

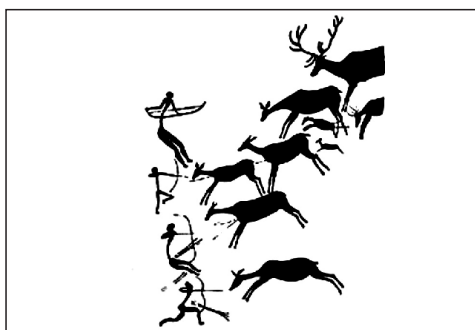
## AZ ORVOSI BIOMECHANIKA TÖRTÉNETE

Csernátony Zoltán

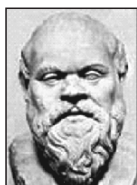
Debreceni Egyetem, Orvos- és Egészségtudományi Centrum, Ortopédiai Klinika

[csz@med.unideb.hu](mailto:csz@med.unideb.hu)

Akár tanítás, akár díszítés céljából készültek is, a barlangrajzok valahol a normál mozgások, mozgássorozatok iránti érdeklődés mutatói. A mozgások tanulmányozása ezek szerint egész az ősidőkre tekint vissza.



Barlangrajz az Altamira-barlangból



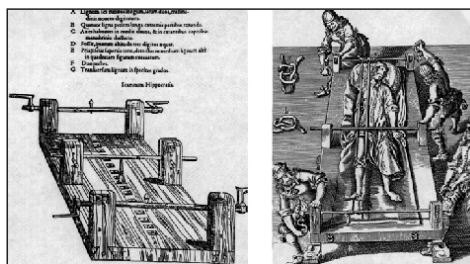
Szókratész

A tudományok történetének vizsgálatakor rendszerint az ókori görögökig jutunk vissza. Így van ez a biomechanika esetében is. Mint **Szókratész** (Kr. e. 470–399) tanította már 2400 évvel ezelőtt, nem érthetjük meg a környező világot, amíg nem ismerjük meg saját természetünket.



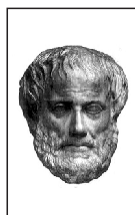
Hippokratész

Már az orvoslás atyja, **Hippokratész** (Kr. e. 460–377) behatóan foglalkozott többek között a csonttörések és ficamok kezelésével is, és számos elmés mechanikus repozíciós, korrekciós és rögzítő szerkezetet alkalmazott, amelyek mögött feltétlenül komoly biomechanikai ismereteknek kellett állniuk.



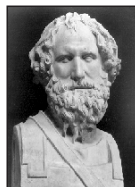
Hippokratész scammonja.

Bizonyos elemeiben napjainkban is korszerű szemléletet mutat a törések repozíciójában



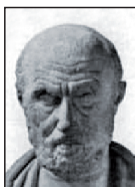
Arisztotelész

Magának a kineziológiának, a mozgások tudományának (kinein [gr]=mozogni, logos [gr]=tudomány, értekezés) az eredete is visszakövethető az ókorig. Általánosan elfogadott nézet szerint a kineziológia atyja **Arisztotelész** (Kr. e. 384–322). Ezt megalapozó műveiben (*Az állatok részei*, *Az állatok mozgásai*, *Az állatok előrehaladása*) leírta az izmok működését, és elsőként végezte el geometriai analízisüket. Ugyancsak elsőként vizsgálta az emberi mozgást, amit mint „a rotációs mozgások translációs átalakulását” határozott meg.



Arkhimédész

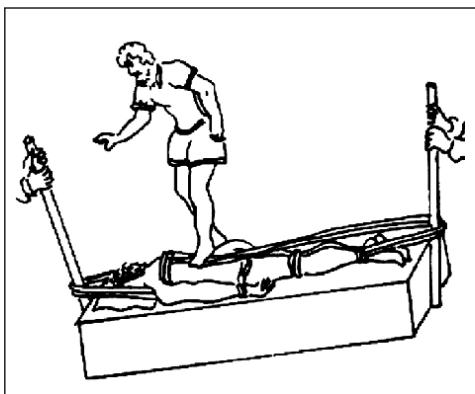
**Arkhimédész** (Kr. e. 287–212) a vízben lebegő testekkel kapcsolatos hidrosztatikai nyomást határozta meg, de már foglalkoztatták a súlypontmeghatározás és a felhajtóerő kérdései is. Őt tartják az elméleti mechanika megalapítójának.



Galenus

A római **Galenus** (Kr. u. 131–201) anatómus, Marcus Aurelius császár orvosa *De motu musculorum* (*Az izmok mozgásairól*) című munkájában már különbséget tett mozgató és érző idegek, agonista és antagonist izmok között, leírta az izomtónust és olyan fogalmakat vezetett be, mint diarthrosis és synarthrosis.

Tanításai szerint az izomkontrakciókat az váltja ki, hogy állati lelkek vándorolnak az agyból az idegeken keresztül az izmokba. A pergamon gladiátorok orvosi felügyeletét is ő látta el, így az első sportorvosként, fenti művét az első sportorvosi könyvként, és mindezekből következően személyét a sportorvoslás atyjaként is tekintik. De gyakorló orvosként is maradandót alkotott. Nevéhez fűződik a scoliosis (gerincferdülés) elnevezése, ami a scoliosis σκολιός (=kanyargós) görög szóra vezethető vissza. A scoliosis esetében ekkor még a jelentős bordapúp eltüntetésének az óhaja vezette mind a beteget, mind a kezelőorvost. Galenus scoliosis kezelési módszere jól tükrözi ezt a mechanisztikus megközelítési módot.



