

신장의 구조와 기능



박 한 철

신장은 어디에 있는가?

신장(腎臟)은 우리말로 콩팥이라고도 하는데 그 모양이 콩과 같고 색깔은 진한 적갈색으로 팔의 색깔이다. 두개가 복부의 뒤쪽 좌·우에 하나씩 매몰되어 있다. 그 크기는 주먹보다 좀 작아서 긴 쪽(세로)은 10~12cm, 짧은 쪽(가로)은 5~6cm이며, 무게는 100~150g이다.

여기에 굵은 동맥과 정맥이 붙어 있어 혈액이 통과하며, 만들어진 오줌은 요관(尿管)을 통하여 방광에 모이게 된다.

신장은 허리에서 좀 등쪽에 있으며, 신우염이 있으면 이 부위가 아프게 된다. 그러나 이 부위가 아프다고 다 신장병은 물론 아니다. 오히려 단순히 근육통인 경우가 더 많고, 이를 감별하려면 우선 소변검사가 필요하다.

노폐물의 배설은 어떻게 이루어지는가?

인체에서는 노폐물 배설이 세균대에서 이루어지고 있다. 음식을 먹고 흡수되지 못한 찌꺼기는 대변으로 나간다. 이것은 물에 녹지 않는 쓰레기이다.

한편, 물에 녹는 혈액중의 노폐물, 즉 요소(尿素), 인산, 황산과 같은 산(酸)성물질, 페놀, 폴리펩티드, 구아니딘 등 여러가지 노폐물, 그리고 외부에서 들어온 각종 약물, 독극물 등이 신장을 통하여 배설된다. 신장기능이 없어졌을 경우, 물에 녹는 노폐물들을 소화기관으로 내보내고자 한다면 설사를 백번하거나 토해낸다 해도 모자랄 것이다.

신장의 미세구조와 노폐물 배설 기능

신장의 노폐물 배설기능은 두가지 핵심부분 즉, 여과장치와 재처리장치에 의하여 시행된다. 신장의 크기는 다른 장기에 비해 작지만, 전체 순환혈액량의 약 1/4인 분당 1.2ℓ의 혈액이 굵은 신장동맥을 통하여 들어간다.

동맥혈관은 신장안에서 갈라지고 또 갈라지면서 세동맥이 된다음 사구체로 들어간다(그림1).

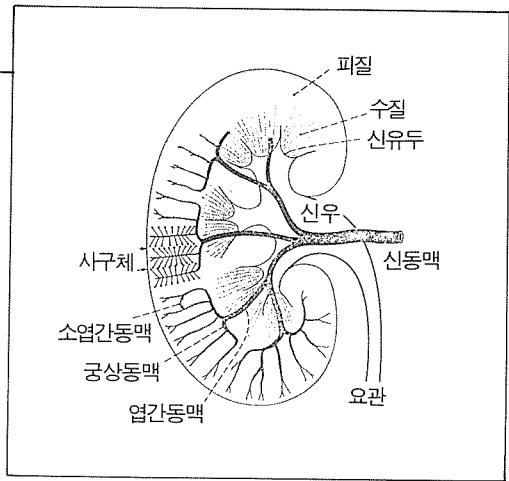
사구체(絲球體)란 털실모양의 구조물이라는 뜻인데, 모세혈관이 그렇게 엉켜있는 것이다(그림2).

그 크기는 0.1mm이므로 육안으로는 잘 알아보기 어렵다(그림1). 사구체의 모세혈관은 다른 장기의 모세혈관과 달리 투과성이 좋으며, 대동맥에서 굵은 혈관으로 전달된 혈압의 영향이 크게 미쳐서 모세혈관에서 밖으로 밀어내는 정수압에 의하여 혈액내에 있는 수분과 작은 분자들이 혈관 밖으로 밀려나게 된다. 즉 모세혈관은 일종의 필터(filter)로서 작용하는 것이다.

원래 혈액은(그림3) 적혈구, 백혈구, 혈소판 등의 고혈물과 물에 녹아 있는 상태인 혈장으로 구분되며 혈장은 다시 거대분자인 단백질(알부민 포함)과 염분, 수소 등이온화된 물질과 포도당, 요소, 크레아치닌, 인산, 요산, 황산 등의 무기 및 유기소분자 물질로 나눌 수 있다.

사구체의 모세혈관은 여과구멍이 치밀해서 고혈물은 물론 단백질도 통과되지 못하며, 그 이하의 작은 분자물질들만 여과된다. 신장의 여과기능은 작은 부피에 넓은 여과막을 갖기 위하여 털실모양으로 뭉쳐 있는 것이다.

사구체는 한쪽 신장에 100만개씩 약 200만개가 있으며, 여과막을



펼치면 1m²이상의 면적에 이른다. 그리고 여기를 통과하는 여과액의 양은 분당 100cc, 하루에 140ℓ에 이른다.

