

레오나르도 다빈치의 해부학 업적과 사고

채옥희, 송창호

전북대학교 의학전문대학원 해부학교실

(2016년 5월 14일 접수, 2016년 6월 22일 수정접수, 2016년 6월 23일 게재승인)

간추림 : 레오나르도 다빈치는 르네상스 시대의 천재 예술가이다. 그는 예술가와 과학자, 발명가로서 뛰어난 업적을 남겼고, 식물학과 수학, 지질학, 천문학, 기하학, 광학 등의 다양한 분야에서 최고의 반열에 올랐을 뿐 아니라 오늘날의 과학에까지 크게 기여하고 있다. 또한 레오나르도는 예술가와 과학자, 발명가, 철학자로도 잘 알려져 있으며, 사람과 동물들을 직접 해부하여 관찰한 후 많은 해부 그림들을 남긴 위대한 해부학자였다.

레오나르도가 해부학에 관심을 가졌던 이유는 - 화가는 해부학에 무지해서는 안 된다 - 라는 예술가의 관점에서 사람의 구조와 기능을 알기 위함이었다. 그는 사람 몸의 구조와 기능에 더욱 관심을 갖게 되었고, 시체를 구하기 어려운 상황에도 불구하고 많은 시체를 직접 해부하여 관찰하였다. 이러한 그의 해부학적 탐구와 심취로 말미암아 그는 동시대의 사람들보다 100년 이상 앞선 위대한 해부학 업적을 남겼다. 레오나르도가 남긴 뼈대와 근육, 혈관, 신경, 비뇨생식계에 관한 1,800여 개의 해부 그림들은 높은 예술성과 함께 과학적으로도 매우 가치가 높은 걸작들이다.

이 연구의 목적은 레오나르도의 해부학 분야의 업적과 사고를 살펴보고, 해부학 분야의 선구자인 레오나르도의 위대한 업적을 오늘날 사람들에게 널리 알리고자 하는 것이다.

찾아보기 낱말 : 레오나르도 다빈치, 해부학자, 해부학 업적, 해부학 사고

서론

레오나르도 다빈치(Leonardo da Vinci, 1452~1519년)는 1452년 4월 15일 이탈리아 중부의 토스카나 지방에 있는 빈치의 시골 마을에서 태어났다(Fig. 1) [1]. 그는 피렌체 변호사의 아들인 세르 피에로 다빈치(Ser Piero da Vinci)의 아들이었지만 적자가 아닌 사생아로 태어났으며, 그의 아버지는 레오나르도가 태어나던 해에 명문가의 딸과 결혼하였다. 레오나르도의 어머니는 농부의 딸인 카테리나(Caterina)로, 레오나르도를 낳은 후에 소를 기르는 농부와

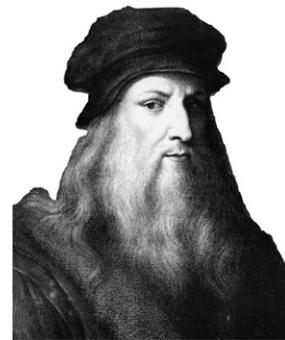


Fig. 1. Leonardo da Vinci (1452~1519). Cited from : Song CH. *Historical figures in anatomy*. Seoul, Republic of Korea: Jeongseok Publisher. 2015. p. 81.

*이 논문은 2010년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임(2010-0025300).

저자(들)는 '의학논문 출판윤리 가이드라인'을 준수합니다.

저자(들)는 이 연구와 관련하여 이해관계가 없음을 밝힙니다.

교신저자 : 송창호(전북대학교 의학전문대학원 해부학교실)

전자우편 : asch@jbnu.ac.kr

결혼하였으며, 1493년에 밀라노로 이주하여 레오나르도와 함께 살았다가 1495년에 죽었다[2,3].

레오나르도는 빈치 일가의 구성원으로서 피에로의 다섯

살짜리 사생아로 기록되어 있으며, 피에로는 도나 알비에 라와 결혼을 했지만 결국 자식은 없었다[2]. 따라서 레오나르도는 생모 곁을 떠나 아버지 집에서 자랐을 가능성이 높다. 당시 이탈리아는 사생아에 대한 대우가 다른 나라들 보다는 좋은 편이었다. 하지만 귀족 가문의 피를 물려받지 않은 일반 사생아들은 의사도 약사도 될 수 없었고 대학에도 갈 수 없었다. 그래서 레오나르도 역시 선택할 수 있는 직업이 그다지 많지 않았을 것이다. 그는 1469년부터 조각가이자 화가인 안드레아 베로키오(Andrea Verrocchio, 1435~1488년)의 공방에서 견습생으로 수련을 받았다[4,5]. 공방 시절 레오나르도는 스승인 베로키오 말고도 보티첼리를 비롯해 유명한 여러 예술가들을 곁에서 지켜볼 기회가 있었다. 베로키오의 권유로 건축에서 화가로 전향한 레오나르도는 피렌체 화가 조합에 가입했고, 스무 살이 되던 해인 1472년에는 정식 회원이 되어 자신의 공방을 운영할 수 있게 되었지만 수련을 위해 스승 베로키오의 조수로 남았다[4].

이 시절 레오나르도의 그림 실력은 누가 보더라도 최고의 수준이었지만 그에게는 결정적인 결점이 있었다. 그는 주문받은 일감을 끝까지 완성시키지 못하는 경우가 많았다. 그가 처음으로 혼자서 그림 그리는 일을 맡았던 1478년에도 겨우 밑그림만 그리고 그 일을 그만 두었다. 또한 그가 1481년에 주문받았던 제단화 <동방 박사의 경배> 역시 완성시키지 못했으며, 이러한 습관은 평생 동안 지속되었다. 레오나르도는 서른이 될 무렵 피렌체를 떠나 밀라노에 정착하였다. 밀라노는 피렌체보다 큰 도시로 예술과 과학, 학문이 발달한 곳이었다. 그는 그곳에서 스포르차 공작의 전속 화가이며 군사 기술자, 건축가로 활동하면서 17년 동안 생활하였다. 이 시절에 그는 다양한 분야의 많은 학자들과 교류하면서, 식물학과 광학, 수리학, 천문학, 해부학 등 여러 분야의 지식과 경험을 축적하였다.

레오나르도는 미술 뿐 아니라 과학에도 뛰어난 재능을 보인 말 그대로 르네상스의 대표적인 인물이었다. 그는 르네상스 시대에 뛰어난 예술가이자 과학자, 공상가, 철학자로 다방면에 걸쳐 두각을 나타낸 인류 최고의 천재이며, 위대한 해부학자들 중 한 사람이었다. 그가 해부에 관심을 가졌던 이유는 예술가의 관점에서 인체의 구조와 기능을 알기 위함이었으며 “화가는 해부학에 무지해서는 안 된다.”라는 확신을 갖고 있었다[6]. 그러나 그는 시간이 흐를수록 사람 몸의 구조와 기능에 더욱 관심을 갖게 되었고, 시신을 구하기 어려운 여건에서도 수십 구의 시신과 동물들을 직접 해부하였다. 레오나르도가 살던 15세기 후반에 사람해부를 위한 시신은 대부분 중죄인이나 사형수들이었기 때문에 시신의 공급은 매우 제한적이었다. 또한 시신의

부패로 인해서 시신을 오랫동안 보관하거나 멀리 이동시키는 것도 어려웠기 때문에 사람해부는 대부분 추운 겨울에 진행되었고, 3~4일 이내에 완료해야 했다. 레오나르도가 이러한 어려운 환경에서도 수십 구의 시신을 직접 해부했다는 것으로 미루어, 사람해부에 대한 그의 열정이 대단했음을 알 수 있다. 이러한 그의 과학적 탐구와 심취는 그의 예술성을 초월할 수준이었고, 그를 동시대의 사람들보다 100년 이상 앞선 해부학의 선구자로 평가를 받게 만들었다. 이 연구의 목적은 레오나르도의 해부학 분야의 업적과 해부학적 사고를 살펴보고, 오늘날 학자들에게 레오나르도가 해부학의 위대한 선구자로 그의 훌륭한 업적을 널리 알리고자 하는 것이다.