Galenus scoliosis korrekciós technikájában – ugyanúgy, mint napjainkban is – már jelen vannak az elongáció és derotáció motívumai

### *Biomechanica Hungarica I. évfolyam, 1. szám*

Galenus tanításainak hallatlan nagy hatását mutatja, hogy ezt követően hosszú évszázadokig nem született hasonló mű sem az anatómia, sem a biomechanika területén.

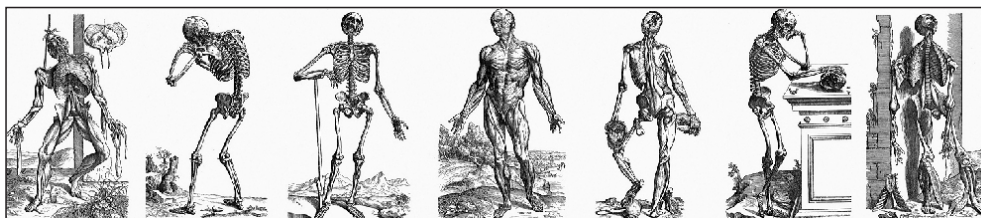


da Vinci

A kineziológia és az anatómia egész a XV. századig gyakorlatilag változatlanul a helyenként misztikus galenusi tanulmányok alapján nyugodott, amikor is **Leonardo da Vinci** (1452–1519), a művész-mérnök-tudós, az emberi és állati test felépítését titokban végzett boncolásai során vizsgálta.

Munkája során a csontokat és az izmokat betűjelzésekkel látta el, és ezekről művészi értékű, ugyanakkor tudományos igényű ábrákat készített. Egy idő után azonban már nem elégtették ki a boncolással nyerhető ismeretek, és a mozgásszervek működésének kérdései felé fordult. Foglalkoztatták a súlypont és az egyensúly kérdései is. Vizsgálta a test mechanikáját állás, ülésből felállás, vízszintes talajon történő járás, illetve hegyre fel- és hegyről lemenet és ugrás közben. A különböző izmok hatásának és együttműködésének eredményeit a csontvázra az izomereedésnek és -tapadásnak megfelelően felerősített kötelekkel demonstrálta. Különösen a gerinc működése érdekelte. Ő adta a gerinc első helytálló leírását mind a struktúráját, mind a statikáját illetően. Befejezetlen művében, *De Figura Humana* (*Emberi ábrák*) programként hirdeti meg mechanikai szemléletét. Mint írja: „*A mechanika tudománya a legnemesebb és mindenek felett a leghasznosabb, látványosan minden élő test általa végzi mozgásait.*” da Vinci munkásságának sok részlete sokáig nem került nyilvánosságra, így értékének megfelelő hatást sem gyakorolhatott kora tudományára.

*Biomechanica Hungarica I. évfolyam, 1. szám*



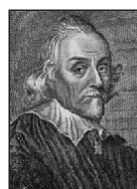
Ábrák Vesalius művéből



Vesalius

**Andreas Vesalius** (1514–1564) is munkásságának egy komoly fejezetét szentelte az emberi szervezet funkcionális szemléletű anatómiai megismerésének. Fő művében *De Humani Corporis Fabrica* (Az emberi test felépítéséről) több, a Galenus munkáiban talált hibát javított ki.

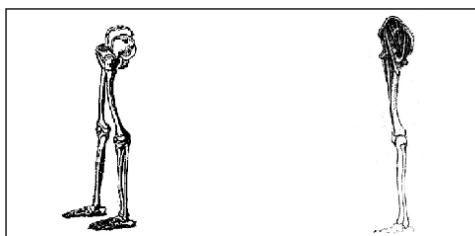
1638-ban írt *Két új tudomány* című könyvének alcímében használta először a *mechanika* szót az erő, a mozgás és az ellenállás leírására. A biomechanikára kifejtett hatása személyes eredményein túl tanítványai munkásságán keresztül is érződött.



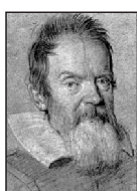
Harvey

**William Harvey** (1578–1657), aki Páduában volt hallgatója Galilei híres előadásainak, 1615-ben alkotta meg a vérkeringésről alkotott tézisét, amit aztán 1628-ban demonstrált híres kísérletében.

Ugyanakkor elhíresült hibás medenceábrázolása épp a biomechanikai szemlélet hiányának kedvelt példája.

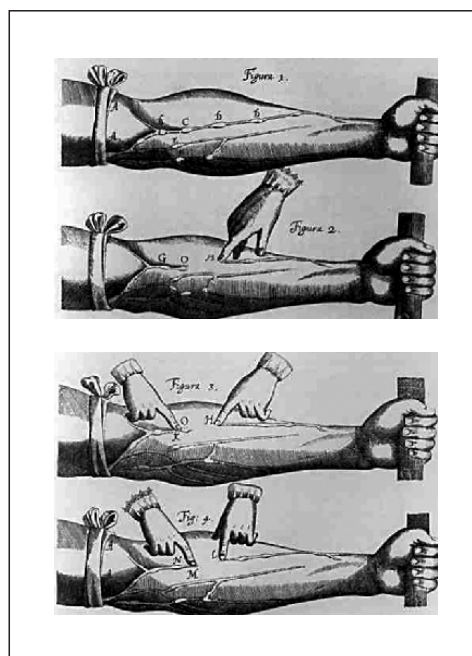


Vesalius elhíresült helytelen és da Vinci helyes medencestatika ábrázolása



Galilei

**Galileo Galilei** (1564–1642) orvostanhallgatóként kezdte pályafutását. Munkássága révén először vált lehetővé fizikai események matematikai leírása, ami többek között a kineziológia tudományos továbbfejlődésének is az egyik záloga volt. Az emberek pulzusszámát például az ingamozgások szabályosságára alapozva az inga hosszának mértékében határozta meg.



