledger J, Verdevoogd J. 1983 Craniosacral
therapy. Eastland press. Seattle
- Philip E. Greenman. 정형물리치료학 서울: 영
문출판사 pp.159-172
- Vrijkotte, T.G.M., van Dooornen, LJP., de Geus,
E.J.C. (2000). Effects of work stress on
ambulatory blood pressure, heart rate, and
heart rate variability. Hypertension 35:
880-886
- Shapiro, H.M.(1975). Intracranial hypertension;
The therapeutic and anesthetic considerations,
Anesthesiology, 43, 445-470
- Retzlaff E, Mitchell F Jr, Upledger J 1979. Aging
of cranial sutures in humans. Anatomy Records
193:663
- Sutherland W. 1939 The cranial bowl. Free Press
Co., Mankato, MN
- Upledger J, Karni Z 1979 Mechano-electric
patterns during craniosacral osteopathic
diagnosis and treatment. Journal of the
American Osteopathic Association 78(July)
:782-791
- Upledger & Verdevoogd, Craniosacral Therapy
(한국어판)
- Upledger, Craniosacral Therapy II : Beyond the
Dura(한국어판) 서울: KCA PRES