르네상스 예술과 사람해부학

해부학(anatomy)은 의학 분야의 가장 기초 학문으로 사람 몸의 정상 구조를 배우는 학문이다. 즉, ‘실제로 있는 그 대로를 가르치는 솔직하고 꾸밈없는 학문’이다. 우리가 잘 모르는 곳을 여행할 때 처음 검색하는 것이 그 지역의 지도인 것처럼, 의학을 전공할 때 처음 접하는 과목이 바로 해부학이다. 그래서 해부학은 의료인과 비의료인을 구분하는 잣대가 되기도 한다.

기원전 알렉산드리아 시대의 헤로필로스(Herophilus of Chalcedon, 기원전 335~280년)가 공개적으로 사람을 해부한 최초의 학자이며, 히포크라테스의 정신을 계승하여 해부학의 초석을 다진 ‘해부학의 아버지’로 알려져 있다[7,8]. 헤로필로스는 600여 구 이상의 사람을 해부하여 뇌에서 거미막(arachnoid mata)과 뇌실(ventricle of brain), 정맥굴(venous sinus)을 밝혔고, 신경을 운동신경과 감각신경으로 나누어 신경이 시작되는 곳을 설명하였으며, 신경에서 기원한 힘줄이 분화되는 과정과 눈, 간, 자궁, 부고환 등의 구조를 자세하게 기술하였다[9]. 그러나 알렉산드리아가 로마제국에게 정복되면서 종교와 사회적인 영향으로 사람해부가 제한되었고, 로마제국시대부터 이슬람시대까지 중세에는 사람해부가 금지되었기에 사람해부학은 더 이상 발전하지 못했다.

문예부흥기로 일컬어지는 르네상스 시대에 이르러, 고대 그리스 시대와 같은 새로운 지식이 요구되면서, 의학 분야에서 고전의 재해석과 원전을 확인하는 연구가 시작되었고, 인쇄술이 발달하면서 연구결과들이 출판되기 시작하였다[10]. 또한 예술가들의 창작활동이 활발해지면서 사람 몸의 구조와 기능에 대한 지식이 폭넓게 요구되었다. 그래서 르네상스 시대는 예술과 기술, 과학이 해부학의 발전을

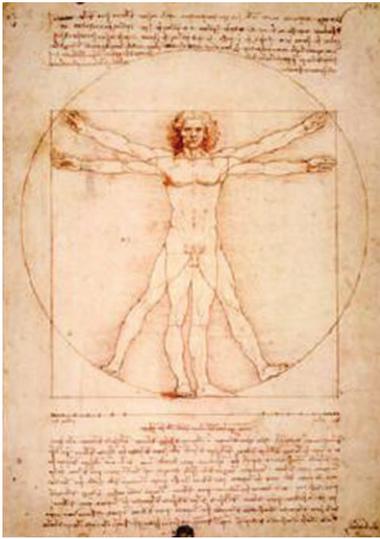


Fig. 2. The vitruvian manour of Leonardo da Vinci (1490). Cited from : https://en.wikipedia.org/wiki/Leonardo_da_Vinci.

이끌어낸 시기였다. 대부분의 예술가들이 사실적이며 정확하고 아름답게 인물을 화폭에 담기 위하여 사람의 몸을 해부하는 작업에 많은 관심을 갖게 되었다[11]. 이러한 관심은 당시에 화가의 명성이 해부 경험으로 판단된 사회 분위기, 결국 명성을 얻어 돈벌기 위한 수단으로 생각했는지도 모른다. 그러나 다빈치의 경우는 성실하고 합리적인 관찰자로 있는 그대로의 사실을 묘사하려고 노력했다. 이러한 예술과 과학의 접점은 흐름을 거스를 수 없는 새로운 국면으로 이어져 사람해부학의 활발한 연구로 자연스럽게 이어지게 된 것이다.

르네상스 시대에 해부학 연구는 대학이 아닌 예술가들의 작업실에서 활발하게 이루어졌고, 사람 몸의 해부와 뼈대에 관한 연구 뿐 아니라 더 중요한 점은 사람의 몸 구조와 관련된 기하학과 역학의 규칙을 개발하려는 노력이었다. 특히 레오나르도는 “그 누구도 수학자가 아닌 사람은 나를 이해하지 못하며, 사람구조에 관한 연구를 수학적 방법(Fig. 2)으로 설명할 수 없다면 결코 참된 과학자라고 말할 수 없고, 수학을 경시하는 사람은 스스로 혼란에 빠져 든다.”라고 말했을 정도였다[12]. 이러한 그의 사고를 통하여 레오나르도가 단순히 사람의 몸을 해부한 관찰자가 아니라 과학적 사고를 가지고 사람의 몸을 탐구하였다는 것을 우리는 짐작할 수 있다.

레오나르도와 같은 시대에 사람의 몸을 사실적으로 묘사한 예술가들은 베로키오(Andrea Verrocchio, 1435~1488년)를 시작으로 만테냐(Andrea Mantegna, 1431~1506년)와 시노렐리(Luca Signorelli, 1424~1524년), 폴라

이우올로(Antonio Pollaiuolo, 1432~1498년)가 있다. 폴라이우올로는 생동감 있는 전투 장면을 그린 최초의 화가로, 그리스 조각처럼 인간의 움직임에 따른 근육의 형태 변화를 생동감 있게 묘사하였다(우피치 박물관 소장). 또한 레오나르도와 뒤러(Albrecht Dürer, 1471~1528년), 미켈란젤로(Michelangelo, 1475~1564년), 티티안(Titian, 1477~1576년), 라파엘로(Raphael, 1483~1520년), 렘브란트(Rembrandt, 1606~1669년) 등이 있었다[9,12]. 그들은 예리한 관찰력과 예술적 재능을 겸비한 화가들이었으며, 사람의 모습을 정교하고 자연스럽게 표현하였다. 특히 레오나르도를 비롯하여 미켈란젤로와 뒤러, 라파엘로의 해부학적 지식은 매우 해박하고 출중했으며, 그들은 모두 외과 시술용 메스를 사용하여 사람을 해부하였고, 관찰한 것을 토대로 많은 해부그림들을 남겼다.

레오나르도 다빈치의 해부학 업적

레오나르도는 쪽지 종이에 이런 저런 글과 스케치를 많이 남겼으며, 낱장의 종이들은 큰 것도 있었고 5~7센티미터 정도로 작은 것들도 있었다. 그는 쪽지 종이에 깨알처럼 작은 글씨체로 글을 썼고, 심지어 거울에 비춰보아야만 해독할 수 있도록 좌우를 바꾸어 쓰기도 했다. 왼손잡이였던 그는 오른쪽에서 왼쪽으로 글을 써나가는 것이 더 편했을 수도 있었겠지만, 어쩌면 자신의 생각을 누군가가 가로챌까봐 두려워서 그랬을 가능성도 있다. 레오나르도 자신의 말에 따르면, 그는 어린 시절에 책읽기와 글쓰기, 산수 등 초보적인 교육 외에는 다른 교육을 받지 못했다. 그래서 그는 성장한 후에 아마도 혼자 글쓰기를 배우다가, 평생 사용한 그 유명하고 별난 ‘거울체’를 만든 것으로 보인다. 그가 작성한 많은 문장들은 비밀암호와 같은 ‘거울체’로 쓰였지만, 그 이유를 아주 간단히 설명할 수 있을 것이다. 즉 레오나르도는 왼손잡이였기 때문에 오른쪽에서 왼쪽으로 글을 써나가면 덜 마른 잉크가 손에 묻어 번지는 걸 피할 수 있었을 것이다. 그가 이러한 글씨를 개발한 후 그의 글쓰기를 바로잡아줄 스승도 없었기 때문에 그는 둘째 천성으로 굳어질 때까지 그 습관을 유지했을 것이다[13].