Harvey ábrái a vérkeringés tényének bizonyítására

Ebben felhasználta Galilei ingás pulzusszámlálási módszerét is. Ő bizonyította be elsőként, hogy a vér a kamrát csak egy irányban hagyhatja el. Számításai szerint a szív térfogatkapacitása mintegy 2 uncia, így ha a szív percenként  $72 \times$  ürít vért, akkor óránként  $2 \times 72 \times 60$  uncia = 234 kg tömegű vért lök ki magából. Arra keresve a választ, hogy honnan jöhet és hova mehet ilyen tömegű vér, rájött, hogy a vér kering, és ennek motorja a szív. Elképzelése szerint a szív szerepe átadni a vérnek a benne lévő természetes meleget és életerőt.

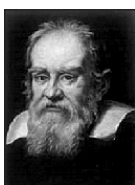


Descartes

**René Descartes** (1596–1651) 1675-ben megjelent *Tractus Homine et de Formatione Foetus* (Az emberi szervezet és a foetus képződéséről) című munkájában a testet egy Isten keze által készített gépnek tekintette, és állította, hogy éppen ezért a mechanika módszerei alkalmasak a tanulmányozására.



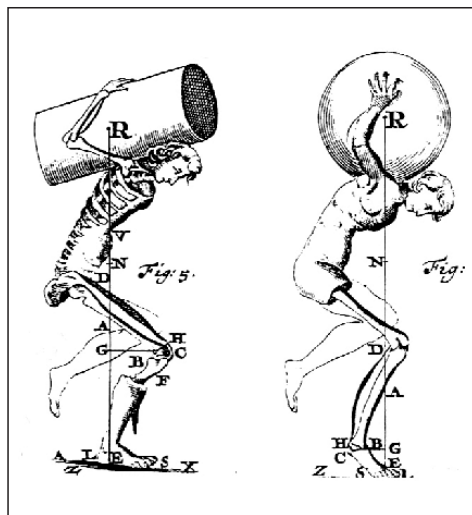
Descartes szellemében,  
de nem általa készített ábra az élő szervezetről



Borelli

**Giovanni Alfonso Borelli** (1608–1679) olasz orvos-matematikus-csillagász, Galilei barátja volt. 1673-ban megjelent könyve, *De Motu Animalium* (Az állatok mozgásáról) az első szisztematikus kísérlet az állatok és az ember mozgásának mechanika szemléltető analizisére.

Így mondhatjuk, hogy ez tekinthető az első ismert biomechanikai indíttatású műnek. Az izomműködés és a test dinamikájának tisztázásában úttörő szerepe volt. Így természetesen az ő munkájában is megjelent az emberi test súlypontjának meghatározása.



Borelli már a munkavégző ember  
mechanikai elemzésére is vállalkozott

A súlypontmeghatározáshoz méréseket végzett: meztelen férfiakat kötözött egy deszkához, amit aztán egy késélen addig helyezgetett, míg megtalálta az egyensúlyi helyzetet. Foglalkozott a szív és a belek mozgásaival is. Úttörő szerepe mellett rendkívül haladó szemléletét is meg kell említeni: a funkció megértésében támaszkodik az állatvilág biomechanikai elemzésére, és az embert mint munkavégző lényt is elemzésnek veti alá. Ezzel mintegy a munkaegészségtan alapjait is lerakta.



Grimaldi

Az olasz jezsuita **Francesco Maria Grimaldi** (1618–1661) elsőként számolt be az izomkontrakció során észlelhető hangjelenségekről. Ilyen vizsgálatokat aztán legközelebb 300 évvel később végeztek!

*Biomechanica Hungarica I. évfolyam, 1. szám*

**William Croone** (1633–1684) az agy és a kontraháló izmok közötti jeladást vizsgálta. *De Ratione Motus Musculorum (Az izmok működéséről)* írása az egyik korai komoly munka az izomműködéssel kapcsolatban. Ennek kapcsán már évente rendeztek Angliában izomélettani előadásokat.



Newton

**Isaac Newton** (1642–1727) *Principia mathematica philosophiae naturalis (A természet filozófiájának matematikai princípiuma)* című művében lerakta a modern dinamika alapjait. Három törvénye,

amelyekben az erőhatásokat és azok kölcsönösségét írja le, természetesen a kineziológia további fejlődését is alapvetően meghatározta.

- I. Minden test megtartja nyugalmi állapotát vagy egyenes vonalú egyenletes mozgását, míg egy másik erő ennek megváltoztatására nem kényszeríti.
- II. A mozgás változása arányos a beható erővel, és irányba a behatás irányával megegyező.
- III. Két test egymásra hatásakor mindig azonos nagyságú, de ellentétes irányú erők lépnek fel.

A három törvényt jól demonstrálja a diszkoszvető példája: amíg forog a koronggal, erősen kell fognia, hogy el ne szabaduljon a kezéből, így olyan erővel fogja, amilyen erőt az a kézre gyakorol (III. törvény). Elengedés után megszűnik a centripetális erő, és a diszkosz egyenes vonalú mozgással folytatja útját az azt elindító erő arányában (II. törvény). A megtett távolságot befolyásolja a gravitáció, a sebesség és minden további olyan tényező, ami az egyenes vonalú egyenletes mozgást módosítja (I. törvény).

