

LEONARDO DA VINCI MOZGÁS- ÉS JÁRÁSVIZSGÁLATAI

Józsa László

jozsalg@freemail.hu

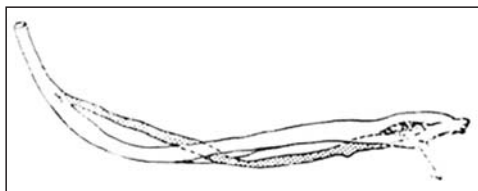
Az állatok mozgását, hely- és helyzetváltoztatását elsőként Arisztotelész² próbálta meg elemezni. Állatrendszertanában, éppen mozgási sajátosságai alapján osztotta négy osztályba (négy lábúak, madarak, csúszómászók, halak) az állatvilágot. Az állatok mozgásairól külön könyvet írt, amelyben arra törekszik, hogy sajátos mozgásritmusukat matematikai módszerrel interpretálhassa. Mozgáselemzéséhez a mozgásszervek makroanatómiai felépítését vette alapul (eltekintve most a halak és csúszómászók lokomóciójától), megkülönböztette a két és négy lábón járást, de a járófelület (egy vagy több ujj, pata, köröm, talp stb.) vizsgálatába nem merült bele. Arisztotelész nem foglalkozott sem az ember, sem az ember szabásúak helyváltoztatásának vizsgálatával. Noha kutatási módszerei kitűnő alapokat teremtettek, a mozgás- és járáskutatások több mint két évezredre megszakadtak, illetve feledésbe merültek^{15,16}.

Leonardo da Vincit mint művészt és mérnök-konstruktőrt mindenféle mozgás érdekelte, egyfelől annak ábrázolási lehetősége, másrészt biomechanikája szempontjából. Milánói éve alatt (1482–1500) a Codex Atlanticusban a vizek mozgásáról, majd a madarak repüléséről (Sul volo degli uccelli) írt tanulmányt¹⁴. Megállapította, hogy repülésük matematikailag modellezhető, és az ember szerkeszthet olyan gépet, amely hasonló mechanizmus alapján repül, de a gépnek jóval nagyobb erő-kifejtésre lesz szüksége, mint a madaraknak. Művész kortársainak nagy része (Botticelli, Michelangelo stb.) és Firenze ura, Cosimo Medici platonikus nézeteket vallott, ezzel szemben Leonardo jobban vonzódott Arisztotelész filozófiájához és természettudomá-

nyához. Nem értett a magasabb matematikához, mégis megkapta a növények és állatok arisztotelészi vizsgálatát.

Az „Il Cavallo” című szobor készítésekor kezdett el a lovak mozgásával foglalkozni, és rájött, hogy az elülső és hátsó lábak mozgása eltérő mechanikájú, amint ezt az 1490 táján készült rajzai és feljegyzései bizonyítják^{3,11,17}. Az emberi mozgást anatómiai tanulmányokkal együtt 1510 körül kezdte elemezni^{6,10,11,13}.

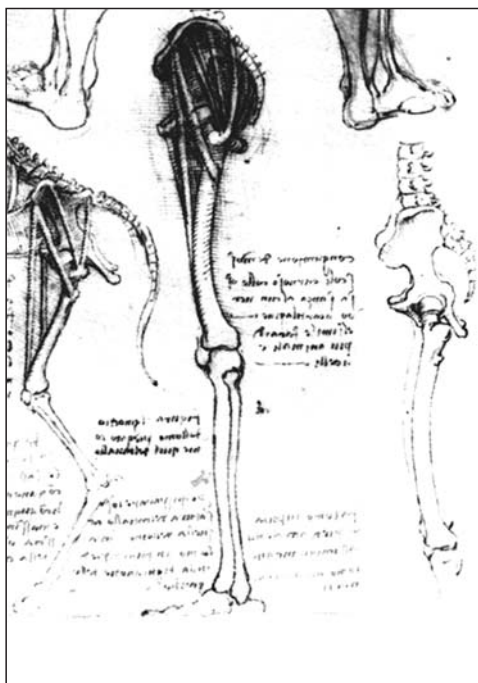
Leonardo a mozgások megfigyelése során először elkülönítette az akaratól független szervmozgásokat (szív, gyomor, belek, húgyhólyag), amiket „alacsonyabb rendűeknek” tartott. Az akaratlagos mozgások közé sorolta – a hely- és helyzetváltoztatásokon kívül – a légzőmozgásokat, miközben rájött a bordaközi és rekeszizmok szerepére^{6,13}. Kimutatta az izomzat posturalis funkcióját, elsősorban a fej és gerinc tartásával foglalkozott. Leírta a gerinc fiziológiás görbületeit. Felismerte a szinergista és antagonisták izmokat, és megfigyelte (valószínűleg vivisectióval) az izomkontrakciót is^{11,17}. Rajzaiból kitűnik, hogy az izomrendszert komponenseire bontotta, megszerkesztette az erővonalait. Továbbmenve az erőátviteli mechanizmust és annak morfológiai szubsztrátumait (izomín-ízület-csont) vette vizsgálat alá^{1,4,11}. Leonardo megállapította és egyes anatómiai ábráin fel is tüntette azt – amit napjaink anatómiai tankönyvei csak elvétve vesznek tudomásul –, hogy szó sincsen párhuzamos rostokból felépülő ín-ról. Makroszkópos megfigyelésekkel (és finom preparálási technikájával) kimutatta és ábrázolta*, hogy az emberi inak spirális szerkezetűek (1. ábra). A kéz



