

ORVOS-TERMÉSZETTUDOMÁNYI ÉRTESITŐ

AZ ERDÉLYI MUZEUM-EGYLET ORVOS-TERMÉSZETTUDOMÁNYI SZAK-
OSZTÁLYÁNAK SZAKÜLÉSEIRŐL ÉS NÉPSZERŰ ELŐADÁS AIRÓL.

III. NÉPSZERŰ SZAK.

IX. kötet.

1887.

1. szám.

AZ EMBER TESTHŐMÉRSEKÉRŐL.

(I. Kőnyomatú táblával.)

*Klug Nándor tanártól.**

Az ember, az emlős állatok és madarak egyik legmeglepőbb tulajdonságai közzé tartozik az, hogy testük hőmérséke mondhatni állandó, a mérsékelt és hideg égalj levegőjének hőmérsékénél jóval magasabb; azért nevezik ez állatokat állandó hőmérsékű, vagy melegvérű állatoknak. Így az ember testhőmérséke, a hónaljban mérve, $36\cdot25-37\cdot5$ C^o körül ingadozik, középértékben tehát $37\cdot1$ C-foknak felel meg; az emlős állatok testhőmérséke $35\cdot5-40\cdot5$, a madaraké $39\cdot44-43\cdot9$ C^o közt váltakozik. Egyes állatok testhőmérsékéről némi áttekintést nyújt a következő táblázat:

Állat	Hőmérsék C-fokban
Tigris	37·2
Ló	36·8—37·5
Patkány	38·8
Nyúl	37·5—38
Macska	38·3
Kutya	37·4—39·6
Juh	37·3—40·5
Kecske	39·2—40·0
Ökör	37·4
Galamb	40·8—43·3
Papagáj	41·1
Liba	41·7
Veréb	39·68—42·1
Tyúk	42·5—43·9
Pulyka	42·7
Kacsa	42·5—43·9
Varjú	41·17
Különböző apró madarak	39·4—44·03

*) Előadta az erdélyi muzeum-egylet 1887. márczius hó 28- és 31-én tartott természettudományi estélyein.

Az állandó melegvérű állatok között azonban oly állatok is vannak, melyeknél a test hőmérséke a környezet hőmérsékétől nem független, hanem már magasabb környi hőmérsék mellett is, a környezet hőmérsékének változásával, ingadozik, alacsony környi hőmérsék mellett pedig tetemesen alászáll, az állatok téli álomba merülnek. Az ilyen téli álmát alvó állat, mint a denevér, medve, borz, mormota, mogyorópölyü, sündisznó, hörcsög, légzései és szivverései ritkúlnak, testhőmérséke pedig leszáll, a legtöbb esetben alig valamivel magasabb a környezet hőmérsékénél. Míg más melegvérű állat meghal, ha teste + 20 C^o-ra lehül, addig az ilyen téli álomban levő állat testhőmérséke 5, sőt néha nulla C-fokra süllyedhet, a nélkül, hogy ez az állat életét veszélyeztetné. Oly hidegben, mely a testhőmérsékét 0 C^o-ra, vagy ezen alól való lehűtéssel fenyegeti, vagy + 5—8 C-foknál nagyobb melegben, a téli álmát alvó állat felébred, légvételei, szivverései szaporodnak, testhőmérséke pedig 5—6 óra alatt a melegvérű állatok testhőmérsékére felemelkedik.

A téli álomba merülő állatok átmenetet képeznek az állandó hőmérsékű emlősöktől és madaraktól a nem állandó hőmérsékű alsóbb rendű állatokhoz.

Alsóbb rendű gerinces vagy gerincztelen állatok testhőmérséke, tudniillik a környezet hőmérsékénél csak kevéssel magasabb és evvel együtt változik is. A környezet magasabb hőmérséke mellett tehát testhőmérsékük magasabb, alacsonyabb környi hőmérséknel pedig alacsonyabb; ez állatokat azért változó hőmérsékű állatoknak mondják. Igen szépen kitűnt a testhőmérséknek a környezet hőfoka szerint való változása békán tett oly kísérletekből, melyeknél a békát különböző hőfokú levegőben és vízben tartották. Ily kísérlet eredményét mutatja be a következő táblázat:

Vízben		Levegőben	
a víz hőmérséke	a béka hőmérséke	a levegő hőmérséke	a béka hőmérséke
41·0	38·0	40·4	31·7
37·9	36·1	37·2	29·1
35·2	34·3	35·8	24·2
33·4	33·2	27·4	19·7
30·0	29·6	19·8	15·6
27·3	27·1	17·1	15·6

Vízben		Levegőben	
a víz hőmérséke	a béka hőmérséke	a levegő hőmérséke	a béka hőmérséke
23·0	22·6	16·4	14·6
20·6	20·7	14·7	10·2
11·5	12·9	6·2	7·6
5·9	8·0	5·9	8·6
4·5	6·7		
2·8	5·3		

Minthogy égaljunk alatt a környezet hőmérséke a melegvérű állatok testhőmérsékéinél rendszeren alacsonyabb, a változó hőmérsékű állatokat hidegvérűeknek is nevezik.

Jelen összejövételünk feladata lesz az emberi test hőmérsékének meghatározási módjával s a viszonyokkal, melyektől a hőmérsék függ, megismerkedni, azután áttérünk az állati meleg forrásainak kutatására, megtekintjük az ember által fejlesztett meleg mennyiségét s az általa szenvedett hőveszteséget, valamint a testhőmérsék szabályozásának módját is.

1. A meleg lényege és forrásai.

A meleg, a physika mai állása szerint, nem egyéb, mint a testek elemi részeinek paránymozgása, e mozgás tapintó szervünkre behatva, azt az érzést támasztja bennünk, mely miatt a tapintott testet melegnek mondjuk. Hogy a meleg a különben nyugvó test részeinek mozgásában áll, ezt bizonyítja az erőművi munka átalakulása meleggé, valamint a melegképződés égés alatt.

Erőművi munka által állítanak elő meleget azok a vad emberek, a kik tüzet úgy csinálnak, hogy két fát addig dörzsölnek egymáshoz, a míg lángra nem gyúlnak. A gyufát is dörzsölés, tehát erőművi munka által gyújtják meg. Két darab jég megolvad, ha egymáshoz dörzsöljük. Midőn hideg ólomgolyóra, hideg kalapáccsal szaporán ütünk, a golyó megmelegszik. Rumford gróf tapasztalatai szerint, az ágyuk fűrése alkalmával képződött meleg elegendő nagy arra, hogy a vizet forrásba hozza. Közelebbi vizsgálatból kiderült, hogy midőn munka meleggé változik át, az elhasznált munka és a képződött meleg közt állandó viszony áll fenn. Ugyanis, 1 kilogramm víz hófokának 1 C-fokkal való emelésére 425 kilogramm-méter munka szükséges, vagyis annyi munkaerő, mint a mennyi képes 1 kilo-

gramm súlyt 425 méter magasságra felemelni. A midőn tehát 1 kilogramm víz 425 méter magasságból leesik, s ekkor esésében hirtelen fennakad, az a munkaerő, melylyel a megállás pillanatában birt amaz 1 kilogramm víz hőmérsékét 1 C-fokkal magasabb hőmérsékre melegíti fel. De épen úgy, a mint a munka meleggé átváltozhatik, viszont a meleg is munkára alakúlhat át. Példa erre a gőzgép. A meleg befolyása alatt képződött vízgőz részei a gőzgép hengerében ide-oda lökődnek, mi által ennek dugatytyuját tovatolják és a gépet mozgásba hozzák; a minő arányban az ilyen gép munkát végez, ugyan abban az arányban veszítenek a gőz részei is meleget. Minden 425 kilogramm méter munkára annyi meleg tűnik el, mint a mennyi szükséges 1 kilogramm víz hőfokának 1 C-fokkal való felemelésére. Ha tehát meleg munkára átváltozik, akkor megfelelő mennyiségű meleg tűnik el.

Midőn valamely szilárd test folyó, vagy folyó test légnemű halmazállapotba megy át, nagy mennyiségű meleg tűnik el, melyet tapintószervünk megérezni, hőmérő jelezni nem képes. Ez eltűnő meleget e miatt lappangó melegnek mondják. Ha a meleg mérésénél hőegységként azt a melegmennyiséget vesszük, mely elegendő 1 kilogramm víznek 0 fokról 1 C-fokra való felmelegítésére, akkor a víz lappangó melege egyenlő 79·2 hőegységgel, azaz, midőn 1 kilogramm 0 fokú jég 0 fokú vízzé megolvad, akkor 79·2 hőegység tűnik el, vagyis annyi meleg, a mennyi képes 1 kilogramm 0 fokú vizet 79·2 C-fokra felmelegíteni és viszont, midőn 1 kilogramm 0 fokú víz 0 fokú jéggé megfagy, 79·2 hőegység meleg lesz szabaddá. Ennél is nagyobb a vízgőz lappangó melege, mely 550 hőegységnek elel meg; midőn tehát 1 kilogramm 100 C-fokú víz 100 C-fokú gőzzé válik, 550 hőegység tűnik el és midőn 1 kilogramm vízgőz vízzé lesz, ugyanannyi meleg szabadul fel.

Ily lappangó állapotban tartalmazznak meleget kötve a vegyi elemek is, s e meleg szabaddá lesz, ha egyszerű elemek vegyületekké egyesülnek, vagy laza vegyi összeköttetések szorosabb vegyületekké lesznek, valamint meleget kötnek az elemek akkor, ha összetett testek elemeikre szétesnek, vagy lazább vegyi egyesületekké átalakúlnak. Midőn tehát vegyi egyesületek képződnek, meleg épen úgy lesz szabaddá, mint mikor valamely gőznemű test folyóvá, vagy folyó halmazállapotú test szilárdvá lesz; és midőn vegyi egyesületek alkatré-

szeikre szétesnek, meleg úgy tűnik el, mint mikor szilárd halmazá-
 lapotú test folyóvá, vagy cseppfolyó test légneművé átalakul. Így mi-
 dőn a szén a levegő oxigénjével egyesül és szénsavvá elég, a szén
 és oxigén elemeinek lappangó melege lesz szabaddá. Hasonló törté-
 nik akkor is, ha hidrogén az oxigénnel vízzé egyesül, vagy midőn
 más elemek az oxigén behatása alatt elégnek. Laza vegyi egyesüle-
 tek szerves tápanyagaink, mint a fehérjék, zsírok és a szénhidratok
 — keményítő, cukor —; ezek is tartalmaznak meleget lappangó ál-
 lapotban s e meleg szintén szabaddá lesz, a mikor ama vegyületek
 a levegő oxigénjének behatása alatt szénsavvá, vízzé és a fehérjék
 nitrogénjét tartalmazó bomlásanyagokká elégnek. Az e közben fejlődött
 meleg mennyisége ugyanaz akár gyors, akár lassú volt az égés. Az
 elemek és laza vegyi egyesületek elégeésekor felszabaduló meleg
 mennyiségét többen, nevezetesen Favre és Silbermann határozták
 meg. E vizsgálok a mellékelt 1-ső ábrában feltüntetett eszközzel, a
 víz calorimeterrel, tették meghatározásaikat.