Ezen túlmenően Newton alkotta meg az erővektorok parallelogramma szabály szerinti összegzésének módszerét is. A biomechanikában a vektorok összegzésének nagy jelen-

tősége van, mint pl. az izmok hatásmechanizmusának számításakor, figyelembe véve, hogy vannak azonos helyen eredő, de különböző helyeken tapadó és különböző helyeken eredő, de azonos helyen tapadó izmok is.

Bár később az einsteini világnézet bizonyosságot adta, hogy a newtoni világnézet szigorúan csak abban a kapcsolatrendszerben alkalmazható, amelyekben keletkezett, de a kineziológia számára ettől függetlenül mind a mai napig tökéletes rendszert képez.



Stensen

**Niels Stensen** (1648–1686) szenzációs felfedezése volt, hogy a szív tulajdonképpen egy izom, és nem a természetes melegség és az életerő központja. Korszakalkotó művével, *Elementorum Myologiae Specium (A fajok izomtanának alapjai)* lefektette az izommechanika alapjait.

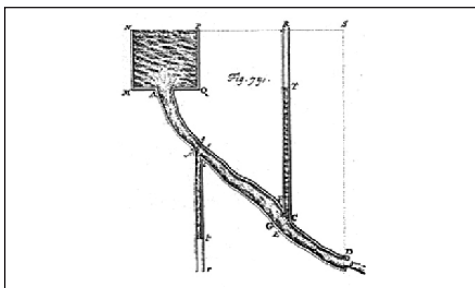
Ebben az izmokat kis motoros rostok együtteseként tekinti, az izomfelépítésben pedig felismeri, hogy az izmoknak csak a középső része húzódik össze, a két tapadásra szolgáló végük nem. Megállapítja, hogy a rövidülés az izomrostok kontrakciójából adódik, és az izomállomány mennyiségi változásával nem jár.



Bernoulli

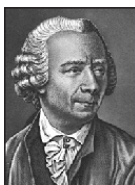
**Johann Bernoulli** (1667–1748) korának kiemelkedő tudósa mind orvosi, mind matematikai tanulmányokat folytatott. Orvosi értekezését a fermentációról írta, de foglalkoztatták a deriválás és az integrálás kérdései is. A folya-

dékok áramlási sebessége és nyomása közötti összefüggés törvényét is ő alkotta meg. Próbálkozott az emberi munkavégzés optimális mennyiségének meghatározásával is a kifejlesztett erő, a sebesség és az idő függvényében.



A Bernoulli-törvény demonstrációjának eredeti ábrázolása

**James Keill** (1674–1719) *An account of animal secretion, the amount of blood in the human body, and muscular motion* című művében megszámlolta, hogy melyik izomban hány izomrost található, és megállapította, hogy izomkontrakció során mindegyik rost kerek keresztmetszetű lesz és rövidül. Hibásan azonban arra a következtetésre jutott, hogy egyik izom sem rövidülhet hosszának harmadánál kevessebbre.



Euler

A svájci matematikus, fizikus és csillagász, **Leonhard Euler** (1707–1783) az oszlopok mechanikai modellezésén keresztül a gerinc stabilitásával kapcsolatban tett máig is érvényes megállapításokat. Bevezette a kritikus terhelés fogalmát, ami után az oszlop (gerinc) összeomlik.



Whytt

1740 körül az élettanászokat lázba hozta a felismerés, hogy elektromossággal az izmokat ingerelni lehet. **Robert Whytt** (1714–1766) betegek elektromos kezelésével szerzett klinikai tapasztalatokról számolt be. Az „életerő” és az „állati lélek” helyett már „állati elektromosságról” kezdtek beszélni és ebben látták az izomműködés kiváló tényezőjét.

**John Hunter** (1728–1793) gyűjtötte össze és szintetizálta az anatómusok és élettanászok izomműködéssel kapcsolatos addigi eredményeit. Munkáját, mint a XVIII. század tudományos izomélettani összefoglalóját tekinthetjük. Részletesen foglalkozott az izmok alakjával, felépítésével és ingerelhetőségével is.



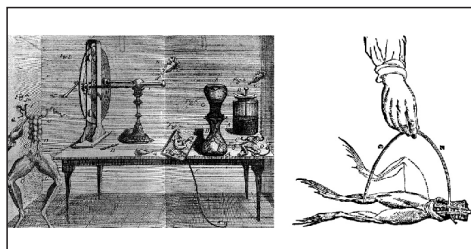
Coulomb

**Charles Augustin de Coulomb** (1736–1806) azon túl, hogy a fizika számos területén nagyot alkotott, szintén foglalkozott az emberi test mechanikai és energetikai kérdéseivel. Ugyancsak az ő egyszerű és elegáns kísérletének köszönhetően vált először lehetővé minimális erők mérése terhelés mellett felfüggesztett selyem- és hajszálak torziójából származó erők segítségével.



Galvani

**Luigi Galvani** (1737–1798) békacombokon próbálta vizsgálni a légköri elektromosság hatását. A drótra felfűzött combokhoz szikével hozzáérve azok kontrakcióját tapasztalta. 1791-ben publikált műve *De Viribus Electricitatis in motu musculari commentarius* (Kommentár az elektromosság izommozgásra gyakorolt hatásáról) az első világos állítás az izommozgás és az idegingerület elektromos természetét illetően. Munkássága révén Galvanit tekintjük az experimentális neurológia atyjának.



