

순환기질환의공학의 새로운 영역 : 임파 순환계 질환

이 병 봉*

서 론

19세기 영국의 William Harvey를 시작으로 인체 순환기계에 대한 새로운 인식과 올바른 연구가 의학계에서 받아들여졌고, 이어서 John Hunter 등에 의해서 임파계 (lymphatic system) 가 제3의 순환계로서 다시 한번 확인됨과 함께 이에 대한 본격적인 연구도 함께 시작되었다. 그러나 심장과 아울러 이에 직접 연결된 동맥 그리고 정맥 순환계의 해부 생리학적인 연구에 있어서는 괄목할 만한 발전이 20세기 초부터 적극적으로 이루어짐으로써 20세기 현대 의학, 즉 순환기 의학에 기여한 바가 엄청나게 컸음에도 불구하고, 이 정맥계와 아울러 필수적인 제3의 순환계인 임파계에 대해서는 그 중요성이 함께 인지되지 못하고 20세기 중반에 들어와야 비로소 이 임파계의 중요성과 아울러 그 기본적인 해부, 생리학적 정보가 얻어지게 되었다. 이 중 가장 중요한 임파역학 (lymphodynamics) 의 새로운 정보도 1960년대 후반기에 가서 얻어짐으로써 그 사이 무시되어온 이 순환기계의 마지막 영역인 임파계에 대한 본격적인 연구도 그 후부터 가능하게 되었다. 이처럼 뒤늦게나마 옹골 있게 밝혀진 임파계 기능에 관련된 새로운 유역학적 정보야 말로 정맥역학 (venodynamics) 과 동일하다고 믿어온 입장에서 혁명적인 사실이었으니, 그때까지 임파계에 대해 가지고 있던 유역학적 개념과는 전혀 다른 즉, "lymphangion" 이라 하는 기능적 단위를 기초로 하여 능동적인 임파 기능이 이루어진다는 새로운 유역학적 사실이 밝혀진 것이다. 즉, 임파계는 그 당시 정맥계와 함께 정맥계의 일부로서 정맥계와 동일한 혈류역학적으로 수동적인 기능을 가진 보조적인 순환계로서 취급되어 왔었으나 이 재래식 관념이 잘못되었다는 사실이 새로운 의공학적 지식을 기초로 처음으로 확인이 된 셈이다. 이로써 임파계는 정맥계와 떼어 놓을 수 없는 그러나 정맥계와 대등한 제3의 순환계로서 인정되고 그러나 혈류역학적으로 볼 때에는 정맥계와는 전혀 다른 기전을 가지고 lymphangion 의 기능적인 단위를 기초로 자체

의 운동 (peristalsis) 기능을 통하여 임파액을 낮은 저항 상태 (low resistance)에서 높은 저항상태 (high resistance) 로 30-60 mmHg 의 내부압력을 유지하며 self propulsion 을 할 수 있는 능력이 정상적인 임파 기능을 대표함이 확인되었다. 이처럼 정상 정맥 기능-고저항 상태에서 저저항상태로 수동적인 혈액수송-과는 반대로 임파관 (lymphatic vessel) 의 정상 기능 (lymphodynamics) 은 세포간의 조직액을 흡수한 임파 모세관 (lymph capillary) 으로부터 임파액을 저 압력의 상태에서 받아 고압력 상태의 심장부로의 능동적인 수송을 할 수 있는 능력을 의미하는 것이다.

임파계는 다시 말해서 동맥-모세혈관과 정맥-모세혈관 사이에 형성되는 정수압 (hydrostatic pressure) 과 교질 삼투압 (oncotic pressure) 의 차이에 의해서 형성된 조직액 중에서 정맥계로 재흡수 되지 못한 액체 즉 혈장의 상당 부분 (30%) 과 그리고 혈장액과 함께 조직을 빠져 나온 단백질 중 정맥으로 재흡수 되지 못한 비교적 큰 분자량의 단백질 (70%~80%) 을 적극적으로 재흡수하여 수송해 나옴이 그 주요 기능의 하나이니, 동, 정맥계가 단독으로 조직에서 심장으로 수송해 나오지 못하고 조직에 남은 체액과 단백질 수송을 끝마쳐줌으로서 혈액의 정상적인 순환의 균형을 유지하는데 아주 중요한 한 몫을 담당하고 있다. 이 정상 임파기능 (lymphodynamics) 이 원인이 무엇이던간에 파괴되면, 이로 인해 조직 내에 수송되어 나오지 못하고 남아 있는 단백질을 동반한 체액 즉, 임파액이 일차적인 순환 장애뿐 아니라 나아가 이차적으로 조직 자체에 막대한 부담과 피해를 장기적으로 가져옴으로써 이로 인한 환자 개인의 고통은 말할 것도 없고 나아가 사회, 국가적으로도 커다란 부담이 되고 있으니 이 지체로부터의 임파액 수송 장애를 통틀어 임파부종 (lymphedema) 이라 하여 최근 삶의 질의 향상을 추구하는 현대의학에 있어서 임상적으로 큰 관심을 끌게 되어 이에 대한 본격적인 연구가 요구되는 바다.