Ez eszköz pléhedényből áll (1. ábra *A*), melybe azt az anyagot
 adjuk, a melynek égésmelegét meghatározni akarjuk. Az *A* edény
 felfelé üveglappal elzárt csőbe folytatódik, melyen keresztül a benne
 folyó égést megfigyelni lehet. Az égéshez szükséges levegőt a *B* cső
 segedelmével vezetjük a pléhedénybe. Az égés alatt képződött légne-
 mü bomlásanyagok az *s s e* csövön keresztül jutnak ki a szabadba.
 Az *A* pléhedény vízzel megtöltött nagyobb rézedénybe van állítva,
 melyben *i i* rúdacsok a víz mozgatására szolgálnak és melyben *t*
 hőmérő a víz hőfokának megméréseére való. A kigyószerűen tekerődő
s s e cső tehát szintén a vizen van keresztül vezetve, hogy a benne
 áramló égéstermék melegét a víz megköthesse. A víz melegvesz-
 teségének lehető meggátlására a *c* rézedényt finom tollpelyhek *D*
 veszik körül. A tollpelyheket ismét vízedény fogja körül. Ha a *c*-ben
 foglalt víz mennyiségét és ennek hőmérsékét a kísérlet előtt és vé-
 gén tudjuk, akkor a kérdéses anyag elégeése alatt fejlődött meleg
 mennyisége is adva van.

Favre és Silbermann, valamint Andrews vizsgálati
 eredményének legfőbb adatait a következő tábla tünteti fel:

1 kilogramm. elégett anyag	fejlődött meleg hőegységekben	1 kilogramm. elégett anyag	fejlődött meleg hőegységekben
Hydrogén . . .	34135	Sajt	6114
Szén	8080	Burgonya . . .	3752
Kén	2263	Czukor	3277
Phosphor . . .	5747	Tej	5093
Zink	1301	Kenyér	3984
Vas	1576	Keményítő . . .	5000
Szénéleg	2403	Rizs	3813
Fehérje	4998	Stearin	9036
Húgyanyag (ü)	2206	Palmitin	8883
Marhahús . . .	5103	Olein	8958
Marhazsír . . .	9069	Borszesz	8958

Mint a calorimeterben, úgy testünkben is elégnek a szerves tápanyagok a légzés útján felvett oxigén befolyása alatt és az általuk lappangó állapotban kötve tartott meleg bennünk szabadabbá lesz. Erről alább majd bővebben szólnunk.

2. Hőmérés.

A meleg egyik legjellemzőbb tulajdonsága az, hogy a testeket kiterjeszti. E tulajdonságát használják a higanyhőmérőknél a testek hőfokának meghatározására. Melegben tudniillik a higany sokkal jobban terjed ki, mint az üveg. Ha tehát egyenletesen tágas üvegcsövet veszünk, melynek egyik vége nyitva van, míg másik vége gömb, vagy hengeralakú tágulattal végződik és e gömb vagy henger alakú véget láng felett megmelegítjük, akkor a benne foglalt levegő kiterjed s egy része a cső nyílt végénél eltávozik. Ha, mialatt a gömb kihűl és a benne foglalt levegő összehúzódik, a cső szabad végét higany alá mártjuk, akkor a körlég nyomása a higanyt a csőbe s ezen át a gömbbe szorítja. A kihűlt csövet ezután megfordítjuk, az üveg-gömböt láng felett újra megmelegítjük, mi által a higany egy része gőzzé lesz. A higanygőz a még visszamaradt levegőt kiszorítja az üvegcsőből s ha most a cső végét újból higanyba tartjuk s kihűlni hagyjuk, a higany az egész csövet a gömbbel együtt be fogja tölteni. Erre beforrasztjuk a cső nyílt végét; kihűlés után a higany összehúzódik és a csőben üres tér marad vissza. Az ily gömbbel el látott s higanyt tartalmazó csőből úgy készülnek a hőmérők, hogy a higanygömböt bizonyos ismert hőfoknak tesszük ki s a higany-

oszlop ilyenkor elfoglalt magasságát a csövön megjelöljük. Az osztályozás alapjául szolgáló bizonyos hőfok: a jég olvadáspontja és a víz forrpontja. A higanyoszlop azt a magasságát, melyre akkor emelkedik, a midőn olvadó jégben tartjuk, a víz fagypontjának mondjuk; a Celsius és Réaumur szerint beosztott hőmérőkön e fok nullával van jelölve. A víz forrpontja a légnyomás szerint különböző. A hőmérők előállításánál a 760 mm. barometer-nyomásnak megfelelő forrpontot használják. A hőmérőt az ama nyomás alatt forró víz gőzébe tartják; a pont, melyre ilyenkor a higanyoszlop a hőmérőben felszáll, a víz forrpontja. E pont a Celsius-féle hőmérőknél 100-, a Réaumur-féléknél 80-nal van megjelölve. A hőmérő csövének a fagypont és a forrpont közti része a Celsius-féle hőmérőkön 100, a Réaumur-féléknél 80 egyenlő részre van felosztva. Fahrenheit hőmérőin a fagyponton és forrponton kívül, még egy harmadik pontot is határozott meg, ez a jég, víz és salmiák vagy konyhasó keverékének a hőfoka, mely a víz fagypontjánál jóval alacsonyabb s melyet Fahrenheit nullával jelzett. Fahrenheitnál a jég olvadáspontja 32-vel, a víz forrpontja 212-vel van megjelölve. A hőmérőknek egyenlő nagy fokokra való osztályozása természetesen csak akkor lehetséges, ha a cső egész hosszában egyenletesen tágas.

A Réaumur-, Celsius- és Fahrenheit-féle hőmérők foksorainak egymásra való átszámítása a következő viszony szerint történik: $4 R^{\circ} = 5 C^{\circ} = 9 F^{\circ}$, a mi mellett azonban számba vevendő az is, hogy a Fahrenheit-féle foksoron a fagypont a 32-ik foknak felel meg.

Tudományos vizsgálatoknál és az orvosi gyakorlatban a hőmérsék meghatározásánál a 100 fokra osztott C-féle hőmérőt használják. Minthogy azonban orvosi vizsgálatoknál egy fok tizedrészt is pontosan meg akarjuk mérni, a hőmérő csövének, hogy ilyen beosztás rajta lehető legyen, igen hosszúnak kellene lenni, emberen eszközendő mérésekre azért oly hőmérőket használnak, melyeken a foksor csak a 25-ik foktól a 45-ik fokig terjed. Az ilyen hőmérőn a higany által jelzett hőmérséklet az alatt kell leolvasni, mialatt a hőmérő azon helyen van, melynek hőfokát meghatározni akarjuk, tehát mialatt a hőmérő a hónaljban, szájúrbán vagy végbélben van, ha e helyek valamelyikén történik a hőmérés, mert ha kivesszük a hőmérőt, a higany azonnal lehül s alacsonyabb hőmérsékletet jelez, ez azonban

igen alkalmatlan, azért szerkesztették az úgynevezett maximum-hőmérőket. A maximum hőmérőkön tudniillik a higanyoszlop egy kis, mintegy 1—2 cmt. hosszú részét, kevés levegő választja el a többi higanytól. Ez elválasztott rövid higanyrészt, a meleg behatása alatt emelkedő higanyoszlop maga előtt tolja tovább. Ha azután a hőmérőt a meleg helytől elvesszük és a higanyoszlop süllyed, ama higanyrészlet azon a magas fokon, melyre emelkedett, visszamarad és a jelen volt legmagasabb hőmérséket mindaddig jelzi, míg a hőmérőnek tenyerünkhez való ütődése által, lejjebb nem hoztuk. Orvosi célokra jelenleg legnagyobb részt e maximum-hőmérőket használják.

Felette kis hőingadozások, például 1 C-fok 0.01 részének mérésére az úgynevezett metastaticus hőmérő szolgál. E hőmérő felette vékony csöve a higanytartóval ellenkező, végén erősen szűkítve van és a szűkületen túl körteszerűen tágult ürbe nyílik. Használat előtt a hőmérő higanyát valamivel magasabb hőfokra melegítjük fel, mint a milyen magas az a hőfok, melyet pontosan megmérni akarunk. Így ha e fok 37—38 C^o között van, akkor a hőmérő higanyát 39 C-fokra melegítjük fel, mire az egész cső s részben a felső végén levő körteszerű tágulat is, higanyval megtelik. Ha most a hőmérőt hirtelen megrázzuk, a higanyoszlop a cső szűkületénél megszakad s a maradék higany szolgál a hőmérésre. E hőmérő segédmével tehát a hőmérésnél használt higany mennyiségét a szükség szerint meg lehet változtatni. A hőmérő csöve oly szűk, hogy 1 C-fok hőkülönbség közel 10 cmt. csőhossznak felel meg és így $\frac{1}{100}$ C-fok 1 mm.-nek. A cső finom beosztása mellett tehát 1 C^o $\frac{1}{100}$ sőt $\frac{1}{1000}$ részét is még pontosan leolvashatjuk.

A test belseje, a gyomor és belek hőmérsékének meghatározására babszemnél kisebb hőmérőket használnak. A hőmérők hegyes nyílt végü üvegedénykéek, melyeket bizonyos alacsony hőfok mellett higanyval töltöttek meg. E hőmérőket kicsiny ezüst tokban, mint valamely pirulát nyelik le. A magasabb hőfok alatt a hőmérőből higany foly ki. A hőfokot, mely alatt a hőmérő e higanyt elvesztette, utólag a súlyvesztésből, vagy úgy tudjuk meg, hogy rendes jó hőmérő segédmével azt a hőfokot határozzuk meg, melyre a kis hőmérőt kísérlet után felmelegíteni kell, hogy a benne foglalt higany azt teljesen kitöltse.

Hőmérésnél a hőmérő és higánya abba a közegbe helyezendő,

a melynek hőfokát megmérni akarjuk, minthogy ez azonban a legtöbb esetben lehetetlen, azért legalább a higanytartó-gömböt, vagy hengert tesszük oda be. A testfelületen a hőméresek nem lehetnek eléggé pontosak, mivel a bőrfelületet a higanytartó gömbnek csak egyik oldala érintheti, többi része pedig szabadon marad. E miatt a test hőmérsékének mérésénél a hőmérőt a hónaljba, szájűrbe vagy végbélbe szokták bevezetni. Midőn a hőmérőt, a hőfokát illetőleg megmérendő egyén hónaljába tesszük, az illető karját testéhez szorítja és az előbb nyílt hónaljt zárt ürré alakítja át, e miatt a hónalj hőmérséke mind addig emelkedik, a míg azt a hőfokot el nem éri, melylyel hasonló mélyen a felület alatt a test belsejében fekvő részek bírnak. A szájűrben a nyelv alá vagy a pofa és foghús közé vezetik a hőmérőt. Pontos hőmérsésre a szájűr alkalmatlan, minthogy a légzés által fenntartott légáramlás csak nehezen kerülhető el, ez pedig lehűtőleg hat a hőmérőre. A hőmérőnek a hőfokát illetőleg megmérendő helyen mindaddig ott kell maradnia, míg a higany környezetének hőfokára fel nem melegedett. Kicsiny higanytartó-gömbökben vagy hengerekben a higany 2—3 percz alatt, nagyobbakban 10—15 percz alatt éri el ama hőfokot. Ezt az időt természetesen felette meg lehet rövidíteni, ha a hőmérőt előre már a hőmérsékét illetőleg megmérendő test hőfokát megközelítő magasságra felmelegítjük; emberen eszközlendő hőmérséknél tehát 37 C-fokra.

3. Az ember testhőmérséke és ennek ingadozásai.

Az ember testhőmérsékét 36·25—37·5 közt ingadozónak, középértékben 37—37·2 C-foknak megfelelőnek mondtuk. Ilyen a testhőmérsék a hónaljban, de távolról sem ugyanolyan mindenütt a test felületén és belsejében. A test felületén a hőmérsék azért nehéz, mivel a higanynak a szabad levegővel érintkező része, ugyan az alatt, mialatt a bőrfelülettel érintkező részét a bőr melegíti, hőt veszít. A bőrfelületen azért úgy mérték a meleget, hogy a bőrre illesztett hőmérő szabad felületét, a meleget rosszul vezető anyagokkal vették körül. Csak hogy ilyen eljárás által a bőr hőveszteségét is megnehezítették és e miatt valamivel magasabb hőmérséket értek el, mint mely a természetes viszonyoknak megfelel. Újabban azért nagyobb előnyt is adnak Liebermeister egy másik eljárásának, mely szerint a higanytartó-gömböt előzetesen valamivel magasabb hőfokra melegítik fel, mint a milyen a megvizsgálandó bőrfelület hőmérséke és

így teszik a megvizsgálandó helyre. Ilyenkor a higany mindaddig leszáll, míg a bőr a hőmérő higanyánál hidegebb és egy időre megállapodik, mihelyt mindkettő hőmérséke egyenlő; ezt az időpontot kell a hőmérőn meglesni, mert ilyenkor jelzi a hőmérő a bőr ama helyének hőmérsékét.

