

# 透析치료와 간호

(下)

## 2. 혈액투석

- 4) 투석과 투석사이 간호
- 5) 회복기간호
- 6) 만성신장기능 부전증을 위한 주기적 혈액투석

## 3. 복막투석

※ 참고문헌

金光珠

<본회섭의위원, 경희의대간호학과장>

대다수의 약은 신장을 통해 배설되므로, 신장 기능부전환자에게는 증폭증상을 일으킬 수 있는 농도에 속히 도달하기 때문에 이러한 환자에게는 항생제 치료에 문제가 따른다.

만일 이 환자에게 감염이 생기면, 조심스럽게 미생물학적 검사를 통해 항생제를 선정해야 한다.

노독증환자가 전신이 쇠약해지고 모세혈관이 허약해지면 구강점막이 빈번히 헐고, 출혈이 된다. 이때 환자들은 감염에 대한 감수성이 예민하기 때문에 구강간호도 이들 환자간호의 중요한 부분이다. 불결한 입은 세균성 폐염을 유발시킬 수 있는 세균의 증식을 향상시키므로 가능하면 환자 스스로, 그렇지 못하면 도움을 주어 서라도 이를 닦도록 용기를 북돋우어 주어야 한다. 환자 스스로 할 수 없으면 자주 구강청결액으로 구강세척을 하게 하여 점막을 보호해야 한다.

노독증환자는 위장출혈 경향도 있으므로 그 증후도 잘 관찰하여야 한다.

투석의 빈도는 환자의 상태와 환자의 급성신장기능부전증의 정도에 의존한다. 위태롭게 앓거나 이화작용이 심할 때에는 자주하게 된다. 필요하면 매일 해야한다.

이화작용(catabolism)이 심한 환자는 단백질이 빨리 파괴되기 때문에 혈액내 노소의 농도를 높게 유지하므로 투석을 자주 시행해서 환자와

전신상태를 향상 시키게 한다.

## 4) 투석과 투석 사이 간호

급성신장기능부전증은 심한 질병이나 위독한 내외과적 문제의 합병증이기 때문에, 간호원은 知的으로 증상을 발견하고, 가장 효과적이고 적당한 간호를 하기 위해 환자의 근본되는 질병을 알아야 한다.

급성신부전증환자는 심한 수분과 전해질의 불균형 문제를 가지고 있으므로 간호원은 환자의 체중과 섭취 및 배설량을 정확하게 측정하여야 한다. 정확한 체중 측정은 Na과 수분의 요구를 알려주는 것으로 이용할 수 있다.

수분 및 전해질 균형이 치료의 중요한 부분일 때는 수분균형 기록은 필요하게 된다.

수분 및 전해질이 정확하게 대처되고 따라서 잠재적 불균형을 예방하도록 수분 및 전해질 소실의 직접 측정이 요구된다.

이러한 경우에 간호원은 환자에게서 배출되는 모든 수분을 모아서 그 양을 측정한다.

흘렀거나 소실된 것도...

땀노 또는 무뇨환자에게서 배출된 소변검사는 진단적 가치가 높기 때문에 의사가 버려도 좋다고 할때 까지 버리지 않는다.

급성신장기능부전증 환자의 음식섭취와 수분섭취에 관해서는 특별한 계획이 있어야 한다. 그 질병의 땀노기 동안에는 하루에 수분을 500cc 이상은 주지 않는다. 이 수분 500cc의 대부분

분은 음식에 포함된 것으로 간주해야 한다.

심한 갈증을 호소할 때에도 포도당 열음조각을 빨게하는 것이 좋다. 이 포도당 열음 조각은 갈증을 완화시킬 뿐 아니라 필요한 칼로리를 충족하게 된다.

소변배설량이 증가됨에 따라 소변배출과 자연 소실되는 것을 충당시키기 위해 수분섭취도 증가시킨다. 환자가 배출한 수분량 이상으로 수분을 주면 적절한 신장기능이 없는 환자는 가능한 이외의 수분을 배설시킬 방법이 없기 때문에 그 수분은 체내에 저장되어 부종으로 나타난다.