(그림1)
신장의 단면도와
혈행
(모형도)

여러가지 사구체 질환들

신장의 사구체는 여러 원인, 즉 면역학적 침해, 고혈압과 동맥경화, 당뇨병 등으로 사구체가 망가질 수 있다. 염증이 있는 경우에는 염증세포의 침윤을 현미경으로 볼 수 있고, 회복될 가능성이 많다.

만성사구체신염이나 만성신부전의 경우에는 사구체가 망가져 위축되고 모세혈관들의 구조가 없어지는 것이며, 마치 백묵으로 잘 그린 사구체의 모양을 손으로 부벼 지워버린 형상이다. 이런 병변이 있으면 그 정도에 따라 사구체 여과율이 저하되며, 정상인의 1/10로 감소되면 요독증의 증상들이 나타난다.

신증후군의 경우에는 여과율이

신장질환을 예방합시다! (1)

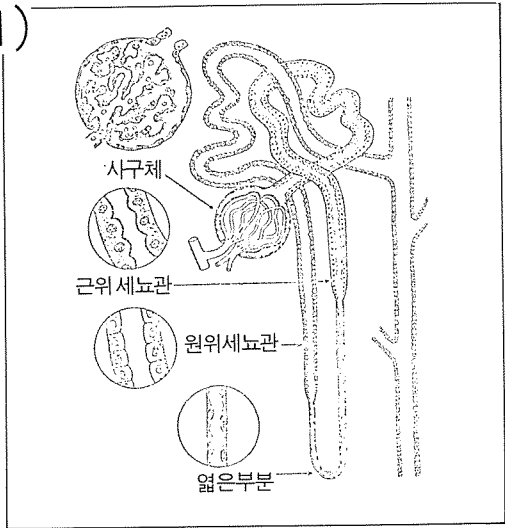
정상일 수 있다. 즉 체(혹은 필터)의 작은 구멍들이 막히지 않았을 뿐 아니라 손상으로 커다란 구멍들이 난 상태이므로 거대분자인 단백질이 빠져나가는 상태이다.

신장의 재처리 장치

앞서 신장의 노폐물 배설기능에는 두가지 정교한 핵심부분이 있고 그 하나는 사구체를 말하였다. 또 하나의 어찌면 더 정교한 부분은 세뇨관(細尿管)이다. 사구체를 지난 여과액을 원뇨(原尿)라한다. 이것이 긴 세뇨관을 통해서 재처리된 후 오줌이 되는 것이다. 사구체와 거기에 달린 세뇨관을 총칭하여 네프론(nephron, 腎元)이라고 부른다. 세뇨관은 직경이 1/100~1/20mm의 관으로 20mm이상 되게 길고 구부러져 돌아나간다.

앞서 말한 바와같이 200만개의 사구체에 의하여 여과된 원뇨는 1일 약 140ℓ가 된다. 여기에 포함된 배설물이 체외로 나가는 것은 좋은 것이지만 140ℓ의 수분과 여기에 포함된 염분 약 1,300g은 막대한 양이다(참고 : 60kg 어른의 수분량은 40ℓ이며 거기에 포함된 염분량은 360g이고, 한편 1일 염분섭취량은 10~20g이다).

따라서 세뇨관은 탈수, 탈염을



방지하기 위하여 99%를 세뇨관벽에서 재흡수하고 1%인 1~2ℓ만을 1일의 노량으로 배설하는 것이다, 하루에 140ℓ의 수분, 1,300g의 염분, 140g의 포도당, 기타 몸에 필요한 아미노산, 칼륨, 중탄산염 등을 재흡수하고 노폐물만 농축시켜 배설시키는 일은 대단한 것이다.

(그림 2) 신원(腎元)의 모형도

급성세뇨관 폐사

별안간 소변이 나오지 않고 혈중에 노독소가 상승하는 현상을 급성 신부전이라 하는데 이중 가장 흔한 원인이 급성세뇨관폐사이다.

위에서 말한 바와 같이 세뇨관은 정교한 장치로서, 여과액의 재처리(대부분은 재흡수)는 물질의 농도와 하전(荷電)의 차이에 의한 일종의 화학적 펌프에 의한 것이다.

그런데 혈액순환장애나 독극물, 중금속중독 등이 있을 때에는 이 정교한 세뇨관이 다른 곳보다 먼저 파괴되고 세뇨관이 막힌다.

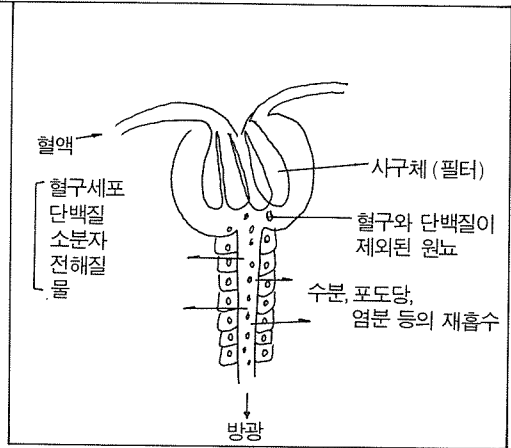
광물질, 산·염기의 조절작용

신장의 여러기능(표1)중에 체액성분의 조절작용이 있다.