A bőrfelület egyes helyeinek hőmérséke a következő táblázatból tűnik ki:

Mérés helye	Hőmérsék C-fokban
A lábtalp közepén	32·26
Az alszár mellső felületének közepén . .	33·05
A lábikra közepén	33·85
A térdhajlásban	35·00
A czomb közepén	34·40
A lágyék táján	35·80
A köldök alatt	35·00
A hatodik bal borda táján, a szívűkés helyén	34·40
A hatodik jobb borda táján	33·85
A hónaljban	36·49
A nyelv alatt	37·31
A végbélben	38·01
A húgyhólyagban	38·80

Ha az e táblázatban feltűntetett adatokat figyelembe vesszük, fel fog tűnni, hogy a hőmérsék magasabb a test belső zárt üreikben, mint felületén. Ennek oka egyfelől abban a lehülésben van, melynek a test felülete a környezet alacsonyabb hőmérsékénél fogva ki van téve és másfelől abban, hogy a hőfejlesztés nagyobb testünk belsejében, mint a bőrben. Minél mélyebbre hatolunk a hőmérővel általában, annál magasabb hőmérsékre is akadunk. Ezt bizonyítják épen leölt juhokon és más állatokon tett hőmérések.

Például szolgáljon itt a következő táblázat:

Mérés helye	Hőmérsék C-fokban
Közvetlenül a bőr alatt	37·35
Visszeres, a szívűelé folyt vérben . . .	39·55
Úteres, a szívűtől elfolyt vérben	40·61
Az agyban	40·25
A gyomorban	40·30
A végbélben	40·67
A májban	41·25
A jobb szívűben	41·40
A bal szívűben	40·90

A meleg tehát tagadhatatlanul a test belsejében a legnagyobb. Physiologiai kutatásokból tudjuk, miszerint a legnagyobb hőfejlesztők bennünk az izmok; az ember által termelt összes meleg mintegy $\frac{4}{5}$ -de innen származik. Az izmok után következnek a különböző mirigyek, nevezetesen a máj, a mely szervben a legnagyobb meleg van. Az izmok befolyása a hőtermelésre abból tűnik ki, hogy működő emberizom hőmérséke gyorsan emelkedik, így példáulül fűrészelő embernél a felkar izmainak hőfoka már 5 percz alatt 1 C-fokkal magasabbra szállott. A mirigyek hőfejlesztését már az is bizonyítja, hogy kutyánál a gyomor hőmérséke rendes táplálkozás alatt 39 C°, 1 napig tartott éhezés alatt 38·7 C°ra leszállt, a mire következett etetés alatt egészen 40 C-fokra felemelkedett. Az izmokon és mirigyeken kívül ugyan egyéb szervekben is fejlődik meleg, csakhogy sokkal kisebb mértékben. E szerint a bőrben kisebb a hőfejlesztés és nagyobb a hővesztés, e miatt alacsonyabb a hőmérséke is. Sőt várható volna, hogy a bőrfelület hőmérséke az ezt környező levegő hőfokánál csak kevéssel magasabb, innen beljebb pedig a testrészek mind melegebbek; a legnagyobb meleg a test közepén volna. Ily körülmények közt azonban a test belsejében igen magas hőmérséknek kellene lenni, minthogy az élő szövetek igen rossz hővezetők. Az emberi testben a hő közel olyan formán volna elosztva, mint egy szénaboglyában, melyben csak kevés meleg fejlődik ugyan, de, mert meleget csak felületén veszít, belsejében jó meleg lehet. Ily körülmények közt tehát a meleg a test belsejében oly nagy volna, a bőrfelület sok helyén pedig oly alacsony lenne, hogy e miatt az élet lehetetlenné válnék; ott megsülnének, itt esetleg megfagynának testrészeink. Ezt meggátolja a vérkeringés. A vér tudniillik a mélyen fekvő melegebb szervekből a felületesen fekvő szervekbe, nevezetesen a bőrbe és innen vissza folyik. E szünet nélküli áramlás közben a vér a melegebb szervekben felmelegszik s melegét a hidegebb szervekbe viszi el, mi által a test melegét annyira kiegyenliti, mint azt a fennebbi táblázatokban láttuk. A karjainkban és lábainkban, valamint a bőrben áramló vér itt lehül, az ezekből visszafolyó vér tehát hidegebb az oda folyt vérnél, ellenben a belső szerveknél megfordítva van a dolog, itt az azokba áramló vér hidegebb és a visszafolyó vér melegebb. A különböző szervekből jövő hidegebb s melegebb vér összefolyik a nagy visszerekben és így jut a szívbe,

melyből az úgynevezett ütőerek útján újból a különböző szervekbe kerül, felmelegítvén a nálánál hidegebb és lehűtvén a nálánál melegebb szerveket. Ha tehát a test középhőmérsékét tudni akarjuk, ezt a szívben és a vért a szívből kivezető nagy ütőerek vérében kellene keresni.

A legszélsőbb határok, melyek közt az ember testhőmérséke, betegség alatt is ingadozhatnak, 34—42 C-fok közt vannak. Találtak ugyan 32·6 és 44·75 C-fokot is, de ezek már felette kivételes esetek. Minden eddigi tapasztalat azt bizonyítja, miszerint túl alacsony —32·6 fokon alól — és túl magas — 42 fokon felül terjedő hőmérsék halállal végződik. Bizonyos hőmérsék, a hónaljban 37—37·2 C-fok, az a hőfok, a mely mellett az élet zavartalanul foly és bármilyen viszonyok közzé kerüljön élő egészséges ember, hőmérséke 1½—2 foknál nagyobb mértékben attól el nem tér. A rendes életviszonyok között némi változást a testhőmérsékben a következő körülményekben kerestek és részben találtak is:

Mindenek előtt azt nézték, valjon az egyes emberfajok testhőmérséke közt van-e különbség, e tekintetben azonban különbséget nem találtak. Kitűnik ez Davy J. a jóreménység fokán, Isle de France-ban és Ceylon szigetén tett méréseiből.

Egyén	testhőmérsék C ^o -ban		a levegő hőmérséke vizsgálat közben C ^o -ban
	a nyelv alatt	a hónaljban	
Felnőtt angol a jóreménység fokán	37·32	—	13·55
Ugyanaz Isle de France-on . . .	36·87	—	23·30
„ Ceylon szigetén	37·33	—	23·38
Hottentotta	37·32	—	13·55
Szerecsen	37·04	36·78	24·70
Ceyloni benszült	38·24	—	26·10
Szerecsen albinos	38·60	—	26·10
Mulatt	38·18	37·33	25·55
Maláji	37·15	36·96	25·55
Sepoy Madrasból	37·03	35·92	26·66

E mérések közt a legnagyobb különbség 1·48 C-fokot tett, annyit tehát, mint a mennyit ugyanazon fajbeli egyének közt is találni lehet.

Az égalj befolyását a testhőmérsékre illetőleg Davy J. magán tett észleletei szerint ugyanazon egyén testhőmérséke a forró égöv alatt mintegy $\frac{1}{4}$ C-fokkal magasabb, mint mérsékelt éghajlatunk alatt. Mások $\frac{1}{2}$ C-fok különbséget találtak. És így látjuk, hogy a forró égöv alatt lakó ember testhőmérséke a legmagasabb északon lakónak testhőmérsékénél alig magasabb. Megfelelőleg az évszak befolyása is elenyésző csekély. Davy J. 8 hónapon át naponta háromszor mérte saját testhőmérsékét és úgy találta, hogy ez télen átlag 0.1—0.3 C-fokkal alacsonyabb volt, mint nyáron.

Az életkor szerint már feltűnőbb a különbség az emberek testhőmérsékében. Az újszülött gyermek testhőmérséke mintegy 0.3 fokkal magasabb az anya hőmérsékénél, a bekövetkező nagyfokú hővesztés miatt azonban csakhamar közel 0.9 C-fokkal száll alá. A következő tiz napon a csecsemő testhőmérséke 37.25—37.6 C-fok közt van, középértékben tehát 37.45 C-foknak felel meg. Ezen túl, mintegy a 14-ik életévig, a test középhőmérséke körülbelül 0.2 C-fokkal süllyed. A 14-ik évtől az 50-ik életévig, további 0.2 C-fokkal esik a test hőmérséke. A 60-ik életéven túl ismét nő és a 80-ik évben majdnem ugyanazt a magasságot éri el, melyen gyermekkorában volt. A gyermek, valamint a kisebb termetű emberek testfelülete azok testsúlyához képest nagyobb, mint a felnőtt és magasabb termetű embereké, e miatt amazoknál a hővesztés is nagyobb. Gyermek és kisebb egyének azért könnyebben is fáznak, mint felnőtt nagyobb emberek. Jól táplált, erős testalkatú, valamint kövér egyének kevesebb meleget veszítenek és egészben több hőt is termelnek, mint rosszul táplált, gyenge testalkatú vagy sovány egyének, e miatt az utóbbiak érzékenyebbek is a hideg iránt. Öreg embereknél az anyagforgalom kisebb, ez egyének azért többnyire vérszegények, az ez által okozott gyengébb véráram miatt hővesztésük kisebb, innen az öreg emberek valamivel magasabb hőmérséke; ugyanezek miatt ez egyének bőre a hideg iránt érzékenyebb, mint a fiataloké, azért melegebben is szeretnek öltözködni.

Legfeltűnőbb a testhőmérsék szabályszerű változása a napidőszakok szerint. Rendesen táplálkozó, egészséges, nyugvó embernél a változás, két egyén vizsgálata alapján nyert következő táblázat szerint szokott lefolyni:

Nappali hőmérsék			Éjjeli hőmérsék		
Óra	I.	II.	Óra	I.	II.
6—7	36·7	36·5	6—7	37·5	37·6
7—8	36·8	36·7	7—8	37·4	37·7
8—9	36·9	36·8	8—9	37·4	37·6
9—10	37·0	37·0	8—10	37·3	37·5
10—11	37·2	37·2	10—11	37·2	37·4
11—12	37·3	37·3	11—12	37·1	37·1
12—1	37·3	37·3	12—1	30·0	36·9
1—2	37·4	37·4	1—2	36·9	36·7
2—3	37·4	37·3	2—3	36·8	36·7
3—4	37·4	37·3	3—4	36·7	36·7
4—5	37·5	37·5	4—5	36·7	36·6
5—6	37·5	37·6	5—6	36·7	36·4
Középérték	37·2	37·2	Középérték	37·1	37·0

Vizsgálat közben a két kísérleti egyén 7 órakor reggelit, 12—1 közt ebédet, 3—4 közt ozsonnát és 6—7 óra közt vacsorát kapott. A táblázat adatai szerint az ember testhőmérséke reggeltől estig emelkedik és este 6—7 óra körül maximumát éri el, ezen túl folytonosan süllyed a test hőmérséke úgy, hogy reggel 4—6 óra körül minimumára jut. A legnagyobb emelkedés és süllyedés közti különbség mintegy 1·1 C-foknak felel meg. Azonban sem az emelkedés nappal, sem a süllyedés éjjel nem egyenletes. Reggel mintegy 11 óráig, a hőmérsék gyorsan emelkedik, innen mondhatni 4-ig csak keveset ingadozik, ezen túl ismét gyorsabb az emelkedés. A hőmérsék változásának e jelzett lefolyása annyira állandó, hogy éhező emberen épen úgy jelentkezik, mint oly egyénen, a ki rendszeren szokott étkezni. A hőmérsék e változását tehát nem az ételfelvétel okozza, bár, mint látni fogjuk, az étkezés befolyással van a testhőmérsékre, hanem az, hogy nappal ébren lenni, éjjel pedig aludni szoktunk. A ki nappal alszik és éjjel van ébren, annál a hőmérséki változás is megfordul; éjjel dolgozó embernél a hőmérsék reggel a legmagasabb és este legalacsonyabb.