본 론

이 임파부종 (lymphedema) 는 원인이 무엇이던간에

* 성균관대학교 의과대학 삼성서울병원 외과

임파핵이 조직으로부터 정상적으로 수송되어 나오지 못하고 조직에 남아있음으로 인하여 주로 부종이 가져오는 물리적인 일차적 장애 뿐 아니라 이로 인해 여러 2차적인 질환이 발생함이 임상적으로 더 큰 의미를 가지게 된다. 즉 조직에 남아있는 임파핵 특히 단백질은 조직에 대해 이물질로서 화학 반응을 중심으로한 조직 파괴를 유도함으로써 결국 만성 퇴행성 그리고 염증성 반응을 피부, 임파관 및 임파절 전반에 걸쳐 일으켜 조직의 섬유화와 아울러 일컬어 "dermatolymphadenitis (DLA)" 의 상태를 유발하게 된다. 이 DLA 는 국소 및 나아가 전신적인 세균 감염 특히 패혈증과 아울러 100% 치사율의 악명을 아직도 유지하고 있는 임파관암 발생까지도 촉진시킬 수 있는 질환으로서 장기적으로 볼 때, 이 임파부종은 단순한 임파핵 수송장애에 그치는 질환이 아니고 계속 진행하여 일련의 전신 만성 질환을 가져오는 질환으로 임상적으로 새로운 순환기계 질환으로서 그 의미가 더 크게 되었다.

이 임파부종 발생의 원인으로서는 선천적으로 조직에서 임파핵을 정상적으로 수송해 나오는데 필요한 정상 숫자나 정상적인 기능을 가진 임파관 내지 임파절을 가지고 태어나지 못하던지 (선천성 임파부종), 아니면 후천적으로 수술, 방사선 치료 또는 각종 감염 질환으로 인해 원래는 정상적이었던 임파계가 파괴됨으로서 비록 정상적인 임파핵의 생성이 이루어지고 있음에도 불구하고 임파핵이 조직에서 수송되어 나오지 못함 (후천성 임파부종)이 이 임파부종의 가장 흔한 원인이 되고 있다. 한편 임파계 그 자체는 해부 생리 기능상으로 정상인데도 불구하고 각종 전신적인 원인 (예 : 만성 심부전증, 신부전증 및 간경화증) 으로 임파핵의 생성이 정상보다 증가되어, 정상 임파계가 최대한도로 취급 수송해 나올 수 있는 임파핵 용량 이상의 임파핵이 조직에 축적됨으로 인해서도 가끔 임파부종이 발생할 수 있으며 드물게 선천성 복합혈관기형 특히 정맥성 혈관 기형에서 또는 흔히 보는 심부정맥 혈전증으로 인한 이차적인 만성 심부정맥 부전증의 말기에도 볼 수 있는 현상이다. 어쨌든 이들을 통틀어 만성 임파부종이라 하여, 세계 보건 기구 (WHO) 는 이미 1994년에 전 세계적으로 1억4천명 이상이 임상적으로 치료를 요하는 임파부종 환자를 집계하여 이에 대해 범세계적인 치료 및 예방 운동에 나서게 되었다. 이처럼 지구상에 걸어 다니는 인간 20명중 한명 꼴이라는 이 만성 임파부종이 20세기를 통하여 현대 의학의 불가사의 (enigma) 질환의 하나로 악몽 (night-

mare) 처럼 간주된 그 배경에는 단순한 의학적인 문제 - 완치는 고사하고 현상 유지조차 힘든 질환- 뿐 아니라 국가, 사회적인 측면 (예 : 재정, 복지 및 삶의 질 향상 추구) 에서의 문제도 그 일부 원인으로서 작용하였거니와 무엇보다도 이 임파부종이 재래식 관념만으로 임상의학의 범위를 벗어나지 못하고 임상의학의 틀에 의하여 한정된 임상 지식만 가지고 "장님 코끼리 다리 만지는 식" 의 관리의 한계점에 다달아 이상 더 발전되지 못하고 있는 임파부종 관리의 현 실태에도 그 일부 원인이 있다 하겠다. 그러므로 재래식 관념에서 벗어나 lymphodynamics 의 새로운 개념을 토대로 이 분야에 관련하여 의학분야와 공학 분야가 가능한 한 모든 저력을 동원하여 함께 다영역 동시 접근 (multidisciplinary team approach) 의 새로운 방식을 통하여, 이의 재래식 진단 및 치료 방법등을 근본적으로 검토함이 무엇보다도 시급하며 이 임파부종 나아가 임파 순환계에 관련하여 의공학도가 함께 연구 발전시킬 수 있는 구체적인 분야로서 본 학회가 기여 할 수 있는 또 하나의 기회가 될 수 있음을 의심치 않는 바다.