Galvani híres békakísérletei

*Biomechanica Hungarica I. évfolyam, 1. szám*

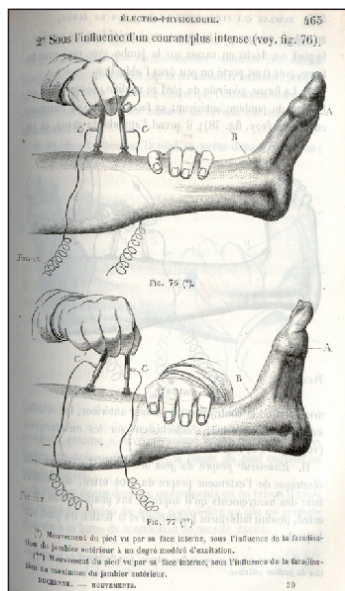
Bichat

Az anatómia oktatása egészen **Marie Francois Xavier Bichat** (1771–1802) koráig a régi korokban lefektetett dogmák alapján történt. Bichat kísérleti munkássága révén indult meg a modern anatómia fejlődése. Ő ismerte fel, hogy a különböző szervek különböző szövetekből épülnek fel. A synovialis membránt is ő írta le elsőként. Őt tekintjük a funkcionális anatómia, a leíró élettan és pathológia megalapítójának.



Duchenne

Elragadtatva az elektromos stimulációban rejlő lehetőségektől, **Guillaume Benjamin Amand Duchenne** (1806–1875) kísérletekbe kezdett az egyes izmoknak a mozgások létrehozásában játszott szerepének tisztázására. Felismerte, hogy izolált izomkontrakció a természetben nem fordul elő. Eredményeit a *Physiologie des mouvements (A mozgások élettana)* című művében összegezte.

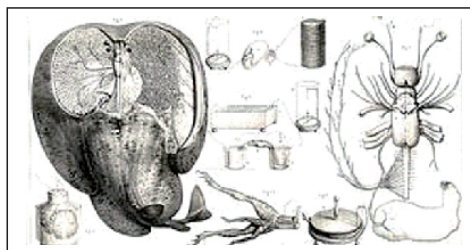


Ábra Duchenne könyvéből



Matteucci

**Carlo Matteucci** (1811–1868) az elektrosztatika, az elektrodinamika és az elektrofiziológia területén ért el figyelemre méltó eredményeket. Galvani munkásságát folytatva sikerült bizonyítania, hogy a sérült szövetek elektromosságot termelnek, és ilyen sérült sebeket elektromosan sorba kötve nagyobb feszültséget kapunk. Feltételezte, hogy az állati szervezetekben van egy „disequilibriumot létrehozó szerv”. Ezt az elektromosságot nem tartotta összefüggőnek a központi idegrendszerrel. Béká preparátumot használt, amit „*béka-reoszkóp*”-nak nevezett, amiben a béka átvágott idege elektromos szenzorként szolgált, és az izom rángása volt a vizuális bizonyíték az elektromosságra. A békának – Galvani nagy felfedezettjének – a sorsa ezzel végleg megpecsételődött és évszázadokra a tudomány nagy mártírjává vált.



Matteucci béka-reoszkópja

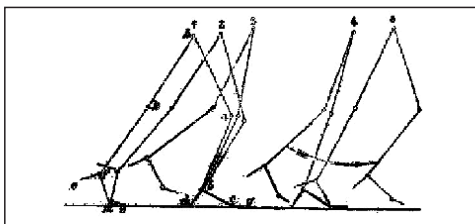


DuBois-Reymond

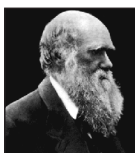
Az állati elektromosság egyszerre az egyik leginkább kutatott témává vált. A kérdés legnagyobb kutatója **Emil DuBois-Reymond** (1818–1896) volt, aki munkásságával lefektette a modern elektrofiziológiát. 1848-ban demonstrálta az idegek akciós potenciálját, és 1849-ben EMG-vizsgálatot végzett. Foglalkozott az agy-lélek kapcsolattal is.

Bár a helyváltoztatás modern koncepciója Borellitől származik, a Weber testvérek: **Ernst Heinrich Weber** (1795–1878), **Wilhelm Eduard Weber** (1804–1891) és **Eduard Friedrich Wilhelm Weber** (1806–1871) munkásságáig kevés előrehaladás történt ezen a téren. 1836-ban írott *Die Mechanik der Menschlichen Gerwerkzeuge* (Az emberi mozgásrendszer mechanikája) címen megjelent művükben pusztán megfigyelések révén szilárdan megalapozták az izomműködéssel kapcsolatos tudományos kutatómunkát. Mindamellet tévesen úgy képzeltek, hogy az emberi test felegyenesedett helyzetének megtartásáért alapvetően a szalagok feszülése felelős, amihez csak minimális izomműködés szükséges, vagy még az sem. Elképzelésük szerint járás és futás közben az alsó végtagok előrelendülése a gravitációnak köszönhető ingamozgás, a felsőtest pedig dől előre, és azért nem esünk orra, mert az előrelelendült végtagra helyeződik a súlyunk.

Ugyanakkor számos helytálló megállapítást tettek a testtömegközéppont helyzetének járás közbeni változásáról, illetve a hosszú csöves csontok, mint erőkarok szerepéről a végtagok mozgásai során. Elsők között foglalkoztak a járás, futás, ugrás analízisével.