혈액투석 치료를 받은 환자가 신장기능부전증이 있는 동안 환자의 음식은,

- (ㄱ) 뇨소형성을 감소시키기 위해 저단백,
- (ㄴ) 수분축적과 부종을 피하기 위해 저염,
- (ㄷ) 혈중 K의 고농도로 심장합병증을 피하기 위해 저 K식이어야 하고
- (ㄹ) 고열량식이든 뇨소형성의 감소와 단백질 파괴를 억제한다.

일반적으로 환자가 메스꺼워 하는 동안은 정맥주사나 도관주입식이 필요하다. 그러나 가능한 빨리 구강섭취를 시작하도록 해야한다.

### 5) 회복기 간호

뺨노 기간의 지속 기간은 환자의 연령, 환자의 상태 및 신장기능부전증의 원인에 달렸다. 이 기간동안 집중적인 치료와 간호는 이 기간 전체를 통한 환자파악과 사망의 위험이 있는 합병증을 예방하기 위해서 필요하다.

수분 및 전해질 불균형, 수분의 섭취 및 배설량 측정, 매일 체중 측정, 혈압측정등과 같은 계속 필수적 요소들이다.

이뇨기(회복기)는 24시간 동안 소변 배설량이 1,000cc일 때부터 시작한다. 흔히 환자의 호전적인 상태변화는 이뇨기가 시작된지 2-3일 후부터 나타난다. 즉 환자의 정신상태가 뚜렷해지고 오심, 구토가 사라지며 식욕이 돌아오게 된다.

회복기에 들어간 후에도 얼마동안 혈중 요소농도가 높게 지속되는데 그 이유는 아직 신체노관의 기능이 정상으로 돌아오지 못하여 수분 및 전해질의 배설이 증가되지 못한 때문이며 이 때

에는 삼투작용에 의해 이뇨작용이 일어나므로 농도는 높으나 차차 정상으로 돌아가게 된다.

이 때에 환자는 부종으로 저장되었던 잉여의 수분과 Na을 배설하기 시작하게 되어 이뇨기간 동안 소변배설량은 점차 많아져서 24시간에 5, 6, 7 리터에 도달하는 경우도 있다. 이 기간동안 가장 중요한 치료의 기준은 체중의 변화이므로 매일 정확한 방법으로 체중을 측정하여야 한다. 환자의 체중이 빨리 감소되고 또 환자의 소변량이 많아지기 시작할 때 소금 섭취는 조금씩 증가시킬 필요가 있다. 때로는 소변에서 소실되는 Na을 보상하기 위해 정상 요구량을 증가할 만큼 증가시킬 수도 있다.

때로 급성신장기능부전증의 회복이, 특히 나이가 많은 환자는, 느린 경우도 있다. 이때 환자를 이해하고 사기를 돋구어 주어야 한다. 오심 구토가 여러 날 계속되는 경우는 환자의 식욕이 계속 부진하여 환자의 회복의 속도를 부진하게 하는 결과가 되므로, 이때 간호원은 환자가 좋아하는 음식을 준다든가, 식사시간이 아니더라도 먹도록 권한다.

환자에게 권해야 할 또 한가지는 환자가 가능한한 빨리 침대에서 일어나 운동하도록 하는 것이다. 때로는 이웃 환자가 와서 운동하도록 하는 것도 도움이 될 수 있다.

여러가지 오락 활동은 환자의 억눌린 정서를 극복하는데 도움이 될 수 있다. 실제로 기분이 침울한 것은 이러한 환자가 회복기에 있을 때 흔히 있는 현상이기는 하다.

대부분의 경우 환자는 회복기간 동안에 퇴원할 수 있는데 이때 간호원은 환자가 자신을 보호할 수 있도록 필요한 내용을 교육하는 중요한 기능을 수행해야 한다.

환자에게 음식, 그 음식이 왜 중요한가를 이해시켜야 한다.

제한해야 하는 음식과 증가시켜야 할 음식, 어떤 증상이 있으면 어떤 음식을 줄이고, 어떤 현상이 일어나면 다시 증가시키는가에 대해서도 교육하여야 한다. 특히 수분과 염분의 섭취에 관한 교육은 철저히 해야 한다.

혈액투석 치료를 받는 환자를 위한 간호에 있

어서, 간호원의 성공은, 간호의 질에 직접적인 관련이 있고, 환자를 살릴 수 있는 복잡하고 기술적인 것을 의학 분야에서 적극적으로 참여할 기회를 부여하는데 있다.