레오나르도가 쪽지 종이에 남긴 글과 그림을 보면 그가 얼마나 천재적인 생각을 지닌 사람이었는지 알 수 있다. 특히 그는 사람과 동물의 해부도를 평생 동안 끊임없이 그렸으며, 그 시대에 의학 분야에 종사한 학자들이 남긴 것보다 더 세밀하고 훌륭한 그림들이었다. 그는 “나이를 가리지 않고 남자와 여자의 시신을 30구 넘게 해부해 보았

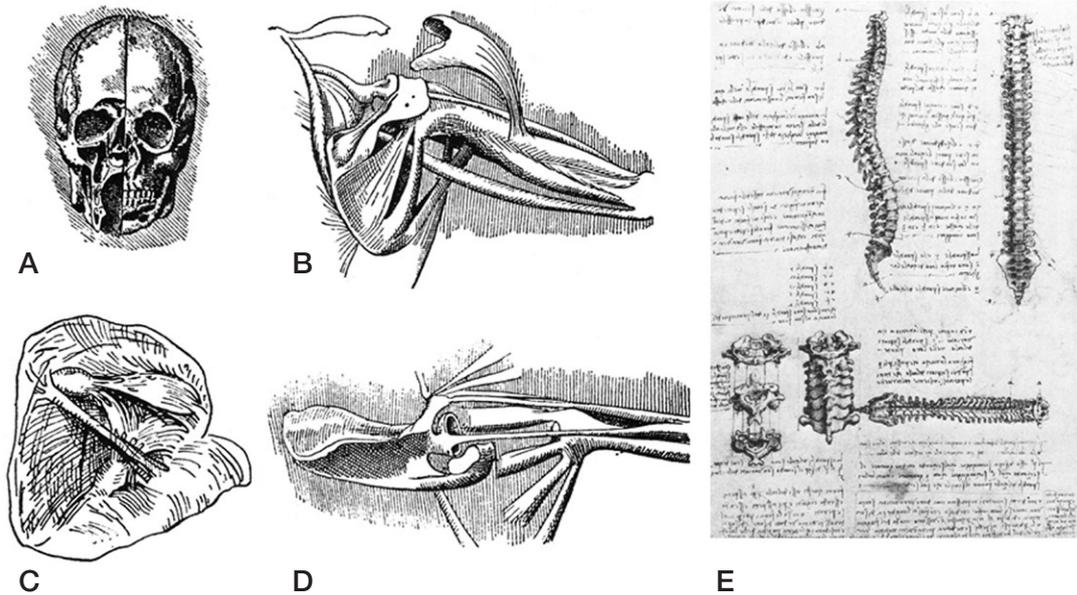


Fig. 3. Anatomical sketches of Leonardo da Vinci. A. Dissection of the skull showing maxillary sinus, frontal sinus, and nasal fossa. B and D. Dissection of the shoulder. C. The right ventricle of heart laid open showing the tricuspid valve and the intra-ventricular moderate band. E. Drawings of the articulated vertebral column (viewed from the lateral, anterior, and posterior aspects). A~D: Cited from Singer C. *A short history of anatomy and physiology from the Greeks to Harvey*. New York: Dover Publications, Inc.; 1957. p. 89. E: Cited from Persaud TVN, Loukas M, Tubbs RS. *A history of human anatomy*. 2nd Edt., Springfield, Illinois: Charles C Thomas Publisher LTD; 2014. p. 68.

다.” 시신을 냉동시킬 방법도 방부제도 없었던 그 시절에 그는 부패한 시신의 냄새도 참아가며 시신 한 구당 적어도 1주일 동안 해부를 하면서 사람 장기들을 세밀하게 관찰하여 스케치로 남겼다.

레오나르도는 사람의 뼈대(골격)를 정확하게 그렸던 최초의 사람으로, 앞과 뒤, 옆에서 바라보는 모습으로 표현하는 현대적 기법을 사용하였다. 그는 머리뼈(skull)를 절개하여 뺏속에 비어 있는 공간, 즉 위턱굴(maxillary sinus)과 이마굴(frontal sinus)에 관한 매우 뛰어난 그림을 남겼고, 척추의 형태가 목과 가슴, 허리, 엉치 부위별로 구조가 다름을 알고 있었으며, 척추 전체가 정상적으로 활처럼 구부러져 있는 척주굽이(curve of spinal column)도 매우 정확하게 묘사했다(Fig. 3) [3].

사람 근육에 관심이 많았던 레오나르도는 근육에 관한 묘사가 누구보다 탁월했으며, 특히 피부 표면근육은 예술가로서의 표현적 본능에 의한 관찰이 보다 세밀하고 정밀하였음을 잘 보여준다(Fig. 4). 일부 해부학적 오류는 그의 풍부한 상상력이 만들어낸 기발한 발상이었을 가능성도 있다. 또한 근육의 움직임 표현하는 기법은 감탄을 자아낼 정도로 탁월한데 가로막(diaphragm)에 관한 그림은 매우 뛰어났고, 손의 구조에 대한 그림은 거의 완벽할 정도였으며, 특히 어깨근육은 정확하고 분석적이었다(Fig. 4)

[3].

심장과 혈관에 관한 레오나르도의 그림들 중 일부는 고대 로마의 의학자이며 철학자인 갈레노스(Galen of Pergamon 또는 Aelius Galenus, Claudios Galenos 129~200년)의 문헌에 나오는 것을 그대로 인용하였지만, 다른 그림들은 그의 놀라운 관찰력과 통찰력을 짐작하게 한다. 그는 팔다리의 혈관분포를 잘 묘사했지만, 단연 최고는 심장에 관한 그림이다(Fig. 5) [2,3]. 이 그림에서 그는 심실속 방실다발(intraventricular band)을 묘사했는데, 이것을 후세의 해부학자들이 이해하기까지는 몇 세기의 시간이 필요하였다. 혈액순환을 최초로 주장한 윌리엄 하비(William Harvey, 1578~1657년, 영국의 의사·생리학자. 인체의 구조와 기능, 특히 심장과 혈관의 생리에 대해 연구하여 심장의 박동을 원동력으로 하여 혈액이 순환한다고 주장)가 연구한 심장의 운동에 관한 일부 실험도 하비보다 약 100년 전에 레오나르도가 실행하였고, 그는 심장판막의 작용을 설명하기 위한 심장모형도 제작하였다. 이러한 레오나르도의 업적은 당시의 해부학 수준을 훨씬 뛰어넘는 수준이었다[9,14].