A Weber testvérek járásanalízise a lépés fő fázisainak pontos értelmezését adja



Darwin

**Charles Darwin** (1809–1882) 1859-ben publikálta *The origin of the species* című munkáját, ami forradalmian átalakította az emberi testről alkotott véleményeket. Az embert „egy

korábbi létező forma módosult leszármazottjaként” tekintve elmélete alapján a kineziológia számos kérdésére sikerült magától értetődő választ találni.

Szemben a korábbi spekulatív és indirekt eljárásokkal, **E. Harless** direkt módon próbálta az egyes testszegmentumok paramétereit meghatározni, és munkáját kiterjesztette a testtömegközéppont axiális tengely mentén történő elmozdulásának meghatározására is. Eredményeiről a Bajor Királyi Akadémián számolt be 1860-ban. Kísérleteit két kivégzett bűnöző 18 darabra vágott tetemén végezte. A nagyízületeket a forgástengelyen átfektethető síkokban vágta fel. A test átlagos sűrűségét  $1,066 \text{ g/cm}^3$ -ben határozta meg. Későbbi kísérleteiben bizonyította, hogy ez nagy ingadozásokat mutathat az életkor és a nem függvényében.

Ebből a korból számos egyéb példa is van arra vonatkozólag, hogy egyes kutatók az igazságszolgáltatás oldalvizein is igyekeztek minél több tudományos ismeretet szerezni. **A. M. Paterson** 1890-ben elsőként írta le a nyaki csigolyák sérülési mechanizmusát áll alatti csomóval végzett akasztás esetén. Az általa vizsgált személyeknél a C2 pediculusi törtek, a ligamentum longitudinale anterius és posterius elszakadt, és a hátsó ív caudal felé mozdult.



Haughton

A gerinces állatok mozgásával foglalkozó tudósok közül kiemelkedett **Samuel Haughton** (1821–1897), aki számos munkájával (*Outlines of a new theory of muscular function*, *Notes of animal mechanics* stb.) nagyban hozzájárult a biomechanikai és kineziológiai ismeretek gyarapodásához. A vizsgálati módszerek azonban ebben a korban még hiányosak voltak: nem volt lehetőség a mozgások kronológiai elemzésére.

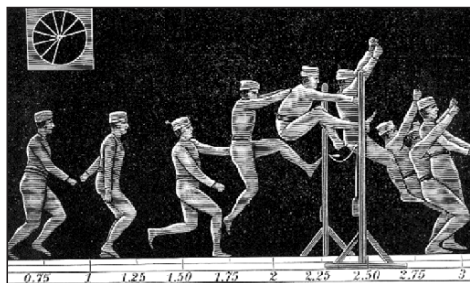


*Biomechanica Hungarica I. évfolyam, 1. szám*



Daguerre

Az 1837-ben **Louis Jacques Mandé Daguerre** (1787–1851) által kidolgozott fotográfia lehetővé tette a mozgások pontos képi rögzítését. A fejlődésnek indult fényképezési eljárások aztán új utakat nyitottak meg a kísérletek számára.



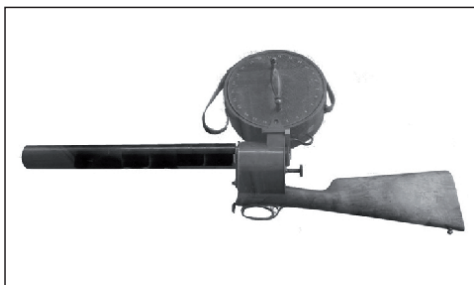
Marey sportmozgáselemzése



Daguerre fényképező készüléke

A járás-elemzés mozgáselemzés részén túlmenően foglalkozott a talp-talaj kontaktusban fellépő erők mérésével is, amihez erőmérővel ellátott cipőtalpat készített. Később, 1882-ben kidolgozta a sorozatfényképezés egyik technikáját, amit kronofotográfiának neveztek el. Ennek lényege az volt, hogy 12 külön felvételt lehetett készíteni ugyanarra a lemezre. 1888-ban pedig elkészítette az első flexibilis filmet.

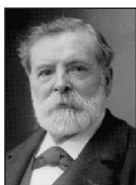
Ezt követően a legkülönbözőbb fényképező alkalmatosságok születtek, majd megjelent a sorozatfelvételek és ennek folyamányaként a mozgókép-felvételezés technikája.



Puska fotográf a XIX. század végéről

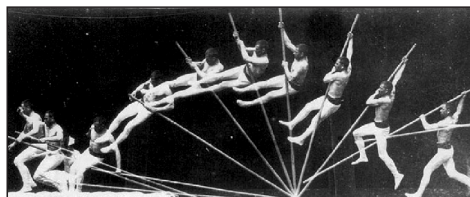


Marey kronofotográfias felvétel készítése közben



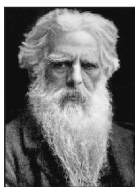
Marey

1872-ben **Étienne-Jules Marey** (1830–1904) járó, futó és ugró emberek mozgás közben készített fotóiból állított össze mozgássorozatot, és a járást biomechanikai szempontból elemezte.