#### 6) 만성 신장기능부전증을 위한 주기적 혈액 투석

만성 신장기능부전증(노독증)은, 대부분의 경우 한가지 또는 그 이상의 증상이 나타나고, 때로는 그 증상이 갑자기 나타난다.

즉 기면상태, 두통, 졸음, 구토, 보챔, 정신적 방황, 냄새가 고약한 호흡등..... 이러한 증상은 몇 주 동안 계속한다.

이때 치료하면 좋아지나 그렇지 못할 경우에 점차 혹은 갑자기 증상들이 심해져서 점차 졸림(drowsy)이 오게되고 호흡은 Cheyne-stokes 형의 호흡을 하고 깊은 코마에 빠지며 때로는 경련, 마치 간질과 흡사한 경련을 하며 또한 주로 노소(urates)로 구성된 흰 가루가 피부에 나타난다. 이러한 현상은 "uremic frost"라 하는데, 이러한 지경에 이르르면 곧 사망하게 된다.

#### 7) 치료 및 간호

신장기능부전증의 치료 및 간호는 신속하고, 원활하고 효과적이어야 한다. 그러므로 간호원은 관찰한 증상들을 즉시 보고해야 한다.

- 염분의 투여 : 매일 8gm을 정맥으로 투여함. 이는 정상인인 경우 배설되는 산성물질이 축적되는 것을 상쇄하기 위한 조치이다.
- 고 농도의 포도당 용액 투여 : 이는 이뇨를 자극하기 위한 조치로써 구강 및 정맥으로 투여 한다. 그러나 과잉 수분이나 염분의 섭취는 부종을 경감하기 위해 제한해야 한다.
- 섭취 및 배설량 측정을 철저히 해야하며 소변 배출에 어떤 변화가 올 경우 이를 곧 보고 한다.
- 감염에 대한 특별한 보호 : 약간의 호흡기계 질환이 있는 사람은 누구나 이 환자와 접촉하지 못하도록 해야 한다. 그래서 이 환자가 약간의 오한같은 감기의 최초기증상이 나타나더라도 곧 이를 보고해야 한다. 이렇게 간호원은 아주 세심하게 간호의 방법들을 이행해야 한다.

- 뇌 자극증상이 있으면 곧 보고해야 한다. 즉 약간의 두통, 약간의 경련, 정신상태의 혼미 등.
- 환자가 불수의적 운동(경련 등)을 하는동안 자가손상이 있을 수 있는데 이를 철저히 보호해야 한다. 침대와 Side-rail에 펜을 해주면 안전하다.
- 경련이 일어나던 (1) 지속 시간, (2) 경과, (3) 정도, (4) 환자에게 미치는 영향에 대해 기록하는 동시에 의사에게 곧 알려서 적절한 치료가 가해 지도록 해야 한다. 즉 마그네시움셀레이트를 피하 또는 정맥으로 주사 한다. 이러한 조치는 (1) 충추신경계를 위한 진정작용 및 (2) 이노작용을 하게 한다.
- 또 요추천자를 해서 척수액을 빼서 알시적으로 완화시킬 수 있다.

위와같은 치료는 환자의 의식을 회복시키게 한다. 의식이 회복되면 급한 위험은 지나간 것이다.

만성 신장기능부전증 환자를 재활시키고, 정상적인 삶을 가능하게 하는 방법은 필요할때 혈액투석을 반복하는 것이다.

이러한 환자에게 혈액투석을 시행할때 다음과 같은 조건이 따른다.

- (1) 위험한 합병증이 없고, (2) 심리적 안정이 있고, (3) 동기 형성이 잘 되어 있어야 한다. 혈액투석을 하는 절차는 급성 신장기능부전증의 경우와 같다. 단 Teflon-material과 같은 동맥과 정맥을 연결하는 도관을 상박의 요골동맥과 정맥에 부착시켜야 한다. 때로는 다리를 이용할 수도 있다.

투석을 하지 않을 때에는 플라스틱 관(teflon)을 Silastic에 연결(shunt)시켜서 혈액순환을 가능하게 한다. 혈액투석을 해야할 때에는 연결관을 제거하고 Silastic 도관을 인공신장에 연결되는 관에 연결한다.

혈액투석은 1주일에 1회-2회 시행하며, 또는 환자의 상태에 따라 시행하며, 치료시에 8시간-16시간 계속한다.