레오나르도가 남긴 해부학의 위업 중에서 신경학 분야의 뇌의 도해 역시 대단함을 넘어 경탄스럽기 그지없다. 초기 뇌의 그림에서는 알베르투스(Albertus Magnus,

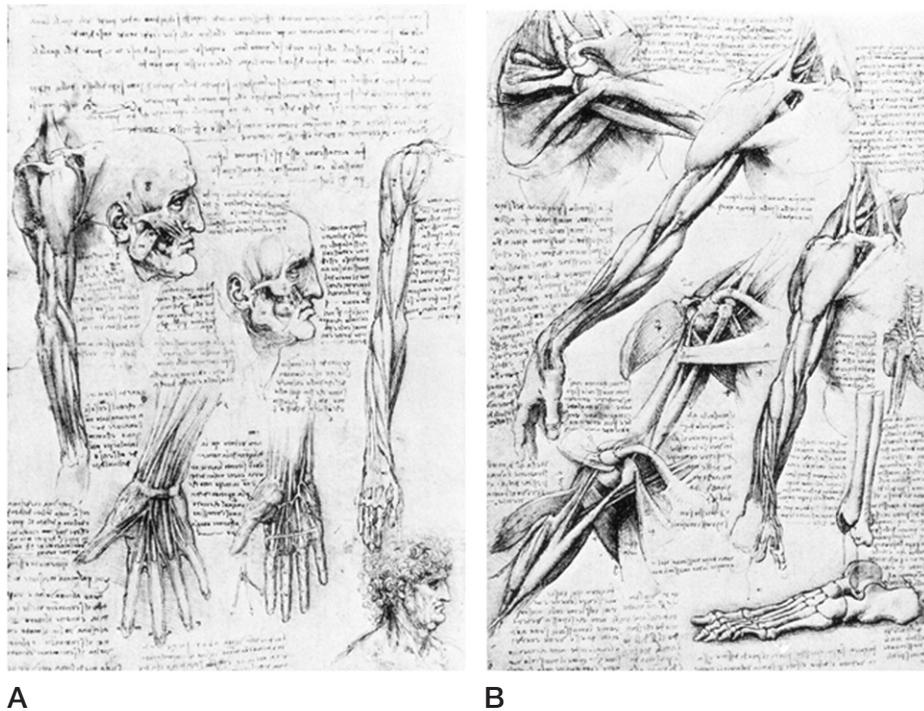


Fig. 4. The drawings of muscles, nerves, arteries and bones by Leonardo da Vinci. A. Series of drawings showing the clavicle, superficial and deep facial muscles, arm and forearm muscles, the ulnar and median nerves, and the ulnar artery (superficial palmar arterial arch). B. Drawings of the muscles of the shoulder region, arm, and forearm. The bones of the ankle region and foot are shown below on the right. A & B: Cited from *Persaud TVN, Loukas M, Tubbs RS. A history of human anatomy. 2nd Edt., Springfield, Illinois: Charles C Thomas Publisher LTD; 2014. p. 63.*

1193/1206~1280년)의 그림과 유사하게 세 개의 뇌실(ventricle)이 보이지만, 후기의 그림에서는 실제 뇌실의 구조와 같았다. 이것은 그가 뇌를 직접 해부하고 관찰했음을 증명한다. 또한 뇌실 속으로 왁스를 주입하여 뇌실 공간에 대한 주형을 얻었는데, 이것이 연구를 위하여 뇌실 속으로 왁스를 주입한 최초의 사례이다(Fig. 6). 눈(eye)의 구조에 대한 사고 역시 당시의 수준에 비해 비교적 앞서 있었음을 그림을 통해 살펴볼 수 있는데 시각신경이 눈의 뒤쪽에 있으며, 뇌와 연결되어 있다는 사실을 역사상 가장 먼저 관찰한 해부학자이기도 하다(Fig. 7). 또한 그는 빛의 반사와 굴절에 관한 시각적 현상을 실험하다가 수정체의 역할을 밝혀내기도 하였다.

레오나르도는 생식기관에 대해 특히 관심이 많았는데, 생식기관에 대한 그림 중에서, 태아가 들어 있는 자궁(uterus) 그림은 진정한 걸작이라고 말하지 않을 수 없다(Fig. 8). 이 그림을 살펴보면 레오나르도가 태아의 분만 기전을 명확하게 이해하고 있음을 알 수 있다. 그러나 태반(placenta)을 떡잎 모양으로 이상하게 표현하였는데, 이 또한 레오나르도의 예술가적 상상력의 일환으로 이해할 수 있을 것이다[3].

레오나르도의 그림들이 베살리우스(Andreas Vesalius, 1514~1564년)에게 영향을 미쳤는지의 여부는 논쟁의 여지가 많다. 그러나 레오나르도를 비롯한 다수의 위대한 예술가와 해부학자가 베살리우스에게 직·간접적인 영향을 미쳤을 가능성은 충분하다. 그것은 베살리우스의 표현적 서술기법들이 그만의 독창적 창의성이라고 단정할 수는 없기 때문이다. 예를 들어 근육 형태와 움직임, 신경계 통 등의 표현에서 레오나르도의 영향을 부정할 수 없다는 것은 주지의 사실이다. 결론적으로 레오나르도의 천부적인 관찰능력과 치밀한 연구, 그리고 훌륭하기 그지없는 그림들로 구현하였던 예술계의 자연주의 운동은 해부학 연구와 발전에 지대한 공헌을 하였다.

레오나르도는 자신이 직접 해부하고 탐구하였던 사람 몸의 해부를 보다 체계적으로 가르치기 위해서 파비아 대학의 교수 델라 토레(Marcantonio della Torre, 1481~1512년)와 함께 해부학 교과서를 출판할 계획을 세웠다. 그러나 불행하게도 델라 토레의 죽음으로 그 계획은 중단되어 버렸다. 만약 레오나르도와 델라 토레가 계획하였던 해부학 교과서가 출판되었다면, 해부학과 생리학의 발전을 100년 이상 앞당길 수 있었을 것이다[15].

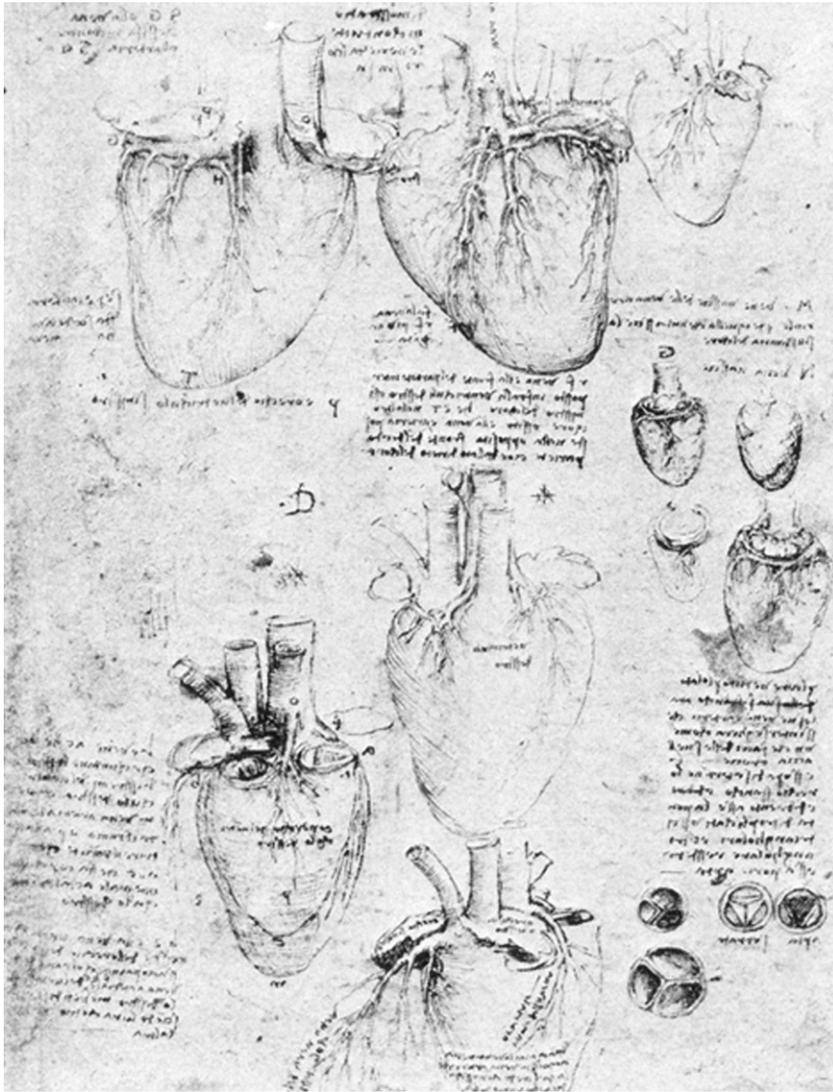


Fig. 5. The drawings of heart by Leonardo da Vinci. Sketches showing the distribution of the coronary vessels, viewed from different aspects. On the lower right-hand corner are the pulmonary and tricuspid valves seen from above. Cited from *Persaud TVN, Loukas M, Tubbs RS. A history of human anatomy. 2nd Ed., Springfield, Illinois: Charles C Thomas Publisher LTD; 2014. p. 64.*