Az étkezés a testhőmérséket néhány tizeddel emeli. Az emésztés alatt emésztő nedvet szolgáltatató mirigyek elválasztó működése fokozódott hőfejlesztéssel jár. Ezen kívül a meleg italok és ételek is

felmelegíthetik a testet. Egy kilogramm 50 C-fokú víz ivása 60 kilogramm súlyú ember testhőmérsékét 0·17 C-fokkal melegíti fel. Ennél sokkal élénkebben hat a kávé vagy thea. Erős 50 C-fokú kávé 0·2—0·4 C-fokkal emeli a testhőmérsékét; alkohol csökkenti. Hideg ételek és italok, nevezetesen jég, a testet tetemesen lehűthetik. Az ételfelvétel e befolyása miatt a test hőmérséke éhező embernél is 0·57 C-fokkal alacsonyabb, mint rendszeren táplálkozó egyénnél.

Legjelentékenyebben változtatja meg a testhőmérsékét az izommunka. Egy esetben például 1 óráig tartott futás után azonnal mérve a test hőmérsékét, azt 39·6 C-fokúnak találták. Oly egyénél, a kinek testhőmérséke ülő helyzetben 36—36·5 C-fok volt, munka közben 37—37·5 fokra emelkedett. Minthogy az ülés és még inkább az állás izommunkával jár, a testhőmérsék is magasabb ülő, vagy épen fennálló helyzetben, mint fekvéskor. A munka hőemelő hatását értékesítjük akkor, midőn fázó testünket mozgás által igyekszünk felmelegíteni.

Hőemelő hatással van a szellemi munka is. Davy J. tapasztalatai szerint megfeszített figyelemmel való olvasás a test hőmérsékét 0·5 Fahrenheit fokkal emeli.

Érdekes a környezet igen magas vagy alacsony hőfokának befolyása a test hőmérsékére. A szervezetünkben folyó tartós hőtermelés mellett tudniillik testhőmérsékünk csak úgy maradhat a rendes fokon, ha a hőveszteség gátolva nincsen. 37 C-fokú légkörben tehát hőmérsékünk keveset már emelkedni fog. A túlságos emelkedést a bekövetkező izzadás gátolja meg; az izzadmánynak a bőrfelületen való elpárlása sok meleget köt. Innen van az is, hogy emberek rövid ideig felette magas hőmérsékű légkörben el lehetnek; így például 10 perczig 100—130 C-fokú sütőkemenczében, melyben tojás keményre főzhető. 66—72 C-fokú levegőben 20 perczig, 99 fokúban 10 perczig tartózkodó egyének leírása szerint, ama meleg levegő kellemetlen ugyan, de tűrhető meleg, a ruhával nem fedett helyeken égető érzést okoz. Saját testüket ha újjal megtapintották, oly hidegnek érezték, mintha hullát érintettek volna. Fémrészek, például óraláncz, oly forró volt, hogy azt megérinteni nem lehetett. Eleintén az illető egyének helyzetüket igen kellemetlennek találták, majd azonban bő izzadás törvén ki rajtuk, jobban érezték magukat, néhány percz múlva azonban bágyadság, fülzúgás és szédülés érzete követ-

kezett be, mire, nehogy életüket kockáztassák, a kísérlettel felhagytak. A testhőmérsék az egész idő alatt csak 0·5 C-fokkal emelkedett magasabbra, mint kísérlet előtt volt.

Száraz levegőben az ily magas hőmérséketet, kis időre tűrhetővé csak az teszi, hogy a meleget az izzadás és vízpárlás köti és megakadályozzák a test melegének túlmagasra való emelkedését. Ezt bizonyítják azok a tapasztalatok, melyeket meleg vízfürdőkben és gőzfürdőkben tenni lehet; e fürdőkben tudniillik a vízpárlás a test felületéről meg van akadályozva, azért ezekben oly magas meleget, mint a száraz levegőben el-nem tűrhetünk. Így például 56—60 C-fokú gőzfürdőben a test hőmérséke 34 percz alatt 37·5 C-fokról 40·7 fokra emelkedett. Még gyorsabban emelkedik a test hőmérséke meleg vízfürdőkben. A testhőmérsékkel azonos meleg vízfürdőben, az ember hőmérséke 50 percz alatt 1—1·5 C-fokkal emelkedik.

A meleggel ellenkező hatása van a testhőmérsékre a hideg levegőnek, vagy hideg fürdőnek; hosszabb ideig való tartózkodás ily hideg környezetben meleget von el a bőrtől és az egész test lehül. Így 9—11 C-fokú fürdőkben a test hőmérséke 25 percz alatt 1—2 C-fokkal száll le. A süllyedés értéke függ az illető egyén nagyságától; mint láttuk, minél kisebb valaki, teste annál gyorsabban hül le. Ha a testnek a hideg által okozott lehülése a 27—25-ik C-fokot eléri, akkor az illető egyén halála bizonyos.

Befolyással van a testhőmérsékre a vérvétel, a mennyiben vérvesztés után a hőmérsék csökken. Végre betegen tett tapasztalatok tanítják, miszerint számos oly betegség van, mely a test hőmérsékét fokozza s vannak olyan betegségek is, melyek azt csökkentik. Innen a testhőmérsék ismeretének fontossága betegknél.

4. Az állati meleg forrásai. Hőtermelés.

Úgy láttuk, hogy egészséges ember testhőmérséke a legkülönbözőbb viszonyok közt, a forró égő alatt, 35—40 C-fokú melegben, úgy, mint a sarkvidéken, 35—47 fokú hidegben, éhezés alatt úgy, mint jó táplálkozás mellett, állandó, alig 1—2 fokkal változik. Mint-hogy pedig e testhőmérsékünk legalább a hideg és mérsékelt égő alatt a levegő hőmérsékénél jóval magasabb, világos, miszerint bennünk melegnek kell fejlődni. Kérdés, honnan van és mennyi az a meleg, mely 24 óra alatt bennünk termelődik?

Az állati meleg forrását Haller a vérben kereste. Szerinte a keringő vér dörzsölése az edényfalon okozza a meleget, épen úgy, a mint két kezünk megmelegszik, ha egymással összedörzsöljük. Mások a vér erjedésében vélték a test melegének okát. Lavoisier volt az első, a ki az állati meleget az állat és ember testében folyó oxydatióból származottnak mondta s ma már kétség nem áll fenn az iránt, hogy testmelegünk a szervezetünket alkotó szerves vegyületek által kötött lappangó melegből származik. E vegyületek a tüdő útján bevett oxigén behatása alatt szorosabb vegyületekké égnek el, kötött melegük elszabadul s ez melegíti fel testünket. Hogy az ez által okozott anyagforgalom és a meleg eredete iránt tájékozódhassunk, tekintetbe kell vennünk a növények anyagforgalmát, mert ezek szolgáltadják nekünk a tápanyagokat, közvetve vagy közvetlenül; az utóbbi módon, tudniillik akkor, midőn növényevő állat húsát esszük.

A növények szerves anyagokat, kiválóan szénsavat, vizet, légenysavsókat és ammoniakot vesznek magukba. A levegőből nevezetesen nyerik a szénsavat, vízgőzt és kevés élelnt, a talajból szintén vizet és szénsavat, ezen kívül pedig légenysavsókat, ammoniakot és különböző egyéb sókat. A növény zöld részei, a levelek, a nap fényének és melegének behatása alatt magukba veszik a levegő szén-savát és ugyanez alatt oxigént bocsátanak szabadon. Sötétben a növény oxigént vesz a levegőből és szénsavat lehel ki. A mennyiségi viszony e kétféle légesere közt azonban olyan, hogy a növény több szénsavat nyel el, mint a mennyit kiad és több oxigént bocsát szabadon, mint a mennyit felvesz.

Egészben véve tehát, a növények kisebbitik a levegő szénsav tartalmát és szaporítják annak oxigén mennyiségét; mint azonnal látni fogjuk az állatoknál és embereknél e folyamat épen meg van fordítva.

A talajból gyökereivel a növény legtöbb vizet vesz fel. A víz a növény legfőbb alkatrészeinek oldószere és a mely arányban a növény gyökerei azt felszívják, ugyanabban az arányban el is párolog a növény felületéről, nevezetesen a levelekről. A növény a víznek csak kis részét bontja fel alkatrészeire; ez alkatrészek közül az oxigént részben szabadon bocsátja, részben pedig a hydrogénnel együtt visszatartja. Vízben oldva nyeri a növény gyökereivel a légenysavat és az ammoniakot is, mely utóbbi szerves anyagok rohadása

alatt, mint szénsavas, phosphorsavas és sósavas ammoniak képződik. Ez anyagokat, nevezetesen az ammoniakot is felbontja a növény és így nyeri a bizonyos szerves alkatrészek képzéséhez szükséges nitrogént.

Ezek szerint a növény nem szerves szoros vegyi egyesületeket nyer tápanyagúl és ezeket először is alkatrészeikre bontja fel. Mikor ezt teszi, lappangó meleget kénytelen megkötni, mert midőn vegyi egyesületek alkatrészeikre szétesnek, az alkatrészek meleget kötnek. E meleget a naptól veszi a növény. A nap melegének és fényének behatása alatt fejlődhetik csak a növényzet, azt kötik meg a benne felszabaduló elemek. A felszabadított szént, hydrogént, nitrogént, a kénsavsóktól vett ként, valamint a visszatartott kevés oxygént, a növény zöld részei oxygen szegény, lazán összetartó, szerves vegyületek képzésére használja fel. Így képződik a növények zöld színű festőanyaga a chlorophyll, a növényi szénhydratok, mint a sejtenye, keményítő és a különböző czukor nemű anyagok, a különböző álló és illó zsírnemű anyagok, a növényi savak s alkaloidok és fehérjék. A növényben tehát élenyűs nem szerves anyagokból, éleny szegény, meleget lappangó állapotban tartalmazó, laza szerves anyagok képződnek.

A növények által a szerves anyagokban gyűjtött napmelegnek a szerves lények második országa, az állatok és az ember veszik hasznát. Az állatok kiválóan növényi anyagokkal táplálkoznak; vizen és sókon kívül szénhydratokból, zsírokból és fehérjék s ezek származékaiból áll szervezetük. Midőn növényi tápanyagokat vagy növényekkel táplálkozott állatok húsát esszük, ezeket tápcsatornánk emésztőnedvei megemésztik és a vérnek átadják. A vér e tápanyagokat testünk szerveibe viszi, a hol a szenvedett anyagvesztéséget pótolni, az illető szerv felépítésénél esetleg közreműködni vannak hivatva. A tápanyagokat vivő vér véredvből és benne levő görécsői kicsiny testecskékből, úgynevezett vörös véresejtekből áll. A vér a tüdőkön való átáramlása közben a belégzett levegővel csereviszonyba lép, a véresejtek a levegő oxygenjét mohón megragadják és a vérárammal tovasodortatva, a testben szertesztét viszik. Ez oxygen testünkben épen úgy szolgál égési folyamatokra, mint a szabad levegő oxygenje a szabad természetben folyó égéseknél. Már a vérben, de még inkább a test egyes szerveiben, így kiváltképen az izmokban és miri-

gyekben, lassú égés foly, mely alatt, úgymint a növényi részeknek a szabad természetben való égésénél, szénsav, víz és légyentartalmú bomlási anyagok képződnek. Az egyes szervekből a tüdőbe visszajövő vér, az úgynevezett visszeres vér, e miatt oxigén szegény és bomlástermékekben nevezetesen szénsavban és vízben dús. A vér áramlása közben oxigénjének nagy részét elvesztette és e helyett az égés terményeivel rakódott meg. Az égés terményei közül a szénsavat és a víz egy részét a tüdők, a többi vizet, a nitrogén tartalmú bomlástermékeket, valamint az ételekkel felvett felesleges sókat a vesék és részben a bőrfelület útján küszöböli ki szervezetünk. De, midőn az élenyszegény, a naptól vett lappangó meleget kötve tartó, összetett szerves anyagok bennünk ugyanazon egyszerű szeretlen anyagokká elégnek, a melyekből a növény azokat készítette, akkor a növény által a naptól vett s e vegyekhez kötött lappangó meleg is felszabadul; innen az állati meleg, sőt az állat egyéb erőnyilvánulatai is.