1. ábra. A flexor digitorum profundus ín szerkezetének rajza. Készült 1510 körül

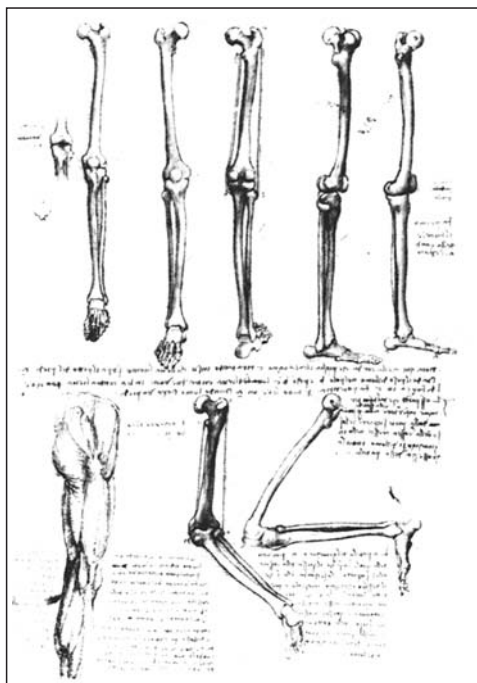
mély hajlítójában három kötegből álló, összefonódó szerkezetet írt le^{7,9}, amit csak pár évtizeddel ezelőtt fedeztek fel újonnan⁷.

Mozgáselemzéseit komparatív anatómiai tanulmányokkal kezdte. A medence- és combizomzatot, azok erővonalait, biomechaniká-



2. ábra. A ló és az ember medencéjének és alsó végtagcsontjainak összehasonlító rajza. Készült 1511–1512 körül

jukat hasonlította össze az egy ujjon járó ló, a két ujjon járó disznó és a plantigrád járású majom és ember végtagjain (2. ábra). A későbbiekben az emberi csontok és ízületek helyzetét elemezte (3. ábra) a mozgás különböző fázisaiban: flexió, extenzió, rotáció. Igen fontos felfedezése, hogy rájött a lábboltozat funkcionális szerepére, megrajzolta mozgásainak erővonalait^{5,11,17}. Kimutatta, hogy a járófelszín, ti. a talp, csak az embernél és a medvénél azonos^{**}, de azt is, hogy az ember és a medve eltérő járása abból adódik, hogy a láb csontos felépítése, ennek következtében a talp alakja, relatív nagysága, a támaszkodási felület és a járás közbeni erőátvitel különbözik a medvénél és az embernél^{8,12}. Felismerte,



3. ábra. Az alsó végtag csontjainak és azok tengelyeinek ábrázolása. Készült 1511 körül

* Az inakról készült rajzainak fényképe szerepelt az egykori Munkásmozgalmi Múzeum (!!) 1985. évi kiállításán.