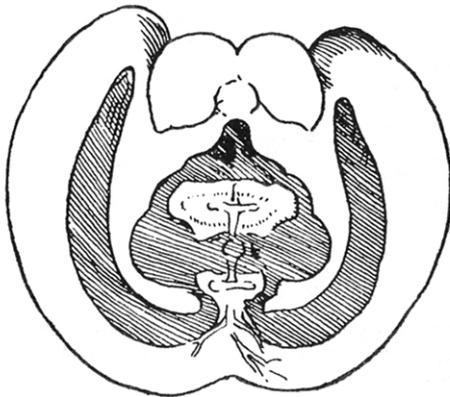


Fig. 6. Wax cast of ventricles of the brain as portrayed by Leonardo da Vinci. Cited from *Singer C. A short history of anatomy and physiology from the Greeks to Harvey. New York: Dover Publications, Inc.; 1957. p. 91.*

레오나르도 다빈치의 해부학 연구

레오나르도가 해부에 관심을 가지게 된 최초의 동기는 화가의 입장에서 사람 몸의 구조를 보다 정확하게 파악하기 위한 것이었다. 그러나 해부를 거듭하면서 사람 몸을 보다 생생하게 표현하기 위해서는 겉모습 뿐 아니라 내부 장기들도 이해할 필요성을 느끼기 시작하였고, 그러한 열망은 결국 해부학 연구로 이어지게 된 것이다[15]. 또한 천성적이며 타고난 습관인 관찰을 통해서 사람구조의 상호 연관성과 기능에 대한 탐구의욕을 촉발시키게 되었을 것이라는 추론은 충분히 가능하다. 후세의 사람들이 예술가로서 레오나르도 보다 ‘천재’라는 수식어로 대별하는 것은 식물학, 수학, 지질학, 천문학, 기하학, 광학 등의 다양한 분야에서 최고의 반열에 올랐을 뿐 아니라 오늘날의 과

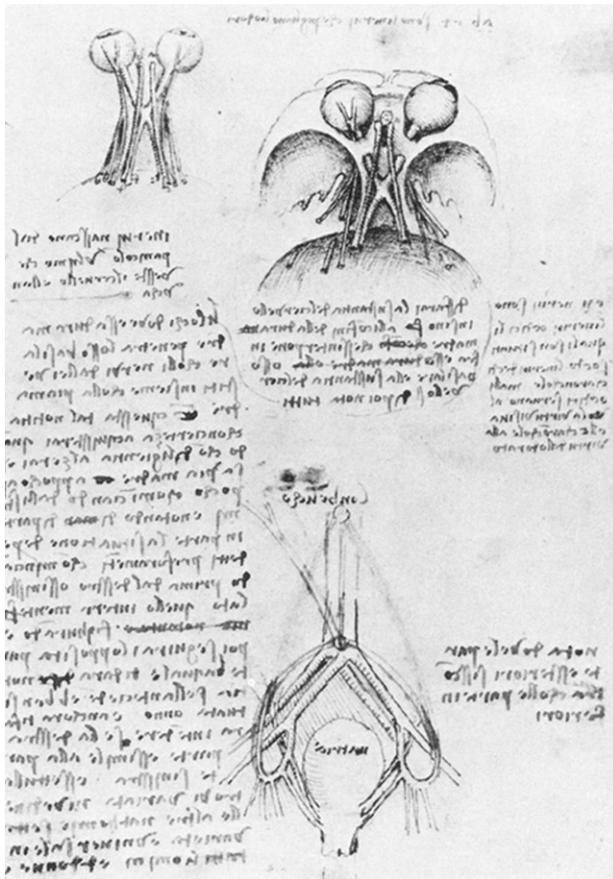


Fig. 7. The sketches above show the eyeballs, optic nerve and chiasm, and several cranial nerves. Below is a drawing of the uterus with paired vessels supplying it from either side. Cited from Persaud TVN, Loukas M, Tubbs RS. *A history of human anatomy*. 2nd Ed., Springfield, Illinois: Charles C Thomas Publisher LTD; 2014. p. 67.

학에까지 크게 기여하였기 때문일 것이다[16]. 예술은 물론, 과학자, 발명가로서의 뛰어난 업적들은 그의 독창성과 창의적 재능, 그리고 새로운 지식에 대한 열정적인 탐구심의 산물이라고 말하지 않을 수 없다. 또 다른 면에서 의사가 되고자 했던 어린 시절의 꿈이 사생아라는 출생신분으로 인하여 접근조차 할 수 없었던 잠재적 의식의 발현이었을 가능성도 부정할 수 없다. 1,800여 점에 달하는 레오나르도의 해부 그림들은 찬탄을 금치 못할 정도로 정확하고 회화적 가치 역시 훌륭하기 때문에, 그의 예술적 천재성과 창의적 재능, 예리하고 분석적인 관찰능력이 시공간을 뛰어넘는 능력의 소유자라는 것을 인정하지 않을 수 없는 것이다[2,3].

레오나르도가 죽기 2년 전, 아라곤의 루이스 추기경이 레오나르도를 방문하였을 때, 그의 비서는 다음과 같은 대화기록을 남겼다. “레오나르도는 팔다리와 근육, 신경, 정

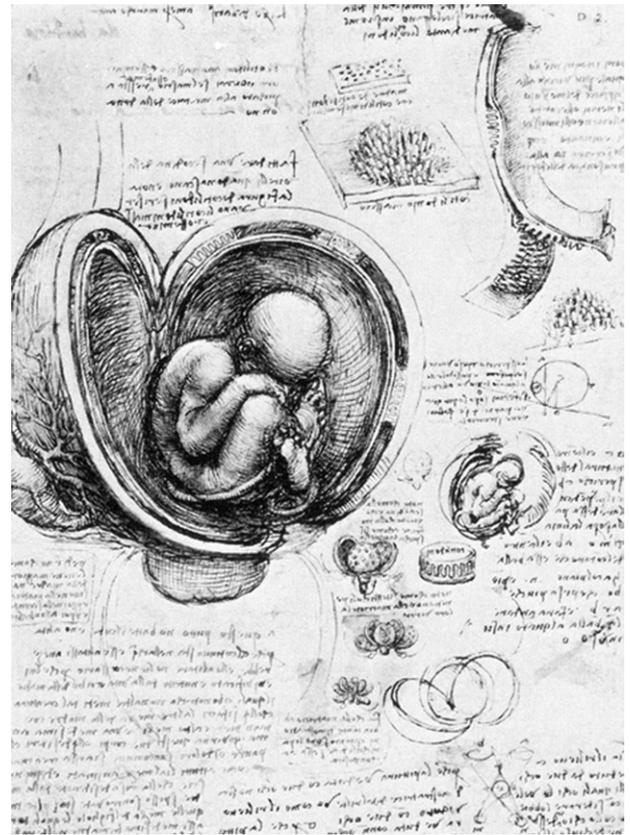


Fig. 8. The pregnant uterus bisected to show the fetus in its natural position. The placenta, however, is that of a cow. The sketches on the right and below reveal the different layers of fetal membranes. In one of the small diagrams, the fetus can be seen through the transparent amnion following removal of the chorion and uterine wall. Cited from Persaud TVN, Loukas M, Tubbs RS. *A history of human anatomy*. 2nd Ed., Springfield, Illinois: Charles C Thomas Publisher LTD; 2014. p. 66.