Némi kiskokú oxydatio és meleg felszabadítás a növényekben is történik ugyan, így például csirázás alatt, valamint virágzaskor, de e szétbontás és meleg felszabadítás a növényekben elenyésző csekély ama szerves anyagok képzéséhez és melegkötéshez képest, mely bennünk foly.

A mondottak arról győzhetnek meg, hogy ha az élet bizonyos testhőmérsékhez van kötve, akkor táplálkoznunk is kell. Éghető anyagokkal kell ellátni szervezetünket, hogy ezek oxydatiója által a szükséges erélyt, nevezetesen a meleget nyerhessük. Tápanyagaink csak kis része szolgál a test folytonos újjáalakítására, legnagyobb részük, mint a szén a gőzgépeknél, a fűtőanyag szerepére van hivatva, valószínűleg szén által pótolhatók is volnának, ha szervezetünk a szénet értékesíteni tudná. Tápanyagainkat, mint láttuk, a növény a napfény behatása alatt készíti úgy, hogy a nap eleven erejét, mint lappangó meleget köti meg. A meleg tehát, mely testünkben kifejlik és testünk egyéb erőnyilvánulatai s ezekkel minden élet a naptól származik és így nem csak a chinai birodalom hatalmas uralkodója, hanem mi mindnyájan a nap szülöttjei vagyunk. A szerves életet a földön a nap világító és melegítő sugarai tartják fenn, ezek nélkül földünk kietlen rideg égi test volna, melyen élő lények nem élhetnének. Nyilván e tény öntudatlan ismerete vezetett némely népet arra, hogy a napot isten gyanánt imádja.

De vajlon minden bennünk fejlődő meleg égés terménye-e? E tekintetben az első igen szabatos vizsgálatokat állatokon Dulong és Despretz azon alkalomból tették, hogy a párisi akadémia az állati meleg forrásait illetőleg pályázatot tűzött ki. Mindkét vizsgáló a 2. ábrán *a* alatt feltüntetett vízcalorimetert használta vizsgálatainál. Az állatot ketreczével együtt nagyobb, vasból készült szekrénykébe tették, melynek felső széle higanyal megtöltött árokkal van ellátva, ez árokba illik a szekrény fedelének lefelé irányított széle s légmenetesen elzárja az egész vasszekrény ürét. E szekrényt lemért mennyiségű, vízzel megtöltött edénybe adjuk, ezt, úgy mint a Favre és Silbermann-féle calorimeternél, a hőt rosszul vezető anyaggal vesszük körül s így újból vízbe állítjuk. A vasszekrényt környező víz melegének mérésére a T° -gyel megjelölt hőmérők szolgálnak. Hogy e víz a szekrénybe adott állapot melegétől egyenletesen melegedjék, a vízbe egy, időközönként forgatható vékony lemez van állítva. A szekrény ürébe *D* csövön át levegőt lehet bevezetni, onnan pedig a levegő *D'* csövön át eltávoztathatik. A kivezetett levegő a vasszekrény alatt a vízben elhelyezett kigyócsövön (2. ábra *b*) folyik át, mi miatt melegét a csövet körül folyó víznek kénytelen átadni. A fejlődött meleget itt is, mint a Favre és Silbermann-féle calorimeternél, a talált hőnövekvésnek a víz mennyiséggel való szorzatából tudjuk meg, mi mellett azonban még az eszköz által esetleg szenvedett hővesztés is számba veendő. Evvel egyidejűleg Dulong és Despretz az állat által kísérlet közben elhasznált oxigént és a kiválasztott lég-
nemű bomlásanyagokat is meghatározták. Ezt úgy tették, hogy a levegő a vasszekrénybe ismert térfogatu gazometerből jutott, a kilégzett levegőt pedig egy második gazometerben fogták fel és elemzés alá vették, mi által a kísérleti idő alatt fejlesztett szén-sav és elhasznált oxigén ismerve volt. Azt az oxigént, melylyel az állatok többet elhasználtak, mint a kiválasztott szén-savnak megfelelt, a szerves anyagok hidrogénjének elégésére fordítottak tekintették. A vizsgálók abból a felvételből indultak ki, hogy midőn a szerves anyagokból szén-sav és víz képződik, ugyanannyi meleg lesz szabaddá, mint mikor megfelelő mennyiségű szén és hidrogén szén-savvá és vízzé elég. A szén és hidrogén elégéséből fejlődő meleget ezek ismert égésmelegéből (lásd a Favre és Silbermann, valamint Andrews vizsgálatait után közölt táblázatot) számították ki s a ki-

számítás útján talált meleg mennyiséget a calorimeterben mért meleggel hasonlították össze. Dulong például egy 1150 gm. súlyú kutyánál 88 percz alatt 10·308 hőegység fejlesztett meleget mért, ugyanez alatt az állat 1522 k. cmt. szénsavat lehelte ki és 554 k. cmt. oxygént használt el. Ez adatokkal Favre és Silbermann adatai alapján tett számítások szerint kitűnt, hogy a kiszámított és a tényleg talált meleg úgy aránylanak egymáshoz, mint 99·4 a 100-hoz. A vizsgálók kísérleteinél, a számítás útján nyert meleg a tényleg mértnél rendszeren valamivel kisebb volt. Ez eltérés azonban, mint a felhozott példa is mutatja, igen csekély és a kísérleti hibák keretén belül esik. A bűvárok tudniillik tévedtek akkor, midőn az állati testben élenyülő szerves vegyekből, nevezetesen a szénhydratok és zsírokból nyert meleget úgy számították ki, mintha megfelelő mennyiségű szén és hydrogén elégett volna; a nitrogén oxydatiójából esetleg származó melegre pedig tekintettel épen nem voltak. A talált eredményekből tehát teljes joggal következtethetjük, hogy az állat által termelt minden meleg a benne végbemenő oxydatio és vegyi szétesés által felszabadúlt lappangó melegből származik.

Az állatokon tett e vizsgálatokhoz hasonlókat emberen végezni nehézséggel jár. A Dulong és Despretz eljárásához hasonló eljárást követett Leyden emberen akkor, a mikor a kísérleti egyén alszárát tágas rézhengerbe helyezte, melyet kaucsukgyűrűvel légmentesen elzárt. A rézhengert egy második tágasabb henger veszi körül, a kettő közti tér pedig vízzel van kitöltve. A víz megmelegedéséből az alszár és ebből a test termelt melegét számította ki. Leyden ily módon tett számításai szerint egészséges ember 24 óra alatt 2376 hőegység meleget termel. Más, de kevésbé pontos eljárást követtek egyéb vizsgálók, a kik azonban az egész egyén által termelt meleget és vele együtt a kiválasztott bomlásanyagokat is meghatározták, tehát épen úgy jártak el az emberrel, mint Dulong és Despretz állatjaikkal. A kísérleti egyén egyenletes hőmérsékű szobába helyezt nagy, teljesen zárt, szekrényben van. Az általa termelt meleg a szekrény levegőjét melegíti fel, miáltal a szekrény levegője a szoba levegőjénél melegebb lesz; a hőkülönbségből az amaz ember által termelt meleg megközelítőleg kiszámítható, valamint kiszámítható az a szekrény levegőjében foglalt szénsav, víz és oxygenjéből is. Ily eljárás szerint a 70 kilogramm nehéz ember által 1 óra alatt termelt

meleget 100 hőegységre, a 24 óra alatt termeltet 2400 hőegységre becsülik, a mi Leyden fent idézett eredményével jól megegyezik. Még egyszerűbben lehet a hideg fürdőt calorimeter gyanánt használni (Liebermeister). Ha tudniillik a valamely fürdőkádban foglalt vizet és ennek hőfokát kísérlet előtt és után megmérjük, akkor a fürdőben volt egyén által a víznek átadott meleg mennyiségét megközelítőleg kiszámíthatjuk. Így például, ha a kádban 200 kilogramm 20 C-fokú víz volt s ennek hőmérséke fürdés közben 21 C-fokra felemelkedett, akkor amaz egyén 200 hőegység meleget veszített. Mondani sem kell, hogy a hőtermelés meghatározásának e módja által pontos eredményt nyerni nem lehet, már azért sem, mivel a víz a benne levő egyéntől nyert minden meleget meg nem tartja, hanem a fürdőkádat és a környező levegőt is felmelegíteni fogja.

Mindez eljárások által tett tapasztalatok azonban kétségkívülvé teszik azt, hogy a viszonyok az embernél ugyanazok, mint az állatoknál; az általunk termelt minden meleg bennünk folyó oxydatio — elézés — eredménye. De ha ez áll, akkor a meleg direct mérése szükségtelen is, mert a valaki által fejlesztett meleget, mint láttuk, kiszámítani is lehet: meghatározzuk az illető egyén által kiválasztott bomlástermékeket, ezekből megtudjuk az általa elhasznált anyagok mineműségét es mennyiségét, az utóbbiaknak megfelelő égésmeleget pedig a Favre és Silbermann s mások vizsgálataiból ismerjük. A valaki által bizonyos idő alatt kiválasztott bomlás termékeket, nevezetesen a szénsavat, vizet és a nitrogentartalmú bomlásanyagok mennyiségét, alkalmas eszközökkel vegyi úton határozzuk meg. Mint-hogy pedig tudjuk, miszerint 100 gm. fehérjében 15·5 gm. nitrogen és 53·4 gm. szén, 100 gm. szénhydratban 44·4 és 100 gm. zsírban 76·6 gm. szén van, könnyű a bomlásanyagokból a megfelelő fehérje, szénhydrat és zsír mennyiségét is kiszámítani. Ilyen módon tett hőmeghatározásokat Ranke önmagán, mikor 24 éves volt és 70 kilogrammot nyomott. E vizsgálatok különösen azért érdekesek, mivel belőlük kitűnt, hogy a hőtermelésre a táplálék minőségének lényeges befolyása van. Oly napon, melyen éhezett, Ranke, annyi szénsavat, vizet és nitrogentartalmu anyagot választott ki, mint a mennyi 54·45 gm. fehérje és 195·94 gm. zsír égésmelegének megfelel; az ebből kiszámított meleg egyenlő 2012·816 hőegységgel. Hússal való étkezés alatt, a midőn 1832 gm. húst evett, melyhez 70 gm. zsír is ad-

va volt, felbontott 145·14 gm. zsírt, a minék 2779·524 hőegység felelt meg. Midőn fehérje nélkül 150 gm. zsírt, 300 gm. keményítőt és 100 gm. cukrot evett, oxydalódott benne 51·55 gm. fehérje, 68·5 gm. zsír és minden evett szénhidrát, az azon 24 óra alatt kifejtett meleg 2200 hőegységnek felelt meg. Vegyes táplálék mellett 2207·66 hőegység fejlődött. A négy kísérlet középértéke 2300 hőegységnek felelt meg. Legnagyobb volt tehát a hőtermelés a hússal való étkezés mellett, legkisebb, ha a táplálékban semminemű nitrogentartalmú anyag bennfoglalva nem volt. Az is kitűnik e vizsgálatokból, hogy testünk a neki szükséges meleget éhezés alatt, étkezés nélkül is igyekszik termelni. Hosszabb ideig tartó éhezés után, mint tapasztalták, a hőtermelés csökken.