어떤 의상이나 감염이 있는 동안은 투석하는

시간이 길어진다.

바록 환자가 일을 하고, 정상적인 삶을 살고, 놀람도록 건전하다고 하더라도 도관을 연결하는 부위(cannula shunt site)에서 합병증이 생길 염려가 있음을 기억해야 한다. Teflon 내에서 혈액이 응고되었거나, 감염이 생기면 도관의 기능에 부전이 생기는 주 원인이 된다. 이런 경우 환자는 Silastic material을 갈아야 하므로 환자에게 도관을 잘 살피고 깨끗이 유지하도록 강조하는 교육을 해야 한다. 멸균 상태를 유지하도록 적어도 하루에 한번씩 드레싱을 해야 한다.

대부분의 만성 신장기능부전증 환자는 빈혈증이 있으므로 수혈을 정기적으로 해야 한다.

환자의 음식은 저 단백질, 염분 제한한 음식을 먹어야 한다.

투석실에 있는 간호원은 투석을 잘 감시하고, 환자를 철저히 도와주는 책임이 있다. 사실상 신장기능이 없는 환자는 몇 년 동안 혈액투석 치료를 받아야 한다. 영구적으로 기능이 회복되지 않는 경우는 앞으로 신장이식수술을 받을 준비를 해야 한다.

주기적으로 혈액투석을 해야 할 경우에 가장 어려운 문제는 비용이 많이 드는 점(훈련된 요원, 시설, 혈액 및 기구)이다.

### 3. 腹膜透析

복막투석은 혈액투석 보다 정밀한 시설이 덜 요구되고, 순서도 간단하나 간호원 책임은 더 과중하다.

복막투석은 복막(반 투과성 막)을 통한 물질의 확산원리를 이용한 것이다. 그러므로 멸균된 분리액(투석액)을 복막강 내에 투여해서, 투석액과 복막에 분포되어 있는 체액간에 복막을 중간에 두고 물질의 이동이 일어나는 현상을 이용하는 것이다. 복막의 표면 면적은 22,000평방cm이다.

최근 비자극성 나일론 카테타와 투석액의 개발로 인해서 복막투석이 가능하게 되었다.

복막 투석은 심한 부종, 간장성 코마, K파잉 증, 질소혈증, 고혈압 및 뇨독증 환자를 치료하기 위해 이용된다.

복막 투석은 계속적으로 시행할 수 있고, 간헐적으로도 가능하며 복부수술 후에도 2-3일간 계속할 수 있다. 단 복막염일 경우는 금기이다. 복막투석은 대개 12시간-36시간 동안 계속한다.

복막투석의 목적은 :

- (1) 독물질과 노폐물을 제거하기 위하여
- (2) 파잉 축적된 체액을 제거하기 위하여
- (3) 체액 및 전해질이 균형되도록 조절하기 위하여

#### 1) 복막투석을 하는 환자를 파악하는데 있어서 간호원의 책임

(간호관리를 위한 안내)

복막투석은 신장기능부전증이 있는 동안 신장 기능을 대행하는 것임. 복막은 투석막으로 이용된다.

#### <간호활동>

1. 치료를 위한 환자의 정서적 육체적인 준비를 한다.

원리(Rationale) : 환자에게 치료에 대한 순서를 설명하고 환자에게 질문할 기회를 주고, 환자의 심리상태를 말할 기회를 준다. 육체적인 간호를 철저히 한다.

2. 치료에 대한 승낙서를 받는다.

3. 투석치료전에 환자의 체중을 측정하고, 그 후 매일 측정한다.

원리 : 체중은 치료시작전에 측정하며, 매일 체중을 측정함은 수분섭취상태를 파악하는데 도움이 된다.

4. 체온, 맥박, 호흡 및 혈압을 투석치료전에 측정한다.

원리 : 투석전에 환자의 vital signs을 아는 것은 나중에 vital signs의 변화와 비교하는데 필수적으로 필요하다.

5. 소변을 보게 한다.

원리 : 방광을 비우므로써 트로카가 방광을 천공시킴을 예방할 수 있다.

6. 환자를 반드시 높히고 편하게 해준다.