맥, 인대, 창자를 자세히 묘사한 사람해부학 책을 저술하고 있다. 이 책은 지금까지 어느 누구도 시도해 본 적이 없는 방법으로 기술하고 있으며, 남녀의 몸 구조에 관한 모든 것을 포함하고 있다. 그는 모든 것을 눈으로 직접 관찰하였고, 남녀노소를 가리지 않고 30구 이상의 시체를 해부하였다.” [12] 비서가 말한 이 책은 아직도 그 소재가 밝혀지지 않은 레오나르도의 해부학 원고가 아니었을까?

레오나르도는 발가락을 펴는 근육, 즉 ‘짧은발가락편근 (extensor digitorum brevis muscle)’에 대한 설명을 하면서 이탈리아의 해부학자 몬디노(Mondino de’ Luzzi, 1270~1326년)의 문헌을 인용하였으나, 짧은발가락편근을 최초로 기술한 사람은 몬디노가 아니라 고대 로마제국의 의사이며 철학자인 갈레노스(Galen of Pergamon, 129~200년)이었다[12]. 레오나르도가 참고한 몬디노의 책은 1482년 볼로냐에서 출판된 개정본이다. 레오나르도 시대에 살

있던 베네데티(Alessandro Benedetti, 1450~1512년)는 볼로냐와 파도바 대학의 의학교수였으며, 1497년에 5권의 해부학 지침서 『해부학(Anatomice)』을 출판하였는데 이 지침서는 독창성은 없었지만 사람 몸의 구조와 해부방법에 관한 내용이 들어 있다[12]. 외과의사 솔리아크(Guy de Chauliac of Montpellier, 1300~1370년)는 1368년에 『Chirurgia Magna』를 출판하였고, 1478년에 이 책의 프랑스 번역본이 출간되었다[17]. 이 시기에 레오나르도는 갈레노스와 아비센나(Avicenna, 980~1037년)의 아랍어 문헌을 라틴어로 번역한 책과 알베르투스(Albertus Magnus, 1193/1206~1280년)가 저술한 『동물에 대하여(De Animalibus)』를 참고하였다는 기록이 있다[12]. 그러나 당시에 이러한 문헌들은 대부분 라틴어로 쓰여 있었다. 그래서 교육을 통해서 의학분야의 라틴어를 제대로 배우지 못한 레오나르도는 자신이 발견한 해부 구조들의 중요성을 제대로 인식하지 못했을 것으로 생각된다.

레오나르도가 사람 몸에 관한 연구에서 빈틈없는 해부학자라는 사실은 이론의 여지가 없다. 관찰한 것을 정확하게 그림으로 그렸고 항상 구조와 기능을 연관 지으려고 노력하였다. 그는 주로 피렌체의 산타마리아 누오바 병원(Hospital of Santa Maria Nuova)과 로마의 산토스피리투 병원(Santo Spiritus Hospital)에서 시체를 해부했는데 날카로운 메스와 끌, 뼈를 자르는 톱을 사용하여 밤중에 은밀하게 해부를 실시했다[12]. 당시에는 시체를 보존하는 방부처리 기술이 개발되지 않았기 때문에 장기들을 손상시키지 않고 있는 그대로 노출시키기 위하여 매우 조심스럽게 해부를 진행했을 것이다. 또한 쉽게 부패하는 시체를 일주일 이상 관찰하고 해부하면서도 악취나 역겨운 상황을 견디면서 해부과정에서 나타나는 장기의 구조물들을 탐구의 대상으로 삼았다고 한다[12].

앞에서 기술한 것처럼 레오나르도가 30구의 시체를 해부했다는 인용문장으로 미루어, 레오나르도의 생애 중 상당부분을 해부학에 쏟아 부었다는 것은 주지의 사실이다. 또한 그가 남긴 노트에서 해부학에 관한 문헌을 저술하려고 준비했다는 기록을 볼 수 있는데 1,800여 점에 달하는 해부그림들과 광범위한 자료들로 미루어 그가 저술하려고 계획한 해부학 책의 수준을 충분히 짐작할 수 있을 것이다. 레오나르도는 해부학 책을 저술하기 전에 이미 책의 내용과 범위를 구상하였는데 아마도 이전보다 발전된 해부기법과 교수법을 제시하였을 것으로 추정된다. 이렇게 추론하는 이유는 레오나르도가 다방면으로 출중한 능력의 소유자이며 사물의 본질을 꿰뚫고 분석하는 능력이 매우 탁월하였기 때문이다.

하지만 그러한 작업은 너무 방대하고 복잡하여 많은 시

간이 필요했기에 결코 쉽게 이를 수 있는 일은 아니었을 것이다. 그는 해부학 뿐 아니라 수학, 지질학, 천문학, 철학, 음악, 건축, 기계공학 등 많은 분야에 관심이 많았고, 동시다발적으로 연구가 진행되었기 때문에 해부학 책 역시 계획한 기일 내에 완성할 수 없었을 것이다. 그가 노트에 기록한 일지에 의하면 다음과 같은 내용이 기술되어 있는데, 다양한 분야에 열정을 쏟아 붓는 바쁜 일상 속에서도 저술의 완결을 위해 고심한 흔적을 엿볼 수 있다. “1508년 3월 22일, 피렌체에 있는 마르텔리(Piero Di Braccio Martelli)의 집에서 집필을 시작하였다. 순서 없이 자료를 수집하고, 후에 정리할 필사본들로부터 필요한 자료를 얻었다. 집필할 내용은 많고 나의 기억은 한계가 있기에, 독자들의 비난을 받지 않으려면 집필을 마치기 전에 같은 일을 수없이 반복해야 한다는 것을 잘 알고 있다.”[12,18]. 그럼에도 불구하고 그는 1508년까지 이미 많은 분량의 자료와 원고, 그림들을 준비하고 있었다.

레오나르도는 초기에 화가로서 사람근육과 뼈대를 이해하려고 저술을 시작했다고 한다. 그가 제작한 근육과 뼈대의 그림과 메모들을 살펴보면 정확한 비율의 뼈대와 움직이는 팔다리들이 수학과 역학적 지식의 바탕 위에서 도해되었음을 알 수 있다(Fig. 2). 또한 근육을 층별로 구분하여 정확하게 근육의 형태를 묘사하였고, 근육이 뼈에 붙는 부위도 매우 정교하게 관찰한 것을 확인할 수 있다. 예를 들어 아래팔(forearm)에서 엽침(pronation)과 뒤침(supination) 운동과 보행 중 다리와 발에서 뼈와 근육의 움직임을 도해(Fig. 4)하였는데, 이러한 그림들을 통해서 레버와 같은 기능을 하는 뼈대와 길항작용을 하는 근육들에 대한 그의 높은 수준의 식견을 짐작할 수 있다[12,19]. 또한 그는 그의 해부학 노트에서 혈관의 작은 끝을 설명하기 위해서 “chapillari” 용어를 사용했고, 색소와 염료를 주입하는 방법으로 다양한 장기에서 동맥과 정맥 사이의 연결도 연구했다[10].