Minthogy hőegység alatt azt a melegmennyiséget értjük, mely 1 kilogramm vizet 1 C-fokkal magasabb hőfokra felmelegíteni képes, az 1 ember által 24 óra alatt termelt 2300 hőegység akkora meleg, mely elegendő volna 23 kilogramm vizet 0 C-fokról 100 fokra felmelegíteni. E melegmennyiség azonban csak középérték és változik, mint láttuk, már a táplálék minősége szerint, ezen kívül befolyással van a termelt hőmennyiségre az illető egyén testsúlya, életkora, neme, a nap időszaka és az, valjon amaz egyén ébren van-e, vagy alszik, munkát végez-e, vagy pihen.

Nagyobb és nehezebb egyén több szénsavat választ ki, több meleget termel, mint hasonló viszonyok közt kisebb és könnyebb ember. E mellett azonban testsúlyához viszonyítva, a kisebb ember és így a gyermek is több hőt termel; a kis egyének hővesztesége tudniillik, testsúlyukhoz arányítva, nagyobb testfelületük miatt, nagyobb mint a nagyoké és így, hogy testhőmérsékük emezekével megegyező legyen, több meleget is kell termelniök. Kővér egyének is, testsúlyukhoz viszonyítva, jóval kevesebb meleget termelnek, mint soványak. Ez onnan van, mert a kővér egyének hővesztesége, a bőr alatti zsírréteg rossz hővezetőképessége miatt, sokkal kisebb, mint a sovány embereké, az utóbbiak azért testhőmérséküket a rendes fokon, csak fokozódott hőtermelés mellett tartják meg. E szerint, ha valaki az által nyer testsúlyában, hogy kövéredik, akkor nála a tápanyag szükséglet nem fokozódik a testsúly növekedésének arányában, hanem kisebb arányban; a kővér ember aránylag kevesebb meleget veszít, mint a sovány, azért kevesebb meleget termelni és kevesebb

tápanyagot fogyasztani kénytelen. Ebből érthető, hogy némileg kövér egyéneknél nagyobb a hajlam a kövéredésre, mint a lesóványodásra; azért, ha kövér egyén az élet java éveiben aránylag hirtelen lesóványodik, ennek mindig rendkívüli oka is van. Részben e miatt van az is, hogy nőknél, a kiknek bőralatti kötőszöveve zsírdúsabb szokott lenni, mint a férfiaké, az anyagforgalom, a tápanyag felvétel és bomlástermékek kiválasztása kisebb, mint a férfiaknál.

Az életkor befolyását a hőtermelésre illetőleg állítják, hogy a hőtermelés az élet első idejében és az aggkorban kisebb, mint a középletkorban. A nemet illetőleg, általában nagyobb a hőtermelés a férfinál, mint a nőnél, egyfelől a nő kisebb testsúlya miatt, másfelől pedig azért is, mivel a nőnél a zsírszövet, a férfinál az izomzat vannak inkább kifejlődve.

A nap időszeke szerint a hőtermelésben ugyanazt a változást lehet tapasztalni, mint a testhőmérsékben. Emésztés közben is mindig nagyobb a hőtermelés, mint éhezés alatt. Éjjel, alvás közben, midőn testünk legtöbb functiói szünetelnek, a hőtermelés is sokkal kisebb, mint nappal és ébrenlétkor. Igen lényeges befolyással van a hőtermelésre a munka. A mindennapi tapasztalatból tudjuk, hogy bennünk munka közben több meleg fejlődik, mint nyugalomkor. A szellemi munka, úgy tetszik, hasonlólag fokozódó hatással van a hőtermelésre.

5. Hővesztés.

Az egy ember által 24 óra alatt fejlesztett hőmennyiség, mint láttuk, elegendő volna 23 kilogramm 0 C-foku vizet forralásba hozni, elegendő volna arra, hogy 70 kilogramm súlyu ember testét 37 C. fokról mintegy 70 fokra felmelegítse. E fejlődött meleg azonban nem marad meg bennünk, testhőmérsékünk csak azért állandó, mivel a hőtermelésnek megfelelő hővesztés is foly. Mi tudniillik több úton veszítünk meleget:

1. A testünknel többnyire hidegebb hőmérsékü ételek és italok felmelegítésére.

2. A tüdők útján a belégzett hidegebb levegő felmelegítésére, valamint a tüdőkben történő viz elpárlásra, a mennyiben tudniillik a kilégzett levegő mindenkor 37—38 C-foku és vízgőzzel egészen telítve van.

3. A bőr útján sűgárzás, hővezetés és vízelpárlás útján.

A vesztett hőből a három út közül melyik úton mennyi meleg hagyja el testünket, ezt megtudjuk, ha számba vesszük, hogy 60 kilogramm súlyú ember 24 óra alatt átlag 1500 gm. 15 C-fokú vizet és ugyanannyi ugyancsak 15 fokú szilárd tápanyagot vesz magához, ezen kívül 16.000 gm. épen olyan hőfoku levegőt is légzik be. A kiválasztott anyagok és a kilégzett levegő hőmérsékét 38 C. fokra tehetjük. Ezek szerint ez egyén felmelegít:

1500 gm. vizet 23 fokkal az az	35·5	hőegységgel
1500 gm. szilárd tápanyagot ugyanazon fokkal az az 28·4	„	„
16,000 gm. levegőt 23 fokkal az az	98·0	„

Összesen 161·9 hőegység.

A 161·9 hőegység a felnőtt egészséges ember által termelt meleg 6 százalékának felel meg, marad tehát 94 százalék a tüdőkbén történő vízelpárlásra és a bőr útján való melegvezetésre. A tüdőkbén 23 óra alatt elpárolgó víz pontosan meg van határozva. Oly esetben, melyben a belégzett levegő vízgőzzel félig telítve van, a tüdőkbén elpárolgó víz középértékben 400 gm.-nak felel meg. 400 gm. víz a tüdőkbén történő elpárlásakor 225 hőegység meleget köt, az összes 24 óra alatt termelt melegnek tehát nem egészen 9 százalékát. Az ételek és italok felmelegedésére fordított és a tüdő útján vesztett meleg tesz e szerint 386·9 hőegységet, vagy is az összes termelt meleg 16 százalékát; marad tehát 85 százalék a bőr útján történő hővesztésre. Ez érték azonban a belégzett levegő hőfoka és vízgőz tartalma szerint bizonyos határok között változhatik. Ha a belégzett levegő például nulla fokú és teljesen száraz, akkor a tüdő útján 24 óra alatt vesztett meleg 293·04 hőegységnek felelne meg, ha ugyanezen hőfok mellett a belégzett levegő vízgőzzel félig telítve van 279·09 és ha egészen telítve van, akkor 265·05 hőegység meleget veszítünk, míg 30 C-fokú egészen száraz levegőben 274·05, vízgőzzel teljesen telített levegőben 105·39 hőegység meleget veszítünk a légzés által. Az utóbbi adatokból látjuk, mily fontos a levegő vízgőztartalma a tüdő útján történő hővesztésre.

A hővesztés legnagyobb része, 85 százalék, tehát, úgy találtuk, a bőr útján történik, e miatt az ez úton történő hővesztéssel valamivel behatóbban akarunk foglalkozni.

A bőrön két réteget, a mélyebb irhát és a felületes felhámot különböztetjük meg, az irha alatt az ugynevezett bőralatti zsírréteg van. A véredények az irháig terjednek fel, a felhámiban ilyenek már nincsenek. Az irhában egyszersmind mirigyek is vannak, melyek kivezető csövei a felhámon keresztül a bőr felületére vezetnek. A mirigyek a fagygyú és izzadási mirigyek, az utóbbiak a bőr felületét benedvesítő veritéket választják el. A bőrben áramló vér melegét közvetlenül az irhának adja át, ugyan ide vezettedik a test melegebb, mélyebb részeiből a meleg, midőn mélyebben fekvő melegebb helyről, felületesebben fekvő hidegebb testrészekhez jut. A bőr alatti zsírréteg, még inkább pedig az irhát fedő hám, igen rossz hővezetők, e miatt a meleg csak lassan jut a bőrfelületre és hőveszteségünk, melyet különben aligha pótolhatnánk, tetemesen korlátozva van. A bőr felületéről az egyszer oda eljutott meleg, mint mondtuk, vízpárlás, hősugárzás és hővezetés útján távozik el.

Hőveszteségünk vízpárlás útján néha igen tetemes és 1500 hőegységet is meghaladhat, rendes körülmények közt azonban csak 500—700 hőegységet tesz. A tetemes hőveszteség, vízpárlás útján onnan van, mivel a víz, midőn gőzzé lesz, sok meleget köt; 1 kilogramm víz, midőn légneművé válik 550 hőegységet köt meg lappangó meleg alakjában. Rendes viszonyok közt észre sem veszszük a vízelpárlást. Érezhetővé lesz az a vele járó nagyfokú izzadás által, midőn száraz meleg levegőben tartózkodunk, vagy midőn meleg folyadékot iszunk. Arról, hogy a vízpárolgás a bőrt s általa egész testünket lehűti, meg lehet győződni, ha megnedvesített ujjunkat a levegőbe tartjuk, hogy megtudjuk, mely oldalról fúj a szél. Ilyenkor tudniillik megérezzük, a mint ujjunknak amaz oldala hideg lesz, melyről a szél jön; az ujj ez oldala azért hűl le gyorsabban, mivel ott több víz párolog el. Gyors és tömeges a víz elpárolgás a bőrfelületen áramló légkörben, és lassú, nyugodt levegőben, mert az utóbbi esetben a testünket környező levegő csakhamar megtelik vízgőzzel s helyére új levegő csak igen lassan jön, míg áramló levegő mellett testünkkel új és új légrétegek érintkeznek. Azért hűlünk meg könnyen, ha átizzadva léghezambá állunk.

A bőr útján történő vízpárlás foka a levegő áramlásán kívül a levegő vízgőz tartalmától is függ. Forró nyári napon, meleg, száraz levegőben, a víz nagy mennyiségben párolog el a bőrről. azért

könnyebben is tűrjük ezt a levegőt, mint a szintén meleg, de nedveset, mert ez gátolja a víz elpárolgást a bőrről, miáltal a test melegének vesztesét megnehezíti. Igen tetemes a sűgárzás útján kibocsátott meleg mennyisége, azaz, az a meleg, melyet testünk meleg sugarak alakjában úgy bocsát ki, mint bármely környezeténél melegebb test, mint a fűtött kályha is. Az ez úton veszített meleg némely esetben az összes melegvesztéség 50 százalékát is teszi. És ezt a nagy melegvesztéséget rendes körülmények közt meg sem érezzük; megérezzük akkor, ha vagy nagyon fokozódva, vagy nagyon megnehezítve van a hővesztés. Így, ha télen fűtetlen szobába jutunk, borzongásképen érezzük a sűgárzás útján való tetemes melegvesztéséget, még ha a tűz a kályhában ég és a szoba levegője 16—17 C-fokra fel is van melegítve; ez onnan van, mivel a szoba falai és bútorai még átmelegedve nincsenek és mi e miatt sűgárzás útján tetemes meleget vagyunk kénytelenek veszíteni; mert különböző hőfokú testek közt a sűgárzás egyenlő arányban nő a két test közti hőkülönbséggel. Kellemetlen az érzés akkor is, ha a hősűgárzás tetemesen meg van akadályozva, például emberekkel zsűfolt helyiségben, színházakban, táncztermekben és hasonlókban. Ily helyeken felhevűlünk, azokat túlságosan melegeknek ítéljük, sokszor akkor, a midőn a hőmérő 16—17 foknál több meleget nem mutat és mi hasonló hőmérsékű üres mellékszobában igen jól érezzük magunkat. Ez azért van, mivel oly helyen, a hol az emberek egymás mellett közel ülnek vagy állnak, minden testet vele egyenlő hőmérsékű testek környeznek és a sűgárzás meg van akadályozva. Nehogy testhőmérsékünk e miatt a rendesnél magasabbra emelkedjék, izzadni kezdünk és szervezetünk a test felületén való vízpárlás fokozódása által igyekszik a különben sűgárzás útján történő hővesztést pótolni. A vízpárlást ilyenkor a legyező használata is gyorsítja; a legyezés a levegő áramlását fokozza, a mi miatt testünk felületével gyorsan új és új légréteg érintkezik.