7. 다음은 철저한 무균조작하에 복막 카테타를 삽입하는 간단한 요약이다.
- 1) 하복부에 수술준비를 하고 피부와 피하조직에 국소마취를 한다.  
원리: 피부를 청결히 하고 면도해서 창상에 오염이나 감염이 없도록 한다.
  - 2) 배꼽아래의 3—10cm되는 곳에 중상선으로 절개한다.  
원리: 중상선 부위에는 비교적 혈관이 적다.
  - 3) 투관침(trocar)을 소식자와 같이 삽입한다.
  - 4) 투관침을 삽입한 후에 환자의 머리를 올린다.  
원리: 이 방법은 복벽에 힘을 주게되어 복강내 내용물이 손상을 입는 위험없이 투관침이 쉽게 들어갈 수 있다.
  - 5) 복막천자가 되면 투관침은 골반의 좌측을 향하게 된다. 소식자를 제거하고 그후 카테타를 투관침을 통해 삽입한후, 투관침을 제거한다.  
그 후 카테타 주위를 봉합사로 묶고 고정하기위해 봉합한다. 카테타 주위를 멸균 드레싱한다.
8. 처음에 투석이 시작될 때 매 15분 마다 혈압과 맥박을 측정하고, 안정된 후부터는 매 시간 측정한다.  
원리: 혈압이 저하되는 것은 투석액 중 포도당 농도로 인해서 과량의 수분이 소실됨을 지적하는 것이다. 맥박은 부정맥의 증후를 발견하기 위해 주시한다. 이와같은 vital signs의 변화가 오는 것은 속이나 과잉 수분섭취를 의미함.
9. 매 4시간마다 체온을 측정한다. 특히 카테타를 제거한 후에는 정확히 측정해야 한다.  
원리: 투석이 끝난 후에 감염이 잘 되기 쉽다.
10. 카테타를 Y-튜브에 연결하고 40°C로 덥힌 투석액 2,000cc를 10—20분 내에 주입 한다.  
원리: 투석액을 40°C로 덥히는 것은 환자의 평안도도와 복통을 예방하기 위함이다.  
용액이 주입될 때 계속해서 들어가야 하

는데, 그렇지 못할 경우 복막내의 카테타의 위치가 변경되었거나, 혈액의 응고로 막혔음을 의미하는 것이다.

11. 투석액의 주입이 끝나면 처방된 시간만큼(30—45분) 복강내에 정체해 있도록 둔다.  
그 동안에 배액시킬 준비를 한다.  
원리: 칼리움, 노소와 같은 노폐물을 제거하기 위하여, 투석액을 복막강 내에 머물러 있게 한다. 이때 물질교환이 일어난다.
12. 시간이 되면 배액을 시킨다. 대개 20분 걸리나, 환자에 따라 차이가 있다.  
원리: 배액은 자연히 중력에 의해 흘러 나온다. 이때 멸균상태를 유지하면서 밀폐된 병에 배액되는 용액을 받도록 한다. 이는 상행성 감염을 예방하기 위한 조치이다.
13. 만일 배액이 잘 안되면, 두 손으로 배를 눌러야 한다. 또한 환자를 몸의 이쪽 저쪽으로 움직이면 배액이 용이하다.
14. 배액이 끝나면 배액관의 쥘쇠(clamping)를 잠고고, 다음 투석액을 주입한다.  
원리: 배액되는 양은 거의 주입된 양과 비슷하나 약간 많을 수 있다.
15. 이러한 과정은 화학적 혈액검사에서 정상치에 가까워질 때까지 한다. 대개 소요되는 시간은 24—36시간이나, 혈액내 요소량이 많은 환자에게 있어서는 좀 더 긴 시간을 요하게 된다. 카테타는 제 위치에 고정시킨채 두고 투석을 필요에 따라 반복할 수 있다.  
투여하는 「셀」은 매 4—6회정도 시행 후에 새로 바꾼다.
16. 헤파린과 항생제는 필요하면 투석액에 첨부해 투여한다.  
원리: 헤파린을 첨가하는 것은 카테타를 폐쇄시키는 섬유소의 응고(fibrin clot)를 예방하기 위함이다. 항생제는 감염에 대한 예방조치이다.
17. 투석이 진행되는 동안 환자를 평안하게 하기 위하여 :  
1) 자주 등 간호를 해주고 압박부위를 마사지해야 한다.  
원리: 환자는 오랫동안 투석치료를 받는 동

안에 피로해 진다.