레오나르도 다빈치의 해부학 실험과 발견

레오나르도는 직접 고안한 기술적 방법과 반복된 실험을 통하여 사람과 동물에서 새롭게 해부학 구조물들을 다수 발견하였다. 그는 머리뼈를 절개하여 뺏속이 비어 있는 공간, 즉 위턱굴(maxillary sinus)(Fig. 3A)을 최초로 묘사하였고[1], 황소의 뇌에 있는 뇌실(ventricle of brain) 속으로 왁스를 주입하는 기법을 사용하여 사람 뇌실의 형태를 정확하게 묘사하였다(Fig. 6). 그는 이러한 왁스 주입기법을 활용하여 사람 몸에 있는 공간들의 크기와 형태를 처

음으로 정확하게 측정할 수 있는 방법을 확보할 수 있었던 것이다[19].

또한 개구리의 척주를 절단하면 척수반사가 없어진다는 것을 확인하기도 하였다[1,12]. 그리고 발성의 기전에 관한 실험에서 호흡에 관여하는 갈비사이근(intercostal muscles)의 역할과 음식물을 삼킬 때 관여하는 기전을 발견한 것도 그가 최초이다[1]. 그는 골반의 기울기와 심장에 위치한 꼭지근육(papillary muscle), 힘줄끈(chordae tendinae), 오른 심실의 방실다발 오른갈래(intraventricular band) 등을 정확하게 도해(Fig. 5)했는데, 이것은 앞에서 기술한 바와 같이 수백 년을 앞선 선구적 업적이다. 심장과 혈관, 혈액의 움직임에 관한 레오나르도의 통찰과 그림은 대단히 광범위하고 더할 수 없을 만큼 훌륭하다. 다만 그가 혈액순환의 원리를 발견하지 못했다는 것이 오히려 의아스러울 뿐이다. 실제로 그는 심장판막의 구조와 심장의 수축기와 이완기에 판막의 움직임에 큰 관심을 가지고 있었고 심방뿐 아니라 심장동맥(coronary artery)의 기원과 분포를 알고 있었음을 그림에서 충분히 확인할 수 있을 것이다(Fig. 5) [2]. 그는 노인 시신을 해부하여 동맥경화증(arteriosclerosis)에 관한 질병을 최초로 파악할 수 있었으며, 동맥경화증이 없는 젊은 사람의 혈관을 함께 비교한 귀중한 그림을 남기기도 하였다[12,15].

레오나르도는 위장관 그림에서 최초로 막창자꼬리(appendix)를 자세히 도해하였다[1]. 그렇지만 가로막과 배벽의 근육들이 창자의 운동을 조절한다고 그는 생각한 것 같다. 이렇게 위장관벽의 연동운동에 대한 지식이 부족한 것처럼 콩팥(kidney)으로부터 방광까지 소변이 이동하는 요관(ureter)에 관한 묘사에서도 나타난다. 아마도 그는 요관을 중력에 의해 소변이 흘러 내려가는 간단한 관으로 생각한 듯하며, 이 개념을 가로막까지 관련지어 그림으로 묘사했는데 이러한 것들이 레오나르도의 해부학적 오류이다 [12]. 또한 레오나르도는 자궁의 양쪽에 각각 2개의 뿔이 달린 형태로 자궁을 묘사하였는데(Fig. 9), 이는 중세 이후부터 베살리우스 시대까지 이어진 또 다른 해부학적 오류이다.

레오나르도는 발생의 초기 단계를 밝히기 위하여 달걀을 부화시켜 병아리의 배아를 관찰하였고, 태반(placenta)과 태아막을 도해했다(Fig. 8). 그는 다른 학자들과 다르게 하나의 공간이 있는 자궁(uterus)을 그렸고, 혈관이 보이는 난소(ovary)와 자궁도 함께 그렸다. 이 그림은 태반과 연결된 탯줄, 그리고 태아가 들어 있는 자궁을 세밀한 관찰 후에 그린 것으로 레오나르도의 위대한 걸작으로 손꼽히는 작품이다.

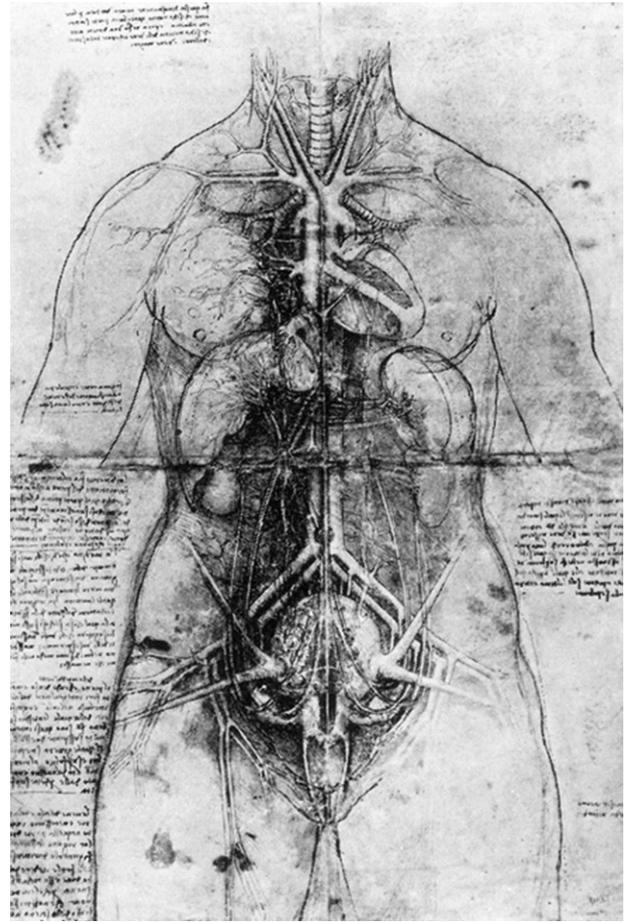


Fig. 9. The principal organs and vascular and urino-genital systems of a woman. This elaborate and impressive drawing is undoubtedly an earlier work of Leonardo da Vinci. There are many inaccuracies and the anatomical representations suggest that the drawing was based on the dissection of animals. An attempt has been made to consolidate the structure of the female anatomy with Galenic concepts of function. Cited from *Persaud TVN, Loukas M, Tubbs RS. A history of human anatomy. 2nd Edt., Springfield, Illinois: Charles C Thomas Publisher LTD; 2014. p. 67.*

고 찰

레오나르도가 남긴 많은 해부 그림들은 근육과 뼈대, 혈관, 신경, 비노생식계통에 관한 것들로, 높은 회화적 가치와 함께 과학적으로도 매우 가치가 높은 걸작들이다. 그는 다른 관점과 시각에서 사람 몸의 부분들을 스케치하기도 하였는데 절단면 해부학 그림을 창안한 최초의 해부학자이기도 하다[1]. 그러나 그는 단편적인 그림만으로 복잡한 인체를 설명하기에 충분하지 않다고 생각하였기 때문에 자주 기능과 관련되거나 의문을 제시한 내용들을 그림과

설명으로 기록하기도 했다. 이러한 과정에서 이전까지 밝혀지지 않은 것들을 새롭게 발견하고 조명하기도 하였다.