A bőr útján történő hővesztéség harmadik módja a hővezetés, a hővezetésnek ama neve az, melynél fogva testünk a bennünket környező levegőt közvetlenül felmelegíti. Midőn tudniillik a levegő, vagy akár más test is, melegebb testtel érintkezik, az utóbbtól meleget vesz át és maga is felmelegszik. A testünket környező és általa felmelegedő levegő azonban kiterjed és könnyebb lesz, felszáll és helyet enged a hidegebb, nehezebb levegőnek, majd ez is felme-

legszik és más hidegebb légrétegnek engedi át helyét s így tovább. E miatt minden ember a szoba csendes levegőjében fölfelé irányított áramlást okoz. Hasonlót látunk nagyban fűtött kályháinknál. A mondottakból önkényt következik, hogy a melegveszteségnek hőelvezetés útján annál nagyobbak kell lenni, minél hidegebb a levegő, mely környez és minél nagyobb ennek áramlási sebessége. A mozgó meleg levegő azért hűvösebbnek tetszik az épen oly meleg csendes, levegőnél. A legyező is, mert légáramot okoz, nem csak a miatt tetszik hűvösebbnek, mert a napsugarak közvetlenül nem esnek oda, hanem azért is, mivel a nap által sütött és a beárnyékolt hely közti hőkülönbség légáramlást okoz. Igen jól lehet erről meggyőződni, ha nyáron a szabadban oly helyen állunk, melyre felváltva majd a nap süt, majd felhő árnyéka esik; mihelyt tudniillik árnyékba jutunk, azonnal legalább gyenge szél érzünk. A hővesztés vezetés útján a testünket környező közeg hőfokán és mozgó vagy nyugalmi állapotán kívül lényegesen függ még eme közeg minőségétől is. A levegő hővezetőképessége kicsiny, e miatt a bennünket környező légréteg a bőrtől kapott meleget nehezen adja tovább, maga azért gyorsan melegszik meg és a hőelvezetést a bőrtől csökkenti. Azonban másként van a dolog, ha testünket, a hőt jobban vezető valamely más közeg, például víz, környezi. Itt ugyanazon hőmérsék mellett, melyben a levegőben egészen jól érezzük magunkat, fázunk. Nehány fokú levegőben kellően ruházva egészen jól érezzük magunkat, míg ugyanoly néhány fokú vízben, ugyanabban az öltözetben, csakhamar fáznánk.

A vízpárlás, hősugárzás és vezetés útján történő hővesztést szervezetünk bizonyos határok közt szabályozni képes és ezáltal a hővesztés tekintében a különböző viszonyokhoz alkalmazkodni tudunk. E hőszabályozással akarunk még a következő fejezetben megismerkedni.

6. Hőszabályozás.

Testhőmérsékünk, mint láttuk, 37 C-fok körül ingadozik, az ingadozások igen korlátolt határokon belül történnek. Ez a hőmérsék az, a mely mellett az élet zavartalanul foly és melyen felül mintegy 6 fokkal már a halál bekövetkezik. 45 C-fokra felmelegített emlős-állatok izmai hullameredt állapotba jutnak. Épen így nem maradhatunk életben, ha testhőmérsékünk bizonyos fokon alól sülyed. Ily megközelítőleg állandó fokon szervezetünk testhőmérsékét csak úgy tarthatja meg, ha a hőveszteséget és hőtermelést szabályozni képes, ha mindig

annyi meleget veszítünk, mint a mennyit ugyanazon idő alatt termelünk. Ez alatt természetesen úgy a hőtermelés, mint a hővesztés különböző nagyságok lehetnek, mert a míg ezek egyensúlyban vannak, a testhőmérsék sem változhatik meg. A testhőmérsék nő, ha hőtermelésünk nagyobb, mint a hővesztés, és csökken, mihamarabb a hőtermelés kisebb a hővesztésnél. Számos esetet láttunk, melyek közt a hőtermelés vagy hővesztés megváltoznak és az ember testhőmérséke még is megközelítőleg állandó maradt, ez csak úgy lehetséges, hogy szervezetünk a hővesztést a környezet hőmérsékétől némileg függetlenné teszi és a hőtermelést a hővesztés fokához alkalmazni tudja.

Minthogy a hővesztés legnagyobb részt a hidegebb környezettel közvetlenül érintkező bőr útján történik, mindenképp a bőrnek kell azzal a képességgel felruházva lenni, hogy az általa veszítendő meleg mennyiségével a testet környező levegő hőmérsékéhez és egyéb minőségéhez alkalmazkodik. A meleget az áramló vér vízi a test mélyebben fekvő melegebb szerveitől a felületesen fekvő bőrbe és a tüdőbe. A vérkeringés ezen a meleget egyenletesen elosztó hatása lényegesen előmozdítja a hővesztést. Minél több vér folyik a bőrön keresztül, annál nagyobb a hővesztés, minél kevesebb, annál kisebb. Azért minden befolyás, mely alatt a bőr véredényei kitágulnak, növeli a bőr útján való hővesztést, lehűtőleg hat tehát testünkre, és viszont minden befolyás, melyre a bőr véredényei összehúzódnak és a vér odafolyását a bőrhez megnehezíti, csökkenti a hővesztést, megnehezíti a test lehülését.

Véredényeink az idegrendszer befolyása alatt állanak. A véredények falában az agyból eredő finom idegszálak végződnek. Az idegszálak egy részének izgalma a véredények szűkülését okozza, azért nevezik ezen idegszálakat edényszűkítő idegszálaknak, míg az idegszálak egy másik részének izgalma ellenkezőleg az edényeket kitágítja, e miatt ez idegeket edénytágító idegszálaknak mondják. A harag miatt beálló elsápadás a szűkítő, a szégyenpir, a tágító idegek izgalmanak következménye. Ez idegszálak izgalma azonban nemcsak az agyból indulhat ki. Vannak bőrünkben végződő érző idegek, melyek az agyat folytonosan értesítik a bőrünket környező levegő hőfokáról, az agy pedig ennek megfelelőleg akarattunktól függetlenül, öntudatunk minden hozzájárulása nélkül, küldi parancsait a véredény tágító, illetőleg szűkítő idegek útján a véredényekhez. Mihamarabb bőrünket hideg éri, a bőr edényei összehúzódnak, a bőr halvány és hi-

deg lesz, a bőr kevesebb vért, és ez által kevesebb meleget is kap a test mélyebb részeiből; a hőkülönbség a bőr és környezetének hőfoka közt s ennek megfelelőleg a hővesztés is kisebb lesz. Megfordítva van a dolog meleg levegőben. A bőr edényei kitérülnek, nagy mennyiségű vér ömlik azokba, a hidegben lúdbórszerűen összehúzódtott bőr ellazul, duzzad, piros és meleg lesz, majd izzadni is kezdünk és e miatt sűgárázás, vezetés és vízpárlás útján több meleget veszítünk, mint különben.

A hővesztés a bőrben való e szabályozásának köszönjük, hogy a testhőmérsékkel hasonló hőfokú légkörben, sőt rövid ideig igen magas hőfokú, száraz légkörben is, veszély nélkül ellehetünk. Ilyenkor, mint más helyen láttuk, leginkább a vízpárlás fokozódása szabályozza a hővesztést. E miatt a tartózkodás nedves, forró és csak keveset mozgó levegőben, oly légkörben tehát, melyben a vízpárlás is korlátozva van, igen veszélyes, ilyenkor szokott az ugynevezett napszűrés is kifejlődni. A korlátolt hővesztés miatt tudniillik a vér a kellőnél magasasabb hőfokra emelkedik és kezdetben a szívmozgást sietteti, fűfájás, szédülés, majd általános gyengeség, kábultság, szívszűnet és a halál következnek be. Hogy a napszűrés, kivált katonák közt, meleg napokon, menetgyakorlatok alatt előfordul, ez onnan van, mert azok a nyári melegben súlyos teherrel ellátva, begombolt ruhában, zárt sorokban gyalogolván, náluk a test melegének kiadása tetemesen meg van nehezítve. Ha e közben vizet sem lehet inni, ez még inkább előmozdítja a napszűrését. A forró égőv alatt azért sokszor nehéz a hővesztést kellően szabályozni, ott ezek miatt a tehetősebbek vastag kőfalakból építenek házakat, melyek a forró évszak alatt is csak kevéssel magasabbra melegednek fel, mint a milyen az év középmeárséklete, a test melege, a falak felé sűgárázik, s e miatt a test több meleget veszít. A forró égőv alatt a legyezésnek is, azért, hogy légáramot tart fenn, fontos szerepe van. Végre kevesebb hőt is termelnek az emberek a forró égőv alatt, mint a mérsékelt vagy éppen hideg égőv alatt.

Veszélyes a levegő hirtelen lehűlése is, mert a felhevűlt test nedves bőrével és a bőr tágult véredényeivel, mikor hirtelen hideg éri, sok meleget veszíthet még mielőtt a meleg veszteséget korlátozó változások a bőrben beállhattak volna. A hirtelen lehűlés miatt egyszersmind a vér a test felületés részeiből ennek belső részeibe tólul s ezeket esetleg nagyon is lehűtheti. A léghőmérsék hirtelen

változásai ezek miatt ártnak meg egészségünknek. A túlságos hideg ellen egyébiránt aránylag könnyebben tudjuk magunkat védeni, mint nedves légkörben, nagy meleg ellen. Itt megbeesülhetlen segítségünkre van a ruha és az, hogy lakásainkat télen fűteni tudjuk.

Éghajlatunk alatt, ruházat nélkül a testhővesztés szabályozása az esztendő legnagyobb részében lehetetlen volna. A ruha a bőr útján történő hővesztés mindhárom módját változtatja meg. A testünk-ből kisúgárzó meleget a ruha veszi át, ezt egy ideig magában visszatartja és csak miután a ruha felszínére jutott, távozik el a meleg súgárzás és vezetés útján. A ruha tehát azt a meleget, mely különben a testről közvetlenül eltávoznék, egy ideig a test közelében visszatartja. Hogy mily gyorsan megy a meleg a ruhaszöveten keresztül, az függ a szövet hővezető képességétől, alkatától és vastagságától. A melegkisúgárzás tekintetében a munkakelmék minősége és színe meglehetősen közömbös. Mindegy, valjon gyapju, selyem, vászon, vagy kaucsukból készült-e öltözetünk, valjon színe fekete-e vagy fehér. Ellenben a naptól kiáradó sugarak felvételét illetőleg, a szövet színe már lényeges befolyással van. Sötét színű, például fekete ruha, több mint kétszerannyi világító meleg sugarat nyel el, mint a világos, vagy épen fehér ruha; e miatt nyáron a nap melegét sokkal inkább érezzük meg sötét, mint világos ruhában.

A hővezető képesség tekintetében a különböző kelmék közt fel-tűnően csekély az eltérés, mindannyian igen rossz hővezetők.