** Utólag kiderült, hogy néhány menyétféle is ide sorolható.

hogyan a medvénél hiányzik a felső ugróizület, a talus nem a sarokcsont fölött, hanem mellette helyezkedik el, a lábújsontok egy síkban foglalnak helyet, emiatt a medve lábán nincsen talpboltozat sem. Vesalius¹⁸ – ellentétben Leonardóval – nem tulajdonított jelentőséget a talpboltozatnak (legalábbis sehol sem ábrázolta azt), anatómiai képein a talp sima, a lábújsontok egy síkban helyezkednek el. Leonardo összehasonlító tanulmányai során a ló, disznó, medve, majom és az ember lábának anatómiáját, a csontok és izmok járás közbeni pozícióját is ábrázolta^{3,13}. Nem került el a figyelmét a femur anterovertiója, a meniscusok szerepe, a csontok és alsó végtag tengelyének felvázolása. Ugyanebbe a körbe sorolható a láb és alsó végtag arányainak meg-

határozása, biomechanikai értékelése. Kimutatta, hogy lépéskor három ponton támaszkodik meg az emberi talp, s ezeket a pontokat helyesen tüntette fel. Mozgáselemző vizsgálatainak (talán) a csúcса, hogy meghatározta az emberi test súlypontját nyugalomban (álláskor), annak változásait a járás, futás különböző fázisaiban, és ami külön érdekesség: úszáskor.

Leonardo da Vinci biokibernetikai vizsgálatai nemcsak messze megelőzték korát, hanem számos megállapítása a mai elemzések kiindulópontja lehet. Több mint négy évszázad telt el, amíg napjaink technikai adottságaival újabb adatokat tudunk hozzátenni Leonardo da Vinci megállapításaihoz.

IRODALOM

1. *Antalóczy Z.* Tudomány és művészet. Leonardo da Vinci anatómiai rajzai. Budapest: Medicina; 1989.
2. *Aristoteles.* De motu animalium. (angolra fordította Nussbaum MI.) Princeton: Univ Press of Princeton; 1978.
3. *Baun O. (szerk.).* Leonardo da Vinci I. Anatomie, Physiologie, Proportion und Bewegung. Köln: Kölner med. hist. Beitr.; 1984.
4. *Clarck R.* Leonardo da Vinci. Budapest: Corvina; 1982.
5. *Farkas J.* A normál és deformált ízületek biomechanikai viszonyai és vizsgálata. Budapest: MÁV Kiadó; 1986.
6. *Harkányi L.* Leonardo da Vinci a légzőrendszerrel. Orv Hetil 1989;130:1814–19.
7. *Józsa L.* Az inak biológiája. In: Csaba Gy. szerkesztő. A biológia aktuális problémái. Budapest: Medicina; 1983. p. 101–31.
8. *Józsa L.* Az emberi láb evolúciója. Anthropol Közl 1995;37:159–76.
9. *Józsa LG, Kannus P.* Human tendon. Anatomy, physiology, pathology. Champaign/III.: Human Kinetics; 1997.
10. *Keele KD.* Leonardo da Vinci on the movement of heart and blood. London: Harvey & Blythe; 1952.
11. *Keele KD.* Leonardo da Vinci. Anatomical drawings from the Royal Collection. London: Royal Acad. Arts.; 1977.
12. *Nánási T.* A két lábon járás és felegyenesedés biomechanikai előfeltételei. Természet Világa 1999;130:115–18.
13. *Novell JR.* From Da Vinci to Harvey: the development of mechanical analogy in medicine from 1500 to 1650. J Roy Soc Med 1990;83: 397–98.
14. *Pedretti C.* Leonardo. A study in chronology and style. London: Thames & London; 1973. p. 80.
15. *Schmit CB.* Aristotle and the Renaissance. Cambridge–London: Harvard Univ. Press.; 1983.

16. Szabó Á, Kádár Z. Az antik természettudomány. Budapest: Gondolat; 1984.
17. Taiana JA. The anatomical drawings of Leonardo da Vinci. Abbotempo in review; 1970. p. 54–61.
18. Vesalius A. De humana corporis fabrica (szerk.: Szentágothai J.). Budapest: Magyar Helikon; 1967.

Prof. emer. Józsa László

H–3648 Csernely, Táncsics u. 9.



K&T Hardmetal Szerszám-, Készülék- és Alkatrészgyártó Kft.

Egyedi orvostechnikai készülékek és berendezések gyártását is vállaljuk!

Elérhetőség: K&T Hardmetal Szerszám-, Készülék- és Alkatrészgyártó Kft.

4031 Debrecen Határ út 17118/40 hrsz. (Határ úti Ipari park)

www.kthardmetal.hu

Tel: 00-36-52-525-728,

Fax: 00-36-52-525-729

Kapcsolattartó: Tóth Tibor 00-36-70-426-0860

E-mail: toth.tibor@kthardmetal.hu



"A projekt a Nemzeti Kutatási és Technológiai Hivatal támogatásával valósult meg"