예술적 재능과 기능이 완숙해진 레오나르도의 해부그림들은 당시의 해부 그림과는 비교할 수 없을 만큼 정밀하고 회화적이며 판에 박힌 표현 방법 밖에 구사하지 못했던 종전의 그림보다 훨씬 더 자연스럽고 실제적이다. 이 훌륭한 해부그림들을 제작하기 위하여 그는 정확하게 스케치하는 기법 뿐 아니라 세심한 해부능력을 보여주고자 했는데 그가 메모한 기록에는 다음과 같은 글이 수록되어 있다. “나는 심장과 혈관에 대해 정확하고 완전한 지식을 얻기 위해서 가는 혈관(모세혈관)을 통과하는 눈에 띄지 않을 정도의 혈액 외에는 약간의 출혈도 발생하지 않도록 혈관 주위의 조직들을 극히 미세한 부분까지 도려내었다. 그리고 충분히 관찰할 수 있을 때까지 이 과정을 반복하였다.” [7]. 또한 그는 서술적 해부학으로 설명이 어려운 다양한 구조물들의 기능을 그림으로 묘사하려고 노력하기도 하였는데 많은 스케치에서 그 고민과 사고를 엿볼 수 있다.

레오나르도는 1519년 5월 2일 사망하였는데 죽기 전에 사랑하는 제자이자 동료인 프란체스코 멜지(Francesco Melzi)에게 모든 원고들과 그림들을 상속으로 넘겨주었다 [7]. 멜지는 스승의 위대한 걸작들의 가치를 충분히 인식하고 있었기 때문에 자신이 살아있는 약 50년 동안 비밀스럽고 소중하게 스승의 원고를 보관하고 있었다. 이후 1570년 멜지가 사망하면서 레오나르도의 원고들은 그의 조카인 오라지오(Orazio)에게 다시 상속되었다. 그러나 오라지오는 그것들의 가치를 잘 알지 못했기 때문에 보관에 소홀하게 되었고, 하나, 둘씩 그의 곁에서 사라져 갔다. 이 원고들은 폼페이 레오니(Pompeo Leoni)와 토마스 하워드(Thomas Howard), 아룬델(Earl of Arundel) 등의 많은 사람들을 거치면서 여러 곳으로 흩어졌으나. 오늘날 영국의 윈저궁(Windsor Castle)에 있는 왕립도서관의 노력으로 대부분의 원본들이 수집되어 소장되어 있다[3,16,18,19].

레오나르도는 당시의 회화와 조각이 대부분 인물 중심이었기 때문에 천양지차의 사람을 보다 정확하게 묘사하기 위해서는 해부학적 요소가 필수적이라고 판단하였고 그의 생각은 정확하였다. 그러나 다양한 사고와 창의력이 넘쳤던 레오나르도는 미술의 표현적 필요성을 넘어 과학적 탐구정신으로 인체에 접근하였고 결국 독창적이고 위대한 해부학 유산을 인류에게 남겼다. 결론적으로 레오나르도의 해부학 업적들은 그의 수많은 연구 결과물과 함께 수백 년의 시공간을 뛰어넘는 경이로움 그 자체라고 하지 않을 수 없으며 먼 미래까지 소중한 문화적 소산물로 존재할 수 있을 것이다. 레오나르도의 해부도는 사후 200년이 지난 후에 세상에 공개되었다. 만일 델라 토레와 계획하였

던 해부학 교과서가 출간되었더라면 우리는 베살리우스가 아니라 레오나르도를 사람해부학의 창시자로 기억하고 있을지도 모른다.

REFERENCES

1. Jose AM. Anatomy and Leonardo da Vinci. *Yale J Biol Med.* 2001; 74:185-95.
2. Shoja MM, Agutter PS, Loukas M, Benninger B, Shokouhi G, Namdar H, et al. Leonardo da Vinci's studies of the heart. *Int J Cardiol.* 2013; 167:1126-33.
3. O'Malley CD, Saunders JB, de CM. Leonardo on the Human Body. New York: Dover Publication, Inc.; 1983. p. 17, 27-30.
4. Leonardo da Vinci. [cited 2016 May 2] Available from: https://en.wikipedia.org/wiki/Leonardo_da_Vinci.
5. Dunn PM. Leonardo Da Vinci (1452-1519) and reproductive anatomy. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed.* 1997; 77: 249-51.
6. Keele KD. Three early masters of experimental medicine-Erasistratus, Galen and Leonardo da Vinci. *Proc R Soc Med.* 1961; 54:577-88.
7. Song CH. Historical figures in anatomy. Seoul, Republic of Korea: Jeongseok Publisher. 2015. p. 81-83, 172-173.
8. Persaud TVN. Early history of human anatomy. Springfield, Illinois: Charles C Thomas Publisher LTD; 1984. p. 45-46.
9. Singer C. A short history of anatomy and physiology from the Greeks to Harvey. New York: Dover Publications, Inc.; 1957. p. 28-29, 90, 92.
10. Persaud TVN. A history of human anatomy. The post-Vesalian era. Springfield, Illinois: Charles C Thomas Publisher LTD; 1997. p. 3-5, 69.
11. Janson HW. History of art. New York: Harry N. Abrams, Inc.; 1977. p. 76.
12. Persaud TVN, Loukas M, Tubbs RS. A history of human anatomy. 2nd Edt., Springfield, Illinois: Charles C Thomas Publisher LTD; 2014. p. 60-65.
13. Lester T (author)/Oh SG (translator). da Vinci, Draw a the vitruvian man. Seoul, Republic of Korea: Roots and leaves; 2014. p. 84.
14. Keele KD. Leonardo da Vinci, and the movement of the heart. *Proc R Soc Med.* 1951; 44:209-13.
15. Jones R. Leonardo da Vinci: anatomist. *Br J Gen Pract.* 2012; 62:319.
16. Sooke A. Leonardo da Vinci: Anatomy of an artist, [cited 2016 May 2] Available from: <http://www.telegraph.co.uk/culture/art/leonardo-da-vinci/10202124/Leonardo-da-Vinci->

- Anatomy-of-an-artist.html.
17. Ogden MS. The Galenic works cited in Guy de Chauliac's *Chirurgia magna*. *J Hist Med Allied Sci*. 1973; 28:24-33.
 18. Johannes N, Frank Z. Leonardo da Vinci, 1452-1519, The complete paintings and drawings. Köln, London, Taschen: Benedikt Taschen Verlag; 2003. p. 254 and p. 400-479.
 19. Keele KD. Leonardo da Vinci's 'Anatomia Naturale'. The inaugural John F. Fulton lecture. Yale University School of Medicine. November 3, 1978, *Yale J Biol Med*. 1979; 52:369-409.

Anatomical Achievement and Thought of Leonardo da Vinci

Ok Hee Chai, Chang Ho Song

Department of Anatomy, Chonbuk National University Medical School

Abstract : Leonardo da Vinci is remembered as the greatest genius of the Renaissance. He left outstanding achievements as an artist, scientist and inventor, and contributes up to today's science. He ranks the best in a variety of fields, such as botany, mathematics, geology, astronomy, geometry and optics. It has well known that Leonardo is an artist, scientist, inventor and philosopher. And he was a great anatomist that dissected dead bodies and animals directly and left many anatomical drawings.

He took an interest in anatomy from the point of view of the artist, which is why the human body structure and function to know the sakes were "ignorant of the anatomy should not be upset." Over time, he became interested in the structure and function of the body, even get the human body in a difficult environment; he dissected many the human bodies directly. His scientific inquiry and infatuation made him as an advanced pioneer for more than 100 years, and got enough level to surpass the artistry. Leonardo left about 1,800 anatomical figures of the muscular, skeletal, vascular, nervous and urogenital system, and they are also very scientific and high artistic achievements. The aim of this article is to take a look at Leonardo da Vinci's anatomical achievements and thoughts. In addition, the goal is to knowledge today's anatomists about Leonardo da Vinci's astonishing achievements as a great pioneer in anatomy.

Keywords : Leonardo da Vinci, Anatomist, Anatomical achievement, Anatomical thought