1. 임파부종 예상 및 조기 진단법으로 이로 인한 피해를 최소화하고자, 임상적으로 확실한 임파부종 상태로 진전되기 전에 임파기능 이상 상태의 결정적인 요소로 지목되고 있는 준임상성 세균 감염 (sub-clinical infection)에 관련하여 미리 그 잠복시기 (latent period)에 이에 관련된 임파 기능 이상의 조기 발전에 관련된 새로운 의공학적 기술의 개발이 시급함.
 - ① 조직에서의 임파핵 생성상태 및 그 생성량의 측정 방법의 개발
 - ② 임파관에 의한 생성된 임파핵의 최대 수송 능력의 정량 평가법 개발
2. 임상적으로 확실한 임파부종의 정확한 진단과 아울러 그 치료 관리 평가에 관련된 각종 기존 의공학적 기술의 향상 및 새로운 기술의 도입이 필요함.
 - ① 적외선 (infrared ray) 을 이용한 지체 부피 측정기 (volumetry) 의 기술적인 한계점의 향상
 - ② DLA 현상으로 인한 조직 경화도의 평가를 위하여 재래식 tonometry 법이나 electric impedance test 를 기초로 한 임파부종 하지의 새로운 조직 성분 (수분 및 고체 성분 비교치) 의 정성 및 정량 분석 방법 (qualitative & quantitative analysis methodology) 의 개발

- ③ 동위원소를 이용한 lymphoscintigraphy 의 새로운 정성 및 정량 분석 방법의 개발
 - ④ 고도의 기술을 요하는 microlymphography에 기초를 둔 임상 임파부종 환자의 임파기능 정성 및 정량 분석 검사 방법으로서의 한계점 향상 및 이 정밀 평가법의 현실적 문제 해결
 - ⑤ 재래식 임파조영술에 있어서 임파계 파괴 손상을 동반하는 oil-based 조영제를 대체할 새로운 조영제의 개발
 - ⑥ Ultrasonography를 이용한 lymph collecting vessel 및 lymphnodes 상태의 정량 분석 방법의 개발
 - ⑦ MRI 를 이용한 lymphatic system 평가의 한계점 향상
3. 임파부종 치료의 근간이 되는 복합 물리치료법 (CDP-complex decongestive physiotherapy)에 포함된 각종 치료법의 객관성 평가 기준의 향상과 이에 관련된 기술적인 면에 있어서의 연구평가법의 개발 및 향상
- ① 마싸지 요법 (MLD-Manual Lymphatic Drainage) 에 의한 마비된 임파관 기능의 회복 및 정상 기능의 신체 타 부위의 임파관계로의 임파액 우회 수송 통로 확립의 객관적인 확인 방법의 개발
 - ② Compression bandage 의 탄력도 (elasticity ; non-, short- & long-stretch)가 resting condition 과 exercise condition 에 따라 피하 및 심부 임파관계에 주는 물리적인 압력의 차이 평가의 객관성 향상
 - ③ High, medium & low elasticity 의 각종 elastic garment -stocking-의 기술적인 향상 : 예-durability, user-friendly design, seam line, wrin

kle-ban, & roll-ban, etc.

- 4. 임파부종 치료에 있어서 복합 물리 요법 (CDP)과 함께 근간이 되는 압력 치료법 (compression therapy)에 동반된 제반 물리적 악영향에 대한 구체적인 해명 또는 향상 방법의 모색
 - ① 과잉압력에 의한 마비된 임파관계의 잠재적인 파괴 위험률에 대한 객관적 평가 기준의 향상 및 새 기술의 개발
 - ② 임파부종 조직의 성분 및 이차적인 조직 정도의 차이에 따라 다른 압박 요법 (sequential pneumatic compression-SPC) 의 조직에로의 물리적인 압력 전달의 차이와 적정 압력 전달의 새 평가법 개발
 - ③ 압력 치료로 임파부종의 수분 성분만 제거된 후 조직에 남아 있는 단백질 분량의 새로운 측정법의 개발
- 5. 임파부종 예방 차원에서 중요한 의미를 가지는, 항암 치료로서 이루어지는 임파절 절제 및 파괴를 최소한으로 줄일 수 있는 새로운 의공학 기술의 개발
 - ① 암 전위의 sentinel lymphnode 의 술전 평가 기술의 발전
예 : CT 혹은 MRI 를 이용한 임파절 상태 평가법의 향상
 - ② 암 전위가 이루어진 임파절의 선택적인 파괴 방법의 개발

결론

이러한 임파부종 예방, 진단, 및 치료 관리의 향상을 위하여 해결되어야 할 각종 문제들이야말로 의공학 분야가 함께 동시 다영역 방법으로 접근 평가함으로써, 한 단계 향상된 삼차원적인 해결이 가능할 것이다.