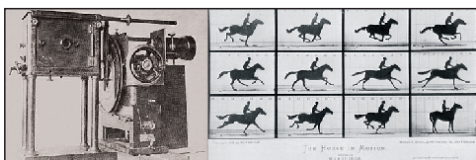
Rúdugrás kronofotográfias ábrázolása

A mozgások kronológiai dokumentálásához egyébként az ötletet a Vénusz 1878-as áthaladásáról készült sorozatképek adták. **Edward Muybridge** (1831–1904) *The horse in motion*



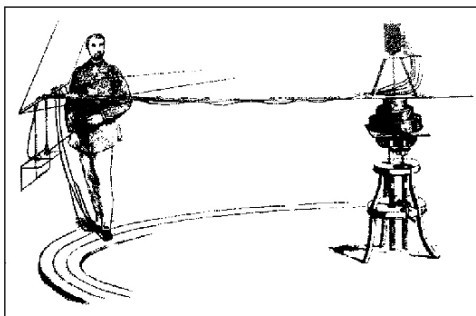
Muybridge

(1882) és *Animal locomotion* címen írt könyveit már ilyen ábrák illusztrálják. Eredetileg fogadást kötött egy ismerőseivel, hogy a ló vágója során van egy pillanat, amikor a lónak egyik lába sem éri a földet. Ahhoz, hogy végül is megnyerte a fogadást, szükség volt sorozatképek készítésére. Ehhez készítette zoopraxiszkópjának nevezett készülékét.



Muybridge zoopraxiszkója és az ezzel készült híres képsorozat

**Carlet** (1845–1892) továbbfejlesztette Marey erőmérővel ellátott cipőtalpát, és külön erőmérést végzett az előlábban és a lábtőben. A mérés alanya egy 20 méter átmérőjű körön járt, és az erőméréssel egyidejűleg a medence vertikális és oldalirányú oszcillációját is mérte.



Carlet erőmérő rendszere

**Herrmann von Helmholtz** (1821–1894) a fiziológia és a pathológia professzora Königsbergben, Bonnban majd Heidelbergben az optika, a termodinamika és az akusztika területén végzett kiemelkedő munkát. A szem fókuszáló képességének és a színlátás trikro-



von Helmholtz

matikus elvének kidolgozása fűződik a nevéhez. Elsőként határozta meg az idegvezetés sebességét, amit 30 m/s-nak mért, és ő bizonyította be az izommunka által termelt hő szerepét az állatok testhőmérsékletének kialakításában.

1888-ban **Thomas Alva Edison** (1847–1931) és Edward Muybridge 90 állókép összeragasztásával elkészítette az első mozgófilmszerű bemutatót. Tervük az volt, hogy a későbbiekben ezt Edison fonográfjával hangosítsák.



Lumière testvérek

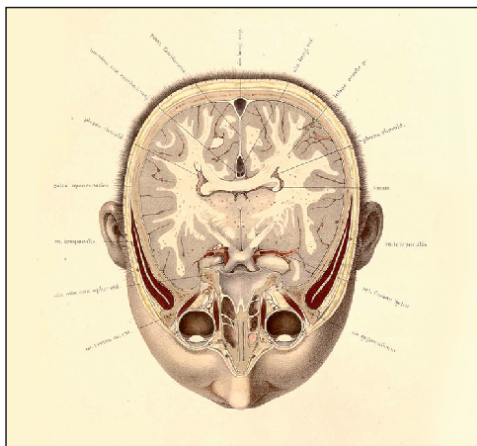
**Louis** (1864–1948) és **August Lumière** (1862–1954) 1895-ben mutatták be a mozgófilmvetítés technikáját, ami új lehetőségeket nyitott a biomechanikai mozgáselemzés számára is.

**Christian Wilhelm Braune** (1831–1892) és **Otto Fischer** (1861–1917) német tudósok az emberi járómozgást elemezték, és az emberi testben lévő csuklókapcsolatok kinematikáját vizsgálták. Mind a mai napig az ő munkásságuk révén fejlődött legtöbbet a járásanalízis. Felismerték, hogy a testtömegközéppont pontos ismerete szükséges az izmokra háruló munka megértéséhez. Ehhez 1889-ben dolgoztak ki új módszert. Fagyasztott tetemeiket rögzítettek hosszú acélszegekkel egy falhoz. Ezután meghatározták a három fő síkot, amelyekben megtalálható a testtömegközéppont is. Ezt követően a holttestek darabolásával eljutottak a keresett pontig.



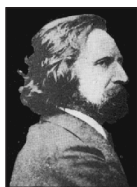
Braune

Braune ezen túlmenően új szemléletű térhatású anatómiai ábráival is beírta magát az orvostörténelembe.

*Biomechanica Hungarica I. évfolyam, 1. szám*

Koponyaábrázolás Braune anatómia atlaszában

**Wilfrid Taylor Dempster** (1905–1965) később megismételte Harless cadaver darabolásos kísérleteit. 8 idős ember tetemét vizsgálva térfogat-, sűrűség-, tömeg-, tömegközéppont- és inertiamérést végzett, majd a testeket részekre bontotta, és a méréseket azokon is elvégezte.



Fick

**Adolf Eugen Fick** (1829–1901) számos új megállapítást tett az izomélettan és energetika területén. Bevezette az izometriás és az izotóniás gyakorlatok fogalmát. Munkásságának egyébként szemészeti vonatkozása is van, nevéhez fűződik az astigmia leírása.



Wolff

**Julius Wolff** (1836–1902) 1892-ben alkotta meg híres elméletét, miszerint „A csontok alakjában vagy funkciójában bekövetkező minden változást a belső csontszerkezet megváltozása követ...” Ezt a megállapítást azóta is az oszteológia egyik biomechanikai alaptételének tekintjük.



Mosso

**Angelo Mosso** (1848–1910) 1884-ben megalkotta az első ergographot, ami számtalan formájával azóta is nélkülözhetetlen eszköze az izmok működését tanulmányozó kinéziológiai vizsgálatoknak.