<p>(표1) 신장의 여러기능</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 노폐물 배설기능 2. 체액농도의 조절기능 3. 순환혈액량과 혈압조절기능 4. 조절작용 5. 기타 여러가지 호르몬의 생산과 배설
--

항간에 산성음식은 피하고 알칼리성음식을 섭취하라는 말이 많이 유행한다. 그러나 건강한 신장만 있으면 이런 염려는 불필요하다.

흡수된 음식이 소화, 분해되면서 생긴 노폐물에는 산성인 것과 알칼리에 가까운 것들이 있는데, 단백질은 특히 산성을 만든다. 이들이 배설되지 않으면 산혈증을 일으키게 된다. 신장의 세뇨관은 화학작용으로 사구체 여과액에 있는 알칼리 성분을 모두 재흡수하고, 산, 즉 수소 이온과 암모니움 이온을 생산하여 배설한다. 오줌에는 산의 농도가 필요에 따라 혈중농도의 100배 이상 농축될 수 있다.



신장은 산·알칼리뿐 아니라 수분과 염분이 주로 관계된 삼투압(滲透壓) 조절, 갈륨, 갈습, 농도 등을 조절하여 혈액의 상태, 즉 체세포의 주거환경을 일정하게 만들어 주는 데에 큰 역할을 담당한다.

(그림3) 혈액의 성분과 오줌의 형성

순환혈액량과 혈압조절

혈압은 혈관에 미치는 압력으로서, ① 순환혈액량과 ② 심장의 혈액방출량에 따라 증가하며 ③ 말초혈관이 수축할 때도 혈압이 상승한다.

신장은 혈압과 대단히 밀접한 관계를 지니고 있다. 심한 출혈이나 토사 등으로 탈수(脫水)가 되면 혈압이 떨어지게 되는데, 이때 사구체에 들어가는 세동맥벽에서 이를 감지하여 레닌(renin)이란 호르몬을 배설하고, 이것이 안지오텐신의 생산을 촉진시킨다. 안지오텐신(angiotensin)은 강력한 혈관수

축제로서 말초혈관들이 수축하면 중심의 혈압이 상승하게 된다.

그뿐 아니라 사구체를 통과하는 혈액량이 감소되면 세뇨관에서 염분과 수분을 철저히 재흡수하여 혈액량의 감소를 막고 소변량은 감소된다. 또 안지오텐신을 알도스테론(aldoosterone) 분비를 촉진시키고, 후자는 역시 세뇨관에서 염분의 재흡수를 촉진시킨다.

또 대동맥, 심장벽에도 압력을 감지하는 장치가 있어 이것이 자극되면 전자에서는 항이노호르몬, 후자에서는 심방이노호르몬이 나와 모두 신장에 작용하여 소변량을 조절한다.

이상을 요약하면 신장은 혈액량과 말초혈관저항에 작용하여 혈압을 조절하며 그 과정은 신체 각부 위에 산재해 있는 감지장치에서 자극을 받아 여러 호르몬 및 다른 기전으로 전달된다.

조혈작용

적혈구의 생산은 골수에서 하는 것이지만 신장에서 조혈을 자극하는 에리트로포이에틴(erythropoietin)이 생산된다. 보통의 신장질환 때는 괜찮으나 만성 신부전이 심하면 이 호르몬의 생산이 억제되어 심한 빈혈이 생긴다.

그외의 여러 대사작용에 미치는 작용들

비타민D는 뼈와 칼슘의 신진대사에 작용하는 바 신장에서 비타민D가 강렬한 형태로 바뀐다. 요독증이 심하면 병적으로 골절이 일어나게 되는 것은 비타민D의 부족 때문이다.

부갑상선호르몬도 신장에서 칼슘과 인의 배설을 조절한다. 프로스타글란딘(prostaglandin)이나 칼리크레인(kallikrein)도 신장에서 생산되어 이노작용과 혈액순환에 영향을 준다.

당뇨병과 관계가 깊은 인슐린(insulin)은 신장을 통해 배설되며, 요독증이 있으면 당대사에 변조가 일어난다.

요약하면 신장은 대단히 정교하게 만들어져 있으며 외부자극이나 신체의 심한 변화가 있으면 망가지기 쉽다.

신장의 기능에는 노폐물의 배설뿐만 아니라 체액성분을 일정하게 해서 신체의 세포와 장기의 기능이 적절하도록 “환경유지”에 작용하며, 혈액순환 내지 혈압유지를 도모한다. 그리고 여러가지 대사작용에도 참여한다. **74**

<필자=한양의대 내과교수>

신장은 노폐물배설뿐만 아니라 신체 장기의 기능 유지, 혈액순환, 혈압유지 등에도 영향을 준다.