Többrétegű kelméknél lényeges befolyással van a hővezetésre, az, valjon szorosan egymáson fekszenek-e a kelmék rétegei vagy sem. Az első esetben tudniillik alig kisebbíti a több réteg a hővesztést, míg az utóbbi esetben igen tetemesen csökkenti azt. Ha például a valamely selyem szövettel fedett test által az egyrétegű selyem szöveten keresztül vezetett meleget 100-ra teszszük, akkor ugyan e selymen keresztül, ha ezt kétszeres rétegben használjuk, 97 hőegység megy. Nem így áll a dolog, ha a két vagy több réteg közt valami keskeny tér szabadon marad, ilyenkor tudniillik a két réteg 30—40 századrésszel kisebbíti a hővesztéséget. Ugyanezért a szorosan laposra sajtolt vatta is sokkal jobban bocsátja át a meleget, mint a lazán álló. Innen van, hogy vattával bélelt ruha új állapotban melegebb, mint mikor kopott. A rugalmas laza vatta tehát jobban melegít, mint az összelapúlt, két rétegű kelme jobban melegít, midőn a két réteg közt levegő réteg van, mint mikor szorosan egymáshoz szorítjuk azokat,

A rugalmas vatta szálai közt a több rétegű kelme rétegei közt, levegő van, ennek kell tehát a hővesztésnél lényegesen gátló szerepének lenni. Ugyanazon kelméből készült ruha igen különböző fokban tartja testünket melegen, a szerint, a mint testünkhöz jól oda simúl, vagy csak távan van rajta. Ha a ruha testünket az által tartaná melegen, hogy a levegőt tőle távol tartja, akkor glacé kesztyűnek sokkal melegebben kellene tartani kezünket, mint pamutból vagy szőrből készült kesztyűnek, noha az utóbbiak jobban bocsátják át a levegőt; a szűk bőrezipőnek, melegebbnek kellene lenni a nemezsből készült cipőnél. A levegőt a cserzett bőrnél ötvenszer jobban átbocsátó mosható bőr, tudvalevőleg amannál jóval melegebb. A ruha és testünk közt is van légréteg, mert ritka ruha az, mely testünkhöz mindenütt hozzá simúl. E légréteg melege 24—30 C-foknak felel meg s testünk benne tulajdonképen úgy van, mintha meztelenül 24—30 C-fokú csendes léghen tartózkodnánk. Ruháink lika-sait levegő tölti ki, s a ruha, mint láttuk, annál jobban tartja a meleget, minél lazább a szövete, minél több levegő van szálai közt. A ruha tehát nem az által tartja testünket melegen, hogy a levegő odajutását megakadályozza, hanem azért, hogy a légáram sebességét annyira csökkenti, miszerint azt meg sem érezzük. Csendes nyugalomban ugyan a levegő sem ruhánkban, sem közvetlenül testünk körül nincsen, hanem a hőkülönbségnek megfelelőleg szintén áramol, csak hogy e mozgás oly lassú, hogy meg sem érezzük.

Ezekből könnyen megérthető az is, miért melegít oly jól a bunda, és általában minden szőrös prém. A melegnek a szőrök közt légrétegről légrétegre kell átterjednie, miáltal a légrétegeket felmelegíti, testünket e miatt mérsékelt hőfokú vastag légréteg veszi körül. Azt is belátjuk, hogy miért készítjük a téli szöveteket vastagabbra és húzzuk egyik ruhát a másikra. Ha jól fel vagyunk öltözve, testünket télen is meleg légréteg környezi, helyettünk ruháink fáznak.

Légmentes anyagok a ruházatra nem csak akkor alkalmatlanok, mikor testünkhöz szorosán oda simulnak, s e miatt, a meleg gyors elvezetése által túlságosan lehűtenek, hanem akkor is, ha az ezekből készült ruha bő, mivel az elpárolgást, a test felületéről teljesen megakadályozzák. Közöséges öltözeteink tudniillik a víz elpárolgást épen nem akadályozzák, sőt némelyike könnyíti is. Ruhaszöveteink mind bizonyos mértékben nedvszívó testek, azaz a levegő vízgőzét, a test izzadmányát felszívni képesek. E tekintetben azonban az egyes ruha-

szövetek közt igen nagy a különbség. Az állati gyapjú nedvszívó képessége sokkal nagyobb a növényi pamut vagy épen a vászonénál; lassabban, de több vizet vehet fel, mint az utóbbiak. Azonban épen úgy lassabban is veszíti a gyapjú a felvett vizet, mint a növényi ruhaanyagok. Ha tehát a vászon, a pamutszövet, az izzadó testen megnedvedesedett, ezek az izzadás megszűnése után gyorsan száradnak meg és e miatt testünkötől csakhamar sok meleget vonnak el, a gyapjúszövet ellenben lassan szárad a testen, tehát lassan is hűti le; a pamut egyébiránt kevésbé nedvszívó szövet, mint a vászon. Innen van a gyapjúból készülő Jaeger-fél szöveteknek az az előnye, a mely miatt némelyek mindennemű ruháikat inkább azokból, mint pamutszövetből, vagy épen vászomból készíttetik.

Az eddigiekben tárgyaltak, a hővesztés szabályozásának legfőbb módjai; a mit szervezetünk e tekintetben azonkívül még tesz ez ahoz képest elenyésző csekély jelentőségű. Így tudjuk a hővesztést némileg a testtartás által is módosítani. Télen, hidegben az ágyban, kezünket, lábainkat testünkhöz húzzuk, hogy a test felületét kisebbsítsük, nyáron nagy melegben karjainkat, lábainkat kinyújtjuk és ezáltal lehetőleg nagygyá teszszük testfelületünket. Hidegben ritkábbak, melegben szaporábbak lesznek a szívverések. De minél szaporább a szívmozgás, annál gyorsabb a vérkeringés a bőrben, minél nagyobb melegünk van, annál több vér viszi tehát testünk melegét a test felülete felé s az annál nagyobb mértékben távoznak el tőlünk. Azért szapora a lázban szenvedő emberek érlökése és szapora az érlökés akkor is, midőn erős mozgás miatt több meleget termelünk, valamint, ha száraz, meleg légkörben tartózkodunk. Mint a szívmozgás, úgy a légzések is szaporodnak melegben és ritkálnak hidegben. Szapora légvételek alatt a levegő a tüdőben többször újul meg, ugyanazon idő alatt tehát több levegő melegedik fel és telődik meg vízgőzzel, mint ritka légvételek alkalmával; a levegő felmelegedése és vízgőzzel való megtelődése a tüdőben melegkötéssel jár. Egyébiránt embeinél a légzés hőszabályozó értéke csekély, sokkal fontosabb az olyan állatoknál, a melyeknek bőrén izzadási mirigyek nincsenek, melyek, mint a kutya, nem izzadnak. Ez állatok azért ha felhevülnek, például futás közben s után, erősen lihegnek, légzéseik száma 1 perc alatt a 150-et és többet is meghaladhatják. Kis mértékben testhőmérsékünk szabályozásához hozzájárulhat még a magunkhoz vett ételek és italok különböző hőmérséke. Hidegben a meleg, forró nyári na-

pon a hideg ételeket és italokat szeretjük. A hővesztés ez úton való változása egyébiránt felette csekély.

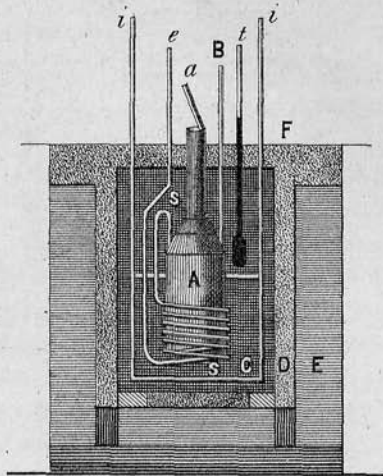
De a hővesztésen kívül a hőtermelés is változhatik, segedelmével bizonyos határig a hővesztés fokához alkalmazkodni tudunk; fokozódott hővesztés nagyobb hőtermeléssel jár és megfordítva. Ennek bizonyoságuál szolgál az a tapasztalat, hogy hideg időben, valamint az éjszakai vidéken lakó embereknél is nagyobb az étvágy, mint melegben és a forró égöv alatt. A hideg égöv alatt élő emberek a sok meleget adó zsírokkal bőven táplálkoznak, míg a forró égöv alatt az emberek táplálékának nagy részét a rizs, datolya és hasonlóképezik. A testsúlyukhoz képest kevesebb meleget fejlesztő nagy állatok megfelelőleg kevesebbet is esznek, mint a kis állatok. Fokozódott hőtermelésre utal, a test hőfokának aránylag csekély csökkenése nagy fokú hővesztések következtében is. Tapasztalták például, hogy 65·9 kilogramm súlyu ember 19·93 C-fokú hideg fürdőben 1 óra alatt mintegy 415 hőegység meleget veszít, testhőmérséke pedig ugyan ez alatt 0·67 fokkal süllyedt. Rendes viszonyok között ez ember óránként 98 hőegység meleget veszített és termelt, ha tehát hőtermelése a fürdőben nem fokozódott volna, testének fürdő után 317 hőegységgel szegényebbnek kellett volna lenni, mint fürdő előtt volt, a mi nem 0·67, hanem több C-fokra terjedő hőmérsékesökkenést vont volna maga után. Azt is tapasztalták, hogy nagyobb hővesztés mellett a kilehelt szén-sav és fogyasztott oxygen mennyisége, tehát az anyagforgalom fokozódott.

A hőtermelés fokozódása, növelt hővesztés alkalmával onnan van, hogy a hideg a bőrt izgatja, ennek izgalma a központi idegrendszerbe, az agyba és gerinczagyba terjed és innen különösen az izmokba jut, s itt élénkebb oxydatiót — égési folyamatot — indít meg.

Ezzel tárgyunk végéhez jutottunk. Láttuk, miszerint szervezetünk saját hőmérsékét csodálatos módon bizonyos határok között az állandó, környezeténél magasabb fokon megtartja, mely mellett egyedül minden életműködésünk zavartalanul lefoly. Erre testünket az képesíti, hogy a hővesztést és a hőtermelést kellően szabályozni tudja. Mint szervezetünk csaknem minden működésének, úgy ennek is az agyban van a kiinduló központja. E központ, benne fejlődő izgalmak által, valamint a bőr izgatása által támasztott és oda jutott egyéb izgalmak segedelmével tartja fenn a szükséges égési folyamatot.

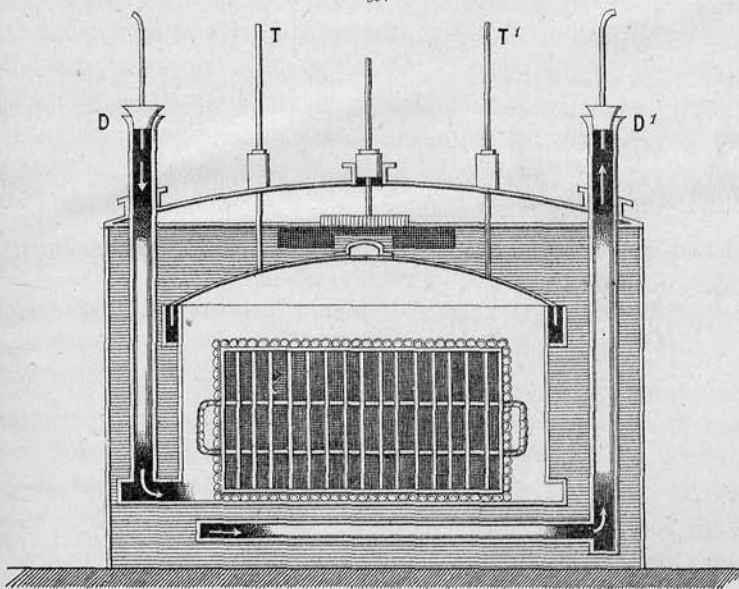


1. ábra.



2. ábra.

a.



b.