Roux

**Wilhelm Roux** (1850–1924) nevéhez kötődik a felismerés, hogy az izomhypertrophia kialakulásához az izom feszítéssel működése szükséges.



R. A. Fick

**Rudolf A. Fick** (1886–1939) állapította meg, hogy az álló testhelyzet nem határozható meg a fekvő testhelyzetből. Az ágyéki lordosis mértéke állva sokkal nagyobb lehet, és a test súlypontja is jelentősen előretolódik.



Amar

**Jules Amar** (1879–1935) az I. világháború rokkant francia veteránjainak reedukációjával foglalkozott. Munkásságával új korszakot nyitott: a végtagpótló protézisek fejlesztésében az addig pusztán kinematikai megfontolások helyett bevezette az erő- és mozgáselemzést is.

A test mechanikájával foglalkozó átfogó munkát publikált *The human motor* címen 1914-ben. Egyik legérdekesebb találmánya az ún. állítható fiziológiás mankó, amivel jelentősen sikerült a hónaljmankó okozta plexus brachialis bénulások számát csökkentenie.

**Archibald V. Hill** (1886–1977) az izomkontrakció, az idegimpulzusok, az állatok kaloriometriája, az oxigénhiányos izomban felsza-



Hill

porodó tejsav és a hemoglobin kutatásával foglalkozott. Az izmok oxigénfelhasználásával kapcsolatos munkásságát 1922-ben Nobel-díjjal jutalmazták.



Pauwels

**Friedrich Pauwels** (1885–1980) a német biomechanika egyik legnagyobb alakja volt. Az ortopédia professzora tiszteletbeli címét is elnyerte pályája végén. Munkájában többek között azt igyekezett bebizonyítani, hogy az izmok

és a szalagok olyan gurtniként viselkednek, amelyek a csontokban ébredő feszültséget próbálják csökkenteni.



Steindler

**Arthur Steindler** (1878–1959) *Kinesiology of the human body under normal and pathological conditions* című, máig is alapműnek számító munkájában rendszerezte az addig összegyűlt biomechanikai és kineziológiai alapismereteket, remekül adaptálva azokat a motorizáció

és az industrializáció okozta megváltozott életkörülményekből adódó speciális helyzetekhez.

A tudományos-technikai forradalom az elmúlt hét évtizedben igen gyors fejlődést eredményezett az élet legtöbb területén. Azt mondhatjuk, hogy az emberiség összes tudományos és technikai vívmányainak 50%-a a tűz használatba vételétől számítva kb. 1930-ig született meg, a másik fele pedig azóta. A gyógyászat sem maradt a tudományos-technikai forradalom hatásaitól mentes. Negyedszázada ezen a területen is robbanásszerű fejlődés indult. Az orvostudomány egészének a fejlődése magával vonta az emberi szervezet felépítése és működése egyre alaposabb meg-

ismerésének a szükségességét és a gyógyítás egyre jobb technikai kiszolgálását. Ugyanakkor háborúk zajlottak, járványok pusztítottak (pl. poliomyelitis 1958), egyre többen sérültek békeidőben is a fejlődő motorizáció miatt, és nem utolsósorban megváltozott az embereknek a betegségükhöz, illetve az egészséghez való viszonya is. Azaz: egyre több oldalról támasztottak igényeket a fejlődés iránt.

Az orvostudományon belül az ortopédia és az ahhoz szervesen kapcsolódó mozgásszervi traumatológia évtizedek óta a legdinamikusabban fejlődő szakmák közé tartoznak. Állati csontok és különböző fémek, majd műanyagok ötletszerű implantációja már több mint egy évszázada megkezdődött. Az 1960-as évektől pedig sorra kerültek kifejlesztésre a szervezet által jól tolerált és a különböző igénybevételeknek leginkább megfelelő anyagok, amelyekről hol jó szilárdságot, hol alacsony súrlódást, hol nagy elaszticitást, ugyancsak máskor pedig jó ragasztó tulajdonságot várunk el. A sebészi technika az ipar nyújtotta lehetőségekkel párhuzamosan sokat fejlődött. A fentiek mellett azután a verseny- és a szabadidősport is a biomechanikai módszerekhez fordult, ebből alakult ki a ma már önálló tudományként is kezelhető sportmozgás-biomechanika, amely azokat a törvényszerűségeket kutatja, amelyek a mechanika oldaláról befolyásolják a sportteljesítményeket.

Napjainkban a biomechanikai alapelvek jól kidolgozott formákban, alapműnek számító klasszikus könyvekben világosan le vannak fektetve. Az ép mozgásszervek mechanikai összefüggéseinek megismerésén túlmenően az ortopédiai és traumatológiai betegségek, kóros állapotok és azok konzervatív kezelése vagy műtét utáni rehabilitációja mind szükségessé teszik az elváltozások biomechanikai vonatkozásainak megértését is. Az egyes mozgásszervi betegségek alaposabb megismerése, illetve a mozgásszervi sebészet és azon belül

*Biomechanica Hungarica I. évfolyam, 1. szám*

---

is az implantátumtechnika fejlődése megköveteli, hogy a mozgásszervi prevencióval, gyógyítással és rehabilitációval foglalkozó szak-

emberek az újabb tudományos-technikai vívmányokat egy jól megalapozott elméleti tudás és szemlélet birtokában, értően fogadják.

**Forrás: Internet.**

Csernátony Zoltán

Debreceni Egyetem, Orvos- és Egészségtudományi Centrum, Ortopédiai Klinika

4012 Debrecen, Nagyerdei krt. 98.

Tel.: (+36) 52 415-494