- 2) 철저한 무균조작법으로 카테타 주위의 드레싱을 바꾸어 준다.

18. 다음과 같이 환자를 관찰해야 한다.

1) 호흡곤란

원리 : 호흡곤란은 복막내의 용액이 횡격막을 위로 밀어올리기 때문이다. 심한 호흡곤란이 있을 경우에는 곧 복막내의 용액을 배액시키고, 의사에게 알려야 한다.

2) 심한 복통(대개 주입 또는 배액이 끝날 무렵에 심하다)

원리 : 복통의 원인은 (1) 투석액이 체온과 같지 않을 때, (2) 불완전 배액 (3) 복막이 감염의 가능성을 미리 경고하는 것으로써...등이다. 만일 심한 복통이 계속될 때는 곧 0.5% 프로카인 10ml를 투석액이 흘러 들어가는 관을 통하여 주입시킨다.

3) 출혈

원리 : 카테타 주위에서 생기는 소량의 출혈은, 계속되지 않는 한 크게 문제되지 않는다. 처음 2-3회의 투석을 하는동안 피하출혈되는 일은 드물다. 대개 복막강내에서 배액되는 용액은 밀집빛갈, 담황색이다.

4) 「속」

원리 : 속의 증상은 수분을 과량 잃었을 경우이다. 만일 혈압이 갑자기 떨어지면 투석액 투입을 곧 중지하고, 복강내의 용액을 배액하고, 의사에게 알린다.

5) 단백질 소실

원리 : 투석치료가 진행되는 동안 복막을 통해서 대부분의 혈청단백이 통과되는 관계로 단백질 소실은 중요한 문제이다. 투석치료가 진행되는 동안 혈청알부민 농도를 자주 측정해 보아야 한다.

6) 누출

원리 : 만일 카테타 주위에서 누출이 있을 경우 자주 드레싱을 바꾼다. 그리고 오염을 방지하기 위해 자주 멸균된 반창고를 사용해야 한다.

19. 정확한 기록을 유지해야 할 것들 :

- 1) 주입된, 제거된 용액의 양
- 2) 주입시작 및 끝나는 정확한 시간
- 3) 체액균형
- 4) 투석을 시행한 회수
- 5) 투석액에 첨부한 약물 및 용량
- 6) 환자의 투석 전후 체중 측정
- 7) 환자의 상태 파악

2) 복막투석치료를 받는 환자의 간호 순서

- 1. 환자의 섭취와 배설을 측정 기록한다. (소변, 대변, 토물, 배액)
- 2. 복막투석액의 흐름(들어가고 나오는)을 지킨다.
- 3. 매일 환자의 체중을 측정한다.
- 4. 환자로 하여금 치료용 음식을 섭취하도록 한다. 처방된 간격으로 당질용액을 준다. 또 환자의 구강을 철저히 간호한다.
- 5. vital signs을 측정한다.
  - (1) 심장의 부정맥의 증후를 포착하기 위해 심전부위맥박을 듣는다.
  - (2) Kussmaul 호흡을 평가한다.
- 6. 복막내 카테타를 지지하면서 환자를 돌려 눕힌다.
- 7. 심호흡 및 기침을 하도록 권장한다.
- 8. 환자의 증상과 행동을 파악한다. (의식의 정도를 관찰, 원치않는 약물반응)
 

만약 2,000cc의 투석액을 주입했다면 대개 배액되는 용량은 1,500-2,500cc 정도 배액될 수 있다. 그런데 만약 배액된 양이 1,500cc 이하나 2,500cc 이상으로 배액되었을 경우에 이는 탈수나 과잉 수분섭취가 된 것이기 때문에 다시 투석액을 주입하기 전에 반드시 의사와 의논해야 한다.

참고문헌

- 1) L.S. Cunningham, Advanced Medical-Surgical Nursing, 4th Printing, Wm. C. Brown Company, 1970, pp. 287-300.
- 2) Brunner, etc., Text Book of Medical-Surgical Nursing, 2nd. Ed., Lippincott, 1970, pp. 552-560.
- 3) Shafer, etc., Medical Surgical Nursing, 3rd Ed., Mosby, 1964, pp. 345-349.
- 4) 전산호, 내외과 간호학, 수문사, 1971, pp